



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Tesis Doctoral

UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA GARANTIZAR LA USABILIDAD Y LA ACCESIBILIDAD EN EL ECRM CENTRADA EN PERSONA CON DISCAPACIDADES Y ADULTOS MAYORES

Presentada por

Brunil Dalila Romero Mariño

Dirigida por

Dra. María José Rodríguez Fórtiz

Dra. María Visitación Hurtado Torres

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos

Programa de Doctorado: Tecnologías de la Información y la Comunicación

Granada, Octubre de 2018

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Brunil Dalila Romero Mariño
ISBN: 978-84-1306-132-0
URI: <http://hdl.handle.net/10481/55787>

La doctorando Brunil Dalila Romero Mariño y los directores de la tesis María José Rodríguez y María Visitación Hurtado Torres. Garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por la doctoranda bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Granada, __ de _____ de 2019

Directores de la Tesis

Doctorando

Fdo.:

Fdo.:

María José Rodríguez Fórtiz

Brunil Dalila Romero Mariño

Fdo.:

María Visitación Hurtado Torres

Dedico este libro a Dios por ser mi amparo y fortaleza.

A mis padres y a mis pequeños ángeles, quienes me han
acompañado en este largo transitar de altas y bajas,
demostrándome el significado del amor y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar presente en mi vida, guiarme en mi camino y a pesar de todas las dificultades facilitarme todo lo necesario para que hoy orgullosamente pueda decir que alcancé mi meta.

A mis tutoras María José y Mavi por el apoyo, paciencia, orientación y acompañamiento que me han brindado en este largo camino recorrido para culminar satisfactoriamente esta tesis doctoral.

A mi amigo Hisham, por su gran ayuda y colaboración para poder llevar adelante este proyecto.

A Luis por su orientación en mis primeros pasos en el mundo de las ontologías, y así reconectarme con mi línea de trabajo y comenzar a fijarme un horizonte.

En fin, agradezco y bendigo cada situación en donde algún familiar, amigo o persona me ayudo a enfocarme para luchar por lo que quiero. Son muchos los involucrados que directa o indirectamente han contribuido para el logro de este sueño.

A todos gracias infinitas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PREFACIO

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	6
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	7
PUBLICACIONES RELACIONADAS	8
ESTRUCTURA DE LA TESIS	8
REFERENCIAS	10

Capítulo 1 FUNDAMENTOS DE ONTOLOGÍAS

1.1 INTRODUCCIÓN	15
1.2 DEFINICIONES DE ONTOLOGÍAS Y SUS USOS	15
1.3 COMPONENTES DE UNA ONTOLOGÍA	16
1.4 CLASIFICACIÓN DE LAS ONTOLOGÍAS	17
1.5 INGENIERÍA ONTOLOGÍCA	20
1.5.1 PROCESO DE DESARROLLO DE ONTOLOGÍAS	20
1.5.2 CICLO DE VIDA DE UNA ONTOLOGÍA	20
1.5.3 MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA DESARROLLO DE ONTOLOGÍAS	21
1.6 REDES DE ONTOLOGÍAS	23
1.7 METODOLOGÍA NEON	25
1.8 LENGUAJES DE IMPLEMENTACIÓN DE ONTOLOGÍAS	27
1.8.1 EL LENGUAJE OWL	30
1.8.2 LÓGICA DESCRIPTIVA Y REGLAS OWL	35
1.9 ENTORNO DE DESARROLLO DE ONTOLOGÍAS	37
1.10 MOTORES DE RAZONAMIENTO	38
1.11 REUTILIZACIÓN Y MODULARIZACIÓN	39
1.12 CONCLUSIONES.....	41
1.13 REFERENCIAS.....	42

Capítulo 2 ACCESIBILIDAD Y DISEÑO CENTRADO EN ACTIVIDAD

2.1 INTRODUCCIÓN.....	49
2.2 ACCESIBILIDAD Y LA E-INCLUSIÓN	49
2.3 RECURSOS DE CONOCIMIENTOS: ONTOLÓGICOS Y NO ONTOLÓGICOS	50
2.3.1 INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF FUNCTIONING, DISABILITY AND HEALTH (ICF).....	51
2.3.2 CLASIFICACIÓN DE HABILIDADES HUMANAS PARA EL MODELADO DE LA INTERACCIÓN HOMBRE-COMPUTADOR BASADA EN ICF.....	54
2.3.3 USER IMPAIRMENTS ONTOLOGY.....	54
2.3.4 ABILITIES AND DISABILITIES ONTOLOGY FOR ENHANCING ACCESSIBILITY (ADOLENA).....	55
2.3.5 AMBIENT INTELLIGENCE SYSTEM OF AGENTS FOR KNOWLEDGE-BASED AND INTEGRATED SERVICES FOR MOBILITY IMPAIRED USERS (ASK-IT).....	57
2.3.6 ACCESSIBLE.....	58
2.3.7 AEGIS.....	59
2.3.8 AEGIS/ACCESSIBLE.....	61

2.3.9 AFFINTO.....	61
2.3.10 EGONTO.....	63
2.4 FUNDAMENTOS DEL DISEÑO CENTRADO EN ACTIVIDAD	65
2.4.1 ACTIVIDAD HUMANA.....	65
2.4.2 ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA (AVD).....	66
2.4.3 TEORÍA DE LA ACTIVIDAD.....	67
2.4.4 DISEÑO CENTRADO EN ACTIVIDAD.....	68
2.5 CONCLUSIONES.....	70
2.6 REFERENCIAS	71

Capítulo 3 GESTIÓN DE LA RELACIÓN CON EL CLIENTE

3.1 INTRODUCCIÓN.....	79
3.2 EVOLUCIÓN, DEFINICIÓN Y SUBSISTEMAS DEL CRM	79
3.2.1 SUBSISTEMAS DEL CRM.....	80
CRM OPERACIONAL.....	80
CRM ANALÍTICO.....	80
CRM COLABORATIVO.....	81
3.3 E-CRM.....	81
3.4 SOFTWARE CRM.....	82
3.5 SATISFACCIÓN DEL CLIENTE Y LA USABILIDAD	83
3.6 EL CICLO DE COMPRAS DE UNA EMPRESA.....	85
3.7 EL CICLO DE RELACIÓN CON EL CLIENTE.....	86
3.7.1 FASES.....	89
PRIMERA FASE – RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	89
SEGUNDA FASE – CONTACTO CON EL PROVEEDOR.....	89
TERCERA FASE – REVISIÓN DE ANTECEDENTES.....	89
CUARTA FASE - NEGOCIACIÓN.....	90
QUINTA FASE – EJECUCIÓN DE LA COMPRA.....	90
SEXTA FASE – CONSUMO, MANTENIMIENTO Y ENAJENACIÓN.....	90
SÉPTIMA FASE – RENOVACIÓN.....	91
3.8 ONTOLOGÍAS EN EL DOMINIO DEL CRM	91
3.8.1 ONTOLOGÍA DEL CLIENTE EN EL MARCO DE CRM.....	91
3.8.2 ONTOLOGÍA DE CRM DIRIGIDA POR EMPLEADOS.....	92
3.8.3 ONTOLOGÍA O-CREAM.....	93
3.9 ONTOLOGÍAS PARA EL MODELADO DEL NEGOCIO.....	94
3.10 LA ONTOLOGÍA DEL MODELO DE NEGOCIO (BUSINESS MODEL ONTOLOGY)	96
3.11 CICLO DE COMPRA DEL CLIENTE.....	100
3.11.1 FASES.....	100
CONOCIMIENTO (AWARENESS).....	100
EVALUACIÓN (EVALUATION).....	100
COMPRA (PURCHASE).....	101
POST VENTA (AFTER SALE).....	99
3.11.2 ESTRATEGIA DEL CANAL DE DISTRIBUCIÓN.....	101
3.12 CONCLUSIONES.....	103
3.13 REFERENCIAS.....	104

Capítulo 4 DISEÑO DE LA RED DE ONTOLOGÍAS

4.1 INTRODUCCIÓN	112
4.2 DESIGN SCIENCE RESEARCH – DSR.....	112
4.3 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	114
4.4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA RED DE ONTOLOGÍAS	116

4.5 ESPECIFICACIONES DE REQUISITOS DE LAS ONTOLOGÍAS DE LA RED	118
4.5.1 <i>ONTOLOGÍA ACCESIBILITIC</i>	118
4.5.2 <i>ONTOLOGÍA CRMO</i>	121
4.6 CONCLUSIONES	124
4.7 REFERENCIAS	125

Capítulo 5 ONTOLOGÍA ACCESIBILITIC

5.1 INTRODUCCIÓN	131
5.2 MAPA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE ACCESIBILITIC.	131
5.3 ACTIVIDADES DE SOPORTE	132
5.4 REUTILIZACIÓN DE RECURSOS DE CONOCIMIENTO:	132
5.4.1 <i>RECURSOS ONTOLÓGICOS</i>	132
5.4.2 <i>RECURSOS NO ONTOLÓGICOS</i>	133
5.5 CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS PREVIAS A LA ACTIVIDAD DE REINGENIERÍA DE RECURSOS DE CONOCIMIENTO.	133
5.6 REINGENIERÍA DE RECURSOS ONTOLÓGICOS Y NO ONTOLÓGICOS.	134
5.6.1 <i>INGENIERÍA INVERSA</i>	135
<i>ONTOLOGÍA ICF</i>	136
<i>USER IMPAIRMENT ONTOLOGY</i>	137
<i>ONTOLOGÍA ADOLENA</i>	138
<i>ONTOLOGÍA ASK-IT</i>	139
<i>ONTOLOGÍA AEGIS/ACCESSIBLE</i>	140
<i>ONTOLOGÍA AFFINTO</i>	142
<i>ONTOLOGÍA EGONTO</i>	143
<i>RECURSO NO ONTOLÓGICO</i>	143
5.6.2 <i>REESTRUCTURACIÓN</i>	144
<i>CLASE USER</i>	145
<i>CLASE IMPAIRMENT</i>	146
<i>CLASE DISABILITY</i>	147
<i>CLASE BODYFUNCTION</i>	148
<i>CLASE CAPABILITY</i>	151
<i>CLASE ACTIVITYPARTICIPATION</i>	152
<i>CLASE SUPPORTASSISTANCE</i>	158
5.6.3 <i>INGENIERÍA DIRECTA (FORWARD)</i>	161
5.7 EXPLOTANDO LOS RESULTADOS DE ACCESIBILITIC	164
5.7.1 <i>PC1</i>	164
5.7.2 <i>PC2</i>	166
5.7.3 <i>PC3</i>	169
5.7.4 <i>PC4</i>	171
5.8 CONCLUSIONES	174
5.9 REFERENCIAS	175

Capítulo 6 METODOLOGÍA DOCENTE

6.1 INTRODUCCIÓN	181
6.2 MAPA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE CRMO	181
6.3 ACTIVIDADES DE SOPORTE	182
6.4 REUTILIZACIÓN DE RECURSOS ONTOLÓGICOS Y NO ONTOLÓGICOS	183
6.5 REINGENIERÍA DE RECURSOS ONTOLÓGICOS Y NO ONTOLÓGICOS	184
6.5.1 <i>INGENIERÍA INVERSA</i>	184
6.5.2 <i>REESTRUCTURACIÓN</i>	188

CLASE DISTRIBUTIONCHANNEL.....	190
CLASE CHANNELTASK.....	191
CLASE CRMSTRATEGY.....	193
CLASE VALUEPROPOSITION.....	195
CLASE CUSTOMERACTIVITY.....	196
CLASE CUSTOMERACTION.....	197
CLASE CUSTOMEROPERATION.....	197
6.5.3 INGENIERÍA HACIA ADELANTE (FORWARD).....	199
6.6 EXPLORANDO LOS RESULTADOS DE CRM	200
6.6.1 Pc1.....	200
6.6.2 Pc2.....	201
6.6.3 Pc3.....	202
6.6.4 Pc4.....	203
6.6.5 Pc5.....	204
6.6.6 Pc6.....	205
6.6.7 Pc7.....	206
6.7 RED DE ONTOLOGÍAS ACCESIBILITIC-CRMO	207
6.8 EXPLORANDO LOS RESULTADOS DE ACCESIBILITIC-CRMO	212
6.8.1 Pc1.....	212
6.8.2 Pc2.....	214
6.8.3 Pc3.....	216
6.9 CONCLUSIONES	218
6.10 REFERENCIAS	219
 Capítulo 7 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	
7.1 CONCLUSIONES	225
7.2 TRABAJOS FUTUROS	232
7.3 REFERENCIAS	233

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 Espectro de ontologías.....	19
1.2 Ejemplo gráfico de: a) una ontología individual, b) conjunto de ontologías individuales interconectadas y c) red de ontologías.....	24
1.3 Escenarios para la construcción de Ontologías y Redes de ontologías de NeOn	26
1.4 Pila de la Web Semántica V4	28
1.5 Línea de tiempo de los estándares W3C de la Web Semántica.....	30
2.1 Interacción entre los componentes de ICF.....	53
2.2 Estructura jerárquica de la ontología ADOLENA.....	56
2.3 Estructura de la ontología de ASK-IT en forma de árbol	57
2.4 Arquitectura de la Ontología ACCESSIBLE.....	58
2.5 Arquitectura de la ontología contextual AEGIS.....	60
2.6 Arquitectura de la ontología AEGIS/ACCESSIBLE.....	61
2.7 (A) Conceptos sobre procesos sensoriales y perceptuales del usuario (B) Conceptos relacionados con la extracción-composición y la interpretación-respuesta del sistema.....	62
2.8 Teoría de la Actividad	67
3.1 Entorno, modelo de negocio, estrategia, procesos y TIC.....	94
3.2 Modelo de negocio Canva.....	97
3.3 Ciclo de Compra del Cliente.....	100
3.4 Fases del CBC y tareas del canal.....	101
3.5 Canales de distribución de Barnes & Noble.....	102
4.1. Modelo del proceso del DSR.....	113
4.2 Marco de contribución del conocimiento DSR.....	113
5.1 Mapa de actividades para el desarrollo de ACCESIBILITIC.....	131
5.2 Niveles de abstracción para la actividad de reingeniería.....	134
5.3 Actividades de la reingeniería de una ontología.....	134
5.4 Actividad N°1 de la ingeniería inversa del recurso no ontológico.....	135
5.5 Clase Body Function de la ontología ICF.....	136
5.6 A) Captura de la Clase ActivityParticipation de la Ontología ICF y B) Selección de capítulos para la Ontología ACCESIBILITIC.....	137
5.7 Extracto de la vista esquemática de la ontología de “Disfunciones de Usuarios”.....	138
5.8 Clase Ability de la Ontología ADOLENA.....	139
5.9 Clase “VisionLimitation” de la Ontología ASK-IT.....	140
5.10 Subclase CognitiveP_properties de la ontología Affinto.....	142

5.11. Perfil del User_001 de la Ontología Egonto.....	143
5.12 Clase User: A) Property Assertions, B) Descripción y C) Anotaciones.....	146
5.13 Clase Impairment: a) Anotaciones y B) Descripción.....	147
5.14 Clase Disability: A) Descripción y B) Anotaciones.....	148
5.15 Clase BodyFunction A) Descripción y B) Anotaciones.....	148
5.16 Estructura jerárquica de la Clase BodyFunction.....	150
5.17 Instancias de las Clases SensorialCapability y SpeechCapability.....	152
5.18 Clase Capability: A) Estructura jerárquica, B) Descripción y C) Anotaciones.....	153
5.19 Clase ActivityParticipation: A) Estructura jerárquica y B) Descripción.....	154
5.20 Anotaciones de la Clase ActivityParticipation.....	158
5.21 Clase SupportAssistance: a) Estructura jerárquica, b) Anotaciones.....	160
5.22 Descripción de la Clase SupportAssistance.....	160
5.23. Esquema gráfico ontología ACCESIBILITIC.....	164
5.24 Clases Definidas	165
5.25. Discapacidades por tipos de disfunción.....	166
5.26. Resultado de los usuarios con disfunciones visuales, cognitivas y comunicacionales	168
5.27 Object property assertions de User_13 y User_20.....	168
5.28. Object property assertions del User_03.....	170
5.29. SupportAssistance recomendado para el User_03.....	171
5.30. ActivityParticipation para el user_03	172
6.1 Mapa de actividades para el desarrollo de CRMO	178
6.2 Estructura jerárquica de la Ontología BMO	181
6.3 Ontología de Modelo de Negocio “Canvas” con sus relaciones.....	182
6.4 Canvas del Modelo de Negocio de SkypeTM.....	183
6.5. Clase DistributionChannel: A) Descripción y B) Anotaciones	187
6.6. Clase ChannelTask: A) Descripción y B) Anotaciones.....	188
6.7. Clase CRMstrategy: A) Descripción y B) Anotaciones.....	190
6.8 Estrategia del Canal WebSite en Barnes & Noble	191
6.9. Clase ValueProposition: A) Descripción y B) Anotaciones.....	192
6.10. Clase CustomerActivity: a) Descripción y b) Anotaciones.....	192
6.11. Clase CustomerAction: a) Descripción y b) Anotaciones.....	193
6.12. Clase CustomerActivity: A) Descripción y B) Anotaciones.....	195

6.13 Esquema gráfico ontología CRMO	195
6.14 Estrategias utilizadas para comercializar Book a través de WebSite.....	197
6.15 Tareas de Canal relacionadas a la Actividad de Cliente Awareness.....	198
6.16 Tareas de Canal relacionadas al canal WebSite.....	199
6.17 Actividades del Cliente relacionadas con la estrategia Search_Engine.....	200
6.18 Acciones del Cliente relacionadas con la Actividad Purchase.....	201
6.19 Operaciones del Cliente relacionadas con la Acción Fullfilment.....	202
6.20 Acciones del Cliente que involucran la operación Evaluating.....	202
6.21 Esquema gráfico de la ontología ACCESIBILITIC/CRMO.....	204
6.22 Property assertions customer_08.....	208
6.23 Actividades y Participaciones que puede ejecutar el customer_08.....	210
6.24 Operaciones que puede ejecutar el Customer_08.....	212
6.25 Soporte técnico para el Cstomer_08.....	213

ÍNDICE DE TABLAS

1.1 Resumen de los métodos y metodologías para la creación de ontologías	23
1.2 Componentes de una ontología OWL.....	33
2.1 Lista de Capítulos de la clasificación ICF.....	52
2.2 Lista de Recursos Ontológicos seleccionados.....	64
3.1 Ciclo de compra de una empresa.....	85
3.2 Ciclo de Relación con el Cliente.....	87
3.3 Definición de los bloques de BMO.....	98
5.1 Object Properties de clases seleccionadas en AEGIS/ACCESSIBLE.....	141
5.2 Clasificación de habilidades Humanas.....	144
5.3 Clases de la Ontología ACCESIBILITIC y su Origen.....	145
5.4 Relación entre las clases BodyFunction y Capability.....	149
5.5 Instancias de BodyFunction asociadas a la discapacidad “Alzheimer_Disease”.....	150
5.6 Subclases de la Clase ActivityParticipation.....	154
5.7 Selección de las instancias de la clase ActivityParticipation.....	155
5.8 Ejemplo de relación de la instancia GoodPerceptualCapability “contributesTo” ActivityParticipation.....	157
5.9 Relación “linksTo” entre las clases Capability y SupportAssistant para las instancias de	

GoodPerceptualCapability y PoorPerceptualCapability.....	162
5.10 Relación “intendedFor” entre las clases SupportAssistance y Disability para las instancias de la Subclase “Braille”.....	163
5.11 Axioma formal de discapacidades pertenecientes a la disfunción visual.....	165
5.12 Axioma formal de usuarios con combinación de disfunción visual y auditiva.....	168
5.13 Resumen de combinación de disfunción por usuarios.....	169
5.14 Axioma formal para recomendar soporte técnico para el usuario User_03.....	170
5.15 Extracto del axioma formal de las actividades y participación que puede desempeñar el User_03.....	171
6.1 Alineación de recursos no ontológicos.....	190
6.2 Clases de la Ontología CRMO y su Origen.....	190
6.3 Relación entre las Clases ChannelTask y CustomerActivity.....	193
6.4 Relación entre las Clases CRMstrategy y CustomerActivity.....	194
6.5 Relación entre las Clases CustomerOperation y CustomerAction.....	198
6.6 Axioma formal para determinar las estrategias CRM para la comercialización de Book a través del canal de distribución WebSite.....	200
6.7 Axioma formal para determinar las Tareas de Canal relacionadas a la Actividad de Cliente Awareness.....	201
6.8 Axioma formal para determinar las Tareas de Canal relacionadas al canal WebSite....	202
6.9 Axioma formal para inferir las Actividades del Cliente que se apoyan con la estrategia Search_Engine.....	203
6.10 Axioma formal para inferir las acciones del Cliente relacionadas con la actividad Purchase.....	204
6.11 Axioma formal para inferir las operaciones del Cliente asociadas a la acción Fullfilment.....	205
6.12 Axioma formal para inferir las acciones del cliente que involucran la operación Evaluating.....	206
6.13 Análisis de la relación entre las Clases ActivityParticipation y CustomerOperation (parte 1).....	209
6.14 Análisis de la relación entre las Clases ActivityParticipation y CustomerOperation (parte 2).....	210
6.15 Análisis de la relación entre las Clases ActivityParticipation y CustomerOperation (parte 3).....	211
6.16 Axioma formal de las actividades y participación que puede desempeñar el Customer_08.....	213
6.17 Axioma formal para inferir las Operaciones que el cliente número 8 puede ejecutar.	215
6.18 Axioma formal para inferir el soporte técnico recomendado para el cliente número 8.....	216

PREFACIO

PREFACIO

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que se estima que más de mil millones de personas viven con algún tipo de discapacidad. Esto corresponde a aproximadamente el 15% de la población mundial. Entre 110 millones (2.2%) y 190 millones (3.8%) de las personas de 15 años o más tienen dificultades significativas en sus funciones corporales. Además, las tasas de discapacidad están aumentando en parte debido al envejecimiento de la población¹ y al aumento mundial de enfermedades crónicas tales como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y los trastornos de la salud mental (OMS, 2018).

El primer Informe Mundial sobre la Discapacidad ayuda a comprender el significado, la importancia y realidad de la discapacidad, así como su impacto en las personas y la sociedad (Organización Mundial de la Salud y el Grupo del Banco Mundial, 2011). Éste informe destaca que la discapacidad es parte de la condición humana, porque toda persona se verá afectada temporal o permanentemente en algún momento de su vida, especialmente en la vejez debido a la disminución de las funciones corporales.

La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (ICF)², adoptó el Informe Mundial sobre la Discapacidad como su marco conceptual, comprendiendo el funcionamiento y la discapacidad como una interacción dinámica entre las condiciones de salud y los factores contextuales, tanto personales como ambientales (Leonardi, Bickenbach, Ustun, Kostanjsek, & Chatterji, 2006).

La clasificación ICF se ha utilizado para modelar la interacción entre humanos y dispositivos en el contexto de la sociedad de la información. En ICF (WHO, 2007), los problemas en el funcionamiento del cuerpo humano se clasifican en tres áreas interconectadas:

- 1. Disfunciones (*impairments*)**

Son problemas en la función corporal o alteraciones en la estructura corporal, por ejemplo, parálisis o ceguera.

- 2. Limitaciones de la actividad (*activity limitation*)**

Son dificultades para realizar actividades, por ejemplo, caminar o comer.

- 3. Restricciones de participación (*participation restrictions*)**

Son problemas relacionados con la participación en cualquier área de la vida, por ejemplo, la discriminación en el empleo o el transporte.

La discapacidad se refiere a las dificultades encontradas en una o varias de las áreas de funcionamiento mencionadas anteriormente. Por lo tanto, la discapacidad se considera como un

¹ El riesgo de discapacidad es superior en adultos mayores

² International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)

fenómeno complejo relacionado con la interacción entre las características de nuestra naturaleza humana y las características de la sociedad en que vivimos.

El concepto de **Sociedad de la Información** tuvo un especial auge desde la década de 1990, a partir de la expansión de Internet y de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). La Sociedad de la Información se caracteriza por la creación y distribución de información apoyado en el uso de las TIC.

Las TIC han traído cambios a la vida cotidiana porque han influido mucho en las formas en que las personas viven, trabajan, cómo se lleva a cabo la gestión de los negocios, cómo funciona el gobierno, entre otros. El comercio es una actividad económica de la vida diaria, al que las TIC también dan soporte, transformando con ello las estrategias de negocio para las empresas con presencia online. Este hecho será considerado en esta tesis como un caso específico de aplicación.

Como parte de la evolución de las TIC, se está experimentando el cambio a una sociedad basada en Internet (Turban, Whiteside, King, & Outland, 2017). En este sentido, Internet World Stats³ informa que la tasa de penetración mundial de Internet es aproximadamente del 54.40% (estimada al 31 de diciembre de 2017).

La gran cantidad de personas que utilizan Internet es uno de los principales impulsores para realizar negocios en línea, lo que se conoce como comercio electrónico (*e-commerce*⁴ - EC), o en su ámbito más amplio como *e-business*⁵. Uno de los muchos beneficios del EC para las organizaciones es ofrecer una mejor Gestión de la Relación con el Cliente (*Customer Relationship Management* - CRM). Cuando CRM se ofrece y tiene soporte en medios electrónicos, se llama e-CRM. La mayoría de los programas de CRM de hoy en día cuentan con soporte electrónico y facilitan el flujo de información e interacciones entre clientes y proveedores, y permiten la atención en línea de los clientes (Turban, Strauss, & Lai, 2016). Por ello, es común que el soporte de medios electrónicos quede implícito y se haga referencia al término CRM.

Toda persona desempeña el rol de cliente cuando interactúa con una empresa en busca de un bien o servicio, es parte de su cotidianidad. Los clientes como usuarios de las TIC no son necesariamente expertos, y tienen capacidades, requisitos y preferencias diversas. Como resultado, hay una necesidad de sistemas para todos, con acceso para todos y con alta calidad de interacción (Stephanidis & Salvendy, 1998). Según las Naciones Unidas (UN, 2016), en el caso de las personas con discapacidad o necesidades especiales, debe garantizarse su acceso a las TIC, lo cual es reconocido como un derecho humano.

En este sentido, la accesibilidad se considera un factor clave para fomentar la inclusión en la sociedad de la información. La accesibilidad implica el requisito global de acceso a la información por parte de individuos con diferentes habilidades, requisitos y preferencias, en una variedad de contextos de uso (Stephanidis, Akoumianakis, Sfyarakis, & Paramythis, 1998). Según la OMS, la

³ <https://internetworldstats.com>

⁴ se refiere al uso de Internet y otras redes (por ejemplo, intranets) para comprar, vender, transportar o comercializar datos, bienes o servicios (Turban, Whiteside, King, & Outland, 2017).

⁵ se refiere a una definición más amplia de EC, no solo la compra y venta de bienes y servicios, sino la realización de todo tipo de negocios en línea, como el servicio a los clientes, la colaboración con socios comerciales, la entrega de aprendizaje electrónico y la realización de transacciones electrónicas dentro de las organizaciones (Turban, Whiteside, King, & Outland, 2017).

accesibilidad electrónica (*e-accessibility*) se refiere a la facilidad de uso de las TIC por parte de las personas con discapacidades, lo que puede contribuir para que las personas con necesidades especiales sean activas en la sociedad de la información.

La accesibilidad y la usabilidad son dos términos que se complementan y están estrechamente relacionados, son atributos aplicables a las TIC. Si se garantiza la accesibilidad, la tecnología será de fácil uso, y si ésta tiene un alto grado de usabilidad deberá ser entonces accesible para más personas en diferentes condiciones. Ambos atributos influyen en la satisfacción que se puede brindar al usuario cuando usa una tecnología.

La caracterización del perfil de usuario es esencial para conocer las necesidades, capacidades y limitaciones de los usuarios, a fin de ofrecer al usuario la mejor personalización de las TIC. Esto obviamente tiene un efecto en la satisfacción del usuario, dadas las interacciones de calidad del usuario con las TIC.

Después de revisar los modelos y estándares de perfil de usuario, encontramos que el modelado semántico en el dominio de Accesibilidad y la e-inclusión⁶ se ha abordado en varios proyectos, como AEGIS, ACCESSIBLE, ASK-IT, entre otros. Estos proyectos han propuesto y desarrollado ontologías para una variedad de dominios y ámbitos de aplicación, por ejemplo, relacionados con la interacción del usuario, limitaciones funcionales, evaluación de accesibilidad, dispositivos, etc. (Madrid, Peinado, & Koutkias, 2012).

En ese sentido, una ontología se considera un modelo semántico que describe el conocimiento, y también una herramienta de modelado que permite realizar diseños, establecer relaciones y formular axiomas para inferir y deducir información. Concretamente, es una especificación explícita de una conceptualización⁷ (Gruber, 1993).

En la Ciencia de la información el objetivo del uso de la ontología es lograr una comprensión común del tema dado mediante la descripción de los diferentes objetos de éste y las relaciones entre ellos.

La reutilización de ontologías es valiosa para construir una nueva ontología a través de la adopción de las ontologías seleccionadas y la reingeniería que se pueda aplicar en ellas. Entre sus ventajas están que reduce el trabajo humano involucrado en la formalización de ontologías desde cero, y también aumenta la calidad de las nuevas ontologías obtenidas porque sus componentes reutilizados ya se han probado anteriormente (Lonsdale, Embley, Ding, Xu, & Hepp, 2010).

Para esta tesis, además del modelado de los usuarios para garantizar su accesibilidad, es de interés también el modelado de las actividades que éstos pueden realizar al interactuar con los sistemas CRM. Por tal razón, se necesita también modelar el dominio de CRM y para ello se utilizará el potencial que ofrecen las ontologías. Un reto que se debe superar es que existen pocas investigaciones que se centran en el desarrollo de ontologías en el dominio del CRM.

Finalmente, la pregunta de investigación que se plantea en esta tesis es:

⁶ Se refiere a las TIC inclusivas y el uso de las TIC para lograr objetivos y políticas de inclusión más amplios con el objetivo de reducir las brechas en el uso de las TIC y promover el uso de las TIC para superar la exclusión (Declaración Ministerial de Riga, 2006).

⁷ Se refiere a un modelo abstracto simplificado del mundo que se pretende representar (Gruber, 1993)

¿Cómo se puede modelar el perfil de los clientes de una empresa, considerando su diversidad funcional, al interactuar con los sistemas CRM (e-CRM), con el propósito de mejorar sus interacciones, ofrecer un mejor soporte de las TIC y, en consecuencia, contribuir a su satisfacción como cliente de una empresa?

Para abordar esta pregunta, esta tesis propone aprovechar las ventajas de la ingeniería ontológica, centrándose en crear una red de ontologías para modelar cómo los clientes con discapacidad interactúan con los sistemas CRM, durante su ciclo de compra. Es así como a través de la creación de ontologías se logra materializar una propuesta metodológica que garantice la accesibilidad en sistemas CRM.

Por otra parte, la satisfacción de los clientes es un elemento clave de toda estrategia de negocio y tiene muchos factores que influyen en ella. Esta tesis se centrará en la accesibilidad como atributo que contribuye, en parte, al logro de la satisfacción del cliente de un sistema CRM.

Dentro de la usabilidad, esta tesis se va a centrar en la accesibilidad, por su amplia envergadura y su impacto.

Objetivos

El objetivo de esta tesis es desarrollar una propuesta metodológica planteada a través de ontologías que permitan modelar perfiles de usuarios con discapacidades, haciendo énfasis en el uso de sistemas CRM como un caso de aplicación, con el propósito de mejorar la calidad de las interacciones al ofrecer un mejor soporte técnico y consecuentemente contribuir en parte con la satisfacción del cliente.

Las principales características de los usuarios de las TIC son sus capacidades, discapacidades, el estado de sus funciones fisiológicas y psicológicas, y las características de la tecnología relacionada con la accesibilidad. Al identificar estas características se podrá determinar si un usuario es capaz de interactuar con las TIC y también poder sugerir soporte técnico adecuado (hardware, software o estrategia adaptativa) para facilitar en forma global la accesibilidad requerida.

Otro requerimiento a tomar en cuenta para el logro de los objetivos es la identificación de las actividades de la vida diaria que un usuario es capaz de ejecutar de acuerdo a sus capacidades (cognitivas, motoras, sensoriales y del habla). Esto permite inferir las potencialidades y restricciones que un usuario puede enfrentar, considerando su diversidad funcional.

Con respecto al dominio de CRM, es necesario identificar qué actividades requiere ejecutar un usuario cuando interactúa con una empresa, durante su ciclo de compra como cliente, y al mismo tiempo debe identificarse cómo puede ofrecerse una interacción de calidad considerando los aspectos de su diversidad funcional. Para ello se requiere comprender la relación que existe entre las capacidades que pueden desarrollar un usuario y la posibilidad de ejecución del conjunto de actividades que debe ejercer como cliente. En cuanto a las actividades del cliente, se utiliza el Diseño Centrado en Actividad para crear una jerarquía en donde se desglosa a partir de las actividades, sus acciones y operaciones.

Los siguientes objetivos específicos son claves para alcanzar el objetivo general de esta tesis. Por lo tanto es importante:

1. Profundizar en el conocimiento y comprensión de las ontologías, sus metodologías de desarrollo, técnicas, así como la revisión de casos de estudios para identificar la potencialidad de su aplicación.
2. Conocer el estado del arte en el dominio de la accesibilidad y del CRM, así como identificar las ontologías aplicadas en estos dominios, para conocer su alcance, potencial y entender cómo hacer uso de ellos.
3. Investigar sobre el Diseño Centrado en Actividad (ACD), sus campos de aplicación, ventajas y desventajas, para comprender como poder utilizarlo.
4. Analizar la información recopilada, las ontologías y los recursos de conocimiento que podrán ser reutilizados, con el propósito de tener una vista general de los requerimientos que deben cubrirse durante el diseño de la propuesta metodológica.
5. Seleccionar la metodología para el desarrollo de las ontologías, considerando cualquier adaptación que sea necesaria. Así como seleccionar la herramienta para construir la propuesta y un razonador para llevar a cabo las inferencias, verificando sus ventajas y el cumplimiento de los requisitos de esta investigación.
6. Desarrollar las ontologías propuestas considerando los dominios de accesibilidad y CRM, centrándose en la creación de un módulo de ontología para cada dominio.
7. Validar la propuesta metodológica explorando en el razonamiento ontológico a través de la inclusión de un caso hipotético de negocio en la red de ontologías y así comprobar con los resultados el correcto funcionamiento de la propuesta.

Metodología de Investigación

La metodología de Investigación de la Ciencia del Diseño (*Design Science Research – DSR*) es utilizada para crear conocimiento en la forma de artefactos —constructos, modelos, marcos de trabajo, arquitecturas, principios de diseño, métodos y/o instancias— y teoría de diseño (Hevner, March, & Park, 2004).

En esta tesis, se propone utilizar el potencial de la ingeniería ontológica para crear un modelo semántico, específicamente una red de ontologías que integre los dominios de accesibilidad y CRM. En vista de que ésta red permitirá crear conocimiento para solucionar el problema planteado, nos encontramos en un estudio que se enmarca en el DSR.

En DSR, la creación de conocimiento es posible mediante el uso del diseño, análisis, reflexión y abstracción. Existe un modelo del proceso general seguido por DSR, el cual incluye las siguientes fases: Conocimiento del problema, sugerencia, desarrollo, evaluación y conclusión (Vaishnavi, Kuechler, & Petter, 2017). Cada una de estas fases se llevará a cabo durante el desarrollo de esta tesis. En el capítulo 4, se profundizará en la metodología de investigación utilizada, y entre otras cosas se identificará el tipo de contribución que representa la solución del problema de investigación planteado.

Publicaciones Relacionadas

Esta tesis contiene referencias a publicaciones de investigaciones presentadas en congresos y revistas científicas. A continuación se muestra la lista completa de publicaciones:

1. Romero, B. D., Rodríguez, M. J., Hurtado, M. V., and Haddad, H. M., 2014. An ontological approach to profile customers with disabilities in e-business. In Isaias, P. & White, B. (Eds.), 13th International Conference WWW/Internet 2014, pp. 357-362. Porto, Portugal. International Association for Development of the Information Society (IADIS).
2. Romero-Mariño, B., Espín, V., Rodríguez-Fórtiz, M., Hurtado-Torres, M., Ramos, L., and Haddad, H., 2017. Ontology to Profile User Models with Disabilities. In Ouhammou Y., Ivanovic M., Abelló A., Bellatreche L. (Eds.), Model and Data Engineering. MEDI 2017. Lecture Notes in Computer Science, 10563, pp. 372-385. Barcelona, Spain. Springer, Cham.
3. Brunil Dalila Romero Mariño, María José Rodríguez Fórtiz, María Visitación Hurtado Torres, and Hisham M. Haddad. Accessibility and Activity-Centered Design for ICT Users: ACCESIBILITIC Ontology. IEEE Access. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2875869. Índice de impacto: 3.557 (JCR). Q1.

Estructura de la tesis

Esta tesis es el resultado de un proceso de investigación realizado para obtener el título de Doctor en el programa de Doctorado Oficial en Tecnologías de la Información y la Comunicación emitido por la Universidad de Granada.

La estructura de la tesis está conformada por siete capítulos, los cuales se detallan a continuación:

1. El Capítulo 1

Proporciona una visión general de los fundamentos de las ontologías. Su definición, usos, componentes, e ingeniería ontológica. Sobre la base de este entendimiento, es posible reconocer los principios de ontologías y conocer más sobre las metodologías que apoyan su desarrollo.

2. El capítulo 2

Detalla los aspectos relacionados con la accesibilidad y el Diseño Centrado en Actividad (ACD). Se inicia con un marco conceptual que ayuda a definir y comprender el dominio de accesibilidad para tener la perspectiva correcta del problema. Posteriormente, se realiza un análisis en profundidad de las ontologías aplicadas en este dominio que permite identificar su potencial y sus limitaciones con respecto a esta tesis. En relación al ACD se hace una revisión global de sus fundamentos para comprender su utilidad y como sacar el mejor provecho de ésta.

3. El Capítulo 3

Ofrece una revisión de conceptos del área de la Gestión de la Relación con el Cliente para tener una mejor comprensión sobre ésta, tales como e-CRM, aplicaciones de software CRM y la satisfacción del cliente. Además se estudia la estrategia CRM, y sus fases. Posteriormente, se hace una revisión de los avances en el ámbito de ontologías relacionadas al CRM y el modelo de negocio. Finalizando con la Ontología de Modelo de Negocio (BMO) y el Ciclo de Compra del Cliente (CBC).

4. El Capítulo 4

Muestra el diseño de la red de ontologías. Para ello, se describe la metodología de investigación en la cual se enmarca el desarrollo del artefacto. Se hace una revisión del problema objeto de investigación y cómo se da respuesta al mismo con el diseño de la propuesta, finalizando con una descripción general de las ontologías creadas, ACCESIBILITIC y CRMO.

5. El Capítulo 5

Describe el proceso de desarrollo de la ontología ACCESIBILITIC. Se detalla cómo se aplica la metodología NeOn, las adaptaciones realizadas y se detalla la ejecución del mapa de actividades para la creación de la ontología. Finalmente se muestra el resultado del proceso de razonamiento.

6. El Capítulo 6

Presenta el proceso de construcción de la ontología CRMO y la red de ontologías ACCESIBILITIC/CRMO. Se describe como se hizo la adaptación y aplicación de la metodología NeOn. Además de profundizar en la ejecución del mapa de actividades asociado al proceso de desarrollo de la ontología. En este capítulo se explica cómo se llevó a cabo la integración con la ontología ACCESIBILITIC y se explora el razonamiento de la red de ontologías, mostrando un caso hipotético de negocio para validar el correcto funcionamiento de la propuesta.

7. El capítulo 7

Muestra las conclusiones y destaca las contribuciones principales de la tesis. Además se destaca la dirección de trabajos futuros.

Reconocimiento

Este trabajo fue apoyado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España con fondos FEDER bajo la subvención TIN2016-79484-R.

Referencias

- 1- Gruber, T. (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220. Retrieved from <http://tomgruber.org/writing/ontologia-kaj-1993.pdf>
- 2- Hevner, A. R., March, S. T., & Park, J. (2004). Hevner, A.R., March, S.T., and Park, J. Design Research in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 75-105.
- 3- Leonardi, M., Bickenbach, J., Ustun, T., Kostanjsek, N., & Chatterji, S. (2006). The definition of disability: what is in a name? *Lancet*, 368(9543), 1219-1221.
- 4- Lonsdale, D., Embley, D., Ding, Y., Xu, L., & Hepp, M. (2010). Reusing ontologies and language components for ontology generation,. *Data & Knowledge Engineering*, 318-330. doi:<https://doi.org/10.1016/j.datak.2009.08.003>.
- 5- Madrid, J., Peinado, I., & Koutkias, V. (27 de July de 2012). *Cloud4all Project Website. D101.1. Cloud4all Priority applications and User*. Recuperado el December de 2014, de <http://www.cloud4all.info/wp-content/uploads/2014/09/D101.1.-Priority-applications-and-User-Profile-Ontology.pdf>
- 6- OMS. (2018, January 16). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved from Disability and Health -Key facts: <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>
- 7- Organización Mundial de la Salud y el Grupo del Banco Mundial. (2011). Informe Mundial sobre la Discapacidad. Ginebra, Suiza: OMS.
- 8- Stephanidis, C., & Salvendy, G. (1998). Toward an Information Society for All: An International Research and Development Agenda. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 10(2), 107-134. doi:DOI: 10.1207/s15327590ijhc1002_2
- 9- Stephanidis, C., Akoumianakis, D., Sfyraakis, M., & Paramythis, A. (1998). Universal accessibility in HCI: Process-oriented design guidelines and tool requirements. In *Proceedings of the 4th ERCIM Workshop on User Interfaces for all*. Stockholm, Sweden.
- 10- Turban, E., Strauss, J., & Lai, L. (2016). Social Customer Service and CRM. En *Social Commerce*. Springer, Cham.
- 11- Turban, E., Whiteside, J., King, D., & Outland, J. (2017). *Introduction to Electronic Commerce and Social Commerce* (Fourth ed.). Springer International Publishing AG.
- 12- UN. (2016). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities (A/RES/61/106)*. New York:.
- 13- Vaishnavi, V., Kuechler, W., & Petter, S. (2017). *Design Science Research in Information Systems*. Retrieved from <http://desrist.org/desrist/content/design-science-research-in-information-systems.pdf>
- 14- WHO. (2007). *The International Classification of Functioning, Disability and Health*. Geneva, Switzerland: WHO Press.

1

Fundamentos de Ontologías

Índice Capítulo 1: Fundamentos de Ontologías

1.1 INTRODUCCIÓN	15
1.2 DEFINICIÓN DE ONTOLOGÍAS Y SUS USOS	15
1.3 COMPONENTES DE UNA ONTOLOGÍA	16
1.4 CLASIFICACIÓN DE LAS ONTOLOGÍAS	17
1.4.1 SEGÚN SU CONCEPTUALIZACIÓN	17
SEGÚN CANTIDAD Y TIPO DE LA ESTRUCTURA DE LA CONCEPTUALIZACIÓN	18
SEGÚN EL SUJETO DE LA CONCEPTUALIZACIÓN	18
1.4.2 SEGÚN EL GRADO DE GENERALIDAD DE LA ONTOLOGÍA	18
1.4.3 SEGÚN EL NIVEL DE DETALLE EN SU ESPECIFICACIÓN	19
1.5 INGENIERÍA ONTOLÓGICA	20
1.5.1 PROCESO DE DESARROLLO DE ONTOLOGÍAS	20
1.5.2 CICLO DE VIDA DE UNA ONTOLOGÍA	20
1.5.3 MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE ONTOLOGÍAS	21
1.6 REDES DE ONTOLOGÍAS	23
1.7 METODOLOGÍA NeON	25
1.8 LENGUAJES DE IMPLEMENTACIÓN DE ONTOLOGÍAS	27
1.8.1 EL LENGUAJE OWL	30
COMPONENTES DE UNA ONTOLOGÍA OWL	32
PROPIEDADES OWL	34
CLASES OWL	34
1.8.2 LÓGICA DESCRIPTIVA Y REGLAS SWRL	35
LÓGICA DESCRIPTIVA	35
REGLAS Y SWRL	36
1.9 ENTORNO DE DESARROLLO DE ONTOLOGÍAS	37
1.10 MOTORES DE RAZONAMIENTO	38
1.11 REUTILIZACIÓN Y MODULARIZACIÓN	39
1.12 CONCLUSIONES	41
1.13 REFERENCIAS	42

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS DE ONTOLOGÍAS

1.1 Introducción

Las ontologías son modelos semánticos que se basan en una visión abstracta de la realidad o conocimiento que se desea representar. Se han convertido en herramientas útiles para el modelado, recuperación e intercambio de información, la generación de sistemas de inferencia y la compleción de información, entre otras. Por todo ello, las ontologías han sido seleccionadas como herramienta clave para la implementación de la propuesta de esta disertación.

En tal sentido, en este capítulo se profundiza en el conocimiento y comprensión de las ontologías, sus usos y componentes. Además, se revisarán los conceptos correspondientes a la disciplina de la ingeniería ontológica, que incluye las actividades que se contemplan en el proceso de desarrollo de las ontologías, las metodologías para su construcción, las herramientas y los lenguajes que las soportan. Se revisan estudios y trabajos previos que avalan las razones de la selección de las ontologías como artefacto ideal para solventar la problemática en estudio.

1.2 Definición de Ontologías y sus usos

El término ontología es tomado de la filosofía aristotélica, en su intento de clasificar lo existente en el universo y como explicación sistemática de la **existencia**. Para un sistema basado en conocimiento, lo que existe es exactamente lo que puede ser representado.

Sin embargo, su significado ha ido cambiando a lo largo del tiempo y en la actualidad se utiliza en los dominios de la representación y la ingeniería del conocimiento.

En los años 80 el término ontología se utiliza en el campo de la ingeniería del conocimiento con el propósito de combinar la representación del conocimiento con las capacidades de razonamiento proporcionadas por el uso de distintos tipos de lógicas matemáticas, permitiendo compartir y reutilizar dicho conocimiento.

En la literatura se pueden encontrar distintas definiciones, sin embargo una de las más conocidas es la de (Gruber, 1993) que define una Ontología como una especificación explícita de una conceptualización. La conceptualización permite una vista simplificada del mundo real que se desea representar con algún propósito

Afirma el mismo autor que cuando el conocimiento de un dominio es representado en un formalismo declarativo, el conjunto de objetos que pueden ser representados es denominado como el universo del discurso, también conocido como el dominio del discurso.

En toda ontología las definiciones asocian los nombres de las entidades en el universo del discurso con texto inteligible describiendo lo que los nombres están destinados a representar, y axiomas formales que restringen la interpretación y el uso adecuado de esos términos (Gruber, 1993).

En ese sentido, (Horridge, 2011) señala que las ontologías son utilizadas para capturar conocimiento sobre un dominio de interés. Por tanto, se puede entender que una ontología viene a ser una herramienta para la representación del conocimiento.

En cuanto a la evolución del uso de las ontologías, (Guzmán L., López B., & Torres P., 2012) señalan que desde el comienzo de los noventa, las ontologías se convirtieron en un área de interés para los investigadores del campo de la inteligencia artificial, ingeniería del conocimiento, procesamiento del lenguaje natural, web semántica y comercio electrónico, entre otros. De manera más reciente, la noción de ontología se ha extendido a áreas tales como: integración inteligente de información desde orígenes heterogéneos, recuperación de información y la gestión del conocimiento, incluso han llegado a abarcar el campo de los servicios Web.

Según (Ramos & Nuñez, 2007) la principal utilidad de una ontología es ayudar a compartir conocimiento entre diferentes actores de un dominio determinado, como pueden ser personas, organizaciones y sistemas de software, de esta forma se eliminan las confusiones conceptuales y terminológicas.

Las ontologías han sido utilizadas por distintas áreas, por ejemplo en la ingeniería del conocimiento, bases de datos e ingeniería del software, entre otras. Y son variados los propósitos, tales como: procesamiento de lenguaje natural, gestión del conocimiento, comercio electrónico, información de integración inteligente, web semántica.

En el caso de la Ingeniería del Software, ésta ha contribuido en su evolución potenciando sus alcances, en aspectos tales como el soporte para el análisis conceptual, soporte en el diseño, desarrollo y uso de software desarrollado.

En el mundo empresarial las ontologías favorecen entre otros procesos los de la gestión de contenidos, la integración de la cadena de suministro y de la cadena de valor, así como la estandarización de la información de los mercados electrónicos (Guzmán L., López B., & Torres P., 2012).

1.3 Componentes de una Ontología

En cuanto a los componentes comunes de una ontología, existen distintos términos para definir a cada uno de estos. Además, varían según el dominio de interés y las necesidades de los desarrolladores. A continuación se presenta la agrupación más completa de componentes, considerando las semejanzas expuestas en (Gruber, 1993), (Gómez-Pérez, Asunción; Fernández-López, Mariano; Corcho, Oscar, 2004) y (Noy & McGuinness, 2001):

1. Clases

También conocidas como conceptos, permiten definir agrupaciones de cosas u objetos (son una representación concreta de éstos). Pueden ser organizadas dentro de una jerarquía de clases y subclases, lo cual se conoce como taxonomía¹.

2. Propiedades

Se refieren a las características o atributos de las clases o conceptos. También se denominan ranuras (*slots*). Se expresan como relaciones binarias sobre las instancias y pueden ser inversas, transitivas o simétricas.

3. Instancias

Son los elementos o individuos que representan un concepto.

4. Constantes

Representan valores primitivos como cadenas de caracteres o valores numéricos.

5. Relaciones

Representan un tipo de interacción entre conceptos de un dominio. Normalmente las relaciones en una ontología son binarias.

6. Funciones

Son un tipo concreto de relación donde se identifica un elemento mediante el cálculo de una función que considera varios elementos de una ontología.

7. Axiomas

Se utilizan para modelar las sentencias que se cumplen siempre en la realidad. Los axiomas junto a la jerarquía de la ontología permiten inferir conocimiento que no esté indicado explícitamente en la taxonomía de conceptos. Los axiomas se utilizan también para verificar la consistencia de la ontología.

8. Restricciones

Especificaciones sobre lo que debe ser cierto o cumplirse para que un axioma sea cierto. Se conocen también como facetas (*facets*).

Cuando se tiene una ontología específica, el conjunto de todos sus componentes y sus instancias constituyen lo que se conoce como una base de conocimiento.

1.4 Clasificación de las ontologías

La clasificación de las ontologías se puede dar de acuerdo a los distintos puntos de vista de la gestión del conocimiento que se adopten. A continuación se presentarán algunas de las más conocidas:

1.4.1 Según su conceptualización

Los autores (Van Heijst, Schreiber, & Wielinga, 1997) proponen las siguientes dos categorías:

¹ Conjunto de conceptos organizados jerárquicamente

Según cantidad y tipo de la estructura de la conceptualización

1. Ontologías terminológicas

Como los lexicones, especifican los términos que se usan para representar conocimiento en un dominio de discurso.

2. Ontologías de información

Representan la estructura de registros de las bases de datos.

3. Ontologías de modelado de conocimiento

Especifican conceptualizaciones del conocimiento. Suelen ser más ricas estructuralmente que las de información y, a menudo, se desarrollan conforme el uso particular del conocimiento que están describiendo.

Según el sujeto de la conceptualización

1. Ontologías de aplicación

Contienen todas las definiciones que se necesitan para modelar el conocimiento requerido en una aplicación particular.

2. Ontologías de dominio

Expresan conceptualizaciones que son dirigidas a dominios particulares.

3. Ontologías genéricas

Similares a las de dominio, pero los conceptos que definen se consideran genéricos en varios campos.

4. Ontologías de representación

Proporcionan un marco de trabajo representacional para definir otras ontologías.

1.4.2 Según el grado de generalidad de la ontología

En (Guarino, 1998) se propone la siguiente clasificación:

1. Ontología de alto nivel

Describen conceptos generales, como espacio, tiempo, materia, etc. que normalmente son independientes de un dominio o problema particular.

2. Ontología de dominio

Ofrecen un vocabulario genérico para describir conceptos, y relaciones entre ellos, de un dominio específico, como el de la medicina, el derecho, etc. Los conceptos de una ontología de este tipo normalmente son especializaciones de conceptos que aparecen en ontologías de alto nivel.

3. Ontologías de tareas

Describen el vocabulario relativo a una tarea genérica o actividad, como por ejemplo diagnosticar, planificar, vender, etc. Para ello, se especializan los términos introducidos en ontologías de alto nivel.

4. Ontologías de aplicaciones

Describen conceptos que dependen de dominios y tareas particulares, y que son especializaciones de ambos tipos de ontologías relacionadas.

1.4.3 Según el nivel de detalle en su especificación

Los autores (Lassila & McGuiness, 2001) proponen una clasificación de las ontologías en función de la expresividad y riqueza de su estructura interna. Atendiendo a esta clasificación, los distintos tipos de ontologías pueden visualizarse dispuestos en un espectro o rango lineal como el representado en la **figura 1.1**.

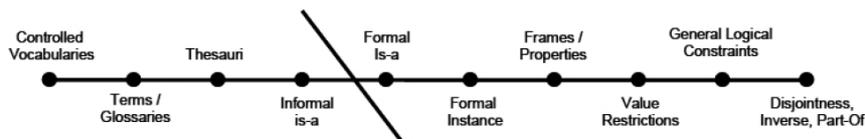


FIGURA 1.1 ESPECTRO DE ONTOLOGÍAS.
FUENTE: (LASSILA & MCGUINESS, 2001).

1. **Vocabularios controlados:** se refieren a una lista finita de términos, como puede ser un catálogo.
2. **Glosarios:** se refieren a una lista finita de términos junto con su significado, el cual se especifica por medio de enunciados en lenguaje natural.
3. **Tesauros:** en ellos se provee información adicional acerca de las relaciones entre términos, como las de sinonimia. Se introduce la desambiguación.
4. **Taxonomías informales:** también denominadas como jerarquías de términos informales. Esta categoría se introdujo para hacer referencia a ciertas ontologías que se pueden encontrar en la Web, y en las que las relaciones es-un (*is-a*) no son definidas en sentido estricto.
5. **Taxonomías formales:** también conocidas como jerarquías de subclases formales o estrictas. En este caso, si A es una superclase de B, entonces cualquier instancia de B es necesariamente una instancia de A. Se utilizan para explotar las propiedades de herencia.
6. **Instancias formales:** se conocen también como jerarquías de subclases formales y relaciones. Estas ontologías incluyen también relaciones entre conceptos para describir un dominio concreto.
7. **Marcos (*frames*):** en estas ontologías las instancias de una clase pueden contener información acerca de sus propiedades. Estas propiedades serán heredadas por las instancias de las subclases de dicha clase.
8. **Restricciones de valor:** en ellas se pueden definir restricciones acerca de qué valores pueden tomar las propiedades de un objeto de una clase.
9. **Restricciones lógicas con carácter general:** son las ontologías más expresivas. En ellas se pueden especificar restricciones entre términos en lógica de primer orden.

- 10. Restricciones lógicas avanzadas:** amplía la categoría anterior permitiendo que el valor de una propiedad pueda estar basado en las restricciones de la lógica de primer orden. Ejemplos son: *disjoint*, *inverse*, *part of*.

1.5 Ingeniería Ontológica

La Ingeniería Ontológica se refiere a un conjunto de actividades relacionadas con el proceso de desarrollo de ontologías, el ciclo de vida de una ontología, los métodos y metodologías para la construcción de ontologías, así como los lenguajes y entornos de desarrollo (herramientas) utilizados para ello (Gómez-Pérez, Asunción; Fernández-López, Mariano; Corcho, Oscar, 2004). A continuación se hará una breve descripción de los aspectos más relevantes de la ingeniería ontológica. Los lenguajes de implementación de ontologías y los entornos de desarrollo serán ampliados en secciones separadas.

1.5.1 Proceso de desarrollo de ontologías

Existe un conjunto de actividades que deben llevarse a cabo en el proceso de desarrollo de ontologías. Entre ellas se tiene (Fernández, Gómez-Pérez, & Juristo, 1997):

1. Planificar cómo se llevará a cabo su desarrollo.
2. Especificar el propósito y alcance de la ontología.
3. Obtener conocimiento a través de técnicas de obtención de conocimiento de sistemas basados en conocimiento (*Knowledge-Base System KBS*).
4. Conceptualizar a través de un modelo la descripción del problema y su solución.
5. Formalizar el modelo conceptual creando un modelo formal o semi-compatible utilizando sistemas de representación de lógica descriptiva o equivalentes.
6. Integrar al máximo posible ontologías existentes en la nueva que será creada.
7. Implementar la ontología en un lenguaje formal.
8. Validar la ontología creada haciendo un juicio técnico con respecto a un marco de referencia.
9. Documentar de la mejor forma posible la ontología para garantizar que la misma pueda ser reutilizada o compartida.
10. Ofrecer mantenimiento a la ontología creada, acompañado de guías de mantenimiento.

1.5.2 Ciclo de vida de una ontología

En el ciclo de vida se identifica un conjunto de etapas a través de las cuales pasa una ontología durante su vida (Fernández, Gómez-Pérez, & Juristo, 1997). Las etapas consideradas son: especificación, conceptualización, formalización, integración, implementación y mantenimiento. El objetivo del ciclo de vida de una ontología es mostrar cuándo debe ser ejecutada cada actividad para pasar de una etapa a otra y en general es muy parecido al ciclo de vida clásico de un software.

Existen diversos modelos del ciclo de vida de una ontología (Fernández, Gómez-Pérez, & Juristo, 1997), entre los que destacan:

1. Modelo tradicional

Las actividades se realizan de forma secuencial.

2. Modelo incremental

La ontología crece por capas permitiendo la inclusión de nuevas definiciones solamente cuando una nueva versión es planificada.

3. Modelo evolutivo

La ontología crece dependiendo de las necesidades y se pueden hacer inclusiones o modificaciones en cualquier momento. Este se considera el más apropiado para el desarrollo de ontologías.

Según (Pressman, 2010) los modelos evolutivos **son iterativos** y se caracterizan por la manera en la que permiten desarrollar versiones cada vez más completas del producto.

1.5.3 Métodos y metodologías para el desarrollo de ontologías

Existen diversas metodologías y métodos que proponen un conjunto de guías de cómo se deben llevar a cabo las actividades identificadas en el proceso de desarrollo de una ontología.

Los autores (Gómez-Pérez, Asunción; Fernández-López, Mariano; Corcho, Oscar, 2004) destacan los siguientes métodos y metodologías clásicas, para construir ontologías que extraen manualmente el conocimiento común que está implícito en diferentes fuentes (*scratch*²) o mediante la reutilización de ontologías. Entre los métodos destacan: 1) **CYC** (1990), 2) **USCHOLD Y KING** (1995), 3) **KACTUS** (1996) y 4) **SENSUS** (1997). Entre las metodologías destacan: 1) **GRÜNINGER Y FOX** (1995), 2) **METHONTOLOGY** (1997) y 3) **ON-TO-KNOWLEDGE** (2001).

Como resultado del análisis de los métodos y metodologías realizado por los autores antes mencionado, se tiene que:

1. El modelo del ciclo de vida más utilizado es el de prototipo evolutivo.
2. La actividad a la que se le presta mayor atención es a la implementación, dejando fuera actividades importantes como la gestión, evolución y evaluación.
3. Entre las estrategias de desarrollo destacan las siguientes: dependiente de la aplicación, semi-dependiente de la aplicación e independiente de la aplicación.
4. Ninguno de los métodos y metodologías mencionados cubre todos los procesos de construcción de una ontología.

Entre otras metodologías se pueden mencionar: **ONTOLOGY DEVELOPMENT 101** (2001), **TERMINAE** (2002), **DILIGENT** (2004), y **NeOn** (2007).

² Sin reutilizar los recursos de conocimiento disponibles

ONTOLOGY DEVELOPMENT 101 (2001), fue propuesta por la Universidad de Stanford (Noy & McGuinness, 2001), en esta metodología se describe una aproximación iterativa para el desarrollo de ontologías y va dirigida a las personas que se inician en la construcción de ontologías.

TERMINAE (2002), aporta tanto una metodología como una herramienta para la construcción de ontologías a partir de textos (Corcho, Fernandez-Lopez, & Gomez-Perez, 2003).

DILIGENT (2004) (Pinto, Staab, & Tempich, DILIGENT: Towards a fine-grained methodology for Distributed, Loosely-controlled and evolving Engineering of ontologies, 2004) es una metodología creada para dar soporte a los expertos de dominio durante el desarrollo de ontologías en un entorno distribuido, centrándose en la ingeniería ontológica colaborativa y distribuida. En esta metodología se hace énfasis en el seguimiento de los cambios realizados.

NeOn (2007) (Aguado de Cea, et al., 2007) es una metodología que surge para cubrir las carencias de METHONTOLOGY, On-To-Knowledge y DILIGENT, basadas principalmente en que ninguna de ellas trata simultáneamente el concepto de red ontológica, ni las dimensiones de colaboración, contexto y dinamismo. NeOn se basa en escenarios, ya que en ellos se considera que existen distintas formas o caminos a seguir para crear ontologías y redes de ontologías.

El tópico de redes de ontologías se desarrollará en la sección 1.6 y la metodología NeOn se presentará con mayor detalle en la sección 1.7.

En la **tabla 1.1** se ordena desde la solución metodológica o método más completo a menos completo considerando el análisis de la información estudiada.

Además, es importante destacar que también existe una amplia variedad de métodos y técnicas que apoyan algunas actividades específicas en el desarrollo de ontologías, tales como: el aprendizaje de ontologías, alineación e integración, evolución y registro de versiones, y evaluación de ontologías.

En general se logra apreciar que existe una variada oferta de metodologías, métodos y técnicas que dan soporte en el desarrollo de las ontologías, que han ido evolucionando a lo largo del tiempo. Cada una de las propuestas tiene tanto ventajas como desventajas dependiendo del ámbito de aplicación.

Entre las desventajas comunes cabría mencionar que algunas: requieren ser utilizadas por grupos externos para fortalecer su validación, deben ser utilizadas en más de un dominio para comprobar su alcance, no disponen de una herramienta específica que les dé soporte tecnológico, o la herramienta con la que cuentan no posee un continuo desarrollo, entre otras.

TABLA 1.1 RESUMEN DE LOS MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA LA CREACIÓN DE ONTOLOGÍAS.

Nombre	Descripción
NEON	Para el desarrollo de redes de ontologías , se basa en escenarios flexibles, proporciona guías metodológicas detalladas para la realización de los procesos y actividades en el desarrollo de ontologías, así como la reutilización y la reingeniería de fuentes de conocimiento.
METHONTOLOGY	Permite la construcción de ontologías a nivel de conocimiento , considera la creación de ontologías a partir del scratch , mediante la reutilización de otras ontologías o aplicando reingeniería . Provee la descripción más precisa por cada actividad. Propone un único tipo de modelo de ciclo de vida basado en la evolución de prototipos para la construcción de ontologías.
DILIGENT	Enfocada en el desarrollo de ontologías en entorno distribuido y colaborativo , hace énfasis en el seguimiento de los cambios realizados.
ON-TO-KNOWLEDGE	Ofrece una descripción detallada de las actividades a seguir, incluye la identificación de metas que se pueden lograr mediante herramientas de gestión de conocimiento y está basada en el análisis de escenarios de uso .
GRÜNINGER Y FOX	Se caracteriza por el alto grado de formalidad , pero el ciclo de vida no se especifica completamente y solo ha sido probada en el dominio empresarial .
USCHOLD Y KING	Refleja una serie de pasos , poco detallados, para plasmar y especificar conocimientos en un dominio específico , se enfoca en la forma en la que se representan los conocimientos.
SENSUS	No menciona el ciclo de vida y tiene como ventaja que permite generar fácilmente el esqueleto para grandes ontologías .
ONTOLOGY DEVELOPMENT 101	Es una guía básica y sencilla que muestra una aproximación iterativa del proceso de creación de una ontología (a nivel novel).
KACTUS	Solo ha sido utilizado para construir pocas ontologías y aplicaciones.
TERMINAE	Es una metodología para la construcción de ontologías a partir de textos , basándose en un análisis lingüístico de éstos, mediante la aplicación de distintas herramientas para procesar el lenguaje natural.
CYC	Reúne solo dos pasos generales para la construcción de ontologías : 1) Extracción manual del conocimiento común (de diversas fuentes), y 2) Adquisición de nuevos conocimientos de sentido común utilizando lenguaje natural o herramientas de aprendizaje automático .

1.6 Redes de ontologías

A la hora de construir una ontología es importante considerar la experiencia que existe en la comunidad de desarrolladores e investigadores. En tal sentido, (Suárez-Figueroa, 2010) afirma que basándose en su experiencia en el desarrollo de ontologías en diferentes tipos de proyectos, existen tres posibilidades a la hora de construir ontologías:

1. Construcción de ontologías individuales

Definiendo a este tipo de ontología como aquella que no tiene ninguna clase de relación (dominio dependiente o independiente) con otras ontologías. Una ontología aislada A1 es una ontología individual, tal como se muestra la figura 1.2.A.

2. Un conjunto de ontologías individuales interconectadas

Entre ellas tienen algún tipo de relación dependiente del dominio entre conceptos incluidos en la ontología, tal como se aprecia en la figura 1.2.B.

3. Una red de ontologías

Es una colección de ontologías relacionadas entre sí mediante diferentes meta-relaciones, que pueden ser de diversos tipos (Haase, Rudolph, Wang, & Brockmans, 2006):

- a. **hasPriorVersion**: Si la ontología que se desarrollará es una nueva versión de una existente.
- b. **useImports**: Si una ontología importa alguna otra ontología debido a que ésta última contiene definiciones cuyo significado se considera parte del significado de la ontología anterior.
- c. **isExtension**: Si la ontología amplía otra existente. Con respecto a esta meta-relación también se puede mencionar *isSpecialization* y *isGeneralization*.
- d. **containsModules**: Si la ontología que se desarrollará está compuesta de un número de módulos. Esta meta-relación se corresponde con la actividad de modularización de ontologías detallada en la sección 1.11.
- e. **hasMapping**: si algunos componentes de una ontología tienen correspondencia (*mapping*) con otras ontologías existentes.

En la figura 1.2.C se muestra una red de ontologías, en donde las meta-relaciones **useImports** y **hasPriorVersion** se han expresado explícitamente.

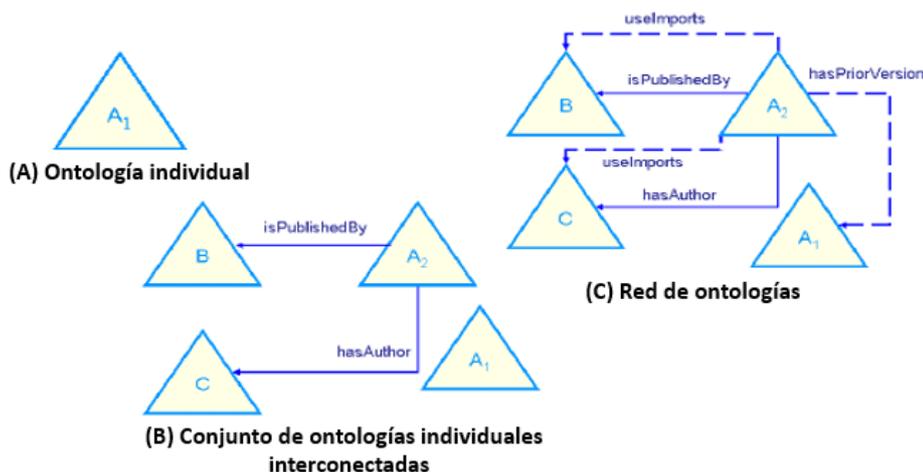


FIGURA 1.2 EJEMPLO GRÁFICO DE: A) UNA ONTOLOGÍA INDIVIDUAL, B) CONJUNTO DE ONTOLOGÍAS INDIVIDUALES INTERCONECTADAS Y C) RED DE ONTOLOGÍAS.
FUENTE: (SUÁREZ-FIGUEROA, 2010).

En resumen (Suárez-Figueroa, 2010) afirma que se está desarrollando una red de ontologías, si explícitamente se definen meta-relaciones tales como: correspondencia (*mapping*), modularización (*modularization*), versionado (*version*), y dependencia

(*dependency*), entre un conjunto de ontologías interconectadas entre sí y/o entre una ontología y sus componentes.

1.7 Metodología NeOn

La metodología NeOn está basada en *nueve escenarios* que pueden ser combinados de forma flexible entre ellos para la construcción colaborativa tanto de ontologías como redes de ontologías, haciendo especial énfasis en la reutilización y reingeniería de recursos de conocimiento (ontológicos y no ontológicos). A continuación se mencionan los nueve escenarios (Suárez-Figueroa, 2010):

1. Escenario 1. Desarrollo de redes de ontologías desde la especificación hasta la implementación

La red de ontología es desarrollada desde *scratch* (desde cero), sin reutilizar recursos de conocimientos disponibles.

2. Escenario 2. Reutilización y reingeniería de recursos no ontológicos

Ejemplos: tesauros, glosarios, etc.

3. Escenario 3. Reutilización de recursos ontológicos

Ejemplos: ontologías como un todo, módulos de ontologías y/o declaraciones ontológicas.

4. Escenario 4. Reutilización y reingeniería de recursos ontológicos

En este caso los desarrolladores de ontologías reúsan y aplican reingeniería sobre los recursos ontológicos seleccionados.

5. Escenario 5. Reutilización y mezcla de recursos ontológicos

Este escenario se da sólo en aquellos casos en que se seleccionan varios recursos ontológicos, en el mismo dominio, para reutilizar y cuando los desarrolladores de ontologías desean crear un nuevo recurso ontológico a partir de dos o más recursos ontológicos.

6. Escenario 6. Reutilización, mezcla y reingeniería de recursos ontológicos.

Este escenario es similar al escenario 5; sin embargo, aquí los desarrolladores deciden no utilizar el conjunto de recursos mezclados, sino rediseñarlos.

7. Escenario 7. Reutilización de patrones de diseño ontológicos (*Ontology Design Patterns – ODP*). Los desarrolladores de ontologías acceden a los repositorios ODP para reutilizarlos.

8. Escenario 8. Reestructuración de recursos ontológicos.

Los desarrolladores de ontología reestructuran (modularización, podan, extienden y/o especializan) los recursos ontológicos para integrarlos en la red de ontología que se está construyendo.

9. Escenario 9: Localización de recursos ontológicos.

Los desarrolladores de ontologías adaptan una ontología a otros idiomas y comunidades culturales, obteniendo una ontología multilingüe.

En la **figura 1.3** se muestran los escenarios para la construcción de ontologías y redes de ontologías de NeOn.

Las flechas numeradas representan los diferentes escenarios. Cada escenario se descompone en diferentes procesos o actividades. Los procesos y las actividades se representan con círculos de colores o con cuadros redondeados. En los cuadros con líneas punteadas se muestran los recursos de conocimiento existentes que se reutilizarán, y los posibles resultados que se obtienen de la ejecución de algunos de los escenarios presentados.

Vale la pena mencionar que estos escenarios se pueden combinar de maneras diferentes y flexibles, y que cualquier combinación de escenarios debería incluir el Escenario 1 porque este escenario está compuesto por las actividades centrales que deben realizarse en cualquier desarrollo de ontología.

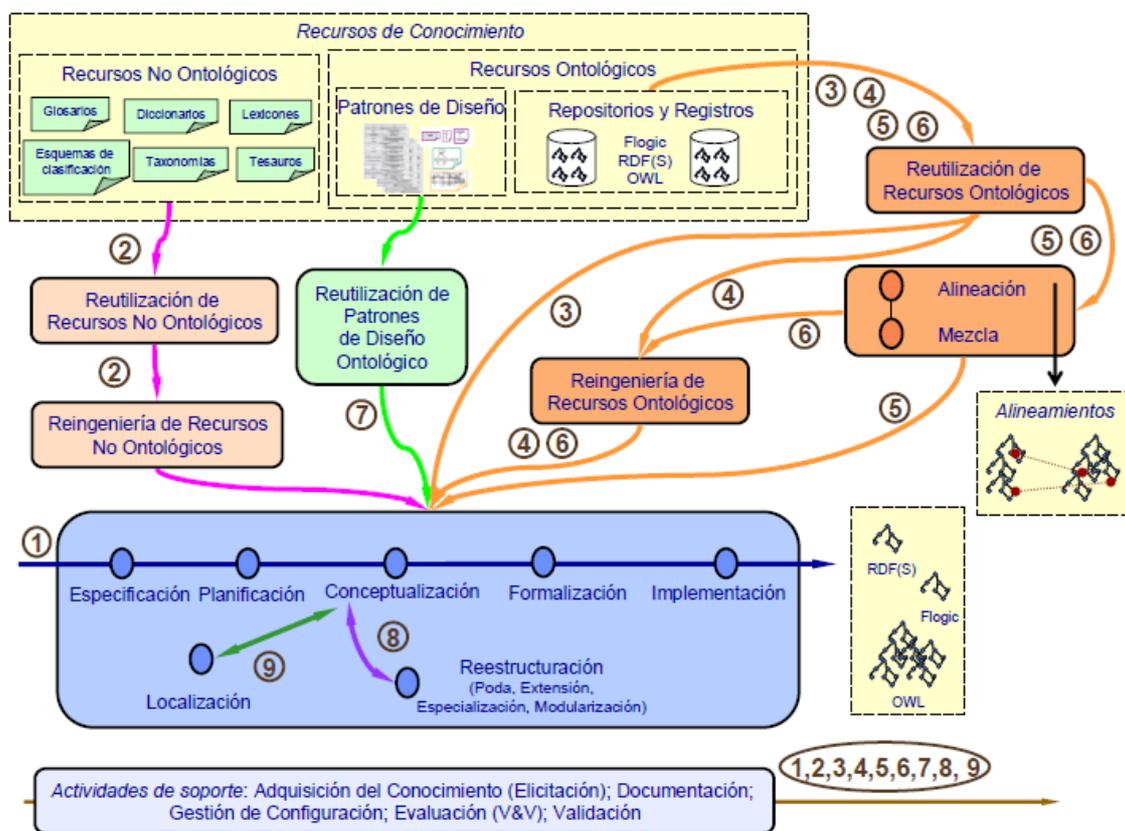


FIGURA. 1.3 ESCENARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ONTOLOGÍAS Y REDES DE ONTOLOGÍAS DE NEON. FUENTE: (SUÁREZ-FIGUEROA, 2010).

En la parte inferior de la **figura 1.3**, se encuentra un recuadro en donde se enumeran las **actividades de soporte** que se deben realizar a lo largo del desarrollo de la ontología, es decir, en cualquier escenario o combinación de éstos que se utilice durante el desarrollo. La intensidad de estas actividades de apoyo depende del momento concreto del progreso del desarrollo. Las actividades de soporte de acuerdo con (Aguado de Cea, et al., 2007) son las siguientes:

1. Adquisición del conocimiento (Elicitación)

Actividad cuyo objetivo es adquirir conocimiento de expertos de un dominio determinado o mediante algún tipo de proceso (semi) automático, que se denomina aprendizaje ontológico.

2. Documentación

Detalla clara y exhaustivamente, cada uno de las etapas y productos generados.

3. Gestión de configuración

Esta actividad registra todas las versiones de la documentación y del código de ontología para controlar los cambios.

4. Evaluación y validación

Realiza un juicio técnico de las ontologías, de sus entornos de software asociados y de la documentación. Este juicio se realiza con respecto a un marco de referencia durante cada etapa y entre las etapas del ciclo de vida de la ontología. Esta actividad incluye las sub-actividades de validación y verificación de la ontología. La sub-actividad de validación puede ser vista como un proceso compuesto por las actividades de diagnóstico y reparación.

1.8 Lenguajes de implementación de ontologías

Para la construcción de una ontología se requiere del uso de un lenguaje formal para codificarla. A lo largo del tiempo han sido propuestos diferentes lenguajes por la comunidad de investigadores y desarrolladores de herramientas ontológicas. En esta sección y para dar un marco formal al tema, se hace necesario comenzar haciendo mención al proyecto de la Web semántica, como ejemplo integral que originó y usó estos lenguajes.

El [Consortio WWW](#) (*World Wide Web Consortium – W3C*) cumple funciones de agencia de desarrollo y normalización de las principales tecnologías Web. El proyecto de la Web semántica fue promovido por dicho consorcio, bajo la dirección de [Tim Berners-Lee](#).

La Web semántica en sus inicios proponía desarrollar una serie de tecnologías que permitieran a los ordenadores, a través del uso de agentes de usuarios parecidos a los navegadores actuales, no solo [entender](#) el contenido de las páginas web, sino además efectuar razonamientos sobre el mismo (Codina, 2009).

Afirman (Chávez, Cárdenas, & Benito, 2014) que la web semántica se basa en el mercado semántico y descriptivo de los documentos y datos. Además, funciona mediante la utilización de una infraestructura común denominada metadatos semánticos y se apoya en colecciones de enunciados llamadas [ontologías](#), que definen las relaciones entre conceptos y especifican reglas lógicas para que las máquinas multipliquen su capacidad de procesar y comprender los datos.

Berners-Lee creó un diagrama en donde se representa a grandes rasgos la infraestructura de la Web semántica (Berners-Lee, 2000), que también es conocido como la [Pila de la Web](#)

semántica (*Semantic Web Stack*), de la cual se han desarrollado 4 versiones a lo largo del tiempo (Gerber, Van der Merwe, & Barnard, 2008).

En la **Pila de la Web Semántica** se muestran diversas capas o niveles, indicando los componentes tecnológicos, herramientas y normas involucradas en la visión de una Web dotada de significado. En la **figura 1.4** se aprecia la versión 4 que es la más actualizada.

En ella se logra apreciar una distribución de los **lenguajes utilizados** para la implementación de las ontologías, los cuales son organizados de acuerdo a su poder expresivo y las especificaciones sobre las cuales se sustentan. Además, se encuentran otros lenguajes y tecnologías relacionadas con la Web semántica. A continuación se describen brevemente los bloques diferenciados que se distinguen entre las capas (Espín-Martín, 2016):

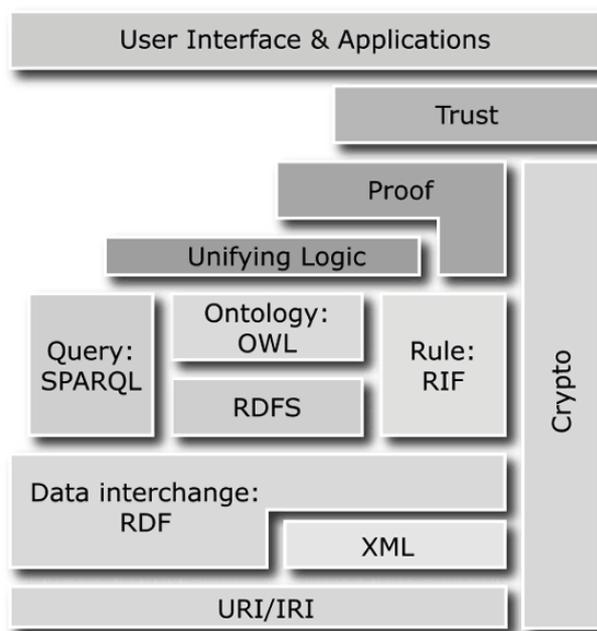


FIGURA 1.4 PILA DE LA WEB SEMÁNTICA V4.

FUENTE: (BERNERS-LEE, 2000).

Tecnologías hipertexto, ubicada en las capas inferiores, sin necesidad de cambios, proporciona la base para la Web Semántica.

1. URI (*Uniform Resource Identifier*)

Es un identificador de recurso uniforme conformado por una secuencia compacta de caracteres que identifica un recurso físico o abstracto.

2. IRI (*Internationalized Resource Identifier*)

Es una extensión de la URI, y se conoce como identificador de Recursos Internacionales. Permite la identificación exclusiva de los recursos de la web Semántica.

3. XML (*eXtensible Markup Language*)

Es un metalenguaje³ que permite la organización de documentos con datos estructurados, pudiendo la web semántica dar significado a éstos.

Tecnologías de Web Semántica Estándar, estas capas son creadas exclusivamente para la manipulación de datos en la Web Semántica.

1. **RDF (*Resource Description Framework*)**

Es un marco de descripción de recursos, que provee una manera de expresar declaraciones simples sobre recursos Web usando propiedades y valores. Cada declaración consiste en un sujeto, un predicado y un objeto, conocido también como tripletas RDF. Limitada al no poder definir los vocabularios (términos) para describir tipos o clases específicas de recursos (W3C, RDF Current Status, 2014).

2. **RDF Schema**

También conocido como RDF Vocabulary, es una extensión de RDF para incluir un amplio vocabulario adicional. Este provee de mecanismos para especificar que las clases de recursos y propiedades son parte de un vocabulario y cómo debe establecerse su relación. Permite además definir a los recursos como instancias de una o más clases, permitiendo crear jerarquías de clases y propiedades (W3C, RDF Schema 1.1 W3C Recommendation, 2014).

3. **OWL (*Web Ontology Language*)**

Es un lenguaje de ontología para la Web, fue desarrollado por la W3C y viene a cubrir las carencias de poder expresivo para favorecer el razonamiento que ofrece el RDFS. OWL se ha convertido en uno de los lenguajes más populares en el campo de las ontologías, incluso, cada vez se utiliza más fuera del ámbito de la Web Semántica (Mcguinness & Harmelen, 2004). En la sección 1.8.1 se profundizará sobre este lenguaje.

4. **SPARQL**

Es un lenguaje de consulta sobre RDF, se puede utilizar para expresar consultas a través de diversos orígenes de datos ya sea que los datos se almacenen de forma nativa como RDF o se vean como RDF a través de middleware. Los resultados de las consultas SPARQL pueden ser conjuntos de resultados o gráficos RDF (W3C, SPARQL 1.1, 2012).

Tecnologías de Web Semántica No Realizadas, ésta capa está conformada por tecnologías que aún no están estandarizadas o que contienen sólo ideas de lo que debería implementarse.

1. **RIF (*Rule Interchange Format*)**

Es un lenguaje XML para expresar reglas que los ordenadores pueden ejecutar. Aunque originalmente fue concebido por muchos como una "capa de reglas" para la web semántica, en realidad el diseño de RIF se basa en la observación de que existen

³ lenguaje que se utiliza para decir algo acerca de otro

muchos **lenguajes de reglas**, y lo que se necesita es intercambiar reglas entre ellos (W3C, RIF Overview (2nd Edition), 2013).

2. CRYPTO

Esta capa se refiere a la criptografía, en ella se incluyen desde la autenticación de usuarios o servicios, la firma de documentos o códigos, y la confidencialidad e integridad de las comunicaciones. A pesar de que el W3C ha desarrollado una API Javascript así como una API para las operaciones criptográficas básicas, esta capa se considera aun “no estable” (W3C, Web Cryptography API - W3C Candidate Recommendation, 2014).

3. TRUST

Conocida como la capa de confianza. El término empleado en este ámbito es el de *Provenance* que se refiere a las fuentes de información, como entidades y procesos que forman parte de la producción o envío de artefactos (representaciones de datos semánticos) (Espín-Martín, 2016).

4. Interfaz de usuario y aplicaciones

Es la capa final representada por las distintas aplicaciones que utilizan los usuarios para interactuar con la web semántica.

Con el tiempo, el proyecto de la **Web Semántica** se ha ido modificando, de facto, sus objetivos y se centra en aspectos mucho más realistas, como podrían ser los que representa la **Web 3.0**.

Para finalizar esta sección, se presenta a modo resumen la **figura 1.5**, en donde se muestra la línea de tiempo en la cual se introdujo cada uno de los lenguajes de la Web semántica y el momento a partir del cual se convirtieron en estándares.

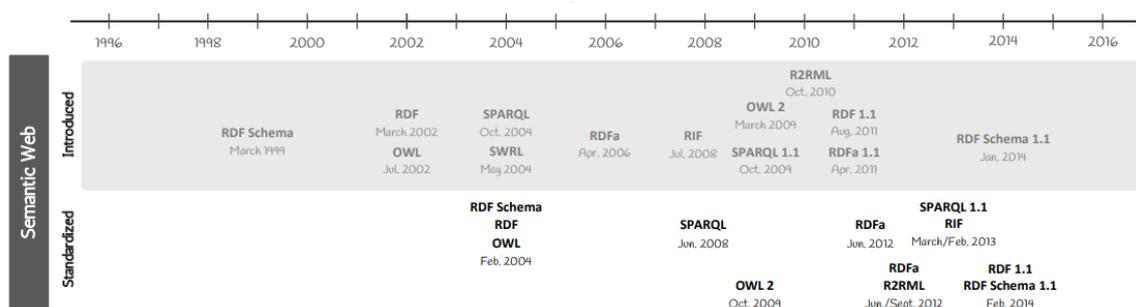


FIGURA 1.5 LÍNEA DE TIEMPO DE LOS ESTÁNDARES W3C DE LA WEB SEMÁNTICA.

FUENTE: (BIKAKIS, TSINARAKI, GIOLDASIS, STAVRAKANTONAKIS, & CHRISTODOULAKIS, 2013).

1.8.1 El lenguaje OWL

Para sustentar la elección de OWL como lenguaje utilizado para la implementación de la red de ontologías de esta tesis, en esta sección recogemos los principales aspectos referentes a su definición, ventajas, sublenguajes y componentes de una ontología OWL.

OWL es un lenguaje estándar para la construcción de ontologías y para la representación de conocimiento en la Web. Está basado en lógica descriptiva, lo cual permite el uso de un razonador. OWL es el que cuenta con mayor atención hoy en día entre los otros lenguajes de ontologías (Maniraj & Sivakumar, 2010).

Entre algunas de sus ventajas con respecto a otros lenguajes se tiene:

1. El respaldo otorgado por el W3C, contribuye a su mayor difusión e implantación en distintos tipos de Sistemas de Información (SI).
2. Amplía el vocabulario proporcionado por RDF Schema, permitiendo describir con una semántica formal propiedades y clases, tales como: relaciones entre clases (por ejemplo, disyunción), cardinalidad (por ejemplo, únicamente uno), igualdad, tipologías de propiedades más complejas, caracterización de propiedades (por ejemplo, simetría) o clases enumeradas.
3. OWL facilita un mejor mecanismo de interpretabilidad de contenido Web que los mecanismos admitidos por XML, RDF, y esquema RDF (RDF-S), proporcionando vocabulario adicional junto con una semántica formal.
4. Con él se puede razonar sobre el conocimiento presente en un SI a partir de su representación.
5. Existen diversas herramientas que permiten razonar sobre especificaciones en este lenguaje. Estas herramientas ofrecen un soporte de razonamiento genérico, ya que no es específico a un dominio particular (Noguera, 2009).
6. Las limitaciones presentes en el lenguaje OWL1 fueron superadas con OWL 2, en donde se logra extender la versión inicial al añadir nuevas características para el razonamiento y así mejorar la satisfacción de los usuarios según sus necesidades.
7. Las sintaxis principal y obligatoria para OWL 2 es RDF/XML⁴. Además proporciona otras sintaxis específicas: OWL/XML (facilita el procesamiento con herramientas XML), Funcional (es más fácil ver la estructura formal de la ontología), Manchester (facilita leer y escribir ontologías DL-Lógica Descriptiva) y Turtle (facilita leer y escribir triples RDF).

El razonamiento en OWL se realiza según la *OWA* (*Open-World Assumption*), lo cual significa que no se puede asumir que algo no existe hasta que explícitamente se indique que no existe (Horridge, 2011). En otras palabras, porque algo no se haya indicado como cierto, no se puede asumir como falso.

OWL proporciona tres sublenguajes o especies que son incrementalmente expresivos para cubrir las necesidades de implementadores y usuarios específicos: OWL Lite, OWL DL y OWL Full.

⁴ <http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/>

1. OWL Lite

Para usuarios que requieren especificar jerarquías de clasificación y restricciones simples. Por ejemplo, sólo permite valores 0 - 1 para cardinalidad. Por ello, puede ser un lenguaje útil para representar tesauros o taxonomías reducidas.

2. OWL DL

Debe su nombre a su semántica formal, basada en Lógica descriptiva (DL), sección desarrollada en el apartado 1.6.2. Este sublenguaje da soporte a usuarios que requieren la máxima potencia expresiva y al mismo tiempo cumple con la completitud computacional⁵ y decidibilidad⁶.

3. OWL Full

Para usuarios que requieren una máxima potencia expresiva y la libertad sintáctica de RDF, pero sin garantías computacionales con vistas a procesos de razonamiento automático. Este sublenguaje permite aumentar el significado del vocabulario predefinido (OWL y RDF), pero como contraparte se tiene que es improbable que llegue a existir algún software de razonamiento que soporte todas las características del OWL Full.

Es interesante recalcar que todo lo que se puede expresar/concluir con OWL Lite se puede expresar/concluir también con OWL DL y OWL Full, sin embargo, al revés no se cumple. OWL DL y OWL Full usan los mismos constructores, aunque para OWL DL se deben respetar ciertas condiciones, como una clara separación de tipos⁷, lo que sí está permitido en OWL Full.

OWL DL tiene la propiedad de permitir llevar a cabo procesos de razonamiento automáticos, junto a un vocabulario predefinido con una semántica rica para expresar conceptos y relaciones entre ellos. Esta capacidad lo convierte en el sublenguaje preferido por los investigadores y desarrolladores para el modelado conceptual de un dominio mediante ontologías. Afirman (Baader, Calvanese, McGuinness, Nardi, & Patel-Scheider, 2003) que OWL DL es la opción más adecuada para obtener un modelo conceptual de alto nivel acerca de un dominio, y a la vez permitir inferir nuevo conocimiento a partir del declarado explícitamente en una base de conocimiento.

Componentes de una ontología OWL

Al momento de crear una ontología es importante conocer las particularidades del lenguaje seleccionado y así identificar cómo llevar a cabo su implementación. En esta sección se definen los componentes de una ontología OWL.

Una ontología OWL se compone de entidades y axiomas (Horridge, 2011):

Entidades Es el dominio de conocimiento que se desea representar, se identifican a través de Identificador de Recursos Uniforme (*Uniform Resource Identifier – URI*).

⁵ se garantiza que todas las conclusiones son computables

⁶ todos los cálculos terminarán en tiempo finito

⁷ Lo que significa que una clase no puede tratarse al mismo tiempo como una propiedad o un objeto

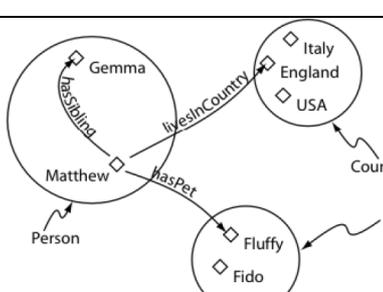
4. **Axiomas** Relacionan las entidades entre sí utilizando el vocabulario lógico de OWL.

Es posible que una ontología importe a otra haciendo uso de la sentencia (owl:import). Cuando se hace esto, las entidades de la ontología importada están disponibles para hacer referencia a ellas mediante axiomas.

OWL es **Axiom-centric** lo que significa que una ontología es vista como un conjunto de axiomas que hacen referencia a un conjunto de entidades. En otras palabras, las entidades existen como parte de axiomas.

Una ontología OWL tiene tres tipos de entidades: individuos, propiedades y clases. En la **tabla 1.2** se muestra un resumen de la terminología utilizada para cada entidad y su equivalente en OWL.

TABLA 1.2 COMPONENTES DE UNA ONTOLOGÍA OWL.
FUENTE: ADAPTADO DE (HORRIDGE, 2011).

Ontología	OWL
Instancias	<p>Individuos: representan objetos del dominio de interés que son también conocidos como instancias.</p> 
Relaciones	<p>Propiedades: son relaciones binarias sobre los individuos y pueden ser inversas, transitivas o simétricas</p> 
Conceptos	<p>Clases: son conjuntos que contienen individuos y pueden ser organizadas dentro de una jerarquía de clases y subclases conocidas como taxonomía. Las clases también son conocidas como conceptos, pues son una representación concreta de éstos.</p> 

Una ontología OWL con individuos, clases y propiedades es una Base de Conocimiento (Knowledge Base - KB). Ésta a su vez incluye los componentes *Abox* y *Tbox*. En donde:

Abox (*Assertional Box*): los datos (~ individuos)

TBox (*Terminological Box*): el esquema (~ clases)

Las KB se interpretan utilizando la hipótesis de mundo abierto (*Open World Assumption - OWA*), por tanto **OWL funciona con OWA**. Esto significa que no se puede asumir nada sobre la información que no aparece en la KB de manera explícita, ya que la información que se omite es desconocida (podría ser verdadera o falsa).

Además, en OWL no se aplica la **Suposición de Nombre Único** (*Unique Name Assumption - UNA*). Esto significa que, el hecho de que dos entidades tengan diferente URI no quiere decir

que sean diferentes entidades. Por lo que es necesario indicar explícitamente que las entidades son diferentes entre sí, si es el caso.

Propiedades OWL

Las propiedades OWL representan relaciones entre dos objetos (caso clásico de las relaciones en ontologías) o individuos o propiedades de una clase (esto es una diferencia con el uso habitual del término “relación” en ontologías). Existen tres tipos de propiedades en OWL (Horridge, 2011):

1. *ObjectProperty*

Permite relacionar un individuo con otro. Los elementos que debe tener son: Dominio (hace referencia a la clase o clases iniciales) y Rango (hace referencia a la clase o clases finales).

2. *DatatypeProperty*

Relaciona un individuo con un XML *Schema Datatype value* o un literal RDF.

3. *AnnotationProperty*

Son un mecanismo para adjuntar metadatos a entidades owl (clases, propiedades e individuos). Este dato es ignorado por los razonadores.

Clases OWL

Se trata de representaciones concretas de conceptos, que se describen mediante declaraciones, que son los requerimientos para ser miembro de éstas. Entre algunos tipos de clases se tienen (Horridge, 2011):

1. **Clase disjunta (*Disjoint Class*)**

Son aquellas de las que un individuo no puede ser instancia simultáneamente.

2. **Clase primitiva (*Primitive Class*)**

Hace referencia a aquellas condiciones **necesarias** que tienen que reunir los individuos para formar parte de una clase. Estas condiciones son denominadas **superclases** o **subclases**.

3. **Clase definidas (*Defined Class*)**

En Protégé son conocidas como clases equivalentes. El simple hecho de cumplir las condiciones no implica obligatoriamente que un individuo sea miembro de cierta clase. Para ello, **estas condiciones necesarias deben definirse como suficientes**. De esta forma, cualquier individuo que satisfaga estas condiciones, será considerado miembro de dicha clase. Las clases con **condiciones necesarias y suficientes** se explotan en las inferencias.

4. **Clase enumerada (*Enumerated Class*)**

Se crean definiendo previamente el conjunto de individuos que forman parte de dicha clase.

1.8.2 Lógica descriptiva y reglas SWRL

En esta sección se introduce la Lógica Descriptiva (*DL*) y el Lenguaje de Reglas de la Web Semántica (*SWRL*) para conocer en líneas generales su funcionamiento, y las razones de su selección para la implementación de las ontologías propuestas.

Lógica descriptiva

El término de Lógica Descriptiva (*Description Logics - DL*) se refiere a un formalismo basado en lógica que permite la representación del conocimiento a través del uso de una semántica formal con la cual se logra describir dominios de aplicación (el mundo) de forma estructurada, la ventaja central se encuentra en la prestación de servicios de razonamiento automático (Baader, Calvanese, McGuinness, Nardi, & Patel-Scheider, 2003).

En DL se requiere primero definir la terminología relevante del dominio, describiéndola mediante expresiones construidas a partir de conceptos. Posteriormente, estos conceptos se utilizan para especificar propiedades de objetos e individuos que tienen lugar en el dominio específico.

En cuanto al proceso de razonamiento, éste se enfoca en la comprobación de las propiedades de los conceptos definidos en la terminología del dominio, así como deducir conocimiento implícito a partir de su definición. Entre las propiedades clásicas que se pueden verificar se tiene (Baader, Calvanese, McGuinness, Nardi, & Patel-Scheider, 2003):

1. Satisfacibilidad de un concepto

Un concepto es satisfacible en una terminología \mathcal{T} si la definición de dicho concepto denota un conjunto de individuos que puede no ser vacío.

2. Subsunción de conceptos

Un concepto D subsume a otro concepto C , expresado como $(C \sqsubseteq D)$, si D es considerado más general que C . En otras palabras, la subsunción comprueba si el conjunto denotado por C es un subconjunto del denotado por D .

3. Consistencia de una base de conocimiento

Una base de conocimiento es un conjunto formado por una terminología y las declaraciones acerca de las instancias individuales de los conceptos que define. Es consistente si cada concepto admite la existencia de al menos una instancia individual.

Las ontologías basadas en DL están compuestas por dos componentes bien diferenciados, **TBox** (axiomas terminológicos) y **ABox** (aserciones). En el primero se define el vocabulario de la ontología, especificando el esquema que define el dominio con sus restricciones, conceptos y relaciones. En el segundo se encuentran las instancias que representan las situaciones específicas del dominio definido en el esquema.

Entre algunas de las limitaciones de DL se tienen que no puede expresar lo siguiente:

1. Expresiones difusas (*fuzzy*)

Ej.: *A menudo llueve en otoño.*

2. No-monotonicidad⁸

Ej.: Los pájaros vuelan, el pingüino es un pájaro, pero el pingüino no vuela.

3. Actitudes proposicionales⁹

Ej.: Eva piensa que 2 no es un número primo. Es cierto que ella lo cree, pero lo que cree no es cierto.

4. Lógica modal

Siendo ésta un sistema formal que intenta capturar el comportamiento deductivo de las expresiones *es necesario que* y *es posible que*. Ej.: 1) posibilidad y necesidad - *Es posible que llueva hoy*; 2) modalidades epistémicas - *Eva sabe que 2 es un número primo*; 3) lógica temporal - *Siempre tengo hambre*; y 4) lógica deóntica - *Debes hacer esto*.

Reglas y SWRL

Lenguaje de Reglas de la Web Semántica (*Semantic Web Rule Language – SWRL*), fue diseñado como extensión de OWL y permite escribir relaciones que no pueden ser descritas directamente mediante la lógica de descripción de OWL (Horrocks, et al., 2004). SWRL permite a los usuarios escribir reglas en términos de conceptos OWL para proporcionar mayor capacidad de razonamiento deductivo del que aporta OWL.

SWRL semánticamente está construido utilizando la misma base de DL de OWL y proporciona garantías formales similares en el desempeño de la inferencia

SWRL está basado en una combinación de OWL con el lenguaje RuleML (*Rule Markup Language*). En SWRL se extiende el conjunto de axiomas OWL para incluir una sintaxis abstracta de alto nivel que permite especificar reglas de tipo Horn (IF-Then) que pueden actuar sobre una ontología expresada en OWL (Horrocks, et al., 2004).

Las reglas SWRL se utilizan cuando OWL no alcanza la expresividad que se requiere, para hacer aserciones de forma más sencilla o para producir una inferencia más elegante. Entre las ventajas del uso de reglas, se tiene (Horrocks, et al., 2004):

1. SWRL se integra fácilmente en un gran número de procesos de razonamiento basados en reglas lo que permite inferir información útil.
2. Permiten un mayor grado de expresividad del que ofrece OWL (en aras de la decibilidad).
3. Disponen de bases de razonamiento eficiente sobre ellas y son bien conocidas en la práctica.
4. SWRL no mantiene un motor de razonamiento aunque se puede acoplar fácilmente en los actuales.

⁸ todo aquel sistema de razonamiento que carezca de la propiedad de aditividad o monotonía

⁹ son las unidades fundamentales del pensamiento y sus contenidos, al ser proposiciones, son verdaderas o falsas desde la perspectiva de la persona.

Las reglas propuestas están formadas por un antecedente y un consecuente, donde el significado puede interpretarse como: siempre que las condiciones especificadas en el antecedente se cumplan, deben cumplirse las del consecuente.

1.9 Entorno de desarrollo de ontologías

Los entornos o herramientas de desarrollo ontológico aparecieron a mediados de los 90, y su objetivo era el de brindar soporte, bien a todo el proceso o bien a actividades específicas, en el desarrollo de ontologías. Algunos de estos entornos están vinculados a metodologías o métodos y en otros son independientes de éstas. En líneas generales existen herramientas que apoyan: el desarrollo de ontologías desde cero o reutilizando otras (incluyendo múltiples funcionalidades como edición, navegación, importación, exportación, etc.), la evaluación de ontologías, la combinación e integración de ontologías, las herramientas de anotación basadas en ontologías, el almacenamiento y la consulta de ontologías, entre otros.

Las herramientas son clasificadas según (Gómez-Pérez, Asunción; Fernández-López, Mariano; Corcho, Oscar, 2004) teniendo en cuenta el modelo de conocimiento, en dos grandes grupos.

1. El primero

Conformado por las herramientas cuyo modelo de conocimiento trabaja directamente para un lenguaje de ontología, por lo que son editores para un lenguaje específico, entre los que se pueden mencionar: [Ontolingua Server](#), [Ontosaurus](#), [WebOnto](#), [Oiled](#), [SWOOP](#), y [KAON2](#).

2. El segundo

Conformado por paquetes de herramientas integradas, los cuales poseen una arquitectura extensible con otros módulos para proveer más funciones, y cuyo modelo de conocimiento es usualmente independiente del lenguaje de ontología. Entre algunos de ellos se pueden mencionar: [Protégé](#), [WebODE](#), [OntoEdit](#), y [KAON1](#).

Destacamos [Protégé](#) porque es un software libre de código abierto implementado en Java. Protégé ha sido utilizado como el entorno de desarrollo primario para muchas ontologías, y se ha convertido en la herramienta más utilizada en el mundo para trabajar con OWL (Ramos & Nuñez, 2007). Es desarrollado por el Centro de Investigaciones Informáticas Biomédicas ([Center for Biomedical Informatics Research -BMIR](#)) de la Universidad de Stanford. El proyecto Protégé representa un esfuerzo en el BMIR, que tiene una trayectoria de más de 25 años.

Protégé provee un entorno de desarrollo para la creación de ontologías y bases de conocimiento electrónicas ya sea vía cliente de escritorio o vía interfaz web que hace que la infraestructura necesaria para crear una ontología sea sencilla y fácil de utilizar (BMIR, 2016).

La [comunidad de usuarios de Protégé](#)¹⁰ regularmente contribuye a mejorar la calidad de éste y participa activamente en grupos de discusión en línea dedicados a formular preguntas, realizar peticiones de nuevas características y cuestiones de soporte técnico.

Protégé es capaz de operar como una plataforma para acceder a otros sistemas basados en conocimiento o aplicaciones integradas, o como una librería que puede ser usada por otras aplicaciones para acceder y visualizar bases de conocimiento (Ramos & Nuñez, 2007). La herramienta ofrece una interfaz gráfica que permite al desarrollador de ontologías enfocarse en la modelación conceptual sin que requiera de conocimientos de la sintaxis de los lenguajes de salida.

1.10 Motores de razonamiento

El formalismo más extendido para la definición de ontologías es la DL, ésta ofrece un marco que permite la existencia de los razonadores. En una ontología, gracias a la DL, se abre un abanico de posibilidades para realizar los procesos de razonamiento sobre la misma ontología y así deducir información que no se definió originalmente de forma explícita.

Indican (Antoniou & Harmelen, 2003) que los tipos de razonamiento que se pueden llevar a cabo son:

1. Pertenencia a clases

Si x es una instancia de una clase C y C es subclase de D , se puede inferir que x es una instancia de D .

2. Equivalencia de clases

Si la clase A es equivalente a la B y la clase B es equivalente a la C , entonces A es equivalente a C .

3. Consistencia

Las declaraciones deben ser consistentes en la ontología o podrían llevar a errores.

4. Clasificación

Si se ha declarado que una propiedad es condición suficiente para pertenecer a una clase A , entonces si un individuo X satisface dicha condición debe ser una instancia de A .

Los razonadores son programas ([software](#)) que permiten razonar e inferir nuevos hechos sobre las ontologías, clasificar los conceptos e instancias de las ontologías y encontrar relaciones no explícitas, entre otras. Actualmente existe una gran variedad de motores de razonamiento, entre los que son capaces de trabajar sobre OWL y que se pueden utilizar tanto en Protégé como en OWL API están [HermiT](#), [FaCT++](#), y [Pellet](#), los cuales se explican a continuación.

1. [HermiT](#) (Shearer, Motik, & Horrocks, 2008)

Es desarrollado como un proyecto de investigación del Laboratorio de Computación de la Universidad de Oxford. Es un razonador de ontologías en el lenguaje OWL, es

¹⁰ más de 225.000 usuarios (BMIR, 2016)

de código abierto y se distribuye bajo licencia GNU. Es el primer razonador OWL a disposición del público que está basado en cálculo [hypertableau](#) para ofrecer un razonamiento más eficiente. Además, es el primer razonador capaz de clasificar ontologías que han sido vistas como muy complejas de manejar anteriormente por cualquier sistema disponible. Hermit puede determinar si una ontología es consistente e identificar las relaciones entre las clases de subsunción.

2. Pellet (Sirin, Parsia, Grau, Kalyanpur, & Katz, 2007)

Fue desarrollado por el laboratorio Mindswap de la Universidad de Maryland (USA). Es un razonador de código abierto para OWL 2 DL en Java e incluye soporte para OWL2. Está basado en algoritmos *tableaux* (desarrollado para lógicas descriptivas potentes) el cual verifica la consistencia de la KB¹¹, es decir del par ABox y TBox. Pellet proporciona funcionalidades para ver la validación de especies, chequear consistencia de ontologías, clasificar la taxonomía, comprobar implicaciones lógicas y contestar consultas ABox de DL. Las consultas pueden ser formuladas mediante [SPARQL](#) y tiene buen soporte para reglas SWRL (Sirin, Parsia, Grau, Kalyanpur, & Katz, 2007). Entre sus características se destacan que admite la expresividad completa de OWL DL, razonamiento acerca de nominales (clases enumeradas o definidas por extensión), absorción, ramificación semántica y fue extendido para soportar las nuevas características propuestas en OWL 1.1 y OWL 2.

3. FaCT++ (*Fast Classification of Terminologies*) (Tsarkov & Horrocks, 2006)

Fue desarrollado por la universidad de Manchester bajo el proyecto europeo [WonderWeb](#), es un razonador DL basado en el algoritmo *tableaux* para lógica descriptiva, cubre los lenguajes de ontología OWL y OWL2. Incluye dos razonadores, los cuales utilizan algoritmos de *tableaux* robustos y completos (Tsarkov & Horrocks, 2006). FaCT++ se distribuye bajo una licencia pública de GNU y está disponible para su descarga, tanto como un archivo binario y como el código fuente. Es un buen razonador para la TBox de una ontología, sin embargo, carece de soporte para otros tipos de datos que no sean *string* o *integer* (como sí ocurre con Pellet) y tampoco posee soporte para razonamiento con la ABox de una ontología.

1.11 Reutilización y modularización

La construcción de nuevas ontologías puede llevarse a cabo partiendo desde cero, a través de un proceso intensivo, utilizando los recursos de conocimiento en el área del dominio de interés y siendo su diseño implícitamente adaptado a los requerimientos específicos detectados. Esto tiene como resultado, por lo general, la creación de ontologías que no pueden ser reutilizadas para fines distintos a los de su creación.

¹¹ Knowledge Base – Base de conocimiento

Por otra parte, existe un proceso conocido como la **reutilización** de ontologías, que se refiere al desarrollo de una nueva ontología partiendo del uso de otras existentes y que juega un rol esencial para la diseminación de ontologías.

Según (Pinto & Martins, A methodology for ontology integration, 2001), existen dos diferentes procesos de reuso conocidos como **fusión** (*merge*) e **integración** (*integration*). La **fusión** es el proceso de construcción de una ontología en un tema o ámbito específico reutilizando dos o más ontologías relativas al mismo ámbito de estudio. Y la **integración** es el proceso de construir una ontología en un tema específico que requiere la reutilización de una o más ontologías en diferentes ámbitos. La diferencia se presenta básicamente en que la primera se centra en un dominio o ámbito específico y la segunda la combinación de más de un dominio.

También se puede hacer uso de la **modularización** de ontologías, que de acuerdo a (Haase, et al., 2008), está inspirada principalmente en el dominio de la ingeniería del software, y se refiere al diseño de software como la combinación de componentes autocontenidos, fáciles de construir, reutilizables y de fácil mantenimiento en comparación a un solo programa, frecuentemente extenso y conformado por un código complejo.

Los mismos autores destacan que aunque idealmente las ontologías pudieran ser construidas de una forma modular, la mayoría de las ontologías existentes no han sido creadas pensando en las ventajas de la modularidad, lo cual obstaculiza su integración (reutilización) en otra aplicación distinta a la que fue construida.

En la **metodología NeOn** (Suárez-Figueroa, 2010), se considera la actividad de modularización de una ontología como una actividad relacionada con la reestructuración de ontologías, en donde los desarrolladores de ontologías crean diferentes módulos de ontología para conformar una red de ontologías, lo que facilita el reuso del conocimiento incluido en la red.

El **lenguaje de ontología OWL** provee solo un mecanismo para conectar ontologías, a través de la sentencia **import**. Con esta sentencia se puede construir una red coherente de ontologías OWL donde cada ontología puede ser reutilizada arbitrariamente y a menudo por otras ontologías (Kontotasiou, et al., 2011).

Al importar otras ontologías se puede obtener acceso a sus entidades, expresiones y axiomas, proporcionando así la facilidad básica para la modularización de ontologías. Como desventaja, los autores señalan que este mecanismo tiene como limitante que requiere una organización conceptual homogénea del contenido, es decir, debe tener una estructura estandarizada de su contenido para evitar inconsistencias.

Entre otras de las debilidades cabe también apuntar que el mecanismo de importación de OWL no provee ningún soporte para importar parcialmente, y que no existe diferencia entre las definiciones importadas y las propias dentro de la ontología importada (ellas comparten la misma interpretación).

1.12 Conclusiones

Una ontología es un formalismo que permite crear una vista simplificada del dominio que se desee representar, además ofrece capacidades de razonamiento, con lo que se garantiza la reutilización de dicho conocimiento y así poder distribuirlo. Las ventajas de su uso se extienden en diversas áreas del saber, tales como ingeniería del conocimiento, bases de datos, ingeniería del software, mundo empresarial, entre otras.

En este capítulo se ha presentado una visión general de los fundamentos de las ontologías, sus componentes y clasificación, así como la ingeniería ontológica, las actividades en el proceso de desarrollo de ontologías y demás elementos relacionados.

Tras la revisión y análisis de los métodos y metodologías existentes, hemos identificado la metodología NeOn como una de las más completas y flexibles. Esta metodología resulta de especial interés a la hora de desarrollar tanto una ontología como redes de ontologías. Se han indicado también los distintos escenarios que pueden combinarse a la hora de aplicar NeOn.

En cuanto a las redes de ontologías se han reseñado las diferentes meta-relaciones que pueden existir entre un conjunto de ontologías relacionadas entre sí y/o entre una ontología y sus componentes, tales como: correspondencia (*mapping*), modularización (*modularization*), versionado (*version*), y dependencia (*dependency*).

Revisando la arquitectura o pila de la Web Semántica se dieron a conocer los distintos lenguajes de programación de ontologías, así como otros lenguajes y tecnologías. Se ha descrito con mayor detalle el lenguaje OWL, por ser el más utilizado en la actualidad, destacando sus ventajas.

Se constataron las diferencias, limitaciones y como se utilizan formalismos de la Lógica Descriptiva (DL) y las reglas SWRL, para potenciar el razonamiento de una ontología, y así poder tener una base a la hora de seleccionar el más adecuado para llevar a cabo el razonamiento.

En cuanto a los entornos de desarrollo, Protégé resalta por sus ventajas y popularidad a la hora de trabajar con OWL, así como también se describieron a grandes rasgos los razonadores compatibles con Protégé. Para finalizar se ha abordado la importancia de la reutilización y modularización durante el desarrollo de ontologías.

1.13 Referencias

- 1- Aguado de Cea, G., Buil, C., Caracciolo, C., Dzbor, M., Gómez-Pérez, A., Herrero, G., . . . Presutti, V. (2007, Agosto 31). *NeOn Project. Deliverables. D5.3.1 NeOn Development Process and Ontology Life Cycle*. Retrieved Diciembre 15, 2014, from http://www.neon-project.org/deliverables/WP5/NeOn_2007_D5.3.1.pdf
- 2- Antoniou, G., & Harmelen, F. (2003). *Web Ontology Language: OWL. Handbook on Ontologies in Information Systems*. Springer-Verlag.
- 3- Baader, F., Calvanese, D., McGuinness, D., Nardi, D., & Patel-Scheider, P. (2003). *The Description Logic Handbook*. Cambridge University, Press.
- 4- Berners-Lee, T. (2000). The Semantic Web Vision. *XML 2000 Conference*. Washington, DC. Obtenido de <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl>
- 5- Bikakis, N., Tsinaraki, C., Gioldasis, N., Stavrakantonakis, I., & Christodoulakis, S. (2013). The XML and Semantic Web Worlds: Technologies, Interoperability and Integration. A survey of the State of the Art. *Semantic Hyper/Multi-media Adaptation: Schemes and Applications*.
- 6- BMIR. (2016). *Stanford Center for Biomedical Informatics Research*. (Stanford Medicine) Obtenido de <http://bmir.stanford.edu/>
- 7- Chávez , M., Cárdenas, O., & Benito, O. (2014). La Web semántica. *Revista de investigación de Sistemas e Informática*, 2(3), 43-54.
- 8- Codina, L. (2009). ¿Web 2.0, Web 3.0 o Web Semántica?: El impacto en los sistemas de información de la Web. *I Congreso Internacional de Ciberperiodismo y Web 2.0*. Bilbao, España.
- 9- Corcho , O., Fernandez-Lopez, M., & Gomez-Perez, A. (2003). Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point? *Data & Knowledge Engineering*, 46, 41-64.
- 10- Espín-Martín, V. (2016). *Sistemas de Recomendación Semánticos para la compartición de conocimiento y la explotación de Tesoros: Un enfoque práctico en el ámbito de los sistemas nutricionales*. Granada: Universidad de Granada.
- 11- Fernández, M., Gómez-Pérez, A., & Juristo, N. (1997). *METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering*. Menlo Park, California: The Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) Press.
- 12- Gerber, A., Van der Merwe, A., & Barnard, A. (2008). A functional semantic web architecture. *European Semantic Web Conference* (págs. 273-287). Berlin, Heidelberg: Springer.
- 13- Gómez-Pérez, Asunción; Fernández-López, Mariano; Corcho, Oscar. (2004). *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. London: Springer-Verlag.

- 14- Gruber, T. (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220. Obtenido de <http://tomgruber.org/writing/ontolingua-kaj-1993.pdf>
- 15- Guarino, N. (1998). Formal Ontology in Information Systems. *Proceedings of the 1st International Conference*. Trento, Italy.
- 16- Guzmán L., J. A., López B., M., & Torres P., I. D. (2012). Metodologías y métodos para la construcción de ontologías. *Scientia et Technica*, XVII (50), 133-140.
- 17- Haase, P., Rudolph, S., Euzenat, J., Zimmermann, A., Dzbor, M., Iglesias, M., . . . Gómez, J. (2008, Febrero 29). *NeOn Project. Deliverables. D1.1.3 NeOn Formalisms for Modularization: Syntax, Semantics, Algebra*. Retrieved Diciembre 5, 2014, from http://neon-project.org/deliverables/WP1/NeOn_2008_D1.1.3.pdf
- 18- Haase, P., Rudolph, S., Wang, Y., & Brockmans, S. (30 de Noviembre de 2006). *D1.1.1 Networked Ontology Model*. Recuperado el 11 de Enero de 2015, de http://www.neon-project.org/deliverables/WP1/NeOn_2006_D1.1.1.pdf
- 19- Horridge, M. (2011). A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protege 4 and CO-ODE Tools, Edition 1.3. Mánchester: University of Manchester.
- 20- Horrocks, I., Patel-Schneider, P., Boley, H., Tabet, S., Grosz, B., & Dean, M. (2004). *SWRL: A Semantic Web Rule language combining OWL and RuleML*. W3C.
- 21- Kontotasiou, D., Drosou, A., Darlagiannis, V., Giatsoglou, M., Kastori, G.-E., Giakoumis, D., . . . Kostas, K. (2011, Mayo 10). *AEGIS Outcomes. Public Deliverables. Common AEGIS context awareness ontologies, security, privacy, QoS and interoperability guidelines*. Retrieved Noviembre 21, 2014, from http://www.aegis-project.eu/images/docs/AEGIS_D1.2.2_final.pdf
- 22- Lassila, O., & McGuinness, D. (2001). *The role of frame-based representation on the semantic web. Technical Report KSL-01-02*. Stanford, CA: Knowledge Systems Laboratory, Stanford University.
- 23- Maniraj, V., & Sivakumar, R. (1 de Diciembre de 2010). Ontology Languages – A Review. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 2(6), 887-891.
- 24- McGuinness, D., & Harmelen, F. (2004). *OWL web ontology language overview*. W3C recommendation, W3C.
- 25- Noguera, M. (2009). Modelado y análisis de Sistemas CSCW siguiendo el enfoque de Ingeniería dirigida por Ontologías. *Tesis Doctoral*. Granada, España: Universidad de Granada.
- 26- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Recuperado el 6 de Mayo de 2013, de http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html

- 27- Pinto, H., & Martins, J. P. (2001). A methodology for ontology integration. *Proceedings of the 1st international conference on Knowledge capture (K-CAP)*. New York, USA.
- 28- Pinto, H., Staab, S., & Tempich, C. (2004). DILIGENT: Towards a fine-grained methodology for DIstributed, Loosely-controlled and evolvInG Engineering of oNTologies. *16th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI)* (págs. 393-397). Valencia, Spain: IOS Press.
- 29- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software: Un enfoque práctico* (7ma ed.). México: McGraw-Hill.
- 30- Ramos, E., & Nuñez, H. (2007). *Ontologías: componentes, metodologías, lenguajes, herramientas y aplicaciones*. Caracas: Reporte Técnico: RT-2007-12. Lecturas en Ciencias de la Computación ISSN 1316-6239.
- 31- Shearer, R., Motik, B., & Horrocks, I. (2008). HermiT: A Highly-Efficient OWL Reasoner. *OWLED*, 432, 91.
- 32- Sirin, E., Parsia, B., Grau, B. C., Kalyanpur, A., & Katz, Y. (2007). Pellet: A practical OWL-DL reasoner. *Web Semantics: science, services and agents on the World Wide Web*, 5(2), 51-53.
- 33- Suárez-Figueroa, M. d. (2010). NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Specification, Scheduling and Reuse. *Doctoral Thesis*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- 34- Tsarkov, D., & Horrocks, I. (2006). FaCT++ Description Logic Reasoner: System Description. *International Joint Conference on Automated Reasoning. Lecture Notes in Computer Science*. 4130, págs. 292-297. Berlin, Heidelberg: Springer.
- 35- Van Heijst, G., Schreiber, A., & Wielinga, B. (1997). Using explicit ontologies in KBS development. *International Journal of Human-Computer Studies*, 46, 183-192.
- 36- W3C. (2012). *SPARQL 1.1*. Obtenido de <http://www.w3.org/TR/sparql11-query/>
- 37- W3C. (2013). *RIF Overview (2nd Edition)*. Obtenido de <http://www.w3.org/TR/rif-overview/>
- 38- W3C. (2014). *RDF Current Status*. Obtenido de http://www.w3.org/standards/techs/rdf#w3c_all
- 39- W3C. (2014). *RDF Schema 1.1 W3C Recommendation*. Obtenido de <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>
- 40- W3C. (2014). *Web Cryptography API - W3C Candidate Recommendation*. Obtenido de <http://www.w3.org/TR/WebCryptoAPI/>

2

Accesibilidad y Diseño Centrado en Actividad

Índice Capítulo 2: Accesibilidad y Diseño Centrado en Actividad

2.1 INTRODUCCIÓN	49
2.2 ACCESIBILIDAD Y LA E-INCLUSIÓN	49
2.3 RECURSOS DE CONOCIMIENTOS: ONTOLÓGICOS Y NO ONTOLÓGICOS	50
2.3.1 <i>INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF FUNCTIONING, DISABILITY AND HEALTH (ICF)</i>	51
2.3.2 <i>CLASIFICACIÓN DE HABILIDADES HUMANAS PARA EL MODELADO DE LA INTERACCIÓN HOMBRE-COMPUTADOR BASADA EN ICF</i>	54
2.3.3 <i>USER IMPAIRMENTS ONTOLOGY</i>	54
2.3.4 <i>ABILITIES AND DISABILITIES ONTOLOGY FOR ENHANCING ACCESSIBILITY (ADOLENA)</i> ..	55
2.3.5 <i>AMBIENT INTELLIGENCE SYSTEM OF AGENTS FOR KNOWLEDGE-BASED AND INTEGRATED SERVICES FOR MOBILITY IMPAIRED USERS (ASK-IT)</i>	57
2.3.6 <i>ACCESSIBLE</i>	58
2.3.7 <i>AEGIS</i>	59
2.3.8 <i>AEGIS/ACCESSIBLE</i>	61
2.3.9 <i>AFFINTO</i>	61
2.3.10 <i>EGONTO</i>	63
2.4 FUNDAMENTOS DEL DISEÑO CENTRADO EN ACTIVIDAD	65
2.4.1 <i>ACTIVIDAD HUMANA</i>	65
2.4.2 <i>ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA (AVD)</i>	66
2.4.3 <i>TEORÍA DE LA ACTIVIDAD</i>	67
2.4.4 <i>DISEÑO CENTRADO EN ACTIVIDAD</i>	68
2.5 CONCLUSIONES	70
2.6 REFERENCIAS	71

CAPÍTULO 2

ACCESIBILIDAD Y DISEÑO CENTRADO EN ACTIVIDAD

2.1 Introducción

En este capítulo se definen los términos asociados al dominio de la accesibilidad para delimitar su alcance en esta tesis. Posteriormente, se presenta una revisión del estado del arte, sobre distintos recursos de conocimientos tanto ontológicos como no ontológicos¹. Como resultado se muestra la descripción y análisis de nueve recursos ontológicos y un recurso no ontológico. Algunas de las ontologías analizadas caracterizan los aspectos de accesibilidad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), otras modelan las principales características del usuario en relación con la salud e interacción, otras conforman proyectos en el dominio de la accesibilidad.

En la última sección de este capítulo se hace una revisión de los fundamentos del Diseño Centrado en Actividad (*Activity-Centered Design - ACD*), el cual es una extensión del paradigma del diseño centrado en el hombre-usuario para el diseño de la interacción. En la presente tesis este enfoque es visto como una potencial herramienta para complementar el dominio de la accesibilidad.

2.2 Accesibilidad y la e-inclusión

En el informe mundial sobre la discapacidad elaborado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) se afirma que:

La **discapacidad** forma parte de la condición humana: casi todas las personas sufrirán algún tipo de discapacidad transitoria o permanente en algún momento de su vida, y las que lleguen a la senilidad experimentarán dificultades crecientes de funcionamiento. La discapacidad es compleja, y las intervenciones para superar las desventajas asociadas a ella son múltiples, sistémicas y varían según el contexto.

Según la **Organización Mundial de la Salud** (*World Health Organization*) (WHO, 2007), las discapacidades son vistas como problemas en la función o estructura del cuerpo humano, así como una desviación significativa o pérdida de alguna de estas funciones, lo cual puede darse de forma temporal o permanente; progresiva, regresiva o estática; intermitente o continua. La OMS agrupa las discapacidades según afecten a la capacidad visual, auditiva, cognitiva, de comunicación y de las extremidades o miembros superiores de un individuo.

Para el grupo ISO/TC 159 de Ergonomía, la **accesibilidad** es definida como el grado en que los productos, sistemas, servicios, ambientes e instalaciones pueden ser utilizados por la población con el más amplio rango de características y capacidades para lograr un objetivo determinado en

¹ Recurso cuya semántica no ha sido formalizada mediante una ontología

un contexto de uso específico. Para complementar esta definición, (Stephanidis, C; Akoumianakis, D; Sfyraakis, M; Paramythis, A, 1998) afirman que la accesibilidad implica los requerimientos y preferencias globales que se deben satisfacer para garantizar el acceso a la información, por parte de los individuos con diferentes capacidades dentro de una amplia variedad de contextos de uso.

En las últimas definiciones citadas se aprecia que el significado de discapacidad para la accesibilidad va más allá del hecho de que un individuo tenga una o múltiples discapacidades o condiciones, ya que ésta complejidad está enmarcada en las combinaciones particulares de características, capacidades y condiciones de vida, entre otras, que tenga el individuo. Entonces, esa combinación definirá las adaptaciones que deberían tomarse en cuenta para poder garantizar la inclusión del individuo en la sociedad.

Las investigaciones y estudios en el ámbito de la accesibilidad brindan beneficios a usuarios con condiciones particulares y/o combinaciones complejas (habilidades-discapacidades múltiples). Además, la accesibilidad favorece la inclusión social tanto para individuos con discapacidad, como para personas mayores e individuos limitados por sus condiciones de vida (en áreas rurales y países en desarrollo).

Así mismo, un aspecto clave que contribuye a la inclusión en la sociedad actual de todo individuo es el uso de las **Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)**, ya que éstas han llegado a ser una parte importante en la vida diaria de las personas. Brindan soporte en la gestión de sus rutinas diarias en el contexto laboral, social, económico y aspectos personales, entre otros. Es así como surge el término e-inclusión.

La **e-inclusión** es definida por (eEurope Advisory Group - WG2, 2005) como la participación efectiva de individuos y comunidades en todas las dimensiones de la sociedad basada en el conocimiento y la economía a través de su acceso a las TIC. En otras palabras, según la Asociación de Gestión de Recursos de Información (Information Resources Management Association - IRMA, 2013) la e-inclusión debe garantizar que nadie quede excluido del disfrute de los beneficios de las TIC. Se puede considerar entonces que la e-inclusión va de la mano de la accesibilidad que se debe ofrecer en el uso de las TIC a todo individuo, independientemente de sus discapacidades, para así garantizar su integración en la sociedad.

2.3 Recursos de conocimientos: Ontológicos y no ontológicos

Con el objetivo de modelar aspectos que caractericen la accesibilidad, en esta sección se presenta una revisión documental de los recursos de conocimientos en el dominio de la accesibilidad y que además incluyen aspectos del modelado de usuario y de las tecnologías asistivas o de apoyo. Entre ellos destacan:

1. *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)* (WHO, 2001).
2. *A classification, based on ICF, for modelling human computer interaction* (Billi, Burzagli, Emilian, Gabbanini, & Graziani, 2006).

3. *User Impairments Ontology* (Karim & Tjoa, 2007).
4. *Abilities and Disabilities OntoLogy for ENhancing Accessibility (ADOLENA)* (Keet, Alberts, Gerber, & Chimamiwa, 2008).
5. *Ambient Intelligence System of Agents for Knowledge-based and Integrated Services for Mobility Impaired Users (ASK-IT)* (Kehagia & Tzovaras, 2010).
6. **ACCESSIBLE** (Tzovaras, et al., 2009).
7. **AEGIS** (AEGIS, 2012).
8. **AEGIS/ACCESSIBLE** (Votis, 2011).
9. **Affinto** (Cearreta, I., 2010).
10. **Egonto** (Gamecho, et al., 2015)

Algunos de los recursos de conocimientos mencionados están respaldados por organizaciones internacionales relevantes, son parte de importantes proyectos y han llegado alcanzar reconocimiento internacional (ICF, ASK-IT, ACCESSIBLE y AEGIS). Otros proponen una visión holística en sus campos de conocimiento, aportan una perspectiva interesante para esta tesis y cuentan con reconocimiento entre la comunidad científica (*User impairments Ontology*, *ADOLENA*, *Affinto* y *Egonto*).

En las siguientes subsecciones se describirán las principales características de todos ellos.

2.3.1 International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)

ICF (WHO, 2001), en español la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF), fue creada por la [Organización Mundial de la Salud \(OMS\)](#) como producto de la revisión de la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM) de 1980. [Pertenece a la familia de clasificaciones internacionales de la OMS.](#)

Tiene como objetivo principal [proporcionar un lenguaje unificado y estandarizado](#), y un marco conceptual para la descripción de la salud y los estados [relacionados con la salud](#). Fue aprobada para ser utilizada internacionalmente desde Mayo de 2001. La ICF surgió como un recurso de conocimiento no ontológico, evolucionó llegando a tener su propia ontología. Por lo tanto, para esta tesis se considera como recurso ontológico.

ICF (WHO, 2001) se plantea como la integración de dos modelos conceptuales opuestos que definen la discapacidad, conocidos como el modelo médico y el social. En el modelo médico, la discapacidad se ve como una característica de un individuo, directamente causada por una enfermedad, trauma o condición de salud, la cual requiere cuidados médicos que se proveen en forma de tratamientos individuales. En el modelo social se ve la discapacidad como un problema creado por la sociedad y no solamente como un atributo de un individuo.

Finalmente, ICF se muestra como un [modelo biopsicosocial](#), con el propósito de integrar las distintas perspectivas de la salud y del funcionamiento del cuerpo humano.

En la **tabla 2.1** se muestra la lista completa de capítulos incluidos en la clasificación ICF.

TABLA 2.1 LISTA DE CAPÍTULOS DE LA CLASIFICACIÓN ICF.

FUENTE: (WHO, 2001).

Body	
Function	Structure
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mental functions. 2. Sensory functions and pain. 3. Voice and speech functions. 4. Functions of the cardiovascular, haematological, immunological and respiratory systems. 5. Functions of the digestive, metabolic and endocrine systems. 6. Genitourinary and reproductive functions. 7. Neuromusculoskeletal and movement-related functions. 8. Functions of the skin and related structures. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Structures of the nervous system. 2. The eye, ear and related structures. 3. Structures involved in voice and speech. 4. Structures of the cardiovascular, immunological and respiratory systems. 5. Structures related to the digestive, metabolic and endocrine systems. 6. Structures related to the genitourinary and reproductive systems. 7. Structures related to movement 8. Skin and related structures
Activities and Participation	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Learning and applying knowledge 2. General tasks and demands 3. Communication 4. Mobility 5. Self-care 6. Domestic life 7. Interpersonal interactions and relationships 8. Major life áreas 9. Community, social and civic life 	
Environmental Factors	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Products and technology 2. Natural environment and human-made changes to environment 3. Support and relationships 4. Attitudes 5. Services, systems and policies 	

En (WHO, 2001) se definen formalmente todos los componentes de ICF que son:

1. Funciones del cuerpo (*Body Functions*)

Son las funciones fisiológicas y psicológicas del cuerpo humano.

2. Estructuras del cuerpo (*Body Structures*)

Son las partes anatómicas del cuerpo humano tales como órganos, extremidades y sus componentes.

3. Disfunciones (*Impairments*)

Son problemas en el funcionamiento del cuerpo humano o en su estructura que implican una desviación significativa o pérdida.

4. Actividad (*Activity*)

Es la ejecución de una tarea o acción por un individuo.

5. Participación (*Participation*)

Es el desenvolvimiento en situaciones de la vida diaria (contexto social).

6. Limitación de actividades (*Activity Limitation*)

Son dificultades que un individuo puede tener a la hora de ejecutar actividades.

7. Restricciones en la participación (*Participation Restrictions*)

Son los problemas que un individuo puede experimentar en su desenvolvimiento durante situaciones de la vida diaria.

8. Factores ambientales (*Environmental Factors*)

Conforman el entorno físico, social y actitud en el cual viven las personas y conducen sus vidas.

En la **figura 2.1** se muestra un diagrama que representa el modelo de discapacidad que es la base del ICF, en donde se aprecia la interacción compleja entre los componentes de ICF. Además, se presentan los tres niveles del funcionamiento del cuerpo humano de acuerdo al ICF: funcionamiento a nivel del cuerpo y partes del cuerpo, actividades de la persona y la persona participando en el contexto social. Por lo tanto, la discapacidad involucra disfunción en uno o más de los siguientes niveles: **Disfunciones (*Impairments*)**, **Limitaciones de Actividades (*Activity Limitations*)** y **Restricción en la Participación (*Participation Restrictions*)**.

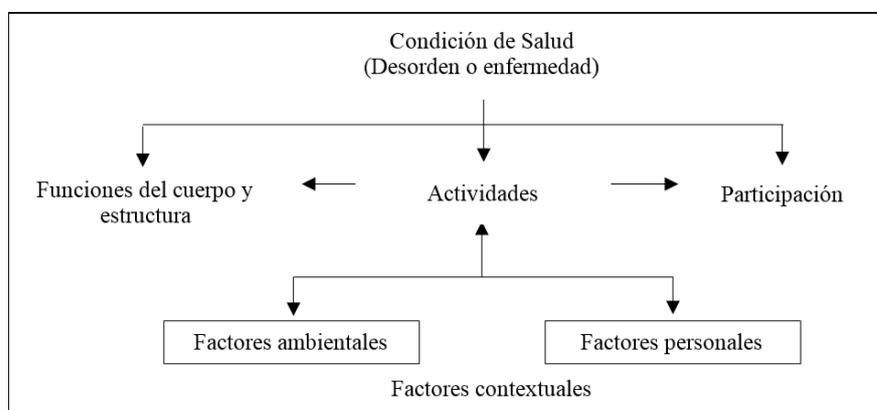


FIGURA 2.1 INTERACCIÓN ENTRE LOS COMPONENTES DE ICF.
FUENTE: (WHO, 2001).

Existe una interacción dinámica entre los componentes de ICF (WHO, 2007), ya que la intervención en un componente tiene el potencial de modificar uno o más de los otros componentes. Estas interacciones son específicas y no siempre se dan en una relación predecible uno a uno. La interacción trabaja en dos direcciones, la presencia de una discapacidad puede llegar a modificar la condición de salud en sí misma. Así, se puede **inferir una limitación en una capacidad**, dadas una o más **Disfunciones** (*Impairments*), o una **restricción en la ejecución**, dadas una o más **limitaciones**.

Los factores contextuales pueden ser externos e internos. Como externos, se consideran factores ambientales: actitudes sociales, características arquitectónicas, estructuras sociales y legales, así como el clima, territorio, entre otros. Como internos, se consideran factores personales tales como género, edad, antecedentes sociales, educación, profesión, experiencias actuales y pasadas, patrones de comportamiento, carácter y otros factores que influyen sobre cómo la discapacidad es experimentada por el individuo.

2.3.2 Clasificación de habilidades humanas para el modelado de la interacción hombre-computador basada en ICF.

Tomando como base ICF se han realizado varios proyectos de modelado, algunos de los cuales han dado lugar a ontologías. En relación con esta tesis, resulta de interés una investigación en donde la clasificación ICF fue utilizada para modelar la interacción entre humanos y dispositivos dentro del contexto de la sociedad de la información, proponiendo una extensión de la sección de habilidades humanas y una clasificación de las interacciones con las TIC (Billi, Burzagli, Emilian, Gabbanini, & Graziani, 2006).

Los autores identifican tres áreas considerando las distintas habilidades necesarias para interactuar con un dispositivo, para lograr acceder a la información y producirla, o para comunicarse:

1. El área de comprensión

Agrupar todas las acciones relacionadas con la recepción y entendimiento de la información o comunicación en las diferentes formas de llevarlas a cabo.

2. El área de expresión

Agrupar todas las acciones relativas a la producción de información o comunicación en distintas situaciones.

3. El área de las habilidades

Agrupar todas las acciones necesarias para utilizar el dispositivo seleccionado para interactuar con él.

2.3.3 User Impairments Ontology

En el dominio de Sistemas de Información de Hospital (*Hospital Information System - HIS*) (Karim & Tjoa, 2007) se implementó un caso de prueba para demostrar cómo a través de la tecnología de la web semántica se logran conectar características de interfaces de usuarios de acuerdo a las discapacidades y capacidades de los usuarios.

En la investigación se partió de la relación significativa que existe entre la semántica de los elementos de información, los roles del personal del hospital, la funcionalidad de los departamentos, las características de la interfaz de usuario y las disfunciones o habilidades de los usuarios del sistema. Se utilizó la web semántica para describir formalmente las relaciones de las entidades existentes en el dominio, mediante el uso de ontologías y posteriormente crear reglas, para conectarlas formalmente, asegurando un flujo de información controlada y optimizada a través de todo el sistema.

De este estudio se derivaron dos ontologías, una de características de **Interfaces de Usuario** (*User Interfaces – UI Ontology*) y otra de **Disfunciones de Usuarios** (*User Impairments Ontology*), que se conectan a través de reglas. La integración de estas dos ontologías se orienta hacia la adaptación de interfaces.

En cuanto a la ontología de **Interfaces de usuarios**, ésta se centra en características de UI y permite dar respuesta a las siguientes preguntas por competencia:

1. ¿Cuál es la relación entre todos los componentes de la UI?
2. ¿Cuáles son los atributos de un componente y sus valores (de acuerdo a una escala de usabilidad para un usuario en condiciones normales)?
3. ¿Cuáles son los componentes de UI relacionados, dado un nombre de atributo específico?

En cuanto a la ontología de **Disfunciones de Usuarios**, que es la que resulta de interés para esta tesis, principalmente por las relaciones entre las clases, está conformada por los siguientes conceptos: **Capacidad** (*Capability*), **Percepción** (*Perception*), **Medida** (*Measure*) y **Disfunción** (*Impairment*). En las subclases se agrupan los distintos tipos de disfunción según su ubicación o parte del cuerpo que es afectado, Ej.: disfunción cognitiva, visual, motora, etc. Entre algunas de las preguntas por competencia², correspondientes al conocimiento inferido, que se responden en esta ontología se tienen las siguientes:

1. ¿Cuál es la parte del cuerpo humano relacionada a cada disfunción?
2. ¿Cuál es la ubicación de la disfunción?
3. ¿Cuál es la severidad de la disfunción (escala predefinida)?
4. ¿Cuál es el indicativo de la percepción que se ve afectado por cada disfunción y en qué grado le afecta?

2.3.4 Abilities and Disabilities Ontology for Enhancing Accessibility (ADOLENA)

ADOLENA (Keet, Alberts, Gerber, & Chimamiwa, 2008), es una ontología de habilidades y discapacidades para mejorar la accesibilidad, es de carácter experimental y fue diseñada como prueba de concepto del Acceso a Datos Basado en Ontologías (*Ontology Based Data Access - OBDA*) con la base de datos del Portal Nacional de Accesibilidad de Suráfrica. Representa perfiles de

² Competency Questions (CQ), son preguntas escritas en lenguaje natural para ayudar a identificar los requerimientos de la ontología (Gómez Pérez, Suárez de Figueroa Baonza, & Villazón, 2008).

usuarios basados en ontologías para el acceso a datos en portales web y se basa en ICIDH-2³ (WHO, 2001).

La ontología de ADOLENA está restringida a información sobre tecnologías asistivas. La restricción se basó en casos de uso de usuarios con discapacidades específicas que necesitan encontrar tecnologías que puedan ayudarlos. La ontología incluye las clases: **Habilidad** (*Ability*), **Dispositivo** (*Device*), **Funcionalidad** (*Functionality*) y **Discapacidad** (*Disability*).

El esquema relacional plantea que un **dispositivo** ayuda si se tiene alguna **habilidad** específica, además contribuye a superar los obstáculos de algunas **discapacidades** y cumple con ciertas **funcionalidades**. Una discapacidad afecta ciertas habilidades. También existe un conocimiento inicial sobre proveedores de servicios y de dispositivos, dispositivos que requieren tener ciertas habilidades, y personas que pueden tener adaptaciones en ciertas partes del cuerpo (Ej. Una prótesis que reemplaza cierta parte de su cuerpo). Toda **capacidad** se ve afectada por alguna discapacidad y cada discapacidad es asistida por un dispositivo.

En la **figura 2.2**, se muestra la estructura jerárquica de la ontología ADOLENA. Para el caso de estudio de esta tesis, se requiere prestar especial atención a la Clase **Ability** y sus subclases.

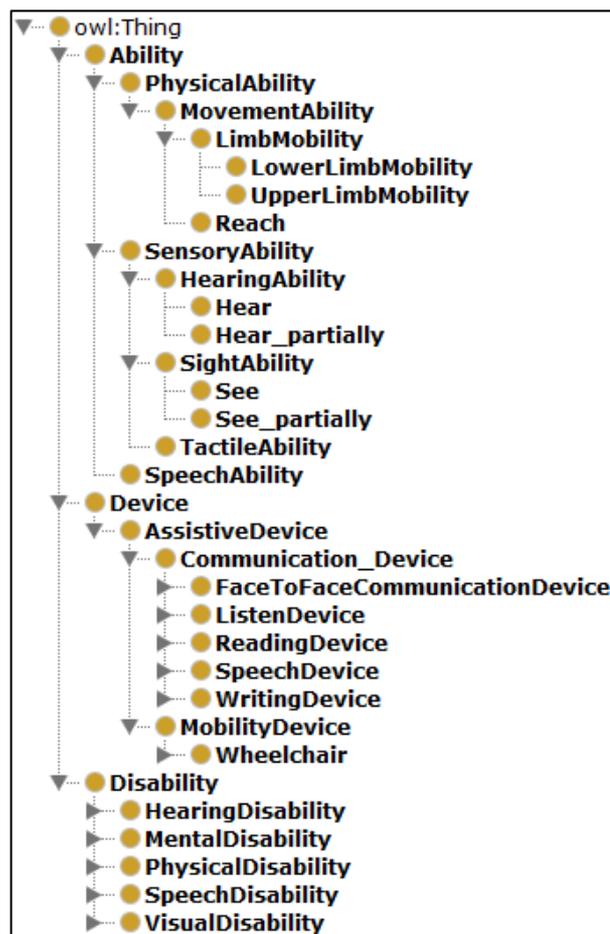


FIGURA 2.2 ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA ONTOLOGÍA ADOLENA.

FUENTE: (KEET, ALBERTS, GERBER, & CHIMAMIWA, 2008).

³ *International Classification on Functioning, Disability and Health*, es una versión anterior a ICF que provee un lenguaje estándar y unificado para la descripción de la salud y estados relacionados a la salud.

2.3.5 Ambient Intelligence System of Agents for Knowledge-based and Integrated Services for Mobility Impaired Users (ASK-IT)

ASK-IT es un proyecto europeo, cuyo objetivo es desarrollar un marco de inteligencia ambiental que respalde las necesidades de los usuarios con movilidad reducida (*Mobility Impaired - MI*), a medida que se trasladan de un lugar a otro (Kehagia & Tzouvaras, 2010). En la **figura 2.3** se muestra la estructura de la ontología de ASK-IT en forma de árbol.

El marco ASK-IT consiste en una ontología que describe las necesidades de usuarios con movilidad reducida y define servicios oportunos, así como una herramienta que facilita la integración de los servicios existentes en un marco ontológico común. Con esta herramienta, los Proveedores de Servicios (*Service Providers - SP*) existentes son capaces de registrar sus servicios en el marco de ASK-IT y facilitan su ubicación mediante el uso de consultas semánticas.

La ontología ASK-IT (Kehagia & Tzouvaras, 2010) permite definir servicios que sirvan de soporte a los usuarios con movilidad reducida, a la hora de que estos planifiquen viajes, se desplacen de una ciudad a otra o ejecuten actividades de control del hogar durante un viaje. Se enfoca en el modelo de usuarios de movilidad reducida, los agentes y servicios.

En cuanto a la estructura de la ontología ASK-IT (Kehagia & Tzouvaras, 2010), a pesar de estar enfocada en las necesidades de usuarios con movilidad reducida, para esta tesis fue analizada haciendo énfasis en la Clase Limitación (*Limitation*), que puede ser vista como un sinónimo del término disfunción tratado en secciones anteriores.

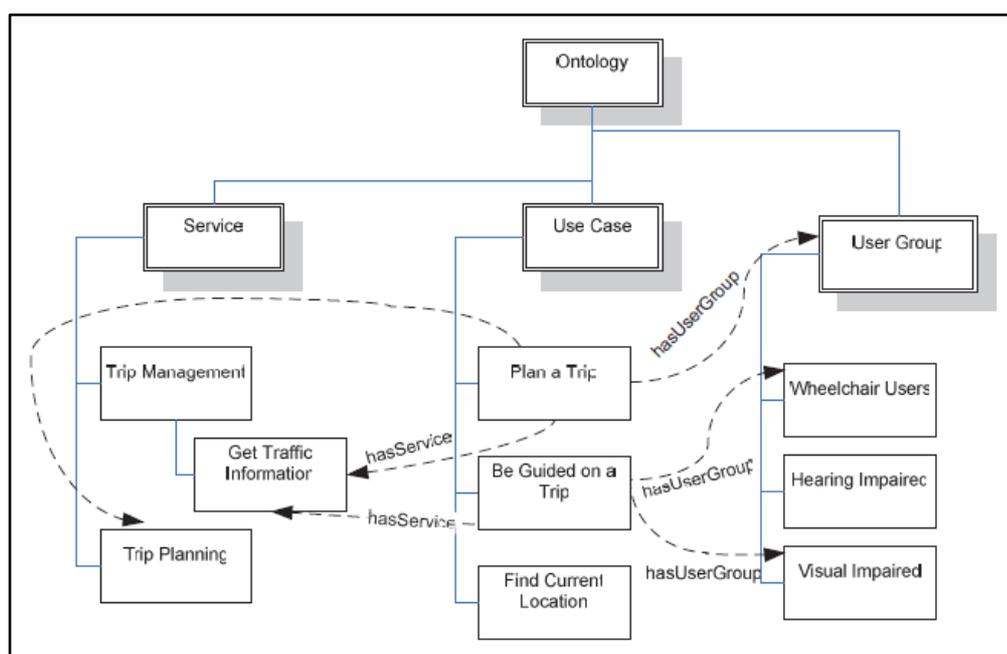


FIGURA 2.3 ESTRUCTURA DE LA ONTOLOGÍA DE ASK-IT EN FORMA DE ÁRBOL.
FUENTE: (KEHAGIA & TZOVARAS, 2010).

Las subclases de la Clase *Limitation* agrupan los tipos de limitaciones que puede tener un individuo a la hora de desenvolverse en su rutina diaria, entre ellos destacan limitaciones del tipo: cognitivo, comunicacional, auditivo, etc. Por cada tipo de limitación logran representar los distintos niveles de afectación.

2.3.6 ACCESSIBLE

El proyecto ACCESSIBLE (Tzouvaras, et al., 2009) tiene como objetivos:

1. Desarrollar un entorno para recopilar y fusionar diferentes herramientas metodológicas.
2. Comprobar la coherencia con el *ARIA*⁴ del *W3C/WAI*⁵ y otras normas o guías.
3. Permitir a organizaciones o individuos desarrolladores, diseñadores, etc. obtener productos de software de mayor accesibilidad y calidad, con medidas, tecnologías y herramientas adecuadas que mejoren su accesibilidad.

La ontología resultado del proyecto se denomina también ACCESSIBLE, es descrita por (Votis, 2011) como una ontología multicapas que provee un conjunto de estándares, definiciones para las capacidades de las herramientas propuestas por este proyecto, guías de accesibilidad para preferencias específicas y discapacidades, así como estándares de accesibilidad.

En la **figura 2.4** se muestra la arquitectura de ACCESSIBLE. En su estructura se consideran tres dimensiones (Tzouvaras, et al., 2009):

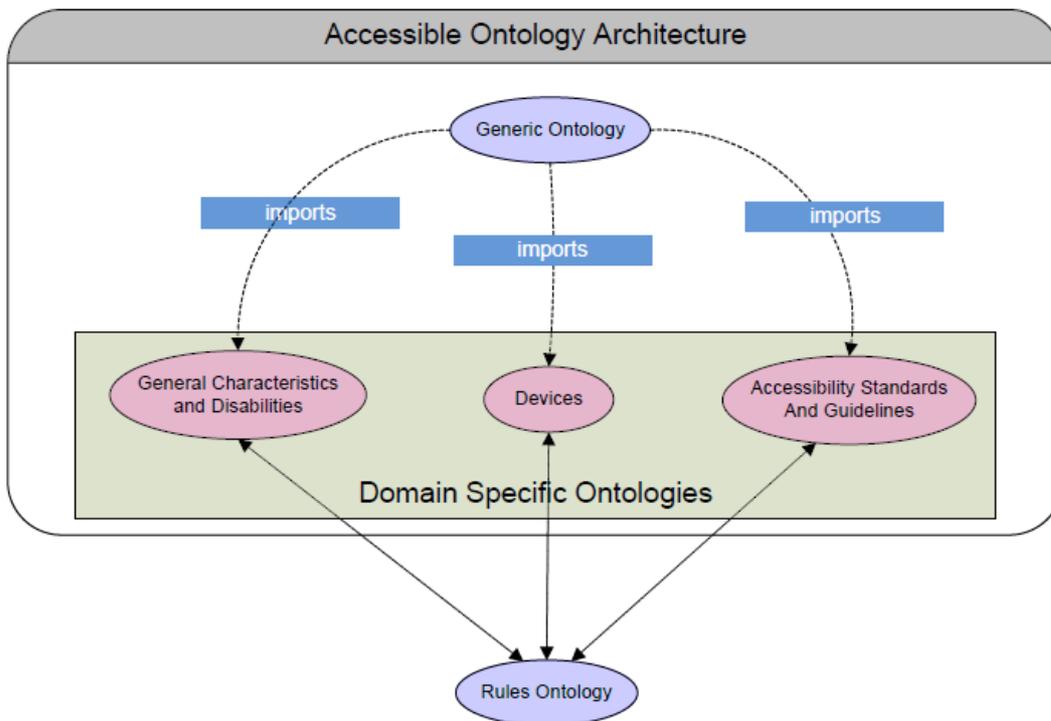


FIGURA 2.4 ARQUITECTURA DE LA ONTOLOGÍA ACCESSIBLE.
FUENTE: (TZOUVARAS, ET AL., 2009).

1. Ontología genérica

Proporciona un conjunto de meta-conceptos relacionados con la accesibilidad que son independientes de las particularidades tecnológicas. Tales conceptos incluyen la descripción de usuarios y dispositivos, así como términos más generales para describir dominios de aplicaciones de software.

2. Ontologías específicas del dominio

Especifican un conjunto de conceptos de instancia que dependen de un dominio o tecnología de aplicación particular.

3. Reglas de Ontología

Son reglas semánticas que permite la traducción de procedimientos de evaluación de accesibilidad en términos verificables que se aplican a conceptos específicos de dominio.

La ontología ACCESSIBLE se centra en: (1) El modelo de usuario de la ICF, (2) Tecnologías asistivas (dispositivos de asistencia), (3) Las pautas de la iniciativa de accesibilidad web y aplicaciones Web más accesibles para las personas con discapacidad (*WAI-ARIA*), y (4) Las pautas de accesibilidad para el Contenido Web (*WCAG2*⁶).

Dispone de un motor de reglas de inferencia⁷ que es el responsable de pasar todo el conocimiento inferido de la ontología ACCESSIBLE hacia la interfaz Web del Portal de ACCESSIBLE, en el que el usuario podrá hacer las selecciones que desee (Ej. Estándares, discapacidades, limitación funcional, etc.) según correspondan a su proceso de evaluación (Tzouvaras, et al., 2009).

El lenguaje SPARQL se utiliza para procesar las conexiones que puede soportar la interfaz Web y dar respuesta a los cientos de consultas simples por minuto. Además, especifican que en el proyecto ACCESSIBLE, la herramienta de valoración de aplicaciones está conectada a las ontologías de ACCESSIBLE con el propósito de almacenar conocimiento de estándares de accesibilidad y sus guías, discapacidades de usuarios y sus limitaciones funcionales, dispositivos de ayuda y otras informaciones.

2.3.7 AEGIS

El proyecto AEGIS (Korn, Bekiaris, & Gemou, 2009), se enfoca en los usuarios y sus necesidades como el núcleo de todos los desarrollos de [Tecnología de Información y Comunicación](#) (TIC). Además se basa en un [Diseño Centrado en el Usuario](#) (DCU) - (*User-Center Design - UCD*), con visión [holística](#). En él se identifican las necesidades de los usuarios y los modelos de interacción para varios grupos de usuarios y se especifica el soporte para accesibilidad, basado en código abierto, sobre dispositivos y aplicaciones TIC de escritorio, enriquecidas y web, y dispositivos móviles basados en Java.

La ontología AEGIS, resultado del proyecto del mismo nombre, tiene como propósito el mapeo entre los conceptos de accesibilidad de acuerdo a los distintos escenarios de **accesibilidad**

⁶ Web Content Accessibility Guidelines 2

⁷ el cual es capaz de ejecutar todas las reglas SWRL definidas en la ontología o ejecutar las consultas SPARQL

(AEGIS, 2012). Entiéndase que el mapeo provee una capa común desde donde varias ontologías pueden ser accedidas y así intercambiar información de una forma semántica.

La ontología AEGIS proporciona apoyo para la definición formal e inequívoca de los dominios de accesibilidad y para las posibles interacciones semánticas entre ellos. En la **figura 2.5** se muestra un diagrama de la arquitectura de la ontología contextual AEGIS. En ella se recogen los siguientes aspectos (Kontotasiou, et al., 2011):

1. Personales

Características de los usuarios con discapacidad, limitaciones funcionales y discapacidades.

2. Técnicos

Características técnicas de los dispositivos de E/S, características generales y funcionales de aplicaciones web, de escritorio y móviles y otras tecnologías de asistencia que deben tenerse en cuenta al describir usuarios con discapacidades y desarrollar aplicaciones de software.

3. Naturales

Acciones de los usuarios e interacciones lógicas mientras se utilizan las aplicaciones.

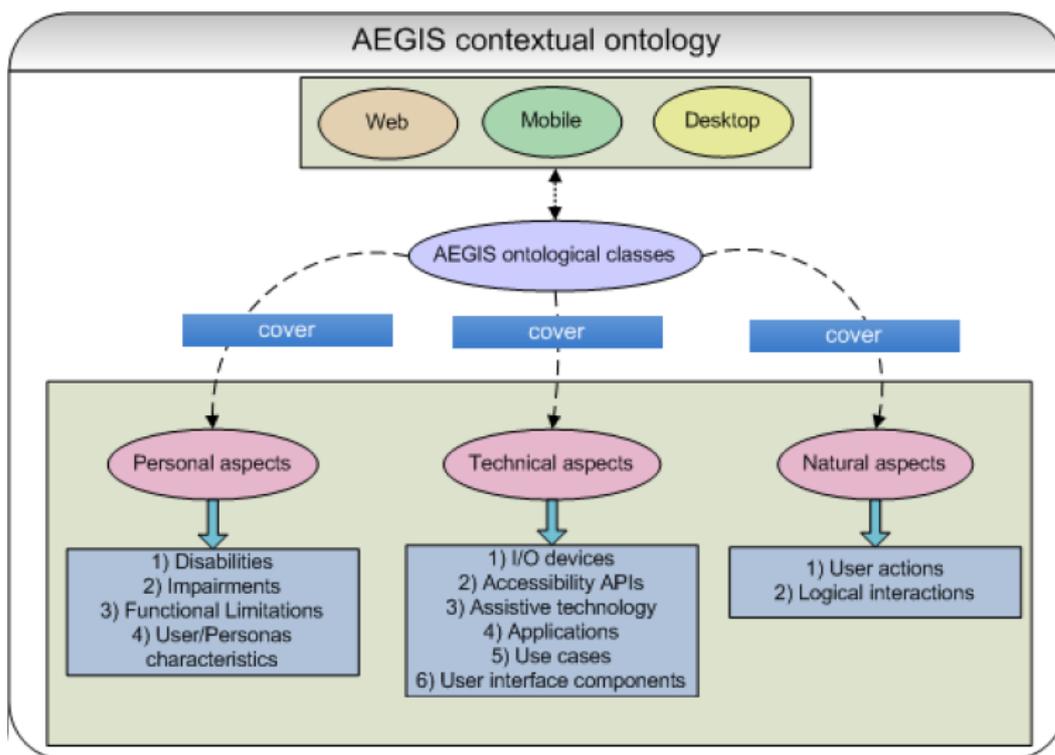


FIGURA 2.5 ARQUITECTURA DE LA ONTOLOGÍA CONTEXTUAL AEGIS.

FUENTE: (KONTOTASIOU, ET AL., 2011).

Se enfoca en el modelo de usuario de ACCESSIBLE, tecnologías asistivas (dispositivos de asistencia), las mismas pautas de ACCESSIBLE y la identificación de **Personas** que representan arquetipos hipotéticos de usuarios, que a pesar de ser imaginarios son definidos con gran rigor y precisión.

2.3.8 AEGIS/ACCESSIBLE

Las ontologías AEGIS y ACCESSIBLE se integraron en una sola ontología, siendo la última versión disponible la 5.1 (Votis, 2011). En ella, una parte de la ontología ACCESSIBLE fue importada con el propósito de cubrir los aspectos personales de AEGIS.

En vista de que no se encontró documentación actualizada de esta versión, se procedió a estudiar directamente los archivos OWL disponibles para comprender más de cerca su estructura. La arquitectura de la ontología de AEGIS/ACCESIBLE (Tzovaras, et al., 2009) se muestra en la **figura 2.6**.

2.3.9 Affinto

La ontología Affinto (Cearreta, I., 2010) (Cearreta & Garay-Vitoria, 2011) sirve para representar un modelo de contexto de interacciones afectivas persona-sistema, es de tipo extensible y permite introducir nueva información sobre interacciones. Además, posee una arquitectura global con el fin de que sirva de guía en el desarrollo de recursos afectivos que ofrezcan a los usuarios interfaces más inteligentes y naturales.

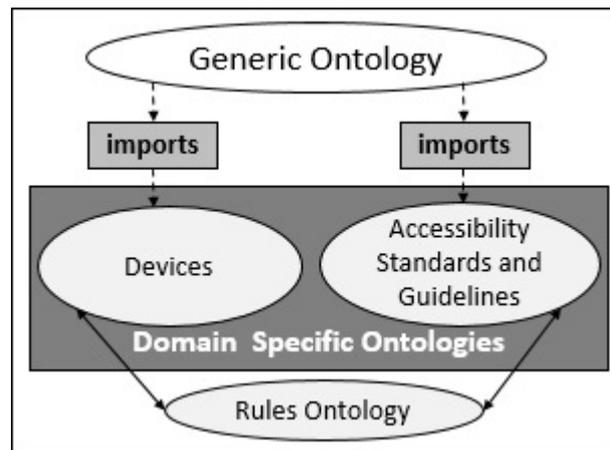


FIGURA 2.6 ARQUITECTURA DE LA ONTOLOGÍA AEGIS/ACCESSIBLE.

FUENTE: (TZOVARAS, ET AL., 2009).

Su enfoque está centrado en el modelo de usuario de acuerdo a sus capacidades físicas, cognitivas y emotivas, tecnologías asistivas (dispositivos de software) y el modelado basado en el contexto.

Affinto (Cearreta & Garay-Vitoria, 2011) introduce información sobre **interacciones afectivas persona-sistema**, considerando conceptos relativos a la **capacidad de comunicación**, la cual ayuda a ampliar nuestra visión. En este sentido, se distinguen dentro de las capacidades cognitivas los **procesos sensoriales** (auditivo, oral, kinestésico y visual) y los **procesos perceptuales** (el lenguaje y percepción del habla).

Entre una de las bondades de Affinto resalta que puede proveer información sobre el usuario y las características del dispositivo con el propósito de seleccionar los recursos multimedia más adecuados. Además puede ser aplicado en sistemas de interacción multimodal. En este caso, se

puede sugerir qué modalidad de comunicación debería utilizar el sistema para interactuar con un usuario particular.

En cuanto a la interacción afectiva, Affinto provee este tipo de información sobre las capacidades de comunicación ya que se consideró que permitiría que la interacción con el usuario fuese más natural y expresiva. Para tal fin, (Cearreta, I., 2010) propuso tomar en cuenta algunos elementos o características contextuales (tema, medio ambiente, sociocultural, tarea y contextos espacio-temporales) porque ellas pueden influenciar las necesidades de los usuarios y sus estados afectivos.

Además, en (Cearreta & Garay-Vitoria, 2011) se consideró que bajo ciertas condiciones y situaciones del ambiente era apropiado adaptar algunas características de la interfaz para generar una que fuese hecha más a la medida.

Este modelo de contexto es la base de la interacción afectiva, ya que describe los diferentes factores que son necesarios para generar y reconocer los estados afectivos del usuario. En Affinto, los nuevos conceptos relacionados con el nivel de capacidad de comunicación del usuario y el sistema son (Cearreta & Garay-Vitoria, 2011):

1. Procesos sensoriales del usuario

Procesos auditivos, orales, kinestésicos y visuales (Cañas & Waerns, 2001). Ver **figura 2.7.A.**

2. Procesos perceptuales del usuario

Lenguaje y percepción del habla (Elman & McClelland, 1984). Ver **figura 2.7.A.**

3. Conceptos relacionados con la extracción-composición del sistema

Extracción de audio, entrada de teclado-mouse, síntesis de voz y procesos de extracción de video. Ver **figura 2.7.B.**

4. Conceptos relacionados con la interpretación-respuesta del sistema

Analizador de audio, procesamiento de video y sistema de diálogo. Ver **figura 2.7.B.**

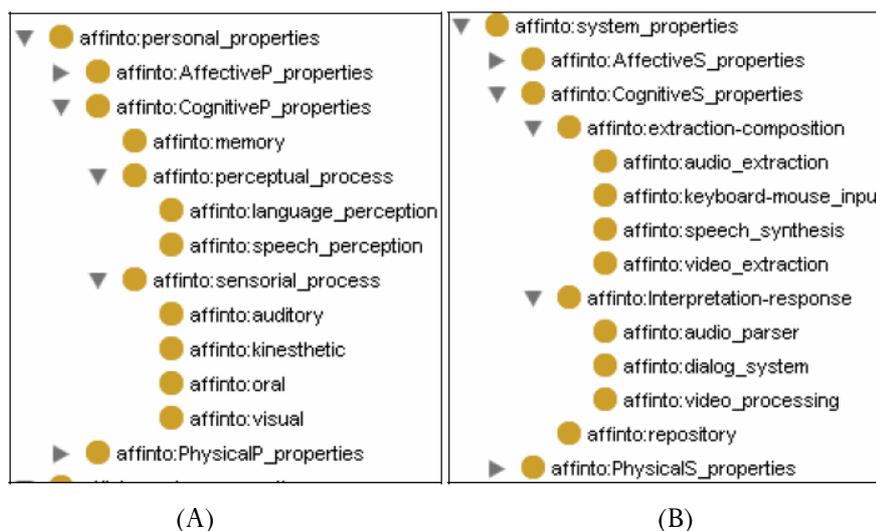


FIGURA 2.7 (A) CONCEPTOS SOBRE PROCESOS SENSORIALES Y PERCEPTUALES DEL USUARIO (B) CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA EXTRACCIÓN-COMPOSICIÓN Y LA INTERPRETACIÓN-RESPUESTA DEL SISTEMA. FUENTE: (CEARRETA & GARAY-VITORIA, 2011).

2.3.10 Egonto

Egoki es un generador automático de interfaces de usuario accesibles, diseñado para permitir que las personas con discapacidad puedan tener ayuda para acceder a servicios ubicuos. El sistema Egoki incluye diversos modelos para la caracterización de usuarios, dispositivos y tipos de adaptaciones, y reglas de razonamiento.

La ontología Egonto (Gamecho, et al., 2015) es utilizada por el módulo de la base de conocimiento del sistema Egoki para almacenar, actualizar y mantener los modelos sobre habilidades de los usuarios, las características de los dispositivos de acceso y las adaptaciones de la interfaz.

Su enfoque se centra en el modelo de usuario de acuerdo a sus capacidades físicas, cognitivas, sensoriales y emotivas, caracterizando las tecnologías asistivas (hardware y software) y el modelo de adaptación para ofrecer a cada usuario lo requerido. Por lo tanto, se pueden seleccionar los recursos apropiados para generar una interfaz personalizada para el usuario.

En la ontología de Egonto, resulta de interés para esta tesis la clase de **Habilidades Comunicativas del Usuario** (*User_communicative_ability*) en la que se incluyen como subclases cuatro habilidades generales de interacción y varias específicas, entre las que destacan (Gamecho, et al., 2015):

1. Cognitivo

Habilidades involucradas en la comunicación humana y en la interacción con dispositivos tecnológicos, tales como: atención, concentración, formación de conceptos, procesamiento del lenguaje, aprendizaje, memoria y percepción (Lu & Doshier, 2007).

2. Físico

La movilidad y el habla se modelaron como habilidades físicas del usuario que influyen en la interacción con las IU. En cuanto a la movilidad, se incluyeron conceptos como el área motora del cerebro, la precisión, la fuerza y la sensación táctil (Masuwa-Morgan, 2008). En el caso del habla, se agregó información de contexto sobre articulación de sonido y funciones de voz.

3. Sensorial

Se incluyeron los sentidos de la vista, el oído y el tacto humano porque están directamente relacionados con las habilidades de interacción (Zhang, Carey, & Te'eni, 2007).

4. Afectivo:

tanto la transmisión como la interpretación de las emociones son una parte clave de la comunicación humana. Por ejemplo, las personas que tienen trastornos afectivos, como el síndrome de Asperger, suelen tener problemas de comunicación, tanto verbales como no verbales (Cañas & Waerns, 2001). La capacidad de interacción afectiva solo se considera en la representación del modelo de usuario, no en la aplicación de las adaptaciones.

En estas subclases se encuentra información que complementa la categorización de **capacidades** que se desean desarrollar en esta tesis. Además, se encuentran sinónimos con respecto a las otras

ontologías seleccionadas, por citar solo el nivel jerárquico más alto como ejemplo, se tiene *UserCommunicativeAbility: Affective, Cognitive, Physic*. Además, se aprecia cómo se crean perfiles de usuario, definiendo inicialmente por cada subclase de Capacidad las distintas instancias para representar cada posible variación de ésta. Ejemplo: la capacidad sensorial, subclase Visión, tiene las instancias: visual_user_001 (visión alta), visual_user_002 (visión baja), y así sucesivamente.

Así, cada perfil de usuario se va conformando con cada capacidad que tenga y se le asocia la instancia que represente el valor para cada capacidad.

Para finalizar esta sección de recursos de conocimiento, en la **tabla 2.2** se muestra una lista donde se resumen los recursos ontológicos seleccionados, el año de formalización de su creación, el o los enfoques que se emplearon en su diseño y finalmente el aporte valorado para su selección. Parte de la información referente a los enfoques se complementó con la investigación de (Elias, Lohmann, & Auer, 2016).

TABLA 2.2 LISTA DE RECURSOS ONTOLÓGICOS SELECCIONADOS.

Nombre Ontología	Enfoque			Aporte Valorado
	Modelo de usuario	Tecnología Asistiva	Otros	
International Classification of Functioning, disability and health ICF (2001)	-Construido para el standard ICF	-	-	Modelo biopsicosocial de uso internacional
User Impairment (2007)	-Taxonomía	-	Adaptación de interfaz	Concepto de Capacidad (<i>Capability</i>) en el modelado de disfunciones
ADOLENA (2008)	-Basado en ICF	Funcionalidad del Dispositivo	-	Estructura jerárquica del concepto de Capacidad (<i>Ability</i>)
ASK-IT (2008)	-Movilidad reducida	Dispositivo de asistencia	Agentes y servicios	Estructura jerárquica del concepto de limitaciones (<i>Limitation</i>)
ACCESSIBLE (2009)	Basado en ICF	Dispositivo de asistencia	WAI-ARIA WCAG2	Modelo de usuario de ICF y tecnologías asistivas
AEGIS (2009)	-Ontología ACCESSIBLE	Dispositivo de asistencia	WAI-ARIA WCAG2	Modelado de Aspectos Personales (proyecto Personas) y técnicos
Affinto (2011)	-Físico -Cognitivo -Emocional	Dispositivos de software	Modelo del contexto	Procesos sensoriales y perceptuales
AEGIS/ ACCESSIBLE (2013)	-ICF -Ontología ACCESSIBLE	Dispositivo de asistencia	WAI-ARIA WCAG2	Última versión (5.1) disponible (owl), integración 2 ontologías relevantes
Egonto (2015)	-Cognitivo -Físico -Sensorial -Afectivo	Hardware y Software	Modelo de adaptación	Clase de Capacidades Comunicativas del Usuario (<i>user_communicative_ability</i>)

2.4 Fundamentos del Diseño Centrado en Actividad

Una vez que se han descrito las ontologías relacionadas con el dominio de la accesibilidad, vamos a entrar en los fundamentos del Diseño Centrado en Actividad (*Activity-Centered Design - ACD*).

En esta tesis se seleccionó el ACD por las ventajas que ofrece en cuanto al diseño de herramientas más eficaces. Al respecto, (Norman, 2005) afirma que al tener un conocimiento minucioso de las actividades que se ejecutarán en una herramienta o artefacto que se diseñe, se puede garantizar que éstas tengan un mejor desempeño. Así mismo, asevera que los diseñadores requieren enfocarse más en las actividades en las que participan los usuarios y las tareas asociadas, para lograr diseñar mejores herramientas.

Se cree que parte de las debilidades en el diseño de interacción hombre-computador provienen de una comprensión superficial de las necesidades de las actividades que deben ser soportadas. Es así como el ACD se muestra como una buena opción que puede reforzar un mejor diseño de interacción en contextos específicos.

Entonces, para dar respuesta al problema de esta investigación, se plantea complementar el modelado de la accesibilidad a través de perfiles de usuario, con el ACD y así contribuir en el diseño de mejores herramientas, en donde prevalezcan las capacidades de los usuarios antes que sus discapacidades. Para profundizar en un contexto específico, como un caso de aplicación, se desarrolla en el capítulo 3, el dominio del CRM.

El ACD requiere una comprensión profunda de las personas, de la tecnología, de las herramientas y de las razones de ejecución de las actividades (Norman, 2005). En tal sentido, podría decirse que la accesibilidad es el complemento que permite reforzar en el ACD el entendimiento del individuo y su diversidad funcional, y el ACD brinda la posibilidad de que la accesibilidad pueda llevar al diseño de herramientas enfocadas en contextos específicos. Por lo tanto la accesibilidad y el ACD se complementan mutuamente.

Para la mejor comprensión del ACD, en esta sección se describirán los siguientes aspectos: Actividad humana, Actividades de la Vida Diaria, Teoría de la Actividad, y Diseño Centrado en Actividad.

2.4.1 Actividad Humana

Distintos trabajos se han realizado a lo largo del tiempo para abordar el estudio de la actividad humana (Mayor, 1985). Entre esos intentos resaltan la psicología soviética, que entiende que uno de los objetivos de la psicología recae en el estudio de la estructura de la actividad humana. Los trabajos más importantes son los realizados por Vygostky y Leontiev, como veremos a continuación.

La escuela socio-histórica plantea el estudio del desarrollo intelectual y establece que la cultura⁸ representa el medio que favorece el desarrollo de una persona. Cuando las herramientas

⁸ se refiere a todos los instrumentos, herramientas o productos de una cultura que han ido acumulándose a lo largo del tiempo como útiles para la funcionalidad del ser humano. La cultura así entendida

culturales convencionales no son suficientes o útiles se debe llevar a cabo una **mediación**, que consiste en proporcionar los medios culturales necesarios (Vygostky, 1964). Así, se entiende la actividad humana como producto de la interacción de, al menos, tres elementos: el sujeto, el entorno y la actividad o tarea en sí misma (Romero-Ayuso, 2007).

Por otra parte, se tiene la Teoría de la Actividad de Leontiev (Leontiev, 1989), en donde se entiende la actividad como un enlace intermedio entre dos polos: el sujeto y el objeto. La función real de la actividad es orientar al sujeto en el mundo de los objetos, además de ser un sistema que tiene su propia estructura, transformaciones internas y desarrollo. La teoría de la actividad será desarrollada con mayor detalle en la siguiente sección.

Desde la **psicología cognitiva** existe una lectura particular de la actividad humana, donde al menos se pueden identificar tres enfoques diferentes para el estudio de la actividad (Romero-Ayuso, 2007):

1. Los modelos de arriba abajo (*top down*)

Que son una aproximación dedicada al estudio de los *procesos psicológicos subyacentes* a la actividad.

2. Los modelos de abajo a arriba (*bottom up*)

Que proponen que son los objetos y el contexto de ejecución los que activan distintos procesos cognitivos, como la percepción visual o auditiva, la memoria semántica, la memoria procedimental y el sistema motor, lo que finalmente conducirá a una respuesta, que deseablemente permita el uso correcto de los objetos y contexto.

3. Las arquitecturas cognitivas

Como las propuestas por (Newell, A., 1990) y (Anderson, J.R., 1983) (Anderson, J.R., 1990). Éstas permiten conocer los **mecanismos** que sustentan gran cantidad de conductas humanas. Se suelen basar en la idea central de **regla de producción**⁹ de (Newell, A.; Simon, H. A., 1972).

2.4.2 Actividades de la Vida Diaria (AVD)

Las actividades de la vida diaria se corresponden con conductas rutinarias, esperables y, a veces, responden a las responsabilidades personales en función de los distintos roles. Son comunes a las distintas culturas y tiempos, y tienen que ver con la supervivencia y el mantenimiento personal (Romero-Ayuso, 2007). Las actividades de la vida diaria se corresponden con conductas rutinarias, esperables y, a veces, responden a las responsabilidades personales en función de los distintos roles.

Las AVD se pueden clasificar según el grado de complejidad cognitiva, pudiendo ser básicas o instrumentales (Romero-Ayuso, 2007):

proporciona las condiciones de posibilidad para actuar y, en último término, realizar actividades (Romero-Ayuso, 2007).

⁹ es una estructura de conocimiento que consta de dos partes diferenciadas: una condición, que puede ser externa o interna al sistema, y una acción, que puede ser una respuesta motora o una operación mental. Suelen tomar la forma “SI condición ENTONCES acción”.

1. Las AVD básicas

Se caracterizan por ser universales, relacionadas a la supervivencia, condición humana y necesidades básicas, y suponen un mínimo de esfuerzo cognitivo.

2. Las AVD instrumentales

Están ligadas al entorno, suelen ser un medio para obtener o realizar otra acción, suponen una mayor complejidad cognitiva y motriz e implican la interacción con el medio, tales como utilizar distintos sistemas de comunicación, escribir, hablar por teléfono, movilidad comunitaria (conducir, uso de medios de transporte) y realización de compras, entre otras.

2.4.3 Teoría de la Actividad

La Teoría de la Actividad (*Activity Theory – AT*), de ahora en adelante referenciada como AT, fue propuesta por (Leontiev, 1989). En ella es posible diferenciar la actividad humana en tres niveles: *actividad*, *acciones* y *operaciones*. En la **figura 2.8** se muestra cómo se interrelacionan estos tres niveles.

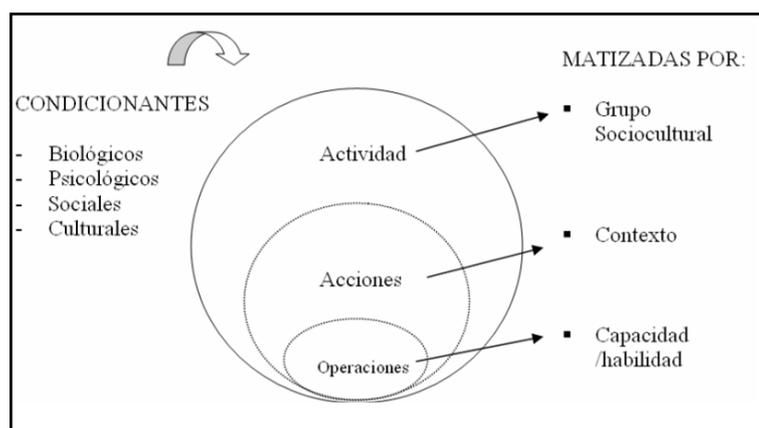


FIGURA 2.8 TEORÍA DE LA ACTIVIDAD.
FUENTE: (LEONTIEV, 1989).

A continuación se definen cada uno de los niveles:

1. Actividad

Es entendida como una concretización individual, que tiene un origen social y es útil para la satisfacción de necesidades (Leontiev, 1989). La actividad consiste en colecciones de acciones dirigidas hacia objetivos que contribuyen o están relacionados con el propósito de la actividad. La actividad es en su origen social y, por tanto está cargada culturalmente de valores, dirigida a un fin, teleológica y motivada para conseguir una determinada meta (Romero-Ayuso, 2007). Por su parte, (Li, Y; Landay, J, 2008) definen actividad como el proceso de transformación a largo plazo de un objeto orientado por un motivo.

2. Acciones

Están en un nivel jerárquico inferior al de la actividad y superior al de las operaciones. La acción se diferencia de la actividad por dirigirse al logro de una meta concreta (Romero-

Ayuso, 2007). Habitualmente una actividad puede incluir distintas acciones, del mismo modo que se pueden diferenciar distintas operaciones en una misma acción.

3. Operaciones

Son las unidades de más bajo nivel en que se pueden descomponer las acciones. La operación es definida como lo que un sujeto concreto hace con unos instrumentos concretos en una situación concreta (Rosa, Huertas, & Blanco, 1996).

En la **figura 2.7** se observa además, que las acciones se llevan a cabo en un lugar y se desarrollan en un contexto específico. El contexto puede permitir la realización de actividades garantizando las condiciones necesarias, así como también puede limitar su ejecución o rendimiento. Afirma (Romero-Ayuso, 2007) que estos conceptos y modelo representan un mapa reflexivo de la propuesta sobre la discapacidad y autonomía propuestas en la clasificación ICF.

Las actividades están orientadas por un **motivo o propósito**, las acciones se enfocan en el logro de **metas** y las operaciones se ejecutan considerando las **condiciones instrumentales** que se presenten para el logro de las metas (Engeström, Y; Miettinen, R; Punamäki, R, 1999).

Afirma (Constantine, 2009) que la AT puede ser descrita como una filosofía ideal de análisis y diseño, ya que enfatiza la comprensión del contexto más amplio de las actividades. Así mismo, señala que el gran potencial de ésta teoría es que proporciona una forma organizada y coherente para investigar, describir y comprender la actividad en estudio.

El uso de la AT ha influenciado a muchos investigadores y profesionales. Sin embargo, entre sus desventajas destaca (Constantine, 2009) que es difícil rastrear dónde o cómo los resultados han sido realmente moldeados por esta teoría, por lo que la considera más bien como un marco conceptual conformado por una colección de conceptos y categorías, ideales para estudiar y comprender la actividad y la naturaleza de la actividad humana.

2.4.4 Diseño Centrado en Actividad

La Actividad es considerada uno de los conceptos principales en la investigación de la Interacción Hombre-Computador (*Human-Computer Interaction - HCI*) y también representa un reto para el diseño de la interacción.

El Diseño Centrado en la Actividad (*Activity Centered Design - ACD*) trabaja con base en un profundo conocimiento de las actividades que se ejecutarán con el artefacto que se diseña, garantizando así su buen desempeño (Norman, 2005).

El ACD se ha mostrado prometedor al alentar a los diseñadores a centrarse en la evolución de las actividades humanas de alto nivel y al ofrecer una visión centrada en la actividad de la interacción persona-computadora (Li, Y; Landay, J, 2008) (Norman, 2005) (Bodker, 1998) (Gay, G; Hembrooke, H, 2004) (Kaptelinin, V; Nardi, B A, 2006).

Los autores (Li, Y; Landay, J, 2008) indican que el ACD utiliza actividades a largo plazo y de alto nivel de complejidad, para el análisis y diseño de una jerarquía de tareas más simples (acciones y operaciones dentro de acciones) que han sido el centro de atención de los enfoques tradicionales. Además, los mismos autores explican que esto permite tener un mayor detalle del

contexto cotidiano, lo cual puede incorporarse sistemáticamente en los diseños y además promete obtener mejores resultados al orientar los diseños hacia las necesidades humanas.

Existen ventajas en ACD frente al Diseño Centrado en Humanos (*Human-Centered Design – HCD*). Al respecto, (Norman, 2005) afirma que HCD presta demasiada atención a los usuarios humanos, desestimando que un individuo es un objetivo que evoluciona en el tiempo. A medida que los individuos adquieren competencias en el uso de un producto necesitan interfaces diferentes a las que requerían cuando eran principiantes. Por el contrario, en ACD para diseñar mejores herramientas o artefactos, los diseñadores necesitan enfocarse más en las actividades en las que participan los usuarios y las tareas que buscan realizar dentro de esas actividades.

Además, Norman afirma que la mentalidad del diseñador en ACD es importante. Se debe entender que las actividades, después de todo, son actividades humanas y que reflejan el posible rango de acciones y de condiciones bajo las cuales las personas son capaces de desempeñar sus funciones.

2.5 Conclusiones

El dominio de la Accesibilidad enlaza los requerimientos que se deben satisfacer con el propósito de garantizar el acceso a la información a todos los individuos, teniendo presente la diversidad funcional como algo cotidiano. En este dominio se identifican las barreras que pueden impedir la participación activa de todo individuo en una sociedad basada en el conocimiento y sustentada en el uso de las TIC. La accesibilidad puede ser vista como un factor clave que fomenta la e-inclusión.

Para caracterizar la accesibilidad se han propuesto diversos recursos de conocimiento tanto ontológicos y como no ontológicos en dicho dominio, lo cual da soporte en un diseño de software más accesible.

En este capítulo se han seleccionado las propuestas de estudios más relevantes para la presente tesis, tales como: ICF, Clasificación basada en ICF para el modelado de la interacción hombre-computador, *User Impairment Ontology*, ADOLENA, ASK-IT, ACCESSIBLE, AEGIS, AEGIS/ACCESSIBLE, Affinto y Egonto. Una vez analizados éstos se puede concluir que: 1) En cuanto al modelado de usuario, en la mayoría de los estudios se le da preponderancia a la clasificación ICF para el ámbito de las discapacidades y se aprecia cómo se complementan las capacidades con los aspectos físicos, cognitivos, emocional (afectivo) y sensorial. Una de las propuestas de gran valor es el proyecto AEGIS Personas, al aportar las instancias que reflejan arquetipos hipotéticos de usuarios con discapacidades. 2) En cuanto a las tecnologías asistivas, resultan interesantes las perspectivas abordadas referentes a dispositivos de asistencia tanto hardware como software, la funcionalidad de estos y la clasificación de las capacidades del usuario tomando como eje central sus interacciones con las TIC.

En los estudios relacionados con la Interacción Hombre-Computador se han aplicado distintos marcos conceptuales y de trabajo para favorecer el diseño de una interacción más eficaz. La actividad humana se considera como un concepto clave en el desarrollo de software más accesible y propone retos para el diseño de una interacción donde se garantice la accesibilidad.

El Diseño Centrado en Actividad ofrece una visión centrada en la actividad presente durante la interacción persona-computador y se apoya en el marco conceptual ofrecido por la Teoría de la Actividad para profundizar en la comprensión de las actividades humanas. Ésta teoría representa una forma organizada y coherente para investigar, describir y comprender el contexto más amplio de las actividades. Para esta tesis, las ventajas de Diseño Centrado en Actividad son vistas como favorables para la incorporación de aspectos estructurales en una ontología que contribuya en el diseño de software más accesible en contextos más específicos.

2.6 Referencias

- 1- AEGIS. (2012). *Open Accessibility Everywhere: Groundwork, Infrastructure, Standards. AEGIS Ontology*. (AEGIS is an Integrated Project (IP) within the ICT programme of FP7) Recuperado el 10 de January de 2013, de http://www.aegis-project.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=107&Itemid=65
- 2- Anderson, J.R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 3- Anderson, J.R. (1990). *The adaptive character of thought*. Hillsdale. NJ: Erlbaum.
- 4- Billi, M., Burzagli, L., Emilian, P., Gabbanini, F., & Graziani, P. (2006). A classification, based on ICF, for modelling human computer interaction. *Miesenberger K., Klaus J., Zagler W.L., Karshmer A.I. (eds) Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2006. Lecture Notes in Computer Science*. Linz, Austria: Springer, Berlin, Heidelberg.
- 5- Bodker, S. (1998). Through the interface: A human activity approach to user interface design. *Human-Computer Interaction*, 4(3), 171-195.
- 6- Cañas, J., & Waerns, Y. (2001). *Ergonomía Cognitiva. Aspectos Psicológicos de la Interacción de las Personas con la Tecnología de la Información*. Madrid: Médica Panamericana.
- 7- Cearreta, I. (2010). Affinto: Ontología para la definición y creación de sistemas de interacciones afectivas sensibles al contexto. Donostia, Gipuzkoa, España: Universidad de País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea.
- 8- Cearreta, I., & Garay-Vitoria, N. (2011). Toward adapting interactions by considering user emotions and capabilities. *Human-Computer Interaction. Towards Mobile and Intelligent Interaction Environments. 14th International Conference, HCI International*, (págs. 525-534). Orlando, USA.
- 9- Constantine, L. (2009).) Human Activity Modeling: Toward A Pragmatic Integration of Activity Theory and Usage-Centered Design. En *Human-Computer Interaction Series* (págs. 27-51). London: Springer.
- 10- eEurope Advisory Group - WG2. (2005). *e-Inclusion: New challenges and policy recommendations*. European Commission.
- 11- Elias, M., Lohmann, S., & Auer, S. (2016). Fostering Accessibility of OpenCourseWare with Semantic Technologies – A Literature Review. En K. P. Ngonga A. C. (Ed.), *7th International Conference on Knowledge Engineering and Semantic Web (KESW). Communications in Computer and Information Science Book Series. 649*, págs. 241-256. Prague, Czech Republic: Springer, Cham.
- 12- Elman, J., & McClelland, J. (1984). Speech perception as a cognitive process: The interactive activation model. (Elsevier, Ed.) *Speech and Language*, 10, 337-374.
- 13- Engeström, Y; Miettinen, R; Punamäki, R. (1999). *Perspectives on Activity Theory*. London: Cambridge University Press.

- 14- Gamecho, B., Min, R., Aizpurua, A., Cearreta, I., Arrue, M., Garay-Vitoria, N., & Abascal, J. (2015). Automatic generation of tailored accessible user interfaces for ubiquitous services. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 45(5), 612-623.
- 15- Gay, G; Hembrooke, H. (2004). *Activity-Centered Design: An Ecological Approach to Designing Smart Tools and Usable Systems*. MIT Press.
- 16- Gómez Pérez, A., Suárez de Figueroa Baonza, M., & Villazón, B. (2008). *NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Ontology Specification*. NeOn Integrated Project EU-IST-027595.
- 17- Information Resources Management Association - IRMA. (2013). *Assistive Technologies: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. PA, USA: IGI Publishing Hershey.
- 18- Kaptelinin, V; Nardi, B A. (2006). *Acting with Technology: Activity Theory and Interaction Design*. MIT Press.
- 19- Karim, S., & Tjoa, A. (2007). Connecting user interfaces and user impairments for semantically optimized information flow in hospital information systems. *Journal of Universal Computer Science: Proceedings of I-MEDIA*, (págs. 372-379). Austria.
- 20- Keet, C., Alberts, R., Gerber, A., & Chimamiwa, G. (2008). Enhancing Web Portals with Ontology-Based Data Access: The Case Study of South Africa's Accessibility Portal for People with Disabilities. *Fifth International Workshop OWL: Experiences and Directions (OWLED)*. Karlsruhe, Germany.
- 21- Kehagia, D., & Tzovaras, D. (2010). An ontology-based framework for web service integration and delivery to mobility impaired users. *Third World Summit on the Knowledge Society (WSKS). Knowledge Management, Information Systems, E-Learning, and Sustainability Research* (págs. 555-563). Corfu, Greece: Springer, Heidelberg.
- 22- Kontotasiou, D., Drosou, A., Darlagiannis, V., Giatsoglou, M., Kastori, G.-E., Giakoumis, D., . . . Kostas, K. (2011, 05 10). *AEGIS Outcomes. Public Deliverables. Common AEGIS context awareness ontologies, security, privacy, QoS and interoperability guidelines*. Retrieved November 2014, from http://www.aegis-project.eu/images/docs/AEGIS_D1.2.2_final.pdf
- 23- Korn, P., Bekiaris, E., & Gemou, M. (2009). Towards Open Access Accessibility Everywhere: The AEGIS Concept. In C. Stephanidis (Ed.), *5th International Conference Universal Access in Human-Computer Interaction (UAHCI).Addressing Diversity* (pp. 535-543). San Diego, CA, USA: Springer.
- 24- Leontiev, A. (1989). The problem of activity in the history of Soviet Psychology. *Soviet Psychology*, 27(1), 22-39.
- 25- Li, Y; Landay, J. (2008). Activity-Based Prototyping of Ubicomp Applications for Long-Lived, Everyday Human Activities. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (págs. 1303-1312). Florence, Italy: ACM.
- 26- Lu, Z.-L., & Doshier, B. (2007). *Cognitive psychology* (Vol. 2). Scholarpedia.

- 27- Masuwa-Morgan, K. (2008). Introducing AccessOnto: Ontology for accessibility. En I. C. Society (Ed.), *First International Workshop on Ontologies in Interactive Systems*, (págs. 33-38). Liverpool, U.K.
- 28- Mayor, J. (1985). *Actividad humana y procesos cognitivos*. Madrid: Alhambra.
- 29- Newell, A. (1990). *Unified theories of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 30- Newell, A.; Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- 31- Norman, D. (2005). Human-centered design considered harmful. *Interactions*, 14-19.
- 32- OMS. (2011). Informe mundial sobre la discapacidad. Ginebra, Suiza: OMS.
- 33- Romero-Ayuso, D. M. (2007). Actividades de la vida diaria. *Anales de Psicología*, 23(2), 264-271.
- 34- Rosa, A., Huertas, J., & Blanco, F. (1996). *Metodología para la historia de la psicología*. Madrid: Alianza.
- 35- Stephanidis, C; Akoumianakis, D; Sfyarakis, M; Paramythis, A. (1998). Universal accessibility in HCI: Process-oriented design guidelines and tool requirements. In *Proceedings of the 4th ERCIM Workshop on User Interfaces for all*. Stockholm, Sweden.
- 36- Tzovaras, D., Votis, K., Kaklanis, N., Oikonomou, T., Kastori, M., Lopes, R., . . . Korn, P. (2009, September). *ACCESSIBLE EC Project. D 3.3a – ACCESSIBLE system architecture specification (beta)*. Retrieved December 2014, from http://www.accessible-eu.org/documents/ACCESSIBLE_D3.3a.pdf
- 37- Votis, K. (2011). ACCESSIBLE & AEGIS ontologies. *European Thematic Network on Assistive Information Technology (ETNA) - Workshop*. Copenhagen.
- 38- Vygostky, L. S. (1964). *Vygostky, L. S. (1964). Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade. Weiner, N. (1948). *Cybernetic*. Nueva York: Wiley. Buenos Aires: La Pléyade.
- 39- WHO. (2001). *Clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud - CIF. Versión abreviada*. Geneva, Switzerland: WHO Press. Obtenido de <http://www.who.int/classifications/icf/icfbeginnersguide.pdf?ua=1>
- 40- WHO. (2001). *International Classification of Functioning, Disability and Health IDH-2*. Geneva, Switzerland: WHO Press. Obtenido de <https://unstats.un.org/unsd/disability/pdfs/ac.81-b4.pdf>
- 41- WHO. (2007). *The International Classification of Functioning, Disability and Health*. Geneva, Switzerland: WHO Press.
- 42- WHO. (2007). *The International Classification of Functioning, Disability and Health: Children and Youth version (ICF-CY)*. Geneva, Switzerland: WHO Press.
- 43- Zhang, P., Carey, J., & Te'eni, D. (2007). *Human-Computer Interaction: Developing Effective Organizational Information Systems*. New Jersey, USA: Wiley.

3

*Gestión de la Relación con el
Cliente*

Índice Capítulo 3: Gestión de la Relación con el Cliente

3.1 INTRODUCCIÓN	79
3.2 EVOLUCIÓN, DEFINICIÓN Y SUBSISTEMAS DEL CRM	79
3.2.1 <i>SUBSISTEMAS DEL CRM</i>	80
<i>CRM OPERACIONAL</i>	80
<i>CRM ANALÍTICO</i>	80
<i>CRM COLABORATIVO</i>	81
3.3 E-CRM	81
3.4 SOFTWARE CRM	82
3.5 SATISFACCIÓN DEL CLIENTE Y LA USABILIDAD	83
3.6 EL CICLO DE COMPRAS DE UNA EMPRESA	85
3.7 EL CICLO DE RELACIÓN CON EL CLIENTE	85
3.7.1 <i>FASES</i>	89
<i>PRIMERA FASE – RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</i>	89
<i>SEGUNDA FASE – CONTACTO CON EL PROVEEDOR</i>	89
<i>TERCERA FASE – REVISIÓN DE ANTECEDENTES</i>	89
<i>CUARTA FASE - NEGOCIACIÓN</i>	90
<i>QUINTA FASE – EJECUCIÓN DE LA COMPRA</i>	90
<i>SEXTA FASE – CONSUMO, MANTENIMIENTO Y ENAJENACIÓN</i>	90
<i>SÉPTIMA FASE – RENOVACIÓN</i>	91
3.8 ONTOLOGÍAS EN EL DOMINIO DEL CRM	91
3.8.1 <i>ONTOLOGÍA DEL CLIENTE EN EL MARCO DE CRM</i>	91
3.8.2 <i>ONTOLOGÍA DE CRM DIRIGIDA POR EMPLEADOS (EMPLOYEE-DRIVEN)</i>	92
3.8.3 <i>ONTOLOGÍA O-CREAM</i>	93
3.9 ONTOLOGÍAS PARA EL MODELADO DEL NEGOCIO	94
3.10 LA ONTOLOGÍA DEL MODELO DE NEGOCIO (<i>BUSINESS MODEL ONTOLOGY – BMO</i>)	96
3.11 CICLO DE COMPRA DEL CLIENTE	100
3.11.1 <i>FASES</i>	100
<i>CONOCIMIENTO (AWARENESS)</i>	100
<i>EVALUACIÓN (EVALUATION)</i>	100
<i>COMPRA (PURCHASE)</i>	101
<i>POST VENTA (AFTER SALE)</i>	101
3.11.2 <i>ESTRATEGIA DEL CANAL DE DISTRIBUCIÓN</i>	102
3.12 CONCLUSIONES	103
3.13 REFERENCIAS	104

CAPÍTULO 3

GESTIÓN DE LA RELACIÓN CON EL CLIENTE

3.1 Introducción

La Gestión de Relación con el Cliente (*Customer Relationship Management – CRM*), surgió como estrategia de apoyo a las empresas en su enfoque hacia la atención de sus clientes. Esta estrategia representa una alternativa para que una empresa logre ser más eficiente que sus competidores, y así pueda alinear sus productos y servicios hacia la satisfacción de las necesidades de sus clientes.

Diversas aplicaciones de software han surgido para apoyar a las empresas en la implementación de esta estrategia. Además, distintos estudios se han llevado a cabo para garantizar que el diseño y desarrollo de estas **aplicaciones CRM** ofrezcan una solución más eficaz.

En este capítulo se revisarán los principales aspectos relacionados con la **estrategia CRM** tales como: definición, subsistemas CRM, e-CRM, software CRM, satisfacción del cliente y la usabilidad, Ciclo de Compras de una Empresa y Ciclo de Relación con el Cliente. Además, se revisaran los aportes más significativos que en el ámbito de las ontologías se han desarrollado en relación al CRM. Se finalizará detallando la **Ontología de Modelo de Negocio** (*Business Model Ontology – BMO*) y el **Ciclo de Compra del Cliente** (*Customer Buying Cycle – CBC*).

3.2 Evolución, definición y subsistemas del CRM

El CRM tiene su origen en los años 80 con la gestión de contactos (*contact management*) (Chen, Lin, & Yang, 2011). Posteriormente, en los años 90 se empieza a prestar mayor atención a la función de atención al cliente, dando paso a la creación de las funciones del centro de llamadas (*call center*) y el análisis soportado en datos.

La **satisfacción de los clientes** es vista como un elemento diferenciador y que además ha pasado a convertirse en un elemento clave de toda estrategia de negocio (Gitman & McDaniel, 2008).

La experiencia del cliente se ha hecho cada día más importante a la hora de hacer mercadeo, al mismo tiempo los clientes se han vuelto más sofisticados, exigentes y menos leales (Kostojohn, Johnson, & Paulen, 2011).

Para gestionar estas tendencias, las estrategias de negocio han incrementado su atención en el cliente, lo que ha dado paso a la creación de sistemas para ofrecer una mejor atención y experiencia a estos.

El CRM es un enfoque integrado para la gestión de las relaciones, centrándose en la retención del cliente y, en el desarrollo y fortalecimiento de las relaciones con éste (Injazz & Popovich,

2003). El CRM involucra personas, procesos y tecnología que trabajan en conjunto con el propósito de comprender a los clientes de la empresa.

La experiencia del cliente está llegando a ser más importante para las empresas como elemento diferenciador, y al mismo tiempo los clientes se están haciendo más sofisticados, más exigentes y menos leales (Kostojohn, Johnson, & Paulen, 2011). Para abordar estas tendencias, ha surgido la gestión de relación con el cliente que consiste en líneas generales en las estrategias comerciales para aumentar y mejorar la atención al cliente, y las aplicaciones empresariales para proporcionar una mejor experiencia al cliente.

El CRM hace referencia tanto a la **estrategia de negocio**, enfocada a seleccionar y gestionar una relación con los mejores clientes para optimizar su valor a largo plazo, como a las **aplicaciones concretas de software** necesarias para procesar la información de esos clientes y desarrollar esa relación; supone idear una estrategia en torno al cliente cuyo éxito, no depende de la cantidad de tecnología invertida, sino de la capacidad de una empresa para liderar un proceso de transformación más profundo de lo que inicialmente se supone (Renart, 2004).

La estrategia del CRM busca además de la satisfacción del cliente, **la fidelización** construyendo una relación con éste a largo plazo. Las expectativas del cliente deben ser cubiertas en la medida de lo posible para garantizar su satisfacción. Al brindar una atención más personalizada las organizaciones pueden destacarse y ser más competitivas en las ofertas del mercado.

3.2.1 Subsistemas del CRM

En el CRM se pueden distinguir tres subsistemas de información, los cuales se diferencian por sus funciones y objetivos (Saiz & López, 2010): CRM operacional (o de interacción con el cliente), el CRM analítico (o de conocimiento del cliente) y el CRM colaborativo (o de difusión del conocimiento en la empresa).

CRM operacional

Representa el rostro que la empresa muestra a sus clientes. Implica la automatización de la fuerza de ventas, las relaciones con los socios y canales de empresa y de sitios *front-office*. En él se gestionan las interacciones con los clientes y permite generar una visión unificada de los clientes. Como parte del CRM operacional se tienen: 1) los canales comerciales (oficinas, visitas, Internet, teléfono fijo o móvil, e-mail, telemercadeo, centros de contactos, PDA —*Personal Digital Assistant*—, etc.) y 2) el software de gestión, entre el que destaca la automatización de la fuerza de ventas (*Sales Force Automation - SFA*), la gestión de la relación con los asociados o socios (*Partner Relationship Management - PRM*) y la gestión de canales empresariales (*Enterprise Content Management - ECM*).

CRM analítico

Permite la captura de datos del cliente los cuales se almacenan en repositorios de datos. Posteriormente se utilizan algoritmos que se encargan de analizar e interpretar la información para aprender de su comportamiento y así calcular su valor o su rentabilidad, segmentar o diseñar actuaciones de marketing o programas de fidelidad. En este subsistema se encuentra la minería de datos (*data mining*), la segmentación y generación de perfiles, y la explotación de datos (mediante

la captación de clientes) la activación de las relaciones con los clientes, la venta cruzada (*cross-selling*) y la retención.

CRM colaborativo

Simplifica los canales de comunicación para que la información del cliente fluya adecuadamente entre los departamentos de la empresa, facilitando así el trabajo en equipo. Por ello, despliega procesos transversales (*workflows*) entre departamentos mediante el trabajo en equipo entre profesionales de marketing, ventas y atención al cliente y mejora la relación con los clientes que permitan la innovación de producto. Aquí se encuentra la gestión de campañas, pedidos e informes, el servicio al cliente, el sistema de facturación y la automatización de la gestión de marketing.

3.3 e-CRM

El desarrollo de las TIC ha contribuido positivamente en la estrategia global aplicada en los procesos de negocio, así como ha generado cambios en la forma como el mercadeo (venta de productos y servicios) es llevado a cabo, gracias al soporte que brinda en cada una de las transacciones involucradas en este proceso.

En tal sentido, el *e-business* implica el uso de las TIC en el soporte de las actividades del negocio tradicional. Las compañías utilizan el *e-business* con el objetivo básico de ofrecer sus servicios y/o productos a más clientes, maximizando su rentabilidad, a través de la interacción con ellos apoyada en las TIC. Un factor clave para el *e-business* es la calidad de la experiencia que se puede ofrecer a los clientes, esto consecuentemente repercute en su grado de satisfacción.

Por otra parte, el comercio electrónico (*e-commerce*), el cual es visto como un subconjunto del *e-business*, se refiere al uso de Internet para comprar, vender, transportar o comercializar bienes y/o servicios.

Así mismo, Internet ha favorecido a la incorporación de funciones para el CRM basados en la Web. Internet permite la identificación del cliente, llevar a cabo la recolección de datos de forma rentable, la personalización, la adaptación e interactividad en el proceso de CRM. Estas ventajas se traducen en la ampliación de las capacidades de las empresas para poder establecer, fomentar y mantener relaciones con los clientes a largo plazo con un mayor potencial que el que se disfrutaba en el pasado.

Esto aunado a los avances vertiginosos de los servicios y aplicaciones basadas en Internet, y el éxito alcanzado en el comercio electrónico, da origen al concepto de e-CRM (*Electronic CRM*). El e-CRM cubre todos los aspectos de la experiencia en línea del cliente a través de todo el ciclo de transacción (pre-compra, compra y post-compra).

Afirman (Rosenbaum & Huang, 2002) que el principal motivo para la adopción del e-CRM parece ser la común creencia de que mejora la fidelización y retención de los clientes a través de la mejora de la satisfacción de éstos. Esto es posible también por el constante crecimiento del número de clientes que tienen acceso a la Internet, a través de diferentes dispositivos y tecnologías, para realizar sus actividades de compras.

3.4 Software CRM

En el ámbito tecnológico el **software CRM** puede definirse como un conjunto de módulos integrados, prediseñados, listos para implantarse, que se enfocan en la automatización y optimización de las funciones de atención al cliente (ventas, mercadeo, servicio y soporte) de una empresa (Kale, 2014).

Estas aplicaciones trabajan enfocándose en uno o más de los subsistemas descritos anteriormente, de aquí se deriva la posible clasificación que se les dé, según abarquen la parte operacional, analítica y/o colaborativa del CRM.

Las aplicaciones tecnológicas de CRM son diseñadas para **enlazar las funciones de interacción directa con el cliente**¹ (*front office*) y con **funciones de apoyo al negocio**² (*back office*) para lograr brindar la atención a los clientes de la empresa a través de los canales adecuados (*touch point*) (Fickel, 1999).

Según (Kale, 2014) estos sistemas deben poseer flexibilidad de configuración así como personalización (*customization*) dinámica para garantizar la funcionalidad del mismo, a través de cualquier canal de interacción, para satisfacer incluso los requerimientos de un cliente en forma individual.

El software CRM debe ser **sencillo de utilizar, simple, fiable y permitir la personalización** para lograr completar las transacciones para cualquier canal de interacción (Gulati & Garino, 2000). En este sentido, la accesibilidad debe ser considerada como uno de los requerimientos claves para garantizar que todos los usuarios puedan usar el CRM considerando su diversidad funcional.

Además, (Kale, 2014) sugiere que estos sistemas deben proveer una plataforma para la comunicación e interacción con el cliente, con el propósito de ayudar a mejorar la capacidad de respuesta al cliente y proporcionar una visión completa del **Ciclo de Vida del Cliente** (*Customer Life Cycle – CLC*).

Otros autores, en lugar de utilizar la denominación de CLC, se refieren a éste con el nombre de **Ciclo de Compra del Cliente** (*Customer Buying Cycle – CBC*) (Osterwalder, A., 2004), (Muther, 2002). El CBC contempla todos los puntos de contacto posibles entre un proveedor y un cliente durante las fases de obtención, posesión, disfrute y devolución de un producto o servicio (Muther, 2002).

Para garantizar el éxito de la plataforma o herramientas de CRM, es importante tomar en cuenta que los clientes tienen diferentes características, capacidades y/o discapacidades. El conocimiento de estos elementos contribuye a la hora de lograr brindar calidad de interacción y consecuentemente en la satisfacción de los clientes. Por lo tanto, todo punto de contacto posible con los clientes necesita ser evaluado para mejorar la relación con estos. Con la evaluación es posible personalizar su CBC y de esta forma promover la e-inclusión.

¹ venta, mercadeo y atención al cliente

² financieras, operativas, logísticas y de recursos humanos

3.5 Satisfacción del cliente y la Usabilidad

La satisfacción del cliente es un campo de estudio amplio, ha sido tratado por distintas disciplinas y a través de distintos enfoques. A continuación se presentan en orden cronológico algunas de las definiciones que se consideran más resaltantes para esta tesis.

1. **Estado cognitivo** derivado de la adecuación o inadecuación de la recompensa recibida respecto a la inversión realizada, se produce después del consumo del producto o servicio (Howard & Sheth, 1969).
2. **Respuesta del consumidor** a la evaluación de la discrepancia percibida entre expectativas y el resultado final percibido en el producto tras su consumo, se trata, pues, de un **proceso multidimensional y dinámico** (Tse, Nicosia, & Wilton, 1990).
3. Para definir la satisfacción del cliente existen cuatro factores, que satisfacen las preferencias, necesidades o valores personales: (1) **aspectos esenciales** del producto o servicio que los clientes esperan de todos los competidores de dicho producto o servicio, (2) **servicios básicos** de apoyo como la asistencia al consumidor, (3) un **proceso de reparación** en el caso de que se produzca una mala experiencia y (4) la **personalización del producto o servicio** (Jones & Sasser, 1995).

Un **cliente satisfecho** representa un activo para una empresa ya que existe la probabilidad de que utilice o compre nuevamente sus productos y/o servicios, así como también dará una buena opinión sobre la empresa y esto al final repercutirá en un incremento en los ingresos de ésta. Por esa razón, la satisfacción del cliente se considera como un **factor determinante de su intención de comprar nuevamente** y a su vez influye en la **fidelización** que el cliente desarrolle con respecto a la empresa (Liao, Palvia, & Chen, 2009) (Zhaohua, Yaobin, Kwok, & Jinlong, 2010).

Estudios previos de mercadeo señalan que entre las claves del éxito y ventajas competitivas corporativas destacan: la mejora de la calidad del servicio, el valor percibido y la **satisfacción del cliente** (Khatibi, Ismail, & Thyagarajan, 2002), (Landrum & Prybutok, 2004), (Patterson & Spreng, 1997), (Wang, Lo, & Yang, 2004), (Yang & Peterson, 2004).

Las aplicaciones de software CRM deben reunir criterios que favorezcan a la satisfacción del cliente³, de lo contrario su uso sería desfavorable. Por ello, es muy importante encontrar mecanismos que permitan modelar a los clientes, para conocer sus preferencias, necesidades y valores. Estas aplicaciones sirven de plataforma para que la empresa ofrezca sus productos y/o servicios, por lo tanto debe existir sinergia entre éstas y la empresa. Para esta tesis, nos centraremos en los clientes externos al que la empresa dirige su propuesta de valor.

Con el e-CRM, se tiene la ventaja que a través de canales digitales se pueden crear experiencias únicas y positivas para los clientes, que influyen directamente en la **satisfacción** de ellos, contribuyendo así en conservar la base de clientes de una empresa (Wind, Mahajan, & Gunther, 2002).

³ Pueden ser clientes internos (personal que labora dentro de la empresa) y clientes externos (cliente objetivo a quien la empresa ofrece el producto/servicio que comercializa). Ambos usuarios del software CRM desde distintas perspectivas.

La satisfacción es una de las dimensiones de la **Usabilidad**⁴. La norma (ISO 9241-11, 1998) define, con pocos detalles, que la satisfacción del usuario se refleja en la comodidad y la aceptación del producto. Además, se puede decir que la satisfacción está relacionada con la pregunta referente a qué impresiones tienen los usuarios sobre el uso del producto. La satisfacción del usuario, aunada al correcto y eficiente desempeño al interactuar con el producto, es lo que determina el grado de aceptación de éste y por consiguiente su **usabilidad**.

Para algunos autores, **la experiencia del usuario** representa un cambio emergente del propio concepto de la **usabilidad**, donde el objetivo no se limita a mejorar el rendimiento del usuario en la interacción – eficacia, eficiencia y facilidad de aprendizaje –, sino que se intenta resolver el problema estratégico de la utilidad del producto y el problema psicológico del placer y diversión de su uso (D'Hertefelt, 2000). Se identifican en **la experiencia de usuario** a todos los aspectos que abarcan la interacción del usuario final con la empresa, sus servicios y sus productos (Norman & Nielsen, 2016). El resultado de la interacción será una percepción positiva o negativa hacia el servicio y/o producto. Si la percepción es positiva existirá un efecto también positivo en la satisfacción del cliente.

El diseño del software ha evolucionado a lo largo del tiempo para ofrecer una buena experiencia al usuario, siguiendo enfoques centrados en el **Diseño de Interacción** (*Interaction Design - IxD*) y el **Diseño de Experiencia de Usuario** (*User Experience Design - UxD*), entre otros.

IxD se refiere al proceso de generar y evaluar productos, sistemas o dispositivos que cumplan con el objetivo para el que fueron diseñados, y que apoyen las actividades que las personas realizan en su trabajo y en su vida diaria (Preece, Rogers, & Sharp, 2002).

UxD, se define como un enfoque holístico y multidisciplinario para el diseño de interfaces de usuario para productos digitales, definiendo su forma, comportamiento y contenido (Pabini, 2008). Para garantizar la coherencia en las distintas dimensiones del diseño de la experiencia del usuario, se involucran los aportes del diseño: de interacción, industrial, de la información, de la interfaz visual, de la asistencia al usuario, centrado en el usuario, además de la arquitectura de la información.

Para brindar una experiencia al usuario más satisfactoria, además se utilizan los perfiles de usuarios como soporte. Éstos permiten tener una visión más amplia de los usuarios, a través de ellos se logra representar de una forma más exacta a los usuarios modelando sus hábitos, preferencias, características, etc. Con ellos se logra representar de una forma más exacta a los usuarios y así poder atender sus necesidades.

Además, la **accesibilidad** del software condiciona no sólo el uso de éste sino también la satisfacción que sus usuarios puedan percibir. Según (Montero, 2015) diseñar productos accesibles significa asumir la **diversidad funcional** de su audiencia específica, diseñar su interfaz de usuario de acuerdo a esta diversidad, o proporcionar mecanismos de adaptación para responder a las necesidades de acceso específicas de los diferentes grupos de usuarios que conforman esta audiencia.

⁴ La medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios para conseguir sus objetivos específicos con efectividad, eficiencia y **satisfacción** en un contexto de uso especificado (ISO 9241-11, 1998).

3.6 El Ciclo de Compras de una Empresa

El Ciclo de Compra de una Empresa (*Business Procurement Life Cycle - BPLC*) brinda oportunidades para que una relación comercial se inicie, desarrolle o decaiga.

Incluye las fases de recolección de información, negociación, ejecución, mantenimiento y venta (Gebauer, Beam, & Segev, 1998), (Nissen, 1997), (Bhargava, Krishnan, & Muller, 1997), (Novack & Simco, 1991).

En (Archer & Yuan, 2000) se propone un ciclo más detallado conformado por **7 fases** que acompañan las actividades en las que interactúan proveedores y clientes de una organización. Para los clientes, las fases son actividades que se siguen durante la adquisición de bienes y servicios para cumplir con los requisitos de la empresa. Para los proveedores, estas fases crean oportunidades y actividades para el mercadeo, venta, gestión de suministros, y funciones de satisfacción y servicio.

TABLA 3.1 CICLO DE COMPRA DE UNA EMPRESA. FUENTE: (ARCHER & YUAN, 2000).

Fase	Descripción
1. Recolección de información	Si el cliente potencial aún no tiene una relación establecida con las operaciones de ventas/mercadeo de los proveedores del Producto/Servicio (P/S) necesarios, entonces debe buscar proveedores que puedan satisfacer sus requisitos.
2. Contacto con el proveedor	Cuando se han identificado uno o más proveedores adecuados, se pueden hacer solicitudes de: cotizaciones, propuestas, información, propuestas, información o licitaciones, o se puede contactar directamente con los proveedores.
3. Revisión de antecedentes	Se consultan las referencias para verificar la calidad del P/S y se investigan los requisitos para los servicios de seguimiento, incluidos la instalación, el mantenimiento y la garantía. Se pueden examinar las muestras del P/S que se está considerando o las pruebas realizadas.
4. Negociación	Se llevan a cabo las negociaciones y se establecen los posibles precios, la disponibilidad y personalización. Se negocian los plazos de entrega y se completa un contrato para adquirir el P/S .
5. Ejecución de la compra	La preparación del proveedor, el envío, la entrega y el pago por el P/S se completan según los términos del contrato. Instalación y entrenamiento también pueden ser incluidos.
6. Consumo, mantenimiento y enajenación	Durante esta fase, la compañía evalúa el desempeño del P/S y cualquier soporte de servicio que lo acompañe, a medida que se consumen.
7. Renovación	Cuando el P/S ha sido consumido y/o eliminado, el contrato expira, o el P/S debe ser reordenado. Se revisa la experiencia de la compañía con el P/S . Si se debe volver a ordenar el P/S , la compañía determina si debe considerar a otros proveedores o continuar con el mismo proveedor. Esto puede llevar a la fase 1 ó 4 respectivamente.

En la **tabla 3.1** se muestran las actividades del ciclo de compra desde la perspectiva del cliente. El orden no es estrictamente secuencial, ya que puede haber abandonos o devoluciones a fases anteriores, en caso de que el proceso entre cliente y proveedor sufra alguna ruptura en cualquier momento.

El ciclo de compra se da a través de un intercambio interactivo y continuo, mediante acuerdos coordinados entre las partes, con el propósito de obtener una ventaja comercial común. No existe un intervalo de tiempo definido durante el cual pueda ocurrir el ciclo, depende de la situación que se presente.

3.7 El Ciclo de Relación con el Cliente

Para esta tesis se toma como referencia el Ciclo de Relación con el Cliente (*Customer Relationship Life Cycle – CRLC*) propuesto por (Archer & Yuan, 2000), sus fases van en paralelo con las fases del Ciclo de Compras de una Empresa, descrita anteriormente. En la **tabla 3.2** se muestra un esquema de las siete fases. Cada actividad puede influenciar una decisión para continuar a una siguiente fase o abandonar la posibilidad de establecer un contacto posterior.

En el Ciclo de Relación con el Cliente, también se incluyen las funciones de la cadena de suministro, las herramientas que el proveedor puede usar en cada una de las fases y los factores moderadores que pueden influir en las decisiones del cliente.

El mercadeo y las ventas desempeñan el papel más importante para que el proveedor mantenga el contacto con el cliente, así como también las funciones de la cadena de suministro afectan el soporte al cliente, ya sea directa o indirectamente.

Durante las primeras cuatro fases del ciclo, el enfoque está en establecer una relación con el cliente. En las últimas tres fases, el énfasis está en crear lealtad, confianza y compromiso que resultarán en una relación duradera.

TABLA 3.2: CICLO DE RELACIÓN CON EL CLIENTE. FUENTE: (ARCHER & YUAN, 2000).

Fases del ciclo	Actividades del Cliente	Funciones o Actividades del Proveedor	Herramientas de soporte	Moderadores
1. Recolección de información	Búsqueda, Observación	Mercadeo: publicidad, interacción con el cliente	Mercadeo interactivo, Catálogos de múltiples proveedores en la Web, distribuidores independientes	Boca a boca (<i>Word-of-mouth</i>), competidores, imagen corporativa, marca, sensibilización, experiencia
2. Contacto con el proveedor	Aprendizaje, evaluación, comparación	Mercadeo y ventas: comercialización	Mercadeo interactivo, Preparación de oferta interactiva, Sitios Web, e-mail.	Disponibilidad de prueba, calidad del P/S, rendimiento, personalización, competencia
3. Revisión de antecedentes	Prueba, evaluación	Ventas y servicios: proporcionar datos, estudios de casos	Testimonios en línea, Servicio de soporte Web	Reputación, experiencias de otros clientes
4. Negociación	Negociación, planeación	Ventas, aspectos legales, operaciones: Provisión de información, licitación, negociación	Sistema de apoyo a la negociación, Subastas en línea a través de groupware ⁵	Competencia, precio, términos, garantía, confianza, compromiso, Objetivos del sistema de costos, niveles de expectativa.

⁵ También conocido como software colaborativo, el cual permite que varios usuarios concurrentes puedan trabajar en un entorno común y de forma virtual para compartir información.

TABLA 3.2 CICLO DE RELACIÓN CON EL CLIENTE (CONT). FUENTE: (ARCHER & YUAN, 2000).

Fases del ciclo	Actividades del Cliente	Funciones o Actividades del Proveedor	Herramientas de soporte	Moderadores
5. Ejecución de la compra	Rastreo, evaluación, instalación, pago	Logística de la salida, operaciones: organiza-ción, programación, facturación	Software de apoyo a la programación y rastreo, Sistema InterOrganizacional (IOS ⁶)	Velocidad, calidad, respuesta, percepciones versus expectativas, condiciones ambientales
6. Consumo, mantenimiento y enajenación	Aprendizaje, uso, evaluación, retroalimentación al proveedor, mantenimiento, enajenación	Servicio, mercadeo y venta: Soporte, entrena-miento, mantenimiento, actualización, venta cru-zada, construcción de comunidad de usuarios	Información en línea, servicio de sitio web, mercadeo interactivo y en red	Experiencia, evaluación, garantía de desempeño, percepciones versus expectativas
7. Renovación	Revisión	Mercadeo, ventas y operaciones: Promoción de P/S, actualizaciones	Mercadeo interactivo y en red	Experiencia, satisfacción, lealtad, competidores, costo de cambio

⁶ es un sistema de información compartida entre un grupo de compañías. La forma más común de sistema interorganizacional es el Intercambio Electrónico de Datos (Electronic Data Interchange - EDI)

3.7.1 FASES

Las siete fases del Ciclo de Relación con el Cliente se describen brevemente a continuación (Archer & Yuan, 2000):

Primera Fase – Recolección de Información

El cliente busca información sobre el P/S disponible. Una gran variedad de moderadores influyen en las percepciones del cliente sobre la información recopilada, incluidos el boca a boca, los competidores, la imagen corporativa del proveedor, el conocimiento de la marca y la experiencia previa con el proveedor.

Los proveedores pueden crear conciencia positiva al unirse a los mercados electrónicos o la publicidad a través de los sitios web de la compañía (ej. Cisco.com ®), catálogos de múltiples proveedores (ej. WIZnet) o sitios de distribuidores (ej. Avnet ®), donde los clientes potenciales pueden encontrar información sobre P/S que se ofrecen. Esto mejora la eficiencia de búsqueda del cliente potencial, ayuda a identificar los P/S que de otra manera no serían conocidos por el cliente y ayuda a las nuevas empresas a ingresar al mercado. Si el proveedor ya tiene una relación continua con el cliente potencial, la interacción continua con el cliente es esencial para que la empresa proveedora responda a las necesidades del cliente.

Segunda Fase – Contacto con el Proveedor

En este punto, el cliente ha desarrollado una lista de proveedores potenciales y recopila más información sobre el P/S para determinar si se ajustan a las necesidades de la empresa. La tecnología web para proporcionar información sobre los antecedentes de la empresa, la información de productos y servicios, y los detalles del servicio, normalmente se respaldan por correo electrónico para contactar a los representantes de ventas del proveedor.

Para competir con éxito, un proveedor debería poder ejecutar sus funciones a bajo costo o competir con otras características que distingan su P/S distintas del precio, tales como la calidad, la entrega y el soporte de servicio. Esta información puede publicitarse a través de catálogos en línea, acompañados de mercadeo interactivo para garantizar que las necesidades de los clientes estén bien determinadas y puedan ser satisfechas en lo posible. La elección del proveedor puede verse influida por la disponibilidad de productos de prueba, la calidad y el rendimiento de los productos y la disponibilidad de las opciones de personalización.

Tercera Fase – Revisión de Antecedentes

La revisión de antecedentes a menudo incluye la evaluación de ciertas cantidades de P/S de prueba de una lista corta de proveedores y el contacto con los clientes del proveedor actual o anterior. Obviamente, la reputación del proveedor y del producto, y la experiencia de otros clientes jugarán un papel importante en motivar un resultado positivo en esta fase.

Una forma en que los proveedores pueden aumentar la confianza de los compradores potenciales es proporcionar estudios de casos breves en su sitio web, incluida la información de contacto. El personal de ventas del proveedor mantiene una interacción continua durante esta fase con aquellos compradores que indican un interés en sus productos o servicios.

Cuarta Fase - Negociación

Es la etapa final para realizar la venta, con un contrato de venta como resultado si se tiene éxito. La garantía, el compromiso y los descuentos de precios por parte del proveedor y la confianza creada con el cliente, así como las metas del cliente, desempeñan un papel en la finalización exitosa del contrato.

Groupware, conferencias electrónicas y sistemas de apoyo a la negociación remota (Beam, Bichler, Krishman, & Segev, 1999), (Yuan, Rose, & Archer, 1998) pueden ayudar a los usuarios finales, agentes de compras y personal de ventas de los proveedores a negociar acuerdos apropiados sobre precio, diseño, entrega y programación de pagos. La negociación mediante licitaciones a través de subastas en línea, como IndustrialBid.com®, se convirtió en un método popular para adquirir P/S que están siendo eliminados por compañías con acciones excedentes u obsoletas, una práctica de mercadeo normal en algunas industrias. La inversión en la configuración de Sistemas InterOrganizacionales (*InterOrganizational System - IOS*) para administrar el procesamiento de transacciones durante la vigencia del contrato conllevará a costos importantes. Esta inversión estará en riesgo, a menos que la relación se establezca a largo plazo y las ganancias que represente la atención de ese cliente puedan generar un retorno de la inversión realizada.

Quinta Fase - Ejecución de la Compra

En esta fase se puede establecer un enlace de IOS entre el proveedor y el cliente si la relación es de colaboración. Este enlace gestionará las transacciones que se deriven del contrato, a través de interfaces EDI que pueden incluir a las instituciones financieras de los clientes y proveedores. Dicho enlace puede incluir el envío justo a tiempo y otros servicios del proveedor, como la administración del inventario del cliente y las funciones de calidad de los componentes. El enlace entre el sitio web de un proveedor y un sistema ERP interno se demuestra como ejemplo en un sitio conjunto de KPMG-Hewlett Packard. En un mercado IOS que utiliza un catálogo de múltiples proveedores, el cliente puede llevar a cabo la búsqueda de P/S a través del IOS y, cuando el contrato ha sido negociado, también se maneja el cumplimiento a través del IOS.

El software de gestión de la cadena de suministro (Berger, 1997) puede ser muy eficaz para proporcionar al proveedor vínculos entre mercadeo, fabricación y distribución, para pronosticar y programar la fabricación y entrega de pedidos de los clientes. El desempeño de los clientes y proveedores depende de las condiciones ambientales, como la actividad de terceros (ej. transportistas, sindicatos, etc.) y sus percepciones se basan en las expectativas generadas durante las fases anteriores del ciclo de vida (ej. fechas de entrega prometidas, calendarios de pago, etc.).

Sexta Fase - Consumo, mantenimiento y enajenación

Durante esta fase la calidad del P/S se vuelve muy familiar para el cliente, y puede desarrollarse la lealtad del cliente. Sin embargo, si las expectativas no coinciden con las percepciones, la relación puede dañarse. El servicio de soporte automatizado (respaldado por personal de apoyo cuando sea necesario), la capacitación en línea y la venta cruzada, son actividades importantes del proveedor durante esta fase.

Séptima Fase - Renovación

Esta fase implica una revisión de la experiencia del cliente con el P/S y la decisión de renovar o no un contrato y/o continuar con las compras de este proveedor. Los sistemas de información internos que rastrean el desempeño del proveedor, incluida la entrega, el servicio, la experiencia en calidad del P/S y otros criterios, pueden ser valiosos para respaldar la toma de decisiones en esta fase.

Las relaciones de red establecidas por el personal de ventas y mercadeo del proveedor, junto con el desempeño de entrega favorable y el soporte de servicio de las operaciones de producción, dan al proveedor una ventaja sobre los competidores en este punto. Para el cliente, es más conveniente volver a comprar el P/S de un proveedor existente, ya que tanto el P/S como el soporte de servicio del proveedor les son conocidos.

Ir a otro proveedor implicaría volver a rastrear los tres primeros pasos del ciclo de la relación, a un costo que vale la pena solo si la experiencia con el proveedor actual y su P/S no ha sido satisfactoria. Además, el costo de cambiarse a un proveedor diferente, si hay un IOS que vincula a las dos empresas, es un aspecto disuasivo para el cambio. Estos factores aumentan la probabilidad de que una relación, una vez establecida, continúe.

3.8 Ontologías en el dominio del CRM

En esta sección se abordará el estudio de las ontologías como mecanismo para representar y formalizar los conceptos que intervienen en los procesos de CRM.

En el dominio del CRM existen pocos planteamientos de ontologías que sean reconocidas o certificadas ampliamente. A pesar de ello, se pueden destacar tres estudios: 1) Modelado de la ontología del cliente en el marco de CRM (Hou & Xiao, 2004), 2) Ontología CRM dirigida por empleados (*employee-driven*) (Van Damme, Christiaens, & Vandijck, 2007), y 3) Ontología O-CREAM (Magro & Goy, 2012). A continuación se hará una descripción general de cada una de ellas.

3.8.1 Ontología del cliente en el marco de CRM

En esta ontología se propone una formalización de términos relativos al cliente. Los autores (Hou & Xiao, 2004) destacan que modelar la ontología del cliente dentro del ámbito del CRM es muy importante para realizar futuras exploraciones, ya que la **adquisición del conocimiento sobre el cliente** y el **intercambio de información** semánticamente han jugado un papel importante en la implementación de la estrategia CRM.

El intercambio de información dentro de toda la empresa se considera una de las herramientas más importantes para obtener una ventaja competitiva, especialmente en el marco de la estrategia empresarial de gestión de relaciones con clientes. Sin embargo, las personas al referir un concepto o nombre en el contexto de negocios se confunden a menudo porque no existe una estandarización o normalización de los mismos.

Por lo tanto, se desea un mapeo para la comprensión de la información y el intercambio basado en la relación semántica para ayudar a las personas a formar una concepción única cuando se hace

referencia a lo mismo. La ontología como un nuevo mecanismo de intercambio de información en el campo de los sistemas de información y la inteligencia artificial representa ese puente y, en general, se ha estudiado en los últimos años para unificar la concepción y términos en algunos dominios. En el estudio se intenta explicar cómo funciona la ontología del cliente, la cual corresponde a una ontología en el dominio del CRM.

Para el proceso de creación de la ontología, los desarrolladores primero llevaron a cabo un proceso detallado de cuatro pasos de acuerdo con la metodología UML para descubrir los conceptos y términos relativos al cliente en CRM, reuniendo la mayor cantidad posible de ideas. Posteriormente se introdujeron los meta-términos con cinco elementos (*entity*, *relationship*, *role*, *attribute*, y *state*) y luego definir los conceptos y términos para facilitar la formalización de los mismos. Para formalizar la ontología creada se seleccionó la Lógica Descriptiva (*Description Logic - DL*) formulando los conceptos y términos de acuerdo a la ontología del cliente con siete meta-elementos.

Finalmente, se formalizaron algunos los conceptos y términos para validar la viabilidad de la ontología propuesta. Sin embargo, aspectos como el mantenimiento y la verificación de la ontología, no se resolvieron completamente, y menos su aplicación. Esto debido a que para el momento en que fue llevada a cabo la investigación, las personas todavía no habían alcanzado un consenso en cuanto al alcance, conceptos y los términos referidos a los clientes, así como detalles de información y la herramienta de formalización.

3.8.2 Ontología de CRM dirigida por empleados (employee-driven)

La justificación de desarrollar una ontología en el dominio de CRM por (Van Damme, Christiaens, & Vandijck, 2007), se basó en la búsqueda de mecanismos que aminoraran los efectos negativos que se generan durante la recuperación de información valiosa sobre clientes en los sistemas CRM, la cual es almacenada sin estructura.

Considerando los planteamientos previos, los autores propusieron que una ontología podía ayudar a abordar el problema de la obtención de resultados inadecuados durante las búsquedas y a mejorar el proceso de creación de conocimiento sobre el cliente.

En el estudio se parte de la selección de la **folksonomía**, la cual es una técnica de categorización en la WWW, resultado del etiquetado gratuito de información (identificada con una URL única) con etiquetas o palabras claves elegidas libremente, para su propia recuperación. El etiquetado se realiza en un entorno social (generalmente compartido y abierto a otros).

La folksonomía fue utilizada para que los empleados crearan una ontología de dominio corporativo, específicamente en el dominio del CRM. De aquí surge el término **employonomy**, la introducción de una folksonomía en una empresa. Entonces, se pensó en que los empleados participaran en el proceso de etiquetado, de una manera eficiente al proporcionarles una interfaz de fácil uso para hacerlo.

Esta ontología resultó en un enfoque visual integrado, de tal forma que es generada mediante: 1) la intervención de los empleados que al etiquetar su contenido generan una taxonomía, y 2) la

utilización de técnicas de minería de texto. Esta propuesta logró enriquecer la semántica informal de una folksonomía.

La creación de esta ontología, que cubre el subsistema operacional del CRM, permite tener una visión global de los clientes. Entre sus beneficios destacan que contribuye en el proceso de recuperación de información, es una solución para la conexión de este subsistema con los sistemas back office y ayuda en el proceso de comunicación entre diferentes departamentos.

3.8.3 Ontología O-CREAM

O-CREAM⁷ es una ontología propuesta por (Magro & Goy, 2012) está dirigida específicamente a Pequeñas y Medianas Empresas (PYME) e intenta modelar los conceptos principales relacionados con CRM. Se basa en DOLCE⁸ y en dos módulos basados en DOLCE: DnS⁹ explotado para modelar roles y manejo de reificación, y OIO¹⁰ para explotar el conocimiento empresarial mediante el modelado de objetos de información.

El proyecto se basó en la creencia de que todos los actores involucrados en CRM podrían beneficiarse de una investigación ontológica de este campo, cuyo objetivo es proporcionar un conjunto central de conceptos y relaciones formalmente descritos, útiles tanto para describir procesos de CRM como para especificar la funcionalidad de las aplicaciones de CRM.

En particular, una ontología bien formada apoyaría la comunicación y la interoperabilidad tanto en los procesos de CRM dentro de la organización como en la organización. El documento analiza en detalle la axiomatización para los conceptos de venta y relación con el cliente, así como para los elementos de conocimiento empresarial correspondientes (es decir, registros de ventas y clientes). Concluye trazando una posible explotación concreta de O-CREAM.

O-CREAM se basó en requisitos derivados principalmente de un análisis de dominio, que consideró la forma en que los actores involucrados hablaban sobre CRM dentro de su negocio, mediante el análisis de documentos y entrevistas con representantes de empresas de PYMES y TIC. Además, se buscaba garantizar la precisión en la definición de los conceptos básicos y para respaldar la interoperabilidad entre empresas.

En el estudio se presenta un pequeño subconjunto de las nociones formalizadas en O-CREAM, es decir, las más adecuadas para presentar las ideas centrales del enfoque. Se consultó con los creadores y se pudo conocer que no existía una implementación como tal de O-CREAM, su estructura solo quedó planteada en un diseño.

⁷ Ontología para la Gestión de la Relación con el Cliente (*Ontology for Customer RELAtionship Management*)

⁸ Ontología descriptiva para la ingeniería lingüística y cognitiva (*Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering*), una conocida ontología fundacional desarrollada en el Laboratorio de Ontología Aplicada ISTC-CNR.

⁹ Ontología de Descripciones y Situaciones (*Ontology of Descriptions and Situations*).

¹⁰ Ontología de objetos de información (*Ontology of Information Objects*)

3.9 Ontologías para el Modelado del Negocio

El modelo del negocio es una herramienta conceptual que permite representar el negocio y expresar la lógica de una empresa para generar flujos de ingresos rentables y sostenibles (Osterwalder, A., 2004).

Los efectos de la evolución de las TIC, el negocio electrónico (*e-business*) y el comercio electrónico (*e-commerce*) han tenido como impacto que las empresas tengan múltiples opciones tecnológicas a considerar para lograr sus objetivos, lo que se ha traducido en modelos de negocios que involucran una dinámica más compleja.

Afirma (Osterwalder, A., 2004) que el modelo del negocio puede funcionar como un enlace conceptual formando un triángulo entre la estrategia de negocio, la organización del negocio y las TIC, tal como se aprecia en la **Figura 3.1**.

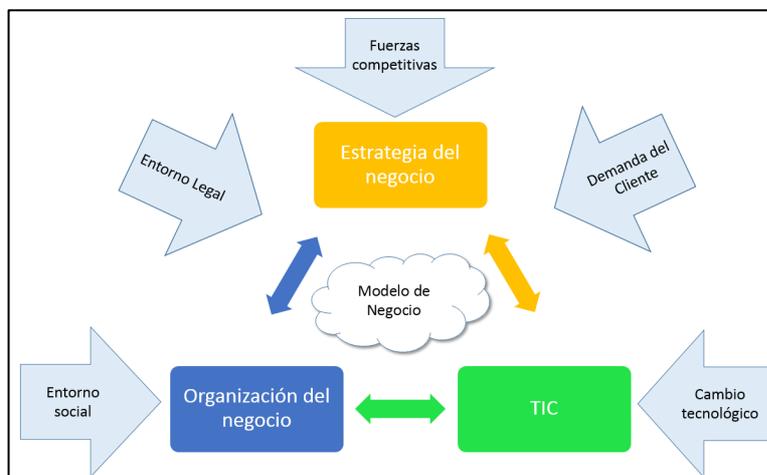


FIGURA 3.1 ENTORNO, MODELO DE NEGOCIO, ESTRATEGIA, PROCESOS Y TIC.

FUENTE: (OSTERWALDER, A., 2004)

Existen factores externos que afectan continuamente al triángulo y modelo de negocio entre ellas: el entorno social y legal, la competencia, los cambios en la demanda de los clientes y el ámbito tecnológico. El rol del gerente es diseñar o adaptar el modelo de negocio de una empresa considerando la influencia que tienen estos factores externos.

Entre algunos de los usos que se le dan al modelo de negocio están (Osterwalder, A., 2004):

1. Ayuda a capturar, visualizar, comprender, comunicar y compartir la lógica del negocio, ya que es una representación simplificada.
2. Contribuye en el análisis de la lógica de negocio y con él se puede mejorar la medición, observación y comparación.
3. Facilita el diseño, la planificación, el cambio y la implementación de la lógica del negocio.
4. Ayuda a fomentar la innovación y aumentar la preparación para el futuro a través de carteras y simulación de modelos de negocios.

Una ontología que describa los conceptos en el modelado de e-business proporciona una base importante para crear un modelo de negocio. No solo describe los conceptos, sino que también resalta las relaciones entre ellos. En el dominio del e-business las tres principales ontologías que se enfocan en identificar y clasificar un conjunto de conceptos relacionados al negocio según (Ilayperuma, 2007) son:

1. Business Model Ontology (BMO)

La Ontología de Modelo del Negocio (Osterwalder, A., 2004) proporciona una forma más completa para modelar negocios. Identifica diversos conceptos de negocio clasificados en torno a cuatro pilares: Producto; Interfaz de cliente; Gestión de infraestructuras; y aspectos financieros. En conjunto, estos pilares apuntan a definir el negocio de una empresa, sus clientes, cómo realizan la entrega de su propuesta de valor, quiénes son sus socios comerciales y cómo generan ingresos.

2. e³-value Ontology

Ontología e³-value (Gordijin, De Bruin, & Akkermans, 1999) proporciona un enfoque simple orientado al valor para mejorar las formas de hacer negocios y capturar decisiones de negocios, por ejemplo, quién hace qué, y quién ofrece qué a quién. Por otro lado, facilita el análisis de rentabilidad de los modelos de negocio creados.

3. Resource Events Agents (REA) Ontology

Ontología de Agentes de Eventos de Recursos (McCarthy, 1982), tiene sus orígenes en la contabilidad y la microeconomía, además de tener una sólida base teórica en los principios contables básicos. Se centra en el concepto de reciprocidad económica, lo que significa que cada evento económico que incrementa los recursos de una empresa está vinculado a un evento económico decreciente.

En su tesis doctoral (Ilayperuma, 2007) destaca que las tres ontologías referenciadas anteriormente a pesar de compartir ciertas similitudes en los conceptos utilizados entre sí, se expresan en diferentes terminologías y desde diferentes perspectivas. Entre ellas resalta BMO por tener un alcance más amplio que los otros dos, además de tener un enfoque estratégico.

En un análisis realizado de las dos ontologías de modelos de negocios: BMO y e³-value llevado a cabo por (Gordijin, Osterwalder, & Pigneur, 2005), se encontró que ambas ontologías comparten cierto número de similitudes en las áreas de interoperabilidad entre compañías para mejorar la forma en que las compañías trabajan juntas como una red para ofrecer sus productos a los clientes. Se diferencian en su alcance al diseñar los modelos de negocios.

En tal sentido, BMO sigue un enfoque firme centrado en tomar una empresa y poder describir a sus clientes, productos, infraestructura, las relaciones con los clientes y los socios comerciales, mientras que e³-value adopta un enfoque de modelado de constelaciones de valores¹¹. Como conclusión, BMO está considerada como la ontología que proporciona más información en el área de conceptos relacionados con el cliente.

¹¹ En este tipo de modelado el valor es creado por las interacciones entre una constelación de entidades, haciendo de la estrategia empresarial el arte del diseño continuo y el rediseño de sistemas empresariales complejos para conectar el conocimiento y las relaciones (Normann y Ramirez 1993).

En la siguiente sección se describirá en mayor detalle la ontología BMO, por ser la que resulta de mayor interés para esta tesis, por que proporciona la forma más completa para modelar negocios, identificando claramente las interacciones de los clientes en la dinámica del negocio, con lo cual es posible mapear los elementos principales involucrados en la gestión de la relación con el cliente.

3.10 La ontología del Modelo de Negocio (*Business Model Ontology - BMO*)

La ontología BMO tiene como objetivo proporcionar un enfoque para construir modelos de negocios mediante la aplicación de un análisis más riguroso, preciso y detallado de las actividades de negocios para una empresa.

BMO ha sido utilizada y adaptada en diferentes versiones desde su definición hasta ser conocido como el Modelo de Negocio Canvas (Osterwalder, A., 2004), (Pigneur, 2007), (Osterwalder, 2008).

Además, BMO está influenciada por el enfoque del Cuadro de Mando Integral (*Balanced Scorecard -BSC*) creado por (Kaplan & Norton, 1992) y, en un sentido más general, por la literatura de gestión empresarial (Markides, 1999). En BMO para describir un modelo de negocio se sugiere adoptar un marco que haga énfasis en las siguientes cuatro perspectivas (Osterwalder, A., 2004):

1. Perspectiva del Cliente

Se deben identificar cuáles son los clientes objetivos de la empresa, los criterios de segmentación (criterios o personas) y el análisis de los grupos para poder conocer sus necesidades y deseos. Inicialmente fue nombrada como interfaz del cliente. Ésta perspectiva es el eje central de esta tesis.

2. Perspectiva de la Oferta (Producto/Servicio)

Cubre todos los aspectos de lo que una empresa ofrece a sus clientes, cuál es el negocio de la empresa, a qué se dedica, cuáles son los productos y/o servicios que ofrece y las propuestas de valor de éstos. Incluye la manera en que se diferencia de sus competidores.

3. Perspectiva de la Actividad

En ella se identifican los recursos necesarios, qué procesos y actividades deben llevarse a cabo para lograr generar de manera eficiente la propuesta de valor¹². En el modelo inicial esta perspectiva era nombrada como gestión de infraestructura.

4. Perspectiva Financiera

Se refiere al modelo de ingreso, la estructura de costos y cómo se logra la sostenibilidad del modelo de negocio. Todos ellos determinan la lógica de la empresa para obtener ganancias o pérdidas y por lo tanto su capacidad de sobrevivir a la competencia.

En la **figura 3.2** se muestra la última versión de BMO (2008), en donde se identifican cada una de las perspectivas, y donde cada una de ellas agrupa a uno o más bloques¹³. Existen nueve

¹² Una propuesta de valor es una vista general del conjunto de productos y servicios de una empresa que son de valor para el cliente.

bloques que ayudan a describir un negocio, los mismos pueden ser vistos como los conceptos o clases de la ontología. En la **tabla 3.3** se definen cada uno de los bloques.

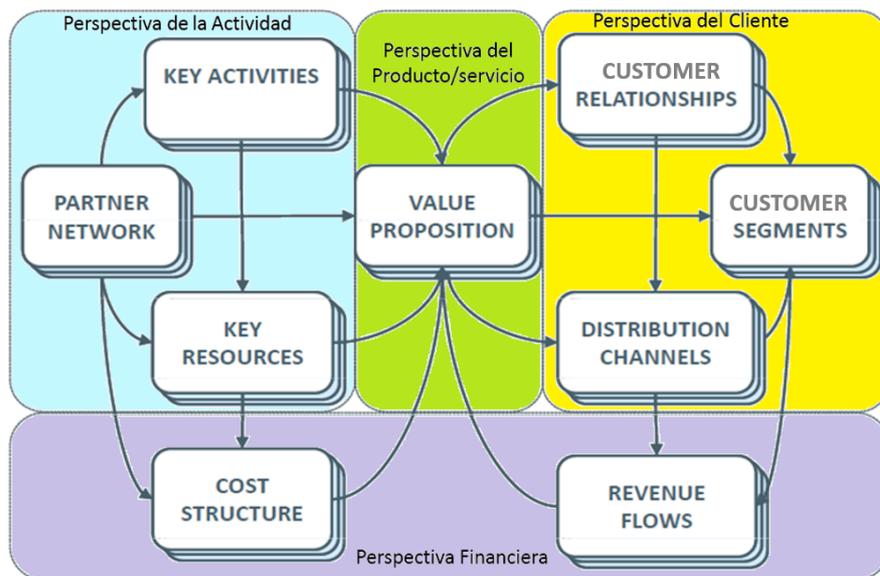


FIGURA 3.2 MODELO DE NEGOCIO CANVA.
FUENTE: (FRITSCHER & PIGNEUR, 2010).

¹³ Son vistos como las clases de la ontología.

TABLA 3.3 DEFINICIÓN DE LOS BLOQUES DE BMO. FUENTE: BASADA EN (OSTERWALDER, A., 2004) Y (FRITSCHER & PIGNEUR, 2010).

Perspectiva	Bloque	Definición
Cliente	Relación con el cliente <i>(Customer Relationship)</i>	Qué tipo de relación espera el cliente, cómo se establece y se mantiene la misma con él (promoción, soporte, individual).
	Segmento del cliente <i>(Customer Segment)</i>	Criterios que se consideran para clasificar al cliente destino y así estudiarlo, para ayudar a identificar sus necesidades, deseos o expectativas (individuos, familia).
	Canal de distribución <i>(Distribution Channel)</i>	Son las conexiones que se establecen para lograr hacer llegar la propuesta de valor al cliente destino, los canales pueden ser directos o indirectos. Es importante conocer cómo desea ser contactado el cliente y como se dirigirá el contacto. Aquí juega un papel importante el uso de las TIC, para ello es posible estudiar un canal durante todo el Ciclo de Compra del Cliente (<i>Customer Buying Cycle – CBC</i>) para identificar cuál será su función durante este ciclo (Ver sección 3.11).
Producto/ Servicio	Propuesta de valor <i>(Value Proposition)</i>	Se describen cuáles son los problemas del cliente que se logran solventar o satisfacer, y por qué la oferta de la empresa es más valiosa que los productos/servicios similares de la competencia.

TABLA 3.3 DEFINICIÓN DE LOS BLOQUES DE BMO (CONT). FUENTE: BASADA EN (OSTERWALDER, A., 2004) Y (FRITSCHER & PIGNEUR, 2010).

Perspectiva	Bloque	Definición
Actividad	Recursos claves (<i>Key Resources</i>)	Para que una empresa sea capaz de entregar la propuesta de valor debe tener recursos claves (personal, equipo técnico, <i>know how</i> , etc.) que empleará en la generación de la oferta.
	Actividades claves (<i>Key Activities</i>)	Es el conjunto de actividades (desarrollo, producción y proceso en general) que se deben ejecutar para poder transformar los recursos claves en un producto/servicio final.
	Red de socios (<i>Partner Network</i>)	Es común que una empresa dependa de los recursos o actividades externas de su red de socios (logística, materia prima, recursos financieros, etc.), con lo cual pueden proveer una oferta de mejor calidad o un precio más bajo en componentes no esenciales.
Financiera	Estructura de costos (<i>Cost Structure</i>)	En este bloque se miden todos los costos en los que incurre la empresa para crear, comercializar y entregar valor a sus clientes, estableciendo el valor de cada uno de los recursos, activos, actividades y relaciones de red de socios e intercambios que cuestan dinero a la empresa.
	Flujo de ingreso (<i>Revenue Flows</i>)	Los flujos de ingresos que una empresa puede capturar a partir de sus actividades de creación de valor son fundamentales para su supervivencia a largo plazo. Ellos reflejan el valor que los clientes están dispuestos a pagar y cómo realizarán la transacción (tarifa única, suscripción, etc.).

3.11 Ciclo de Compra del Cliente

El Ciclo de Compra del Cliente (*Customer Buying Cycle – CBC*) refleja todos los puntos posibles de contacto entre el proveedor y un cliente dentro del contexto de la adquisición, posesión o descarte del producto/servicio (Muther, 2002).

Según (Osterwalder, A., 2004) se debe conocer el canal de distribución durante todo el CBC, por lo que en el modelo inicial de BMO se introdujo un atributo, cuyo objetivo es identificar cuál de las funciones o tareas del ciclo de compra del cliente soporta cada **canal de distribución**. Esta consideración se basa en (Ives & Learmonth, 1984) (Muther, 2002).

3.11.1 FASES

El CBC se divide en cuatro fases: 1) **Conocimiento** (*awareness*), 2) **Evaluación** (*evaluation*), 3) **Compra** (*purchase*), y 4) **Post venta** (*after sale*). En la **figura 3.3** se resumen los roles de las fases. Su forma cíclica indica que el objetivo final es retener al cliente después de las ventas y reintroducirlo en la primera etapa del ciclo de compra. A continuación se definen cada una de las fases (Osterwalder, A., 2004):



FIGURA 3.3 CICLO DE COMPRA DEL CLIENTE.
FUENTE: (OSTERWALDER, A., 2004).

Conocimiento (*awareness*)

En esta fase el cliente identifica la propuesta de valor de la empresa que se ajusta a sus necesidades. Tiene el conocimiento de que la organización existe y que ésta puede dar respuesta a sus requerimientos. La empresa intenta llegar a tantos clientes potenciales como sea posible mediante publicidad, promociones, relaciones públicas y asociaciones (*partnership*). Afirman (Evans & Wurster, 1997), que las TIC ayudan a la empresa a mejorar el alcance a la información y la riqueza de la misma que puede ser ofrecida a sus clientes.

Evaluación (*evaluation*)

Una vez seleccionado su proveedor potencial, el cliente quiere aprender más sobre la empresa y la gama de productos/servicios que le puede ofrecer. De aquí la importancia de proveer al cliente con toda la información necesaria para asistirle durante su proceso de evaluación, y destacar también que en esta fase las TIC son de gran apoyo. Los avances de la Inteligencia Artificial (*Artificial Intelligence – AI*) y los agentes inteligentes han permitido reemplazar

parcialmente la asistencia humana en la atención al cliente. Igualmente es importante ofrecerle al cliente la atención que desee ya sea a través de contacto humano o asistido con tecnología. Es relevante considerar que los clientes no solamente acuden a la información que provee la empresa, también lo pueden hacer a través de comunidades y grupos de clientes, entre otras. Finalmente, la empresa debe decidir cuáles son las opciones más eficientes para que sus clientes puedan probar su propuesta de valor.

Compra (purchase)

Ésta incluye la negociación, decisión, contrato, orden y rastreo, facturación y pago, y satisfacción (*fulfillment*). La tecnología ofrece nuevos canales para llevar a cabo estas acciones. Con la contratación por vía electrónica se puede hacer más eficiente el proceso para los compradores y vendedores, y con la aceptación legal y la adopción de la firma digital, los contratos electrónicos tienen el mismo efecto legal que con la forma tradicional con soporte en papel. El rastreo de la orden es un elemento importante para los clientes después de confirmar una transacción y permite que estos puedan convenientemente seguir su orden en el Website del vendedor. Finalmente, la facturación y pago han sido trasladados a canales electrónicos en la mayoría de los casos.

Post venta (after sale)

Ésta última fase es la más prometedora porque tiene el potencial de crear la fidelización de los clientes. Los servicios postventa contribuyen enormemente a la satisfacción del cliente porque pueden ayudarlo a obtener beneficios de la propuesta de valor y asistirle en caso de problemas. Esta fase puede involucrar la instalación y uso del producto/servicio, la capacitación, el mantenimiento, el monitoreo, la resolución de problemas y el descarte o retiro del producto/servicio.

En la **figura 3.4** se muestra una vista general de las tareas específicas que pueden ejecutarse por cada canal y que son agrupadas en cada una de las fases del CBC: *Awareness, Evaluation, Purchase* y *After sales*.

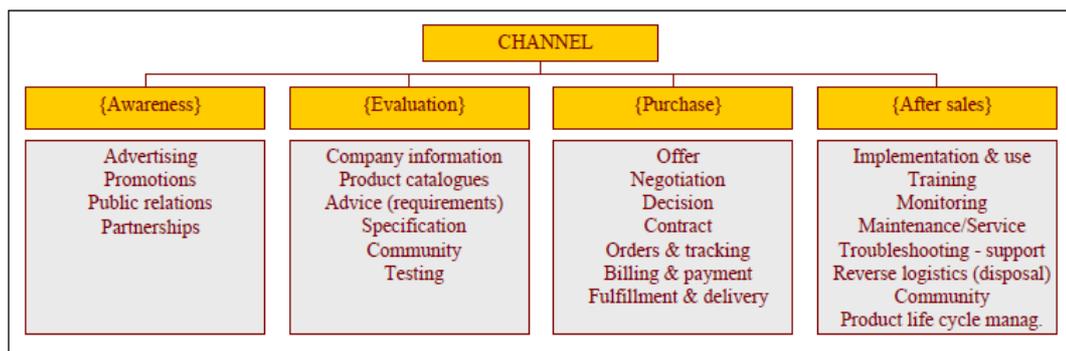


FIGURA 3.4 FASES DEL CBC Y TAREAS DEL CANAL.

FUENTE: (OSTERWALDER, A., 2004).

Al clasificar las tareas asociadas por canal, se logra identificar cuáles son los canales y cómo se utilizarán de forma más eficiente de acuerdo al contexto que se esté analizando en cada una de las fases del CBC.

3.11.2 Estrategia del canal de distribución

El canal de distribución tiene implicaciones importantes en la gestión de la relación con el cliente, porque las empresas tienen más opciones de llegar hasta sus clientes a través de los distintos canales que diseña (Osterwalder, A., 2004).

A lo largo del tiempo la evolución de las TIC ha influido en la implementación de canales, haciendo este proceso cada vez más complejo, sugiriendo la necesidad de creación de enfoques y herramientas que ayuden en la gestión y diseño de los canales de distribución. En tal sentido, una herramienta de gestión de canales fue propuesta por (Osterwalder, A., 2004), para ello se basó en el CBC y la denominada Matriz Híbrida (Moriarty & Moran, 1990) y (Dolan, 2000). La herramienta consiste en una matriz, en el eje horizontal tiene las fases del CBC y en el vertical los distintos canales que se utiliza en una empresa.

En la **figura 3.5** se muestra un ejemplo simplificado en donde se ilustra la matriz y su aplicación en la librería Barnes & Nobles, la cual tiene una amplia gama de canales virtuales y físicos.

Channel strategy at Barnes & Noble				
CHANNEL	{Awareness}	{Evaluation}	{Purchase}	{After sales}
Barnes & Noble Stores	Promotion of authors and books, readings and signature sessions	Vendors, personal reading corners, coffee shops, terminals	Check-out	Return of books
Barnes & Noble Website	Banners, personalized e-mail (one-to-one), store locators	Search engine, editors, critics, customer reviews, excerpt	Shopping cart, wish lists, order status, home delivery	Transaction history, return of books
Affiliation Network (Internet)	Specialized affiliate Websites with direct link to B&N	Expert recommendations, and critics		
Barnes & Noble University	Free online courses on a variety of subjects with links to B&N	Online courses based on B&N books		
TV, Print, Movies (media)	Mass advertising			

FIGURA 3.5 CANALES DE DISTRIBUCIÓN DE BARNES & NOBLE.
FUENTE: BASADA EN (MORIARTY & MORAN, 1990), (DOLAN, 2000).

En los recuadros de la matriz se reflejan las distintas estrategias de canales que pueden ofrecerse en la empresa considerando cada una de las opciones de canales a lo largo de cada fase del CBC. La vista que ofrece esta matriz permite analizar con una mejor perspectiva las estrategias que una empresa requiera diseñar para cada uno de sus canales considerando las fases en las cuales se relacionará con sus clientes, sirviendo al mismo tiempo como soporte a la gestión de estrategias que favorezcan a la relación con el cliente.

Esta matriz fue utilizada por (Osterwalder, A., 2004) durante la creación de la primera versión de la ontología BMO, para lograr profundizar en el área de la interfaz del cliente, actualmente conocida como la perspectiva del Cliente. Al tener una mejor gestión de las estrategias de los canales pudo profundizar en los aspectos que favorecen en la construcción de relaciones más sólidas con el cliente.

3.12 Conclusiones

La Gestión de la Relación con el Cliente es un enfoque integrado que involucra personas, procesos y tecnologías, es aplicado en una empresa con el propósito de desarrollar y fortalecer las relaciones con sus clientes. Como estrategia de negocio se centra en la atención del cliente y alinea todos sus esfuerzos para lograr la satisfacción de ellos, se preocupa en proporcionar una mejor experiencia, lo que consecuentemente puede favorecer a su confianza y lealtad hacia la empresa.

Los avances vertiginosos de los servicios y aplicaciones basadas en Internet han dado paso a lo que se conoce como e-CRM. Para obtener el máximo provecho de éstos, las aplicaciones de software CRM deben garantizar la calidad de interacción teniendo en cuenta las características, necesidades y diversidad funcional de sus clientes.

En cuanto al desarrollo de software CRM, para su incorporación eficaz dentro de una estrategia integral dentro de una empresa, se debe entender que existe un ciclo en donde se describe la interacción entre el proveedor del producto/servicio y sus clientes. A este ciclo se le dan diversas denominaciones (Ciclo de Compra de una Empresa, Ciclo de la Relación con el Cliente y Ciclo de Compra del Cliente), y con distintos niveles de detalles, las cuales pueden ser consideradas como perspectivas que describen una misma realidad, desde ángulos específicos.

Como ayuda en la comprensión del proceso de CRM y la personalización de la tecnología utilizada, se revisaron en este capítulo algunos avances en ontologías directamente relacionadas con el ámbito de CRM, lo cual permitió conocer el estado del arte y descartar su uso como base para la propuesta de esta tesis. Con ello se logró ampliar la búsqueda en ontologías para el modelado del negocio, encontrando en ésta área como ontología ideal la BMO, para ser reutilizada y así lograr modelar el dominio de CRM requerido.

En la ontología BMO, se encontró una visión integral que contempla las cuatro perspectivas principales para modelar un negocio. Resultó de interés para la presente tesis la perspectiva del Cliente, los bloques asociados a ésta (relación con el cliente, segmento del cliente y canal de distribución) y el uso de las fases del CBC para estudiar la personalización de los canales de distribución. Estos aspectos serán considerados en el diseño de la propuesta y se detallarán en el capítulo 6.

3.13 Referencias

- 1- Archer, N., & Yuan, Y. (2000). Managing business-to-business relationships throughout the e-commerce procurement life cycle. *Internet Research*, 10(5), 385-395. doi:10.1108/10662240010349390
- 2- Beam, C., Bichler, M., Krishnan, R., & Segev, A. (1999). On negotiations and deal making in electronic. *Information Systems Frontiers*, 1(3), 241–258.
- 3- Berger, M. (1997). Can you supply on time?. *Sales & Marketing Management*, 149(10), 99-101. *Sales & Marketing Management*, 149(10), 99-101.
- 4- Bhargava, H., Krishnan, R., & Muller, R. (1997). Electronic commerce in decision technologies: a business cycle analysis. *International Journal of Electronic Commerce*, 1(4), 109-127.
- 5- Chen, R., Lin, R., & Yang, P. (2011). The relationships between ecrm, innovation, and customer value-An empirical study. *IEEE International Summer Conference of Asia Pacific Business Innovation and Technology Management* (pp. 299-302). Dalian: IEEE. doi:10.1109/APBITM.2011.5996343
- 6- D'Hertefelt, S. (2 de February de 2000). *Emerging and future usability challenges: designing user experiences and user communities*. Recuperado el 15 de August de 2017, de InteractionArchitec: <http://users.skynet.be/fa250900/future/vision20000202shd.htm>
- 7- Dolan, R. (2000). *Going to Market*. Boston: Harvard Business School Background Note 599-078.
- 8- Evans, P., & Wurster, T. (1997). Strategy and the New Economics of Information. *Harvard Business Review*.
- 9- Fickel, L. (1999). Know your customer. *CIO Magazine*, 12(21), pp. 62-72.
- 10- Fritscher, B., & Pigneur, Y. (2010). Supporting Business Model Modelling: A Compromise between Creativity and Constraints. *TAMODIA 2009. Lecture Notes in Computer Science*. 5963. Berlin, Heidelberg: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-642-11797-8_3
- 11- Gebauer, J., Beam, C., & Segev, A. (1998). Impact of the Internet on procurement. *Acquisition Review Quarterly*, 14, 167-184.
- 12- Gitman, L. J., & McDaniel, C. D. (2008). *The Future of Business: The Essentials*. Mason, Ohio. USA: Thomson South-Western.
- 13- Gordijn, J., De Bruin, H., & Akkermans, H. (1999). Integral Design of E-Commerce Systems: Aligning the Business with Software Architecture through Scenarios. *Proceedings of the First ICT-Architecture in the BeNeLux*. Amsterdam, NL.
- 14- Gordijn, J., Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2005). Comparing two Business Model Ontologies for Designing e-Business and Value Constellations. *18th BLED Proceeding*. 15. Bled Slovenia,: AIS eLibrary. Retrieved from <https://aisel.aisnet.org/bled2005/15>

- 15- Gulati, R., & Garino, J. (2000). Get the right mix of bricks & clicks. *Harvard Business Review*, 78(3), 107-114.
- 16- Hou, L., & Xiao, M. (2004). Research on Modelling Customer Ontology under CRM Framework. *Pacific Asia Conference on Information Systems* (pp. 1755-1764). Shanghai, China: AIS Electronic Library (AISeL).
- 17- Howard, J., & Sheth, J. (1969). *The Theory of Buyer Behavior*. New York: Wiley,.
- 18- Ilayperuma, T. (2007). Reference Ontology for Business Models. *Doctoral Thesis*. Sweden: Stockholm University.
- 19- Injazz, J. C., & Popovich, K. (2003). Understanding Customer Relationship Management (CRM). *Business Process Management Journal*, Vol. 9 Iss 5, 679. doi:http://dx.doi.org/10.1108/14637150310496758
- 20- ISO 9241-11. (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability*.
- 21- Ives, B., & Learmonth, G. (1984). The information system as a competitive weapon. *Communications of the ACM*, 27(12), 1193-1201.
- 22- Jones, T., & Sasser, W. (1995). Why Satisfied Customers Defect. *Harvard Business Review*, 88-99.
- 23- Kale, V. (2014). *Implementing SAP® CRM. The Guide for Business and Technology Managers*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- 24- Kaplan, R., & Norton, D. (1992). The Balanced Scorecard- Measures that Drives Performance. *Harvard Business Review*.
- 25- Khatibi, A. A., Ismail, H., & Thyagarajan, V. (2002). What drives customer loyalty: An analysis from the telecommunications industry. *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing*, 11(1), 34-44.
- 26- Kostojohn, S., Johnson, M., & Paulen, B. (2011). *CRM Fundamentals*. New York: Apress.
- 27- Landrum, H., & Prybutok, V. R. (2004). A service quality and success model for the information service industry. *European Journal of Operational Research*, 156(3), 628-642.
- 28- Liao, C., Palvia, P., & Chen, J.-L. (2009). Information technology adoption behavior life cycle: Toward a technology continuance theory (TCT). *International Journal of Information Management*, 29(4), 309-320.
- 29- Magro, D., & Goy, A. (2012). A core reference ontology for the customer relationship domain. *Applied Ontology*, 1-48.
- 30- Markides, C. (1999). *All the Right Moves: A Guide to Crafting Breakthrough Strategy*. Harvard Business School Press.
- 31- McCarthy, W. E. (1982). The REA Accounting Model: A Generalized Framework for Accounting Systems in a Shared Data Environment. *The Accounting Review*, 554-578.

- 32- Montero, Y. H. (2015). *Experiencia de Usuario: Principios y Métodos*.
- 33- Moriarty, R., & Moran, U. (1990). Managing Hybrid Marketing Systems. *Harvard Business Review*, 68(6), 146-155.
- 34- Muther, A. (2002). *Customer Relationship Management - Electronic Customer Care in the New Economy*. Heidelberg: Springer.
- 35- Nissen, M. (1997). The commerce model for electronic redesign. *Journal of Internet Purchasing*, 1(2). Retrieved from <http://www.arraydev.com/commerce/jip/9702-01.htm>
- 36- Norman, D., & Nielsen, J. (2 de July de 2016). *The Definition of User Experience (UX)*. San Francisco, CA.
- 37- Novack, R., & Simco, S. (1991). The industrial procurement process: a supply chain perspective. *Journal of Business Logistics*, 12(1), 145-167.
- 38- Osterwalder, A. (2004). *The Business Model Ontology. A proposition in a Design Science Approach. Doctoral Thesis*. Switzerland: University of Lausanne. Obtenido de http://www.hec.unil.ch/aosterwa/phd/osterwalder_phd_bm_ontology.pdf
- 39- Osterwalder, A. (2008). *Outsourcing, entrepreneurship & business model prototyping*. HEC Lausanne.
- 40- Pabini, G. P. (2008). *UXmatters*. Retrieved from <http://www.uxmatters.com/glossary>
- 41- Patterson, P. G., & Spreng, R. A. (1997). Modeling the relationship between perceived value, satisfaction and repurchase intentions in a business-to-business, services context: An empirical examination. *International Journal of Service Industry Management*, 8(5), 414-434.
- 42- Pigneur, Y. (2007). *e-Business lecture*. HEC Lausanne.
- 43- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2002). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. J. Wiley & Sons.
- 44- Renart, L. (2004). *CRM Tres estrategias de éxito*. Cuadernos del ebCenter. E-business Center PricewaterhouseCoopers & IESE.
- 45- Rosenbaum, H., & Huang, B. (2002). A framework for web-based e-commerce Customer Relationship Management. *AMCIS Proceedings*. Retrieved from <https://aisel.aisnet.org/amcis2002/76>
- 46- Saiz, J., & López, D. (2010). *CRM Estrategia para la Gestión de Relaciones con los clientes*.
- 47- Tse, D. K., Nicosia, F. M., & Wilton, P. C. (1990). Consumer Satisfaction as a Process. *Psychology & Marketing*, 7(3), 177-193. doi: <https://doi.org/10.1002/mar.4220070304>
- 48- Van Damme, C., Christiaens, S., & Vandijck, E. (2007). Building an employee-driven CRM ontology. *IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems (MCCSIS)*, (pp. 330-334). Lisbon, Portugal.

- 49- Wang, Y., Lo, H. P., & Yang, Y. (2004). An integrated framework for service quality, customer value, satisfaction: Evidence from China's telecommunication. *Information Systems Frontiers*, 6(4), 325–340.
- 50- Wind, Y. J., Mahajan, V., & Gunther, R. E. (2002). *Convergence Marketing: Strategies for Reading the New Hybrid Consumer*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, Inc.
- 51- Yang, Z., & Peterson, R. T. (2004). Customer perceived value, satisfaction, and loyalty: The role of switching costs. *Psychology and Marketing*, 21(10), 799–822.
- 52- Yuan, Y., Rose, J., & Archer, N. (1998). A Web-based negotiation support system. *International Journal of Electronic Marketing*, 8(3), 13-17.
- 53- Zhaohua, D., Yaobin, L., Kwok, K., & Jinlong, Z. (2010). Understanding customer satisfaction and loyalty: An empirical study of mobile. *International Journal of Information Management*, 289–300.

4

Diseño de la Red de Ontologías

Índice Capítulo 4: Diseño de la Red de Ontologías

4.1 INTRODUCCIÓN	112
4.2 DESIGN SCIENCE RESEARCH – DSR	112
4.3 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	114
4.4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA RED DE ONTOLOGÍAS	116
4.5 ESPECIFICACIONES DE REQUISITOS DE LAS ONTOLOGÍAS DE LA RED	118
4.5.1 <i>ONTOLOGÍA ACCESIBILITIC</i>	118
<i>PROPÓSITO</i>	118
<i>ALCANCE</i>	118
<i>LENGUAJE DE IMPLEMENTACIÓN</i>	119
<i>USUARIOS Y USOS PREVISTOS</i>	119
<i>REQUISITOS NO FUNCIONALES Y FUNCIONALES</i>	119
<i>CONCEPTOS Y SUS RELACIONES</i>	120
4.5.2 <i>ONTOLOGÍA CRMO</i>	121
<i>PROPÓSITO</i>	121
<i>ALCANCE</i>	121
<i>LENGUAJE DE IMPLEMENTACIÓN</i>	121
<i>USUARIOS Y USOS PREVISTOS</i>	122
<i>REQUISITOS NO FUNCIONALES Y FUNCIONALES</i>	122
<i>CONCEPTOS Y SUS RELACIONES</i>	122
4.6 CONCLUSIONES	124
4.7 REFERENCIAS	125

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LA RED DE ONTOLOGÍAS

4.1 Introducción

La metodología de *Investigación de la Ciencia del Diseño* (*Design Science Research – DSR*), permite la creación de conocimiento en la forma de artefacto¹ y teoría de diseño (Hevner, March, & Park, 2004).

En esta tesis, el artefacto corresponde a una red de ontologías conformada por 2 módulos de ontologías. El primer módulo es una ontología en el dominio de la accesibilidad llamada **ACCESIBILITIC** y el segundo módulo, relativo al dominio de CRM, es la ontología llamada **CRMO**.

En este capítulo se describe el diseño del artefacto producto de esta tesis y el enfoque metodológico dentro del cual se enmarca. Para contextualizar el diseño, se presenta una breve revisión del DSR y se hace énfasis en el problema de la investigación para comprender cómo a través del proceso de desarrollo del artefacto se plantea la solución del mismo. Posteriormente, se trata la metodología de desarrollo del artefacto y se finaliza mostrando las especificaciones de requisitos de la última iteración de cada ontología.

4.2 Design Science Research – DSR

La actividad de diseño en un nivel intelectual, es decir la creación de lo artificial producto del estudio y reflexión crítica sobre la realidad, se conoce como la *Ciencia del Diseño* (*Design Science*). Ésta puede ser definida como un conjunto de conocimientos sobre el diseño de objetos y fenómenos artificiales (hechos por el hombre) o artefactos diseñados para cumplir ciertos objetivos deseados (Simon, 1996).

El **conocimiento prescriptivo** se refiere a artefactos diseñados por humanos para mejorar el mundo natural. Entre algunos de sus tipos resaltan: los constructos, modelos, métodos, instancias y teoría de diseño.

La *Investigación de la Ciencia del Diseño* (*Design Science Research - DSR*) crea conocimiento prescriptivo utilizando el diseño, análisis, reflexión y abstracción. Esto es, el know-how para crear artefactos que satisfacen determinados conjuntos de requisitos funcionales (Vaishnavi, Kuechler, & Petter, 2017).

¹ constructos, modelos, esquema de trabajo (frameworks), arquitecturas, principios de diseños, métodos y/o instancias

El principio fundamental de DSR es que el conocimiento, comprensión y solución de un problema se adquieren durante la construcción y aplicación de un artefacto (Hevner, March, & Park, 2004).

El modelo del proceso general seguido por DSR contempla las siguientes fases (Vaishnavi, Kuechler, & Petter, 2017): **concientización del problema, sugerencia, desarrollo, evaluación y conclusión**. En la **figura 4.1** se muestra el modelo de proceso de DSR, también conocido como ciclo DSR.

En la **figura 4.1**, la **circunscripción** se refiere al descubrimiento de conocimiento de restricción sobre las teorías revisadas mediante la detección y el análisis de contradicciones cuando las cosas no funcionan según la teoría (McCarthy J., 1980).

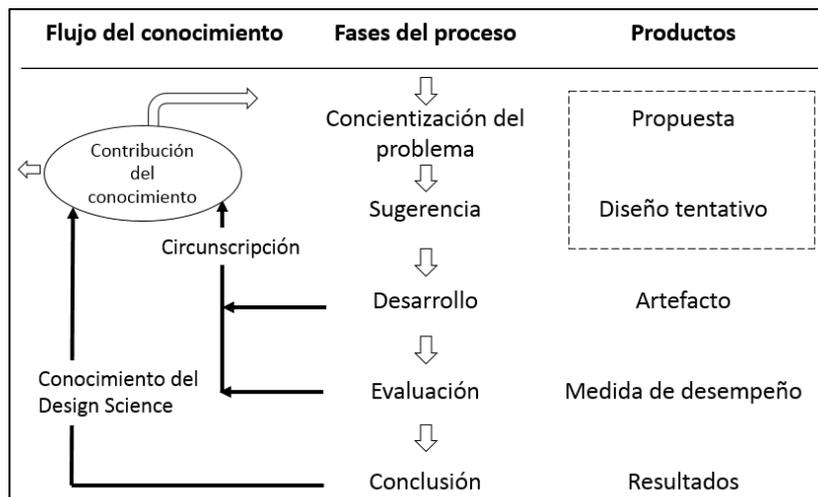


FIGURA 4.1. MODELO DEL PROCESO DEL DSR.
FUENTE: VAISHNAVI, KUECHLER, Y PETTER (2017).

Existe un marco de **contribución del conocimiento** para DSR (Gregor & Hevner, 2013), y en él se ubican los posibles tipos de contribución según sea la madurez del dominio de la solución y la madurez del dominio del problema (ver **figura 4.2**).

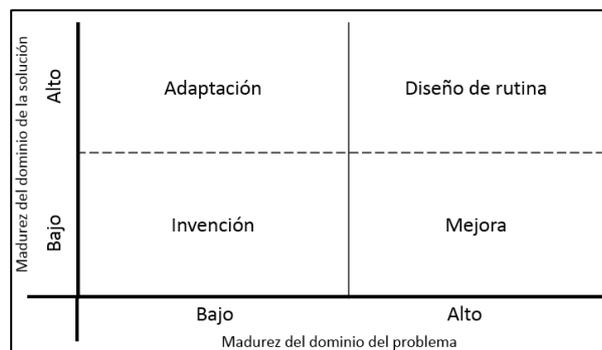


FIGURA 4.2 MARCO DE CONTRIBUCIÓN DEL CONOCIMIENTO DSR.
FUENTE: GREGOR Y HEVNER (2013).

Los tipos de contribución son: 1) **Invención**: crear nuevos conocimientos o soluciones para nuevos problemas, 2) **Mejora**: desarrollar nuevos conocimientos o soluciones para problemas

conocidos, 3) **Adaptación**: cambio no trivial o innovador de conocimientos conocidos o soluciones para nuevos problemas, y 4) **Diseño de rutina**: la aplicación de conocimientos o soluciones conocidos a problemas conocidos.

Un proyecto de investigación puede hacer más de un tipo de contribución de conocimiento de tipo invención, mejora y adaptación. El diseño de rutina por sí mismo rara vez se considerará una contribución de investigación. Una contribución debe ser significativa con respecto al estado actual del conocimiento en el área de investigación, además de ser interesante.

Seguiremos el proceso definido por DSR para abordar el problema de investigación de esta tesis y obtener resultados.

4.3 Desarrollo de la Metodología de Investigación

Como introducción a esta sección se considera necesario retomar la pregunta de investigación, planteada en el Prefacio, que se desea responder con esta tesis:

¿Cómo se puede modelar el perfil de los clientes de una empresa, considerando su diversidad funcional, al interactuar con los sistemas CRM (e-CRM), con el propósito de mejorar sus interacciones, ofrecer un mejor soporte de las TIC y, en consecuencia, contribuir a su satisfacción como cliente de una empresa?

Como resultado de la fase inicial del proceso general seguido en DSR, **concientización** del problema, se presenta el estado del arte mostrado en los capítulos 1, 2 y 3. La revisión de la literatura permitió tener un conocimiento más claro del contexto de la problemática.

En cuanto a las ontologías, se pudieron identificar sus ventajas como herramienta para crear una vista estructurada del dominio que se desee estudiar, además de poder representar la combinación de más de un dominio a través de las redes de ontologías. Esto, unido a sus capacidades de razonamiento es el motivo por lo que se propone utilizarlas para poder modelar los conceptos de los dominios de accesibilidad y CRM, así como sus relaciones, para dar respuesta a la pregunta de investigación.

En otro orden de ideas, los modelos de usuario pueden ser considerados como una representación explícita de las propiedades de un usuario individual y pueden ser utilizados para razonar sobre las necesidades, preferencias y futuro comportamiento de ese usuario (Madrid, Peinado, & Koutkias, 2012).

Un perfil de usuario es un conjunto de las características de éste (atributos personales, discapacidades y capacidades) representado como variables. Por ello, son un factor clave que puede ayudar a modelar situaciones para ofrecer una atención más personalizada a un usuario dependiendo de su diversidad funcional.

En el dominio de la accesibilidad, se pudieron analizar distintas ontologías ya existentes, que fueron seleccionadas por involucrar en su diseño un enfoque hacia el uso de modelos de usuario a través de perfiles y/o porque estaban relacionadas con las tecnologías asistivas. Entre ellas se destacaron: **ICF**, **User Impairment Ontology**, **ADOLENA**, **ASK-IT**, **ACCESSIBLE**, **AEGIS**, **AEGIS/ACCESSIBLE**, **Affinto**, y **Egonto**; y el recurso de conocimiento no ontológico conocido

como [la clasificación basada en ICF para el modelado de la interacción hombre-computador](#). En estos aportes se plantea el modelado de perfiles de usuario, lo cual es relevante para esta tesis. Como se pudo ver en sus descripciones y en la **tabla 2.2** del capítulo 2, las ontologías revisadas representan en general aportes en un amplio rango de perspectivas con alcances específicos que contribuyen aminorar algunas implicaciones de la discapacidad, lo cual ayuda a tener una visión más amplia del contexto en estudio, para poder plantear una solución basada en una mejora bien sustentada.

Sin embargo, estas ontologías se centran en la concepción de las discapacidades más como limitaciones para el ser humano (a las que todo ser humano está sujeto a lo largo de su vida por el hecho de que la discapacidad es parte de la condición humana) en lugar de modelar las [diversidades funcionales](#).

Ninguna de las ontologías revisadas satisface en forma individual los requerimientos de modelado que se plantean en esta tesis. En el capítulo 5 se muestra el detalle del proceso de reingeniería de las ontologías, en donde se da a conocer la estructura y aportes de cada una de ontologías para el artefacto que se desea crear.

En lo que respecta al dominio CRM, detallado en el capítulo 3, el objeto de estudio lo centramos en las aplicaciones de software CRM, que son las que habilitan el e-CRM, identificando qué avances existían en el ámbito de la ingeniería ontológica que sirvieran de soporte para modelar el dominio de CRM. Como resultado, se identificó la [Ontología de Modelo de Negocio \(Business Model Ontology – BMO\)](#). Esta ontología representa ventajas para esta tesis, ya que sirve como un soporte robusto sobre el cual se pueden hacer extensiones para adaptar a las necesidades detectadas en este proceso de investigación. La ontología BMO de por sí no solventa el problema de la investigación, más bien representa un valioso recurso de base en el que apoyarse para poder solventar la problemática detectada. Además se identificaron algunos recursos de conocimiento no ontológicos tales como: [Ciclo de Compra de una Empresa](#), [Ciclo de Relación con el Cliente](#) y [Ciclo de Compra del Cliente](#).

Con respecto al modelado de las actividades que ejecutan los clientes durante su ciclo de compra en una empresa, existía una interrogante en cuanto a cómo poder aprovechar el enfoque del modelo de perfiles de usuario en el ámbito de la accesibilidad y lograr inferir desde ese punto las actividades en las cuales pudiera estar capacitado un cliente para interactuar con la empresa. Así, al analizar esta relación entre ambos dominios (accesibilidad y CRM), se pensó en la visión centrada en actividad para mejorar la interacción hombre-computador a través del [Diseño Centrado en Actividad \(ACD\)](#). El análisis del ACD se presenta en el capítulo 2 – sección 2.4, este será utilizado como solución para lograr la integración de los dominios.

Vistas todas las consideraciones antes mencionadas, como resultado de la fase de [sugerencia](#) de esta investigación, nos planteamos el diseño de una red de ontologías que combine los dominios de Accesibilidad y CRM. En el modelo semántico propuesto es posible la inferencia y deducción de información para solventar la problemática en estudio, planteada en el Prefacio.

En el módulo de Accesibilidad se modelan los perfiles de usuario centrándonos en la diversidad funcional de éstos y en su interacción con las TIC y se crean las bases del ACD. El modelado y la capacidad de razonamiento de la ontología de éste primer módulo se integra con el dominio de

una segunda ontología de aplicaciones de software CRM (segundo módulo), donde se puede modelar qué tipo de atención dar a los usuarios como clientes durante su ciclo de compra al interactuar con estas aplicaciones.

Durante el **desarrollo** se pudo ir obteniendo una mejor comprensión del problema y refinando cómo se llegaría a la solución del problema de la investigación. Como resultado del desarrollo se obtuvo la versión del artefacto que se describe en la sección 4.5, aunque antes fueron necesarias varias iteraciones, para llegar a una versión madura.

La **evaluación** del artefacto desarrollado permite probar si se logra resolver el problema con la propuesta desarrollada. Para valorar la red de ontología se hizo primero evaluando individualmente las ontologías creadas (ACCESIBILITIC y CRMO) y posteriormente comprobando la integración de ambas. Se verificó que se obtenían los resultados correctos en las inferencias. Por lo que se considera que se demuestra la aplicabilidad del artefacto con el resultado obtenido en las inferencias formuladas a través de las **Preguntas por competencias PC²** (*Competency Question – CQ*) que integran los dominios de accesibilidad y CRM, con lo que se logra dar respuesta a la pregunta de investigación. Otra forma de validación del trabajo realizado fue la presentación de los avances de la investigación en congresos científicos y la publicación en una revista científica de impacto.

Como **conclusión**, consideramos que el tipo de contribución de conocimiento DSR que aporta el artefacto desarrollado se encuentran en la categoría de **mejoras**, ya que:

1. Se aporta un nuevo enfoque en el modelado de perfiles de usuarios centrado en la diversidad funcional.
2. Se brinda la opción de implementar el ACD ya que se facilitan las bases en el modelado de capacidades de los usuarios.
3. Se ofrece una herramienta que facilita la visión del modelo de relación con el cliente de una empresa, en donde se puede conocer con más detalles las actividades que ejecuta su cliente durante su ciclo de compra, al igual que verificar la relación con sus estrategias y canales de distribución asociados a su propuesta de valor.
4. En el modelo de relación con el cliente se tiene la ventaja de reconocer en detalle los aspectos de accesibilidad que deben tomarse en cuenta, lo cual contribuye en parte con la satisfacción del cliente durante su ciclo de compra.

4.4 Metodología de desarrollo de la red de ontologías

Para el desarrollo de una red de ontologías se requiere de la selección de una metodología o creación de una combinación donde se adapten una serie de estrategias idóneas para garantizar que el artefacto creado pueda cubrir los requerimientos identificados y el proceso de desarrollo puede ser llevado a un feliz término.

² PC son preguntas escritas en lenguaje natural que ayudan a especificar los requerimientos de la ontología (Gómez-Pérez, Suárez de Figueroa Baonza, & Villazón, 2008).

Considerando los aspectos relacionados con la reutilización y modularidad de ontologías expuestos en el capítulo 1 - sección 1.11, queda claro que cuando se está frente a un conjunto de ontologías interconectadas entre sí a través de alguna meta-relación se está en presencia de una [red de ontologías](#).

En esta tesis, hemos decidido crear una red de ontologías puesto que contamos con ontologías de dos dominios diferentes ([Accesibilidad y CRM](#)), que requieren interconectarse para establecer relaciones y razonamiento entre ambos dominios. Por esta razón, el modelo del ciclo de vida de la red de ontologías fue iterativo³, ya que los requisitos globales se dividieron primero en partes más pequeñas (dos módulos). En cada ciclo de iteración se pudo ir mejorando cada módulo para finalmente integrarse en un artefacto final.

Con respecto al estudio presentado en el Capítulo 1 - sección 1.5.3, donde se analizaron distintas metodologías y métodos para la creación de ontologías, indicamos que la [metodología NeOn](#) es la que se ha decidido seguir, al ser la que más ventajas ofrece en este caso de estudio, en cuanto a la consideración de distintos escenarios para la construcción tanto de ontologías como de redes de ontologías.

Para conocer un poco más sobre la metodología NeOn, en el capítulo 1 - sección 1.7, se mostró a grandes rasgos **cómo** proporciona guías metodológicas para distintos procesos y actividades involucradas en los escenarios. También, la seleccionamos por su flexibilidad a la hora de poder adaptarse a las necesidades del estudio.

En los dominios de conocimiento de Accesibilidad y CRM, se ubicaron tanto recursos ontológicos como no ontológicos para ambos dominios. Los escenarios identificados para la construcción de la red de ontologías fueron:

1. “Escenario 2”

Se refiere a la construcción de una ontología o red de ontología mediante la reutilización y reingeniería de recursos no ontológicos.

2. “Escenario 4”

Se refiere a la construcción de una ontología o red de ontología mediante la reutilización y reingeniería de ontologías o módulos de ontologías.

En cuanto a los [recursos no ontológicos](#) se tiene la particularidad que la información que estos ofrecen se consideró potencial a la hora de hacer la reingeniería de las ontologías reutilizadas y no fueron utilizados con exclusividad para la construcción de la red de ontologías (situación que se plantea en el escenario 2). Por esta razón fue necesario hacer [adaptaciones](#) en el uso de las guías de metodologías del Escenario 2, lo cual se explicará con mayor detalle en el capítulo 5 - sección 5.4.2.

Aprovechando la flexibilidad que ofrece la metodología NeOn y con las adaptaciones propias hechas considerando la implicaciones de esta tesis, se pudo llevar a cabo el desarrollo de ambas

³ En cada iteración se construye un avance, se valida y se va agregando más calidad hasta llegar al producto final.

ontologías. Detalles de cómo fue llevado a cabo el proceso de desarrollo de los módulos de ontología ACCESIBILITIC y CRMO se mostraran en los capítulos 5 y 6, respectivamente.

4.5 Especificaciones de requisitos de las ontologías de la red

En esta sección se describen las especificaciones de requisitos que orientaron el diseño de la red de ontologías. Tomando como base el [Documento de Especificación de Requisitos de la Ontología – DERO](#) (*Ontology Requirements Specification Document - ORSD*) (Suárez de Figueroa Baonza, 2010), se presentarán los requerimientos que guiaron el diseño de las ontologías ACCESIBILITIC y CRMO.

La información se organizará mostrando inicialmente los requerimientos correspondientes a la ontología ACCESIBILITIC, y posteriormente los de la ontología CRMO. Por cada ontología nos enfocamos en describir su propósito, alcance, lenguaje de implementación, usuarios y usos previstos, así como sus requisitos no funcionales y funcionales, y se finaliza definiendo los conceptos y sus relaciones producto del modelo ontológico.

4.5.1 Ontología ACCESIBILITIC

Propósito

El propósito de la ontología ACCESIBILITIC es modelar las características principales de los usuarios de las TIC, incluidas sus capacidades, discapacidades, el estado de sus funciones fisiológicas y psicológicas, y las características de la tecnología relacionadas con la accesibilidad. Esto permite determinar si un usuario puede interactuar con las TIC y también proporcionar asistencia de apoyo adecuada (hardware, software o estrategias de adaptación) para facilitar su accesibilidad.

Con respecto a la identificación de las actividades de la vida diaria que los usuarios pueden realizar, se consideran sus capacidades (cognitivas, motoras, sensoriales y del habla). Se propuso identificar actividades como la base para ACD. Por consiguiente, ACCESSIBILITIC puede incorporar ACD si está integrado con un módulo de ontología de un dominio específico donde se clasifican las actividades, las acciones y las operaciones del usuario.

Alcance

Para conocer el alcance de la ontología ACCESIBILITIC, se tienen como guía los objetivos específicos que se establecen para su diseño, y estos delimitan que las funcionalidades de ACCESSIBILITIC son:

1. Modelar la diversidad funcional de los usuarios, centrándose en las capacidades de los usuarios, más que en las limitaciones de éstos.
2. Caracterizar los dispositivos de asistencia y las herramientas de software utilizadas para respaldar la accesibilidad.
3. Modelar la interacción del usuario teniendo en cuenta las capacidades y discapacidades, dispositivos y herramientas de software.

4. Caracterizar la participación del usuario en las actividades de la vida diaria utilizando las TIC, tomando como base el ACD.

Lenguaje de implementación

ACCESIBILITIC está implementada en OWL, siguiendo la recomendación del Consorcio WWW (*World Wide Web Consortium - W3C*). Motor de razonamiento HerMiT versión 1.3.8.413.

Usuarios y usos previstos

Los profesionales en el desarrollo de aplicaciones de software serán los principales usuarios de esta propuesta. También puede ser utilizada como herramienta de apoyo para el [Diseño de Interacción](#) (*Interaction Design - IxD*) y el [Diseño de Experiencia de Usuario](#) (*User Experience Design - UxD*).

Con respecto a ACCESIBILITIC, ésta será utilizada por un Sistema de Recomendación para Sistemas de Gestión de Relación con el Cliente, el cual estará en capacidad de crear perfiles de los clientes considerando su diversidad funcional y así sugerir adaptaciones y asistencia técnica para brindarles soporte durante su ciclo de compra como cliente. ACCESIBILITIC también puede ser utilizada como una ontología independiente para recomendar la asistencia técnica que se puede brindar a los usuarios al interactuar con aplicaciones de software en líneas generales.

Requisitos No Funcionales y Funcionales

Los Requisitos No Funcionales (RNF) se obtienen al analizar en conjunto con el equipo involucrado en el desarrollo de la ontología, identificándose los siguientes RNF:

1. El idioma de la ontología debe ser el inglés, por ser un idioma universal y no limitar su uso.
2. La ontología se diseña como un módulo para manejar el dominio de accesibilidad de tal forma que se facilite su interoperabilidad con otros sistemas, como el sistema de recomendación.

Para identificar los Requisitos Funcionales (RF) se utilizó la técnica propuesta por la metodología NeOn basada en las Preguntas por Competencia (PC). A continuación se muestran las cuatro PC principales en las que se centrará el diseño de la ontología en su última iteración:

PC1: ¿Qué discapacidades (Disability) pertenecen a cada tipo de disfunción (Impairment)?

PC2: ¿Qué disfunción o combinación de disfunción tiene un usuario específico?

PC3: ¿Qué soporte técnico puede ser recomendado a un usuario tomando en cuenta su perfil de disfunciones y capacidades?

PC4: ¿Qué actividades y participación puede desempeñar un usuario en la sociedad de la información de acuerdo a su perfil?

Conceptos y sus relaciones

Teniendo en cuenta las PC anteriores, y para completar la especificación de requisitos, se modelan también varios conceptos en la ontología, que son: User, Impairment, Disability, Body Function, Activity Participation, Capability y Support Assistance.

El concepto de usuario (*User*) se plantea considerando la aportación de la ontología AEGIS, vista en el capítulo 2 - sección 2.3.7, específicamente su proyecto *Personas* (AEGIS, 2012) donde se representaban arquetipos hipotéticos de usuarios. El término de usuario describe los atributos de las personas que interactúan con las TIC, además de las capacidades incorporadas de acuerdo a la descripción de usuarios y su uso de las TIC.

La esencia de los conceptos *Impairment*, *Disability*, *Body Function* y *Activity Participation* son tomados de la clasificación ICF (WHO, 2001), presentados en la capítulo 2 - sección 2.3.1. Una vez hechas las adaptaciones y consideraciones de esta tesis, los conceptos que finalmente se consideran son los siguientes:

1. Disfunciones (*Impairments*)

Son problemas en el funcionamiento del cuerpo humano o en su estructura que implican una desviación significativa o pérdida. Las disfunciones pueden ser: (i) temporales o permanentes, (ii) progresivas, regresivas o estáticas, (iii) intermitentes o continuas. Las cinco categorías de disfunciones propuestas en AEGIS/ACCESSIBLE son: (i) Visuales (*Vision*), (ii) Extremidades superiores (*Upper Limb*), (iii) cognitivas (*Cognitive*), (iv) auditivas (*Hearing*), y (v) comunicativas (*Communication*).

2. Discapacidad (*Disability*)

Representa un subconjunto de disfunciones que pueden ser temporales o permanentes, parciales o totales. Cada categoría de disfunción está asociada con una o más discapacidades. Además está asociada con determinadas limitaciones de actividades y su consecuente restricción en la participación en situaciones de la vida diaria.

3. Funciones del cuerpo (*Body Functions*)

Son las funciones fisiológicas y psicológicas del cuerpo humano.

4. Participación en actividades (*Activity Participation*)

Resulta de la combinación de los términos Actividad y Participación, propuestos en ICF. Por ello, describe las actividades específicas que un usuario puede ejecutar para interactuar con las TIC y que consecuentemente lo ayudan para el desempeño de las actividades de la vida diaria. Los usuarios con capacidades específicas pueden ejecutar actividades y participar en la sociedad.

Los conceptos de *Capability* y *Support Assistance*, se generan como producto de la revisión de la literatura referentes a las ontologías analizadas:

1. Capacidad (*Capability*)

Describe las habilidades de un usuario al interactuar con las TIC, agrupadas dentro del tipo de habilidad cognitiva (*cognitive*), (*sensorial*), motora (*motor*) y del habla (*speech*).

2. Asistencia técnica (*Support Assistance*)

Conocida también como soporte técnico, se refiere a una variedad de formas de asistencia que proveen dispositivos o software estándar, o software específico como estrategias adaptativas para ayudar a los usuarios con necesidades especiales para interactuar con TIC. Cada asistencia técnica es recomendada de acuerdo a la combinación discapacidad y/o capacidad del usuario.

Finalmente, el perfil de un usuario viene dado por la creación de instancias de estos conceptos y sus relaciones. En el capítulo 5 se muestra el detalle del proceso de construcción de la ontología ACCESIBILITIC.

4.5.2 Ontología CRMO

Propósito

La ontología CRMO tiene como objetivo ser una herramienta que permita modelar la relación con el cliente basado en una adaptación de la ontología BMO. En el mismo se logran identificar las siguientes tres perspectivas: del cliente, de la oferta (producto/servicio) y de las actividades en donde participa directamente el cliente.

En el modelo, entre otras cosas, se puede llegar a conocer un mayor detalle de las actividades que pudiera desempeñar un cliente en su relación con la empresa, lo cual es la base para desarrollar el [Diseño Centrado en Actividad \(ACD\)](#), desarrollado en el capítulo 2 – sección 2.4, que se propone en esta tesis. Al identificar estas actividades se tiene un mayor conocimiento del cliente y se puede contribuir al desarrollo de modelos de negocios, estrategias y/o diseño de software CRM, en donde se pueda atender de forma más eficiente la satisfacción del cliente.

Alcance

El diseño de la ontología CRMO se realizó considerando los siguientes objetivos, los cuales delimitan su capacidad para:

1. Identificar las actividades, acciones y operaciones que ejecutan los clientes durante su ciclo de compra en una empresa.
2. Reconocer las estrategias y canales de distribución asociados a las propuestas de valor de una empresa.
3. Destacar las tareas o funciones que un canal puede llevar a cabo durante las fases del ciclo de compra de un cliente.
4. Conocer la relación entre las actividades de un cliente y las estrategias de canal.
5. Identificar la relación entre las tareas o funciones de un canal y las actividades que puede ejecutar un cliente.

Lenguaje de implementación

CRMO está implementada en OWL, siguiendo la recomendación del W3C. Se utilizó el motor de razonamiento HermiT versión 1.3.8.413.

Usuarios y usos previstos

Los usuarios previstos para CRMO son los profesionales en el desarrollo de aplicaciones de software enfocadas en el CRM. También puede ser utilizada por los directivos de empresas como herramienta de apoyo en la creación o actualización de estrategias que sean partes del modelo de relación con el cliente.

Con respecto al uso de CRMO, pudiera ser utilizado por un Sistema de Recomendación en donde se registre información correspondiente a modelos de negocios de empresas que sirva de guía para cualquier empresa a la hora de diseñar estrategias relacionadas con su gestión del cliente.

Requisitos No Funcionales y Funcionales

Una vez analizados los requisitos de la ontología CRMO en conjunto con los involucrados en la construcción de la ontología, se tienen los siguientes Requisitos No Funcionales (RNF):

1. El idioma de la ontología debe ser el inglés, por ser un idioma universal y no limitar su uso.
2. La ontología se diseña como un módulo para manejar el dominio de CRM.

Como Requisitos Funcionales (RF) se utilizó la técnica propuesta por la metodología NeOn basada en las Preguntas por Competencia (PC) (*Competency Question – CQ*). A continuación se muestran las siete PC en las que se centrará el diseño de la ontología en su última iteración:

PC1: ¿Cuáles son las estrategias que soportan a una propuesta de valor específica que se ofrece en un canal de distribución determinado?

PC2: ¿Qué tareas del canal se relacionan con una actividad de cliente específica?

PC3: ¿Cuáles son las tareas de un canal de distribución específico?

PC4: ¿Cuáles son las actividades del cliente que se asocian a una estrategia específica?

PC5: ¿Cuáles son las acciones que se relacionan a una actividad de cliente específica?

PC6: ¿Cuáles son las operaciones de una acción de cliente específica?

PC7: ¿Qué acciones incluyen una operación específica?

Conceptos y sus relaciones

Los conceptos que se modelan en la ontología CRMO son: *DistributionChannel*, *ChannelTask*, *CRMstrategy*, *ValueProposition*, *CustomerActivity*, *CustomerAction* y *CustomerOperation*.

Para los conceptos desarrollados se tiene el soporte del capítulo 3, específicamente la sección 3.6 para la Clase *CustomerAction*, la sección 3.7 para la Clase *CustomerOperation*, la sección 3.9 para las Clases *DistributionChannel* y *ValueProposition*, la sección 3.11.1 para las Clases *CustomerActivity* y *ChannelTask* y la sección 3.11.2 para la Clase *CRMstrategy*.

1. Canal de distribución (*DistributionChannel*)

Refleja las conexiones que se establecen para lograr hacer llegar la propuesta de valor al cliente destino, cómo el cliente desea o puede ser contactado y como se dirigirá el contacto (Osterwalder, A., 2004).

2. Tareas del canal (*ChannelTask*)

Tareas específicas o funciones que pueden cumplir los canales de distribución para atender a los clientes a través de cada una de las fases del CBC (Osterwalder, A., 2004).

3. Estrategia CRM (*CRMstrategy*)

Refleja las estrategias que la empresa implementará en su gestión de la relación con el cliente y que están alineadas a cada canal de distribución.

4. Propuesta de Valor (*ValueProposition*)

Se describen cuáles son los problemas del cliente que se logran solventar o satisfacer, y por qué la oferta de la empresa es más valiosa que los productos/servicios similares de la competencia

5. Actividades del cliente (*CustomerActivity*)

Son las actividades que ejecuta un cliente al relacionarse con una empresa. Estas actividades coinciden con las cuatro fases del Ciclo de Compra del Cliente (Osterwalder, A., 2004): 1) Conocimiento (*awareness*), 2) Evaluación (*evaluation*), 3) Compra (*purchase*), y 4) Post venta (*after sale*).

6. Acciones del cliente (*CustomerAction*)

Son el conjunto de acciones que debe ejecutar el cliente para poder interactuar durante su CBC. Las acciones están organizadas a través de las siete fases del Ciclo de compra de una empresa (*BPLCPhase*), en donde interactúan proveedores y clientes de una organización (Archer & Yuan, 2000): 1) Recolección de información (*InformationGathering*); 2) Contacto con el proveedor (*SupplierContact*); 3) Revisión de antecedentes (*BackgroundReview*); 4) Negociación (*Negotiation*); 5) Ejecución de la compra (*Fullfilment*); 6) Consumo, mantenimiento y enajenación (*ConsumptionMaintenanceDisposal*), y 7) Renovación (*Renewal*).

7. Operaciones del Cliente (*CustomerOperation*)

Es el conjunto de operaciones que los clientes ejecutan en correspondencia con las fases del ciclo de compra de una empresa (*BPLC*) (Archer & Yuan, 2000): *Searching, Observing, Learning Evaluating, Comparing, Testing, Negotiating, Planning, Tracking, Installation, Paying, Using, Feedback to supplier, Maintaining, Disposing* y *Reviewing*.

Finalmente, el modelo de relación con el cliente de una empresa viene dado por la creación de instancias de estos conceptos y sus relaciones. Con ello se logra identificar con mayor detalle la dinámica que puede tener una empresa para llevar a cabo su gestión de la relación con el cliente.

4.6 Conclusiones

Esta tesis se enmarca dentro de la metodología de Investigación de la Ciencia del Diseño (*Design Science Research - DSR*). Siguiendo la misma se genera como resultado un conocimiento prescriptivo que corresponde a un artefacto, el cual se materializa en una red de ontologías que contempla los dominios de accesibilidad y CRM, las ontologías creadas respectivamente son denominadas como ACCESIBILITIC y CRMO.

Durante el proceso de investigación se llevaron a cabo las fases contempladas por el DSR: concientización del problema, sugerencia, desarrollo, evaluación y conclusión. El ciclo de las fases permitió ir refinando el artefacto creado. Como parte de la evaluación se logró demostrar la aplicabilidad tanto de cada ontología por separado como de la red de ontologías gracias al resultado obtenido en las inferencias formuladas. La investigación cuenta con validación a través de la presentación de avances en congresos científicos y la publicación en revistas científicas. La contribución de la investigación se clasifica en la categoría de mejoras.

Entre los elementos seleccionados para la creación del artefacto destacan: 1) las ontologías como herramienta ideal para crear vistas estructuradas de dominios y además combinarlos. 2) En el dominio de accesibilidad se tienen los recursos de conocimientos ontológicos: ICF, *User Impairment Ontology*, ADOLENA, ASK-IT, ACCESSIBLE, AEGIS, AEGIS/ACCESSIBLE, Affinto, y Egonto; y el recurso de conocimiento no ontológico conocido como la clasificación para el modelado de la interacción hombre-computador, basada en ICF. 3) En el dominio de CRM se usa como recurso ontológico la ontología BMO y como recursos no ontológicos: el Ciclo de Compra de una Empresa, el Ciclo de Relación con el Cliente y el Ciclo de Compra del Cliente. 4) Como factor integrador de la red de ontologías está el aporte del Diseño Centrado en Actividad (ACD).

Para la fase de desarrollo, se seleccionó la metodología NeOn, específicamente los escenarios relacionados con la reutilización y reingeniería de recursos de conocimientos ontológicos y no ontológicos, haciendo las adaptaciones básicamente por la combinación de los 2 tipos de recursos de conocimientos. Se logró reunir las especificaciones de requisitos de cada una de las ontologías creadas, en donde se mantiene la alineación del diseño del artefacto para cubrir el problema de la investigación.

4.7 Referencias

- 1- AEGIS. (2012). *Open Accessibility Everywhere: Groundwork, Infrastructure, Standards. AEGIS Outcomes - Personas*. (AEGIS is an Integrated Project (IP) within the ICT programme of FP7) Retrieved January 10, 2013, from http://www.aegis-project.eu/index.php?Itemid=53&id=63&option=com_content&view=article
- 2- Archer, N., & Yuan, Y. (2000). Managing business-to-business relationships throughout the e-commerce procurement life cycle. *Internet Research*, 10(5), 385-395. doi:10.1108/10662240010349390
- 3- Gómez-Pérez, A., Suárez de Figueroa Baonza, M. C., & Villazón, B. (2008). *NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Ontology Specification*. NeOn Integrated Project EU-IST-027595.
- 4- Gregor, S., & Hevner, A. (2013). Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. *MIS Quarterly*, 37(2), 337-355. doi:10.25300/MISQ/2013/37.2.01
- 5- Hevner, A. R., March, S. T., & Park, J. (2004). Design Research in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 75-105.
- 6- Madrid, J., Peinado, I., & Koutkias, V. (2012, July 27). *Cloud4all Project Website. D101.1. Cloud4all Priority applications and User*. Retrieved December 2014, from <http://www.cloud4all.info/wp-content/uploads/2014/09/D101.1.-Priority-applications-and-User-Profile-Ontology.pdf>
- 7- McCarthy, J. (1980). Circumscription—A Form of Non-Monotonic Reasoning. *Artificial Intelligence*, 13(1), 27-39.
- 8- Osterwalder, A. (2004). *The Business Model Ontology. A proposition in a Design Science Approach. Doctoral Thesis*. Switzerland: University of Lausanne. Obtenido de http://www.hec.unil.ch/aosterwa/phd/osterwalder_phd_bm_ontology.pdf
- 9- Simon, H. (1996). *The Sciences of the Artificial, Third Edition*. (Third ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- 10- Suárez de Figueroa Baonza, M. (2010). *NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Specification, Scheduling and Reuse. Doctoral Thesis*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- 11- Vaishnavi, V., Kuechler, W., & Petter, S. (2017). *Design Science Research in Information Systems*. Obtenido de <http://desrist.org/desrist/content/design-science-research-in-information-systems.pdf>
- 12- WHO. (2001). *Clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud - CIF. Versión abreviada*. Geneva, Switzerland: WHO Press. Retrieved from <http://www.who.int/classifications/icf/icfbeginnersguide.pdf?ua=1>

5

Ontología ACCESIBILITIC

Índice Capítulo 5: Ontología ACCESIBILITIC

5.1 INTRODUCCIÓN	131
5.2 MAPA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE ACCESIBILITIC	131
5.3 ACTIVIDADES DE SOPORTE	132
5.4 REUTILIZACIÓN DE RECURSOS DE CONOCIMIENTO: ONTOLÓGICOS Y NO ONTOLÓGICOS.	132
5.4.1 RECURSOS ONTOLÓGICOS	132
5.4.2 RECURSOS No ONTOLÓGICOS	133
5.5 CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS PREVIAS A LA ACTIVIDAD DE REINGENIERÍA DE RECURSOS DE CONOCIMIENTO.	133
5.6 REINGENIERÍA DE RECURSOS ONTOLÓGICOS Y No ONTOLÓGICOS.	134
5.6.1 INGENIERÍA INVERSA	135
ONTOLOGÍA ICF	136
USER IMPAIRMENT ONTOLOGY	137
ONTOLOGÍA ADOLENA	138
ONTOLOGÍA ASK-IT	139
ONTOLOGÍA AEGIS/ACCESSIBLE	140
ONTOLOGÍA AFFINTO	142
ONTOLOGÍA EGONTO	143
RECURSO No ONTOLÓGICO	143
CLASIFICACIÓN DE HABILIDADES HUMANAS PARA EL MODELADO (ICF)	143
5.6.2 REESTRUCTURACIÓN	144
CLASE USER	146
CLASE IMPAIRMENT	147
CLASE DISABILITY	147
CLASE BODYFUNCTION	148
CLASE CAPABILITY	151
CLASE ACTIVITYPARTICIPATION	152
CLASE SUPPORTASSISTANCE	158
5.6.3 INGENIERÍA DIRECTA (FORWARD)	161
5.7 EXPLOTANDO LOS RESULTADOS DE ACCESIBILITIC	164
5.7.1 PC1	164
5.7.2 PC2	166
5.7.3 PC3	169
5.7.4 PC4	171
5.8 CONCLUSIONES	174
5.9 REFERENCIAS	175

CAPÍTULO 5

ONTOLOGÍA ACCESIBILITIC

5.1 Introducción

Para modelar el dominio de la accesibilidad se procedió a crear el módulo de ontología al que hemos llamado ACCESIBILITIC. En él se logra: 1) modelar perfiles de usuarios considerando sus capacidades, discapacidades, funciones fisiológicas y psicológicas; 2) caracterizar el soporte técnico (hardware, software y estrategias adaptativas) para respaldar la accesibilidad; 3) inferir el soporte más adecuado tomando en cuenta sus capacidades y diversidad funcional; y 4) determinar la participación del usuario en las actividades de la vida diaria utilizando las TIC.

En este capítulo se describe el proceso de desarrollo de ACCESIBILITIC. Se detalla cómo fue la aplicación de la metodología NeOn y las adaptaciones realizadas para el desarrollo de ésta, con el propósito de precisar las particularidades de su diseño e implementación.

5.2 Mapa de actividades para el desarrollo de ACCESIBILITIC

En esta sección se muestra la secuencia de actividades llevadas a cabo durante la construcción de esta ontología. En la **figura 5.1** se muestra el mapa de actividades ejecutadas durante el desarrollo de ACCESIBILITIC. A continuación se describirá la metodología, cómo se ha abordado cada uno de los pasos y cuáles son los resultados de su aplicación.

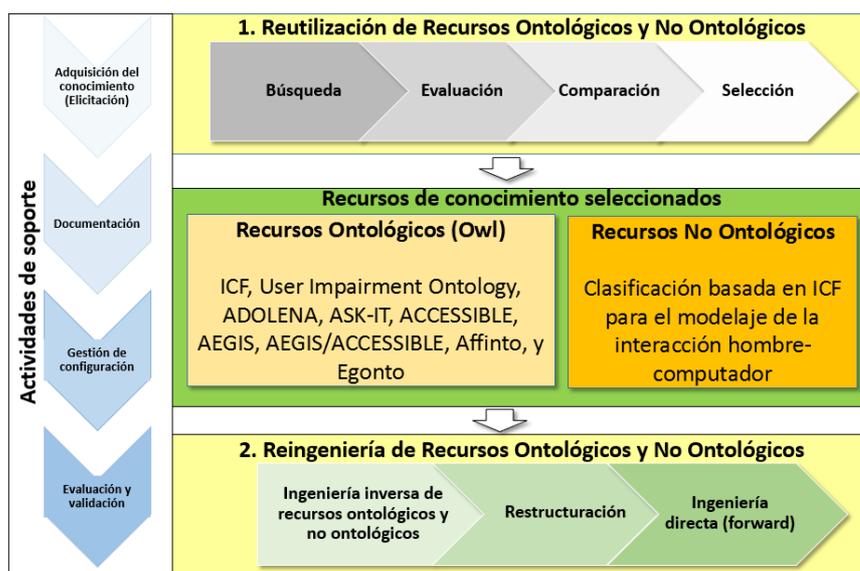


FIGURA 5.1 MAPA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE ACCESIBILITIC.

5.3 Actividades de Soporte

Las actividades de soporte son aquellas que dan acompañamiento durante todo el proceso de desarrollo de una ontología (Aguado de Cea, et al., 2007). Su secuencia es: Adquisición del conocimiento, Documentación, Gestión de Configuración, y Evaluación y Validación.

1. Adquisición del conocimiento

En esta actividad se realiza una revisión de literatura y opiniones emitidas por expertos del dominio. Inicialmente esta actividad se retroalimenta de la fase de [concientización del problema](#) de la metodología DSR, detallada en el capítulo 4 – sección 4.2, y posteriormente a lo largo de las iteraciones ejecutadas durante el proceso de construcción de ACCESIBILITIC se tuvo la oportunidad de ir ampliando la base de conocimiento cada vez que fue necesario.

2. Documentación

Durante el desarrollo de la ontología se recopilan una serie de documentos relacionados con la adquisición de conocimiento, la conceptualización de las versiones y el análisis de criterios, entre otros.

3. Gestión de configuración

Se organiza la información respectiva a las distintas versiones que se generan.

4. Evaluación y validación

Durante el desarrollo de ACCESIBILITIC se fue validando que el diseño fuese el correcto de acuerdo a lo que se requería obtener. También se verifica que las [Preguntas por Competencia](#) (PC) fuesen resueltas de forma correcta y se cumplieran las especificaciones de la ontología. En cada oportunidad que se hacía el diagnóstico y no era lo esperado se implementaban las correcciones pertinentes.

5.4 Reutilización de Recursos de Conocimiento: Ontológicos y No Ontológicos.

5.4.1 Recursos ontológicos

En cuanto a los Recursos Ontológicos, en el escenario 4 se sugiere utilizar las ontologías existentes en el mismo o similar dominio que la ontología que se desea desarrollar (Aguado de Cea, et al., 2007).

La secuencia de actividades que se desprenden de la aplicación de este escenario, tal como se indican en la [figura 5.1](#), comprenden: la búsqueda, evaluación, comparación y selección. Las ontologías de dominio seleccionadas son: ICF, *User Impairment Ontology*, ADOLENA, ASK-IT, ACCESSIBLE, AEGIS, AEGIS/ACCESSIBLE, Affinto, y Egonto. En el capítulo 2 – sección 2.3 se describe de forma general cada una de estas ontologías.

Como parámetro de búsqueda, primero de todo se identifica si cada ontología cubre al menos parcialmente algunos de los requerimientos identificados en el capítulo 4 – sección 4.5. Además se verifica si en el enfoque con el cuál había sido diseñada cada ontología, estuviera implícito el uso de modelo de usuario y/o las tecnologías asistivas. En la sección 5.6.1 se ofrecerá mayor detalle sobre los aportes de cada ontología.

5.4.2 Recursos No Ontológicos

En cuanto a los Recursos No Ontológicos, de acuerdo al glosario de actividades de NeOn (Aguado de Cea, et al., 2007), la reutilización se refiere a la actividad que toma este tipo de recursos disponibles (base de datos, vocabulario contralado, etc.) para el desarrollo de ontologías.

La reutilización de recursos no ontológicos, fue necesaria en la segunda iteración, ya que se detectó la necesidad de profundizar en el modelado del concepto de Capacidad (*Capability*).

Para complementar al conjunto de **recursos ontológicos** que se reutilizarían en la segunda iteración, se decidió valorar también algunos recursos no ontológicos. En este caso, se decidió aplicar las siguientes actividades, sin seguir las especificaciones de algún escenario de la metodología NeOn: búsqueda, evaluación, comparación y selección. La guía para establecer los criterios fueron los requisitos funcionales de la ontología ACCESIBILITIC. Finalmente, se seleccionó un solo recurso potencial, la **Clasificación basada en ICF para el modelaje de la interacción Hombre-Computador** (Billi, Burzagli, Emilian, Gabbanini, & Graziani, 2006). Las razones de su selección son: por su relación con la clasificación ICF (disponible en ontología), la calidad del estudio realizado y porque nos centramos en verificar si el valor del contenido ofrecido por el recurso no ontológico cubría las necesidades de información que existía en cuanto al modelado del concepto de Capacidad (*Capability*).

En el capítulo 2 – sección 2.3.2 se muestra una visión general del recurso no ontológico seleccionado. En el recurso, resultaron de interés las tres áreas identificadas de acuerdo a las habilidades necesarias para interactuar con las TIC, tales como: área de comprensión, área de expresión y área de habilidades. Éste aporte se considera valioso a la hora de analizar y modelar las capacidades de los usuarios.

5.5 Consideraciones metodológicas previas a la actividad de reingeniería de recursos de conocimiento.

En la actividad de reingeniería existen cuatro niveles de abstracción: Alcance, lingüístico, epistemológico y de implementación. En la **figura 5.2** se muestra la composición de dichos niveles. A continuación se define cada uno de ellos (Aguado de Cea, et al., 2007):

1. Nivel de Alcance

Es el nivel más alto en el que se describe el alcance general de la ontología.

2. Nivel de especificación o lingüístico

Las características requeridas para una ontología se describen en detalle.

3. Nivel epistemológico o conceptualización

Se describen las características de la ontología, como la estructura de la ontología y los componentes de ésta.

4. Nivel de implementación

Es el nivel más bajo, los detalles de implementación permiten describir una ontología, y ésta a su vez se representa en un lenguaje de ontología comprensible para las computadoras y utilizable por los razonadores automáticos.

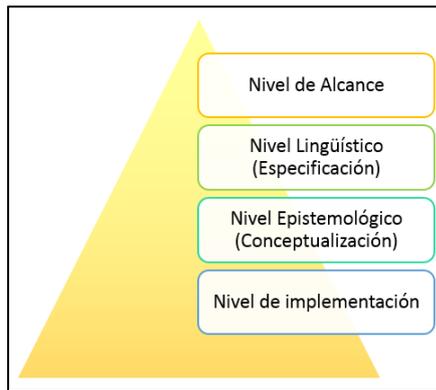


FIGURA 5.2 NIVELES DE ABSTRACCIÓN PARA LA ACTIVIDAD DE REINGENIERÍA.

FUENTE: BASADO EN (AGUADO DE CEA, ET AL., 2007).

Entonces, para llevar a cabo la actividad de reingeniería fue necesario determinar desde qué nivel se realizaría. Para el caso de ACCESIBILITIC se realizó desde el nivel epistemológico (conceptual) y además se incluyó el nivel de implementación. Para ello, la metodología NeOn establece que los resultados deben integrarse de acuerdo a las actividades correspondientes del escenario 1, las cuales son: actividad de conceptualización y actividades de implementación de la ontología.

El resultado de la actividad de conceptualización se alinearán como producto final de la actividad de ingeniería directa, sección 5.6.3, y la actividad de implementación se desarrollará en la sección 5.7.

5.6 Reingeniería de Recursos Ontológicos y No Ontológicos.

Para continuar con el desarrollo del mapa de actividades de la **figura 5.1**, a continuación se detallan las actividades llevadas a cabo para la reingeniería de los recursos ontológicos y no ontológicos.

Sobre los recursos ontológicos, de acuerdo al conjunto de ontologías que fueron reutilizadas, se consideró que éstas eran útiles para el caso de uso concreto, y no serían utilizadas tal y como son. Por ello, se planteó un proceso de reingeniería en donde se pudieran integrar de manera armoniosa las bondades que estas ofrecen en un artefacto final. En la **figura 5.3** se muestra la secuencia de actividades correspondientes a la reingeniería de una ontología vista como un proceso.

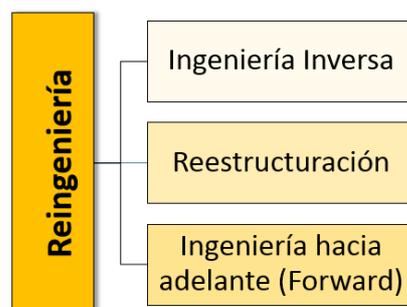


FIGURA 5.3 ACTIVIDADES DE LA REINGENIERÍA DE UNA ONTOLOGÍA.

FUENTE: BASADO EN (AGUADO DE CEA, ET AL., 2007).

En cuanto al recurso no ontológico, como variante a las especificaciones del escenario 2, se procedió solo a realizar la actividad número 1 relativa a la ingeniería inversa de recursos no ontológicos (Ver **figura 5.4**), esto debido a que la ontología resultante no sería un resultado exclusivo del recurso no ontológico.

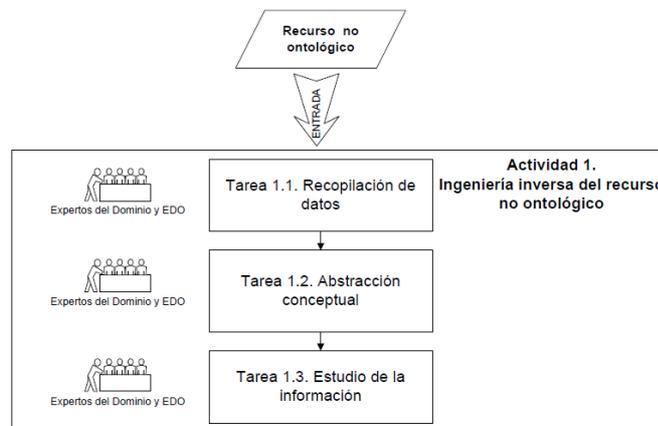


FIGURA 5.4 ACTIVIDAD N° 1 DE LA INGENIERÍA INVERSA DEL RECURSO NO ONTOLÓGICO.

FUENTE: (POVEDA VILLALÓN, 2010).

Las tareas a ejecutar son: 1) recopilación de datos, 2) abstracción conceptual, y 3) estudio de la información. El foco central estuvo en conocer mejor la clasificación de habilidades como un aporte para el modelado de las capacidades del usuario.

La actividad 2 y 3 no se ejecutan ya que la ontología ACCESIBILITIC combina también aportes de recursos ontológicos, y estas actividades están diseñadas pensando en la transformación exclusiva de los recursos no ontológicos para la generación de la ontología final.

Por lo tanto, los aspectos seleccionados del recurso no ontológico durante la ingeniería inversa se incorporan en la ontología propuesta durante la actividad de ingeniería directa considerando además los recursos ontológicos.

5.6.1 Ingeniería inversa

El objetivo principal de la ingeniería inversa es definir el modelo conceptual de una ontología a partir de su código fuente (Gómez-Pérez, Fernández-López, & Corcho, 2004). El uso de este tipo de ingeniería es útil debido a que se tiene acceso al archivo owl de la mayoría de los recursos ontológicos seleccionados. No se encontró información actualizada sobre el modelo conceptual de la mayoría de éstos e inclusive las versiones disponibles de archivos owl eran más actualizadas que la documentación disponible. A continuación se muestra un [resumen de los aportes identificados](#) en cada uno de los recursos de conocimiento reutilizados, descritas con mayor detalle en el capítulo 2 – sección 2.3.

La guía principal para la identificación de los aportes se encuentra en el capítulo 4 – sección 4.5.1, donde se expresan en forma clara y precisa las especificaciones de requisitos de la Ontología ACCESIBILITIC.

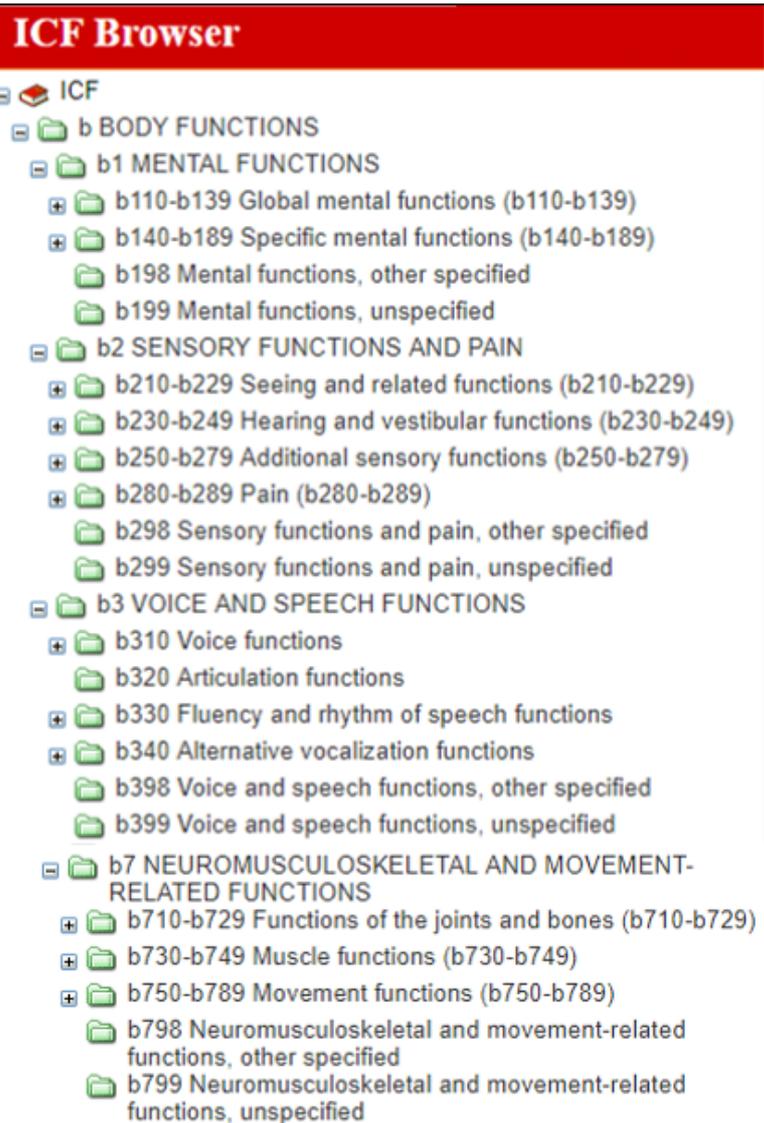


FIGURA 5.5 CLASE BODY FUNCTION DE LA ONTOLOGÍA ICF.
FUENTE: (WHO, 2017).

Ontología ICF

En la ontología de la clasificación ICF, nos llamó la atención su enfoque en las funciones del cuerpo humano que pueden verse afectadas dependiendo de las discapacidades de las personas. La estructura jerárquica de la clase *Body Functions* se muestra en la **figura 5.5**.

Además, resultan de interés los capítulos de la clasificación ICF en los que se estructuran las Actividades y Participación, que son el enfoque positivo del funcionamiento y discapacidad de un ser humano, específicamente una selección de los capítulos 1, 2, 3, 4, 6 y 7.

En la **figura 5.6.A**, se muestra una captura de la estructura jerárquica de la clase *Activities and Participation* y en la **figura 5.6.B** una selección de actividades y participación realizada para la ontología ACCESIBILITIC.

ICF Browser	
<ul style="list-style-type: none"> [-] d ACTIVITIES AND PARTICIPATION <ul style="list-style-type: none"> [-] d1 LEARNING AND APPLYING KNOWLEDGE <ul style="list-style-type: none"> [-] d110-d129 Purposeful sensory experiences (d110-d129) <ul style="list-style-type: none"> [-] d130-d159 Basic learning (d130-d159) [-] d160-d179 Applying knowledge (d160-d179) <ul style="list-style-type: none"> [-] d198 Learning and applying knowledge, other specified [-] d199 Learning and applying knowledge, unspecified [-] d2 GENERAL TASKS AND DEMANDS <ul style="list-style-type: none"> [-] d210 Undertaking a single task [-] d220 Undertaking multiple tasks [-] d230 Carrying out daily routine [-] d240 Handling stress and other psychological demands <ul style="list-style-type: none"> [-] d298 General tasks and demands, other specified [-] d299 General tasks and demands, unspecified [-] d3 COMMUNICATION <ul style="list-style-type: none"> [-] d310-d329 Communicating - receiving (d310-d329) [-] d330-d349 Communicating - producing (d330-d349) [-] d350-d369 Conversation and use of communication devices and techniques (d350-d369) <ul style="list-style-type: none"> [-] d398 Communication, other specified [-] d399 Communication, unspecified [-] d4 MOBILITY <ul style="list-style-type: none"> [-] d410-d429 Changing and maintaining body position (d410-d429) [-] d430-d449 Carrying, moving and handling objects (d430-d449) [-] d450-d469 Walking and moving (d450-d469) [-] d470-d489 Moving around using transportation (d470-d489) <ul style="list-style-type: none"> [-] d498 Mobility, other specified [-] d499 Mobility, unspecified [-] d6 DOMESTIC LIFE <ul style="list-style-type: none"> [-] d610-d629 Acquisition of necessities (d610-d629) [-] d630-d649 Household tasks (d630-d649) [-] d650-d669 Caring for household objects and assisting others (d650-d669) <ul style="list-style-type: none"> [-] d698 Domestic life, other specified [-] d699 Domestic life, unspecified [-] d7 INTERPERSONAL INTERACTIONS AND RELATIONSHIPS <ul style="list-style-type: none"> [-] d710-d729 General interpersonal interactions (d710-d729) [-] d730-d779 Particular interpersonal relationships (d730-d779) <ul style="list-style-type: none"> [-] d798 Interpersonal interactions and relationships, other specified [-] d799 Interpersonal interactions and relationships, unspecified 	<ul style="list-style-type: none"> Chapter 1 Learning and applying knowledge <ul style="list-style-type: none"> d110 Watching d115 Listening d132 Acquiring information d137 Acquiring concepts d179 Applying knowledge d166 Reading d170 Writing d172 Calculating d175 Solving problems d177 Making decisions Chapter 2 General tasks and demands <ul style="list-style-type: none"> d210 Undertaking a single task d220 Undertaking multiple tasks d230 Carrying out daily routine Chapter 3 Communication <ul style="list-style-type: none"> d310 Communicating with - receiving - spoken messages d315 Communicating with - receiving - nonverbal messages d330 Speaking d350 Conversation d355 Discussion d360 Using communication devices and techniques Chapter 4 Mobility <ul style="list-style-type: none"> d410 Changing basic body position d430 Lifting and carrying objects d440 Fine hand use d445 Hand and arm use Chapter 6 Domestic life <ul style="list-style-type: none"> d620 Acquisition of goods and services Chapter 7 Interpersonal interactions and relationships <ul style="list-style-type: none"> d710 Basic interpersonal interactions d720 Complex interpersonal interaction
(A)	(B)

FIGURA 5.6 A) CAPTURA DE LA CLASE ACTIVITY PARTICIPATION DE LA ONTOLOGÍA ICF Y B) SELECCIÓN DE CAPÍTULOS PARA LA ONTOLOGÍA ACCESIBILITIC. FUENTE: BASADO EN (WHO, 2017).

User Impairment Ontology

En la ontología de disfunciones de usuarios se pudo identificar que incluye cuatro clases: **Capacidad** (*Capability*), **Percepción** (*Perception*), **Medida** (*Measure*) y **Disfunción** (*Impairment*). Cada clase se desglosa en sus respectivas subclases para modelar diferentes tipos de disfunciones de acuerdo a cada parte del cuerpo afectada (Ej. Disfunciones visuales, motoras y cognitivas). Mayor detalle de esta ontología se presenta en el Capítulo 2, sección 2.3.3. En la **figura 5.7**, se muestra una vista esquemática de la ontología.

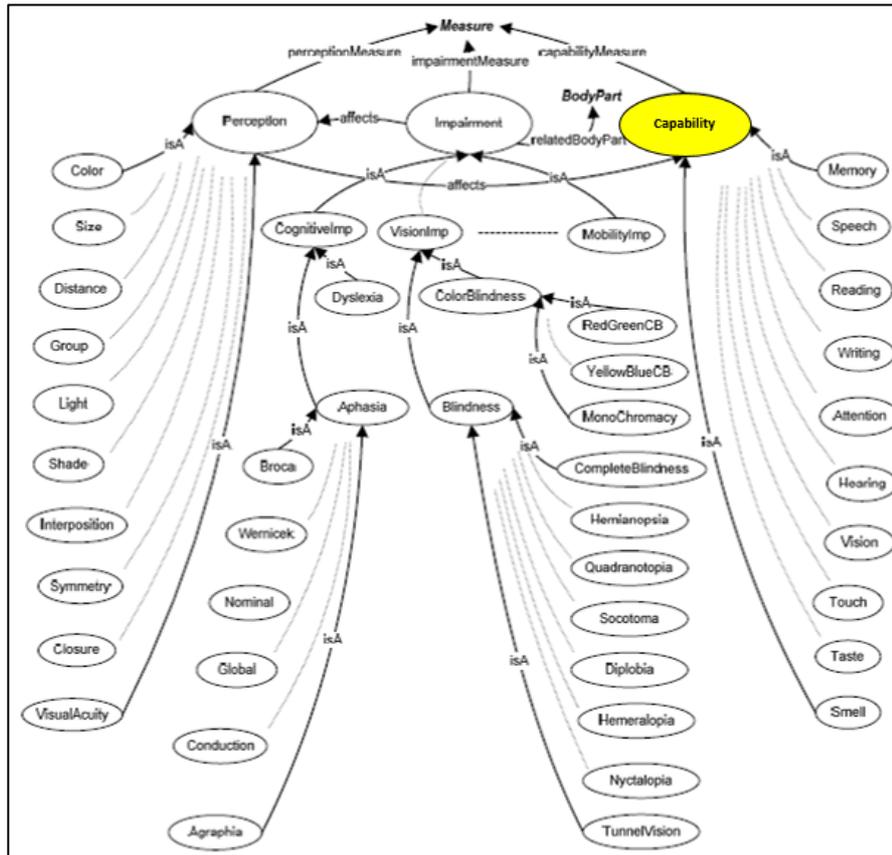


FIGURA 5.7 EXTRACTO DE LA VISTA ESQUEMÁTICA DE LA ONTOLOGÍA DE “DISFUNCIONES DE USUARIOS”. FUENTE: (KARIM & TJOA, 2007).

De la revisión resultó interesante evaluar el alcance de las instancias de la clase *Capability*, tales como: Memoria (*Memory*), Habla (*Speech*), Lectura (*Reading*), Escritura (*Writing*), Atención (*Attention*), Audición (*Hearing*), Visión (*Vision*), Tacto (*Touch*), Gusto (*Taste*) y Olfato (*Smell*). En la **figura 5.7**, además se resalta la clase *Capability*, para poder apreciar sus instancias.

Ontología ADOLENA

Esta ontología incluye las siguientes clases: Habilidad (*Ability*), Dispositivo (*Device*) y Discapacidad (*Disability*). En ella se considera que cada capacidad está influenciada por una discapacidad y cada discapacidad es apoyada por un dispositivo. Mayor detalle de la ontología ADOLENA se muestra en el capítulo II – sección 2.3.4.

De esta ontología resultó de interés el detalle que se muestra de la clase *Ability*, porque brinda una perspectiva en donde las capacidades pueden ser vistas de acuerdo a la siguiente subdivisión de capacidades: físicas, sensoriales y del habla. Esta información sirve para complementar el análisis que se llevó a cabo para lograr profundizar en cuanto a la definición más completa del concepto de Capacidad. En la **figura 5.8**, se aprecia una vista de la jerarquía de la clase *Ability*, del archivo de Adolena.owl, capturada desde Protégé.

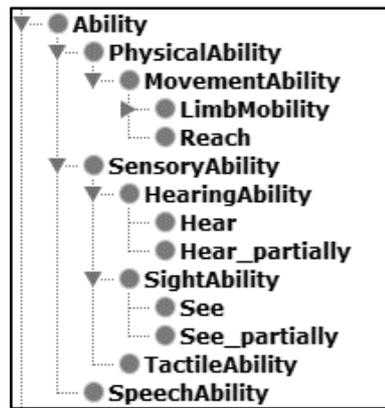


FIGURA 5.8 CLASE ABILITY DE LA ONTOLOGÍA ADOLENA

Ontología ASK-IT

Esta ontología está enfocada en caracterizar a los usuarios con movilidad reducida, mayor detalle de la misma se puede consultar en el capítulo 2 – sección 2.3.5. Se consideró valiosa para nuestro análisis, ya que tiene una clase llamada **Limitación** (*Limitation*), cuyas subclases están especializadas en varias clases de disfunciones que nos muestran una perspectiva de división para el concepto de limitaciones, tales como:

1. Limitación cognitiva (*CognitiveLimitation*)
2. Limitación de comunicación (*CommunicationLimitation*)
3. Limitación auditiva (*HearingLimitation*)
4. Limitación de extremidad inferior (*LowerLimbLimitation*)
5. Limitación psicológica (*PsychologicalLimitation*)
6. Limitación parte superior del cuerpo (*Upper Body Limitation*)
7. Limitación de extremidades superiores (*UpperLimbLimitation*)
8. Limitación visual (*VisionLimitation*)
9. Limitación de caminar (*Walking Limitation*)

Cada tipo de limitación afecta a una o más funciones del cuerpo en diferentes grados. Por ejemplo la limitación visual se divide de la siguiente forma:

1. Limitación de la visión de la luz (*LightVisionLimitation*)
2. Limitación de la visión de noche y de color (*NightAndColorVisionLimitation*)
3. Limitación de vision reducida (*ReducedVisionLimitation*)
4. Limitación de vision severa (*SevereVisionLimitation*)

En la **figura 5.9**, se muestra la jerarquía de la clase *VisionLimitation* en una captura hecha desde la herramienta Protégé. En la limitación visual se aprecian las subclases de: **Limitación de visión con luz**, **Limitación de visión de colores de noche**, **Limitación de visión reducida** y **Limitación de visión severa**.

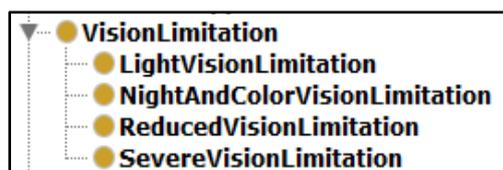


FIGURA 5.9 CLASE “VISIONLIMITATION” DE LA ONTOLOGÍA ASK-IT.

Ontología AEGIS/ACCESSIBLE

Para aplicar la ingeniería inversa a esta ontología se hizo la revisión del código fuente de la última versión disponible, versión 5.1. Una vez examinado el código de la implementación de las ontologías, organizado en 17 archivos OWL, se encontraron las siguientes clases, organizadas según la arquitectura:

1. GenericOntology.owl

Clases: *User* (28 instancias), *Impairment* (5 instancias), *Disability* (38 instancias), *FunctionalLimitation* (125 instancias) y *Capability* (1 instancia).

2. Device

Clase *Device* en el archivo *GenericOntology.owl* es utilizada para importar los dispositivos. Las instancias de la clase *Device* están separadas en 8 archivos OWL. Los archivos están agrupados por aplicación, tales como: *AlternativeKeyboardsOrSwitches.owl* (7 instancias), *Braille.owl* (3 instancias), *ListeningDevices.owl* (3 instancias), *ScanningSoftware.owl* (3 instancias), *ScreenMagnifiers.owl* (6 instancias), *ScreenReader.owl* (5 instancias), *SpeechDevices.owl* (2 instancias), and *TextBrowsers.owl* (3 instancias).

3. Accessibility standard and guidelines

El archivo *GenericOntology.owl* incluye varias clases tales como: *Standard* (4 instancias); *OutputResult* (698 instancias); *Application*, el cual importa instancias desde los siguientes archivos OWL: *CORE.owl* (6 instancias), *CSS.owl* (17 instancias), *HTML.owl* (13 instancias); y *WaiAria*, el cual importa instancias de *WAIARIA.owl* (138 instancias). Las classes *Checkpoint*, *Guideline*, y *Technique* son importadas desde los archivos *Descriptionlanguage.owl*, *MWBP.owl*, *WCAG2.owl* y *Webservice1.owl*.

En este proceso de revisión se pudo identificar qué aspectos serían útiles para la ontología ACCESIBILITIC. Principalmente se encuentran en el archivo *GenericOntology.owl* que se complementa con los 8 módulos de los diferentes dispositivos (*Device*) que son importados desde el anterior.

Resultan de interés las clases que ayudan a modelar los perfiles de usuario (instancias de la clase *User*) entre ellas las clases: *Impairment*, *Disability*, y *FunctionalLimitation*, ya que a través de ellas se logra apreciar la perspectiva del funcionamiento del cuerpo humano, y cuáles son las limitaciones presentes considerando las discapacidades presentes en el usuario. Las instancias de la clase *User* por representar los arquetipos hipotéticos de usuarios, es un recurso valioso en el diseño de la propuesta.

Con respecto a la clase *Capability*, no se logra apreciar en forma clara su uso ni en la documentación disponible tampoco en el archivo .owl, lo cual nos lleva a un proceso de análisis para poder modelar el concepto de las capacidades en forma lógica y coherente para poder incluir y aprovechar su potencial.

Se descartan las clases relativas a los estándares y guías de accesibilidad, ya que están fuera del foco de interés para este estudio. Esas clases permiten el análisis y verificación de la accesibilidad de los componentes de software en aplicaciones web y móviles, servicios web y en lenguajes descriptivos. En contraste, nuestro modelado se centra en inferir la asistencia técnica adecuada que debe recomendarse a un usuario considerando sus capacidades y diversidad funcional al interactuar con las TIC. Con respecto a las Clases Definidas¹ (*equivalent class*), no se encontró ninguna, con lo cual no se puede obtener inferencia alguna.

En la **tabla 5.1** se muestran las *Object Properties* de las clases seleccionadas. En total se tienen 30 relaciones que enlazan las seis clases entre sí.

TABLA 5.1 OBJECT PROPERTIES DE CLASES SELECCIONADAS EN AEGIS/ACCESSIBLE.

Clase	Object Property
User	User_has_Capability User_linksTo_Device User_has_Disability User_linksTo_FunctionalLimitation User_linksTo_Impairment
Impairment	Impairment_linksTo_Capability Impairment_linksTo_Device Impairment_has_Disability Impairment_linksTo_FunctionalLimitation Impairment_linksTo_User
Disability	Disability_linksTo_Capability Disability_has_Device Disability_has_FunctionalLimitation Disability_belongsTo_Impairment Disability_belongsTo_User
FunctionalLimitation	FunctionalLimitation_linksTo_Capability FunctionalLimitation_linksTo_Device FunctionalLimitation_belongsTo_Disability FunctionalLimitation_linksTo_Impairment FunctionalLimitation_linksTo_User
Device	Device_belongsTo_Capability Device_belongsTo_Disability Device_linksTo_FunctionalLimitation Device_linksTo_Impairment Device_linksTo_User
Capability	Capability_has_Device Capability_linksTo_Disability Capability_linksTo_FunctionalLimitation Capability_linksTo_Impairment Capability_belongsTo_User

¹ Clases con las condiciones necesarias y suficientes que se explotan en las inferencias

En cuanto a las relaciones (*Object Properties*) de las clases seleccionadas, se encontraron relaciones redundantes e innecesarias, y además se encontraron fallos en el uso de las convenciones de nomenclaturas en ontologías (Haase, y otros, 2006), específicamente en los nombres de las *Object Properties*, tales como: no incluir el nombre de las clases relacionadas, iniciar con un verbo que especifique como están relacionadas las clases, no utilizar separadores e iniciar el nombre con minúsculas.

Para comprender el esquema de las relaciones, se han creado hojas de Excel para documentar tanto las instancias de las clases seleccionadas, como las relaciones establecidas entre las clases. Esta información será utilizada durante la fase de reestructuración de la nueva ontología, especialmente para validar la simplificación de relaciones y también para incorporar nuevas instancias que permitan demostrar la aplicabilidad de la propuesta ontológica.

Ontología Affinto

Esta ontología considera conceptos relativos a los procesos perceptuales y a las interacciones afectivas persona-sistema que intervienen en la capacidad de comunicación del usuario con el sistema. El detalle del esquema conceptual de Affinto se presenta en el capítulo 2 – sección 2.3.9. Nos enfocamos en la subclase Propiedades Personales (*Personal_properties*), de la que se derivan 3 subclases: propiedades cognitivas personales (*CognitiveP_properties*), propiedades afectivas personales (*AffectiveP_properties*), y propiedades físicas personales (*PhysicalP_properties*). En la **figura 5.10** se muestra un extracto de la subclase *personal_properties*, resaltando la subclase *CognitiveP_properties* de la ontología Affinto.

Para nuestro caso concreto resultó de interés la subclase de **propiedades cognitivas personales**, que a su vez se compone de las siguientes subclases, que también pueden verse en la **figura 5.10**: **memoria** (*memory*), **proceso perceptual** (*perceptual_process*) y **proceso sensorial** (*sensorial_process*).

Dentro del proceso perceptual están las subclases: percepción del lenguaje (*language_perception*) y percepción del habla (*speech_perception*). Y dentro de la subclase proceso sensorial (*sensory_process*) se tienen: auditivo (*auditory*), kinestésico (*kinesthetic*), oral y visual.

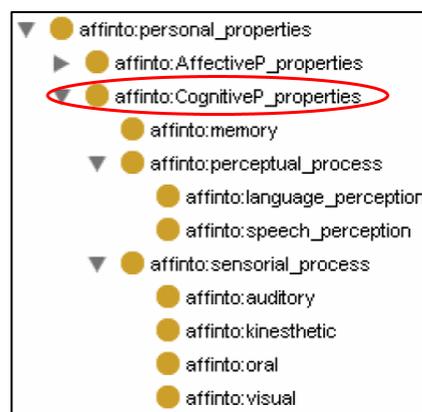


FIGURA 5.10 SUBCLASE COGNITIVEP_PROPERTIES DE LA ONTOLOGÍA AFFINTO.
FUENTE: (CEARRETA, I.; GARAY-VITORIA, N., 2011).

Esta profundización en las capacidades nos permite incrementar los detalles relacionados a la capacidad de comunicación del usuario y así reforzar nuestra ontología.

Ontología Egonto

La ontología Egonto presenta un interesante modelo sobre las habilidades de los usuarios para complementar nuestro modelo ontológico. Principalmente, en la clase denominada **Habilidades Comunicativas del Usuario** (*User_communicative_ability*), es en donde se agrupan cinco habilidades generales de interacción, representadas por las siguientes subclases: Afectiva (*affective*), Cognitiva (*cognitive*), Física (*physic*), Movilidad y habla (*mobility and speech*), y sensorial (*sensory*).

En la estructura jerárquica se aprecian distintos niveles de capacidades por cada una de las subclases. Como ejemplo, en la **figura 5.11** se muestra una captura hecha en la herramienta Protégé, en la que se muestra el perfil del usuario User_001 con capacidad visual “alta”, capacidad cognitiva “alta”, capacidad motora “alta”, que vive en la ciudad de “san_sebastian” y puede utilizar el dispositivo Nokia 5800.

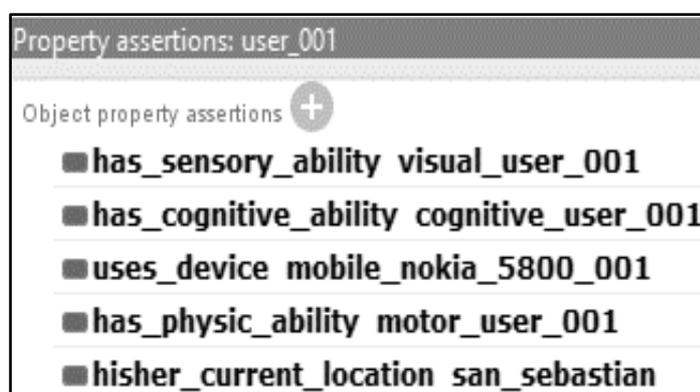


FIGURA 5.11. PERFIL DEL USER_001 DE LA ONTOLOGÍA EGONTO.
FUENTE: (GAMECHO, ET AL., 2015).

Recurso No ontológico

Clasificación de habilidades humanas para el modelado de la interacción Hombre-Computador basada en ICF

Como resultado de la actividad número 1 correspondiente a la reingeniería de recursos no ontológicos, se tiene la revisión de la clasificación de habilidades humanas. En la **tabla 5.2**, se muestra un pequeño extracto de la misma, con énfasis en la capacidad de manejo de tecla o botón de control, y parte de la capacidad de escribir.

En esta clasificación de habilidades se observa un esquema ideal para representar de una forma más integral las capacidades (Capability) que debe poseer un usuario a la hora de interactuar con las TIC.

TABLA 5.2 CLASIFICACIÓN DE HABILIDADES HUMANAS.

FUENTE: (BILLI, BURZAGLI, EMILIAN, GABBANINI, & GRAZIANI, 2006)

K01 Format
K010 Reduced K011 Extended K012 Virtual (on screen) key/button K013 Projected or holographic key/button
K1 Write capable
K10 Using a keyboard K100 QWERTY K101 Keypad K1010 Using disambiguation (e.g. T9) K1011 Without disambiguation K102 Chord K11 By hand on Screen K12 Articulating voice to input text
K0 Keys/buttons control
K00 Functional K000 To press a single key/button K001 To press multiple keys/buttons K002 To control a key/button pressing over time

5.6.2 Reestructuración

El objetivo de esta actividad es crear el nuevo modelo conceptual de la ontología ACCESIBILITIC. Para ello, se requirió del análisis y síntesis de la información obtenida en la actividad anterior, así como la revisión de aspectos para lograr la integración de las nuevas relaciones entre las clases. En la **tabla 5.3**, se muestra un resumen del resultado de esta fase en la última iteración, resaltando las clases de nuestra propuesta, así como la ontología(s) de origen y la clase(s) original(es) de ésta en la(s) que nos basamos. A continuación se describen en líneas generales los hechos presentes durante la fase de reestructuración:

- 1. La ontología de origen** Para iniciar la reingeniería fue [GenericOntology.owl](#) de la ontología AEGIS/ACCESSIBLE. Se trabajó con las clases: *User*, *Impairment*, *Disability*, *FunctionalLimitation* y *Devices*. Esta última incluyendo como subclases los archivos owl: *AlternativeKeyboardsOrSwitches*, *Braille*, *ListeningDevices*, *ScanningSoftware*, *ScreenMagnifiers*, *ScreenReader*, *SpeechDevices*, y *TextBrowsers*.
- 2. Clases eliminadas** Se identificaron las clases que debían eliminarse en la ontología AEGIS/ACCESSIBLE, porque no guardaban relación con los requerimientos de la nueva propuesta y se procedió a podarlas. Entre ellas: *Standard*, *OutputResult* y *Application*.
- 3. Ajustes de Relaciones** Se revisaron las relaciones entre las clases, **eliminando las innecesarias** y se crearon aquellas nuevas clases para cubrir nuestros requerimientos. Más adelante se detallarán los cambios que corresponden a cada clase.
- 4. Dominio y Rango** En la ontología ACCESIBILITIC no se encontraron restricciones de propiedades, tampoco clases definidas, por lo que al activar el razonamiento no existía una

jerarquía inferida. En este sentido, nos aseguramos de **redefinir los Dominios y Rangos de cada Object Property** con el propósito de garantizar los resultados correctos en los procesos de inferencia y razonamiento.

5. **Conceptos negados** Nos encontramos con un modelo ontológico donde se definían algunos **conceptos negados**, tal es el caso de la clase *FunctionalLimitation*. Por ello se hizo el ajuste de ésta clase, para que representara el valor del concepto de *BodyFunction*.
6. **Convención de nomenclaturas** Se ajustó el uso de las **convenciones** para los nombres de cada uno de los distintos elementos de la ontología, se hicieron ajustes con respecto a los delimitadores, uso de mayúsculas y prefijos. Esto con base en la convención de nomenclatura para ontologías (Montiel-Ponsoda, y otros, 2011).
7. **Ajustes en clases** Se renombró la clase *Device* con la denominación de *SupportAssistance* para incluir una visión más amplia del soporte técnico que se puede ofrecer, más adelante se detalla la estructura de la clase *SupportAssistance*.

TABLA 5.3 CLASES DE LA ONTOLOGÍA ACCESIBILITIC Y SU ORIGEN.

Clase en ACCESIBILITIC	Ontología de Origen	Concepto o Clase de Origen
User	AEGIS/ACCESSIBLE	User
Impairment	AEGIS/ACCESSIBLE	-Impairment
Disability	AEGIS/ACCESSIBLE	-Disability
BodyFunction	ICF	-Body Functions
	AEGIS/ACCESSIBLE	-FunctionalLimitation
Capability	ICF	-Clasificación de habilidades
	User Impairments	-Capability
	Affinto	CognitiveP_properties: perceptual_process, y sensorial_process, personal_property
	Egonto	User_communicative_abilities: affective, cognitive, physic and sensory
	ASK-IT	Limitation
ActivityParticipation	ICF	ActivityParticipation
SupportAssistance	AEGIS/ACCESSIBLE	Device

La clase *ActivityParticipation* se incluyó a partir de la ontología ICF. La clase *Capability* se modeló desde cero, para ello se consideró: el recurso no ontológico, **Clasificación de habilidades humanas**

para el modelado de la interacción Hombre-Computador basada en ICF y las ontologías: ICF, *User Impairment Ontology*, ADOLENA, ASK-IT, AEGIS/ACCESSIBLE, Affinto, y Egonto.

A continuación se describirá la estructura de las 7 clases que finalmente conforman nuestra propuesta: *User*, *Impairment*, *Disability*, *BodyFunction*, *Capability*, *ActivityParticipation* y *SupportAssistance*.

Clase User

Esta clase se basa en la definición de los usuarios de la ontología AEGIS/ACCESSIBLE. Las *Data Property Assertions* de un usuario son las mismas que en la ontología de origen: *hasName*, *hasDescription*, *Meet*, *hasMaritalStatus*, *hasJob*, *hasEducation*, *hasLocation*, *TechnologyUsage* y *hasAge*. Fue necesario incorporar como un atributo adicional las capacidades que cada usuario posee independientemente de su discapacidad. Para saber qué soporte técnico (*SupportAssistance*) sugerir a cualquier usuario e inferir qué actividades y participación (*ActivityParticipation*) puede realizar, la clase *User* está vinculada a las clases Discapacidad (*Disability*) y Capacidad (*Capability*) con las *Object Properties* de objeto *hasDisability* y *hasCapability*, respectivamente. La descripción de la clase *User* se puede apreciar en la **figura 5.12.A**. En la **figura 5.12.B** se muestra como ejemplo las *Property Assertions* de la instancia correspondiente al usuario User_18.

Además se incorporaron, para complementar la documentación de la ontología, *Annotation Properties* con las siguientes anotaciones: *hasDescription* y *hasName* (ver **figura 5.12.C**).

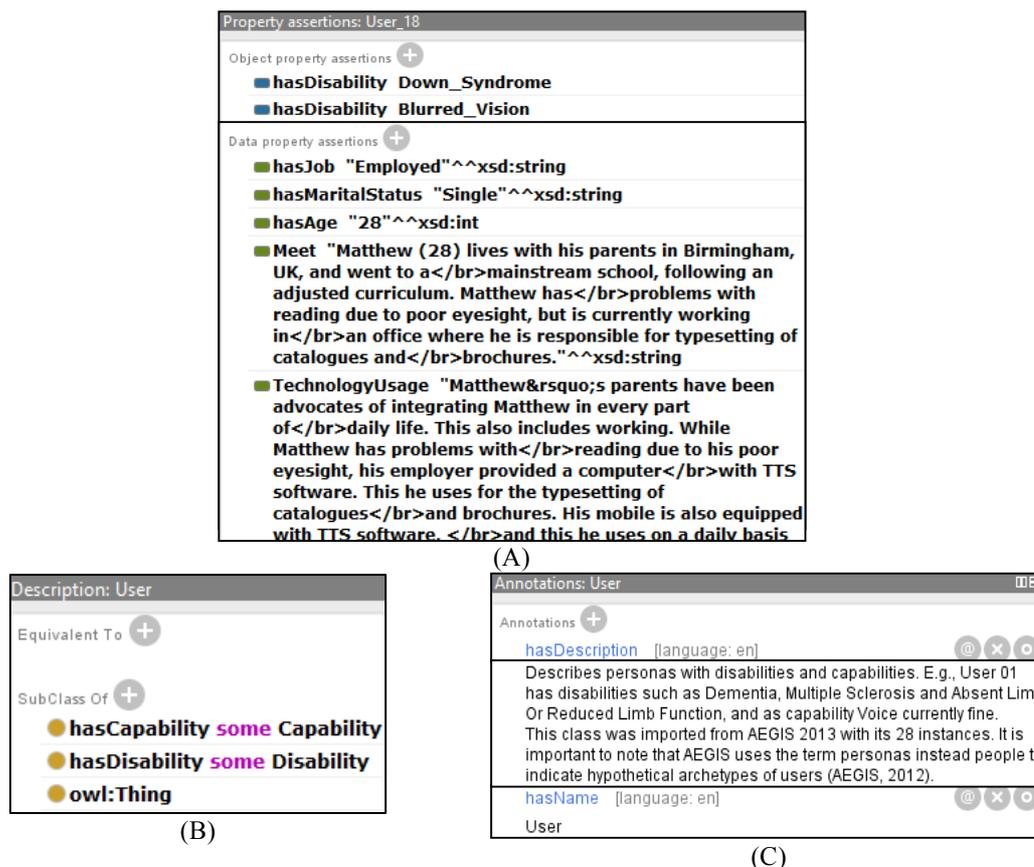


FIGURA 5.12 CLASE USER: A) PROPERTY ASSERTIONS, B) DESCRIPCIÓN Y C) ANOTACIONES.

Clase Impairment

La clase *Impairment* se tomó de la ontología AEGIS/ACCESSIBLE, la cual no contaba con *Annotation Properties*, por lo que agregamos algunas tales como: *hasDescription* y *hasName*, para complementar el proceso de documentación de la ontología (Ver **figura 5.13.A**).

La clase *Impairment* está ahora vinculada a la clase *Disability* con la *Object Property includes* para asociar discapacidades específicas a una disfunción. Se consideran las instancias de AEGIS/ACCESSIBLE, las cuales reflejan los cinco tipos principales de disfunciones identificadas en la interacción del hombre con un computador o dispositivo móvil. Las posibles disfunciones (*Impairment*) son: cognitiva (*cognitive*), audición (*hearing*), visión (*vision*), de extremidades superiores (*UpperLimb*). La disfunción referida a la comunicación, anteriormente denominada como *Communication received and producing* se simplificó con el nombre de *Communication*. En la **figura 5.13.B** se aprecia la descripción de la clase *Impairment*.

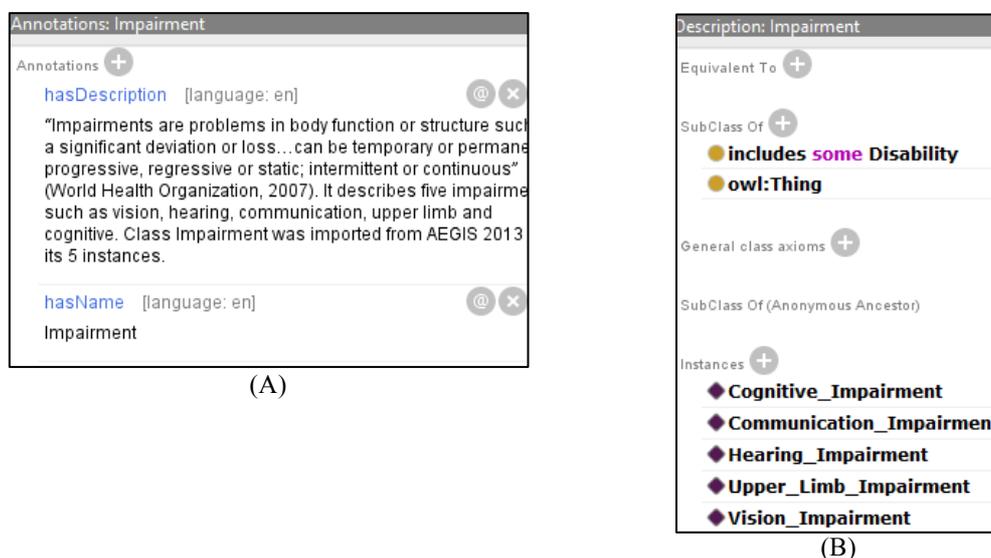


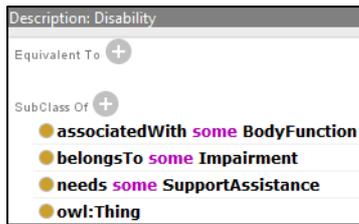
FIGURA 5.13 CLASE IMPAIRMENT: A) ANOTACIONES Y B) DESCRIPCIÓN.

Clase Disability

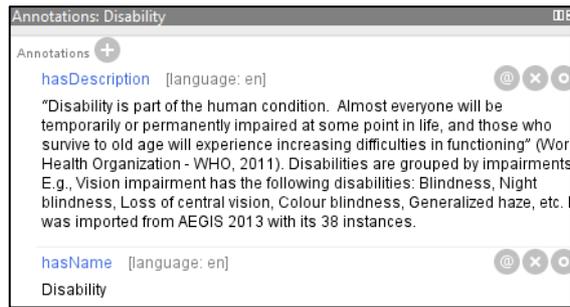
Los usuarios con discapacidad o necesidades específicas pueden interactuar con las TIC si utilizan asistencia técnica (*SupportAssistance*) de apoyo como: una aplicación, dispositivo o una estrategia de adaptación de software, por lo que hemos relacionado ésta clase con la clase *Disability*. Esta es una de nuestras contribuciones para caracterizar de manera positiva a los usuarios con necesidades especiales, no solo desde la perspectiva del deterioro o la enfermedad. La discapacidad la da el entorno si no facilita la interacción, no las características del usuario. La *Object Property needs* vincula la clase *Disability* a la clase *SupportAssistance*.

Otras *Object Property* creadas son *associatedWith*, que vincula la clase *Disability* con la clase *BodyFunction* para explicar la causa de la discapacidad, y *belongsTo* para clasificar el tipo de *Disability* de acuerdo al grupo de disfunción que pertenezca. La descripción de la clase *Disability* se muestra en la **figura 5.14.A**.

En la ontología propuesta, agregamos estas dos *Annotation Properties*: *hasDescription* y *hasName*, con el propósito de documentar, ya que no existían anotaciones en la ontología de origen reutilizada (Ver **figura 5.14.B**).



(A)



(B)

FIGURA 5.14 CLASE DISABILITY: A) DESCRIPCIÓN Y B) ANOTACIONES.

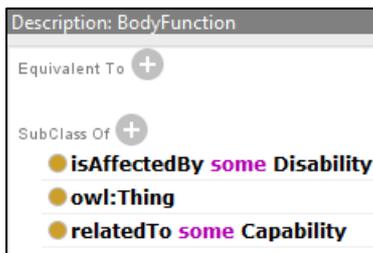
Además, creamos Clases Definidas (*Equivalent Class*) para agrupar las instancias de *Disability* de acuerdo con cada *Impairment*. Mayor detalle de éstas clases se presentará en la sección 5.7 por su relación con las inferencias que se hacen en ACCESIBILITIC.

Clase BodyFunction

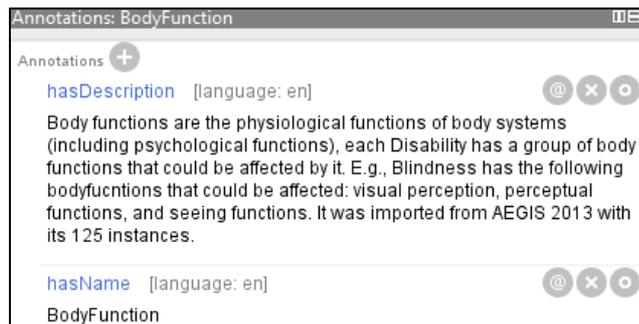
La clase *BodyFunction* de la ontología de la clasificación ICF se usó para subclasificar diferentes funciones fisiológicas y psicológicas del usuario. Tomando en cuenta que cada capacidad involucra una o más funciones corporales específicas, se creó una *Object Property* llamada *relatedTo* que vincula la clase *BodyFunction* a la clase *Capability*. En la **tabla 5.4** se muestra la información organizada para establecer las relaciones entre ambas clases. En la primera sección, que agrupa 3 columnas, se muestra la estructura jerárquica de la clase *BodyFunction*. En la cuarta columna la *Object Property* *relatedTo* y la quinta columna, las subclases principales de la clase *Capability*.

Cada *BodyFunction* puede verse afectada por una *Disability*, por eso creamos la *Object Property* *isAffectedBy* (Ver **figura 5.15.A**). En AEGIS/ACCESSIBLE existía una relación establecida entre las clases *Disability* y *FunctionalLimitation*. Se reflejaba ésta última clase como un concepto negativo y al tener el modelo global se tenían inconsistencias. Analizando la ontología ICF, se pudo verificar que existía una relación entre funciones del cuerpo que se veían afectadas por determinadas discapacidades y con base en esto se reestructuró la relación con una *Object Property* adecuada. En la **tabla 5.5** se muestra como ejemplo la instancia de la discapacidad *Alzheimer_Disease* y su relación con las funciones del cuerpo que se ven afectadas.

Como una ventaja de la subclasificación de *Disability*, se puede definir una asociación entre funciones corporales específicas y discapacidades. Se definieron las siguientes *Annotation Properties*: *hasName*, *hasDescription* y *hasId* (Ver **figura 5.15.B**).



(A)



(B)

FIGURA 5.15 CLASE BODYFUNCTION A) DESCRIPCIÓN Y B) ANOTACIONES.

TABLA 5.4 RELACIÓN ENTRE LAS CLASES BODYFUNCTION Y CAPABILITY.

BodyFunction		relatedTo	Capability
MentalFunction	-GlobalMentalFunction	-Global_Mental_Function	CognitiveCapability
	-SpecificMentalFunction	-Higher-levelCognitiveFunction -MemoryFunction -MentalFunctionOfLanguage -PerceptualFunction -PsychomotorFunction -ThoughtFunction	
SensoryFunction	-HearingFunction		SensoryCapability
	-SeeingFunction	-QualityOfVision	
VoiceAndSpeechFunction	-Articulation -FluencyOfSpeechFunction -Voice function		SpeechCapability
NeuromusculoskeletalFunction	-SensationRelatedToMuscles -NeuromusculoskeletalAndMovement -MovementFunction -GaitPatternFunction -StabilityOfJointFunction -FunctionOfTheJointsAndBone -ControlOfVoluntaryMovementFunction -MobilityOfBoneFunction		MotorCapability

TABLA 5.5 INSTANCIAS DE BODYFUNCTION ASOCIADAS A LA DISCAPACIDAD “ALZHEIMER_DISEASE”.

Instancia de BodyFunction	Subclase de BodyFunction	ICF
-Memory_Functions -Memory_Functions_Other_Specified -Memory_Functions_Unspecified -Retrieval_Of_Memory -Short-term_Memory	Memory functions	Chapter 1 Mental functions, specific mental functions
-Content_Of_Thought -Control_Of_Thought -Thought_Functions	Thought functions	
-Abstraction -Cognitive_Flexibility -Higher_Level_Cognitive_Functions	Higher-level cognitive functions	

La jerarquía de la clase *BodyFunction* se muestra en la figura 5.16.

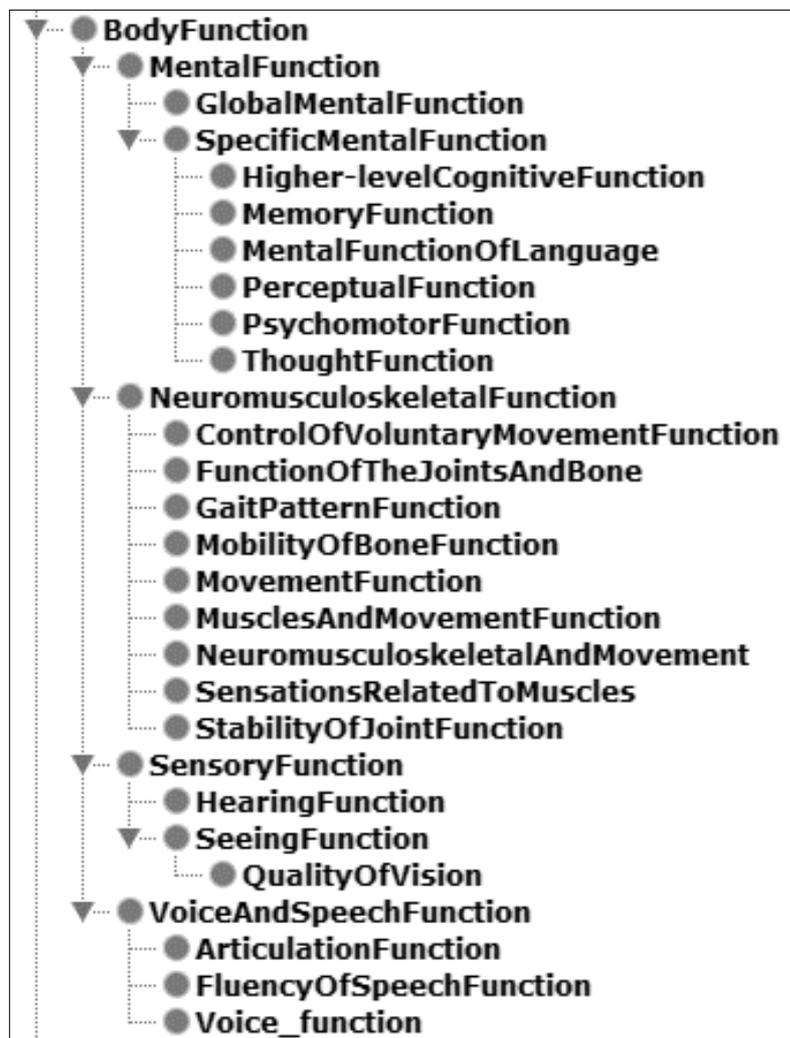


FIGURA 5.16 ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA CLASE BODYFUNCTION.

Clase Capability

La principal fortaleza de la ontología propuesta es que permite representar que los usuarios pueden desarrollar una gran variedad de capacidades a pesar de sus discapacidades.

La clase *Capability* se ha creado teniendo en cuenta diferentes ontologías que tienen como base la clasificación de ICF. La [clasificación de habilidades humanas basada en ICF](#) es muy importante porque permite la caracterización de habilidades muy específicas para interactuar con las TIC. Por ejemplo, diferenciar entre habilidades para tocar una tableta con un dedo y habilidades para interactuar con otro dispositivo. Esta clasificación nos ayuda a ampliar en profundidad la subclase *MotorCapability*.

La jerarquía de la [ontología de Disfunciones de Usuarios](#) (*User Impairment Ontology*) nos permite reconocer que es necesario crear una relación entre las clases *Capability* y *BodyFunction* con la *Object Property isDueTo*, para indicar que cada capacidad se debe a la operatividad de funciones específicas del cuerpo. La relación inversa es *relatedTo* (Visto en **tabla 5.4**). Esta ontología nos muestra un esquema general de las capacidades que se deben considerar. Al comparar con la clase que modela este mismo concepto en otras ontologías, en ADOLENA (clase *Ability*), Affinto (clase *personal_property*) y Egonto (clase *user_communicative_ability*) se pudo profundizar en el detalle de cada capacidad.

Por ejemplo, en la [ontología de Disfunciones de Usuarios](#) se encuentra la clase *Speech* (habla), la misma puede encontrarse en la ontología ADOLENA en la subclase *SpeechAbility* (depende de la subclase *SensoryAbility*) y en la ontología Egonto se encuentra como la subClase *Speech* (de la subClase *physic*). Consideramos entonces que las distintas expresiones del mismo concepto son sinónimas y analizamos cuál sería la forma más completa de representar el concepto, teniendo en cuenta las distintas perspectivas. Para el ejemplo mencionado, creamos la clase *SpeechCapability* en nuestra nueva ontología para expresar la capacidad del habla, y dos subclases de ésta para mostrar el grado de funcionalidad de la capacidad *GoodSpeechCapability* y *PoorSpeechCapability*.

La [ontología de Affinto](#) también se usó porque proporciona una clasificación de la clase *personal_properties*, específicamente [propiedades cognitivas](#), para el proceso sensorial y perceptivo. Por eso, agregamos dos nuevas clases, *SensorialCapability* y *PerceptualCapability*, para categorizarlos.

La [ontología de Egonto](#) permite la identificación de las capacidades afectivas del usuario cuando interactúa con otros usuarios y las TIC, por lo que agregamos la subclase *EmotionalCapability*. Además, ésta ontología nos permitió analizar los perfiles de usuario que crean para detallar los distintos niveles de cada una de sus capacidades. Entonces, se tomó esta idea de definir distintos niveles de afectación, pero para ser aplicados a cada una de las subclases de capacidades. Éste aporte se complementa con aspectos de [las ontologías ADOLENA](#) y [ASK-IT](#).

Con respecto a la [ontología ADOLENA](#), su clase *Ability* es relevante porque nos ofrece otra perspectiva en cuanto a la subclasificación con diferentes grados de afectación de la habilidad. Otra perspectiva que se alinea con esta idea se tiene en la [ontología ASK-IT](#), específicamente la jerarquía compleja de la clase *Limitation*. No nos estamos enfocando en el significado de la clase, estamos buscando una estructura jerárquica más completa de la clase *Capability* para hacerla más especializada. En este sentido, para las instancias se consideró hacer la distinción de grados de capacidad con los siguientes adjetivos antepuesto: *Good*, *Poor*, *Easy*, *Hardly*, etc. En la **figura 5.17**

se muestra como ejemplo la selección de las clases: *SensorialCapability* y *SpeechCapability*, con sus respectivas subclases e instancias.

SensorialCapability
HearingCapability
Good_Hearing
Poor_Hearing
VisualCapability
Good_Visual_Capability
Poor_Visual_Capability
Point_With_His-her_Eyes
Only_See_Enlarged_Text
Good_Quality_Of_Vision
Poor_Quality_Of_Vision
SpeechCapability
GoodSpeechCapability
Good_Fluency_Of_Speech_Capability
Good_Voice_Capability
Articulating_Voice_Input_Text
Articulating_Voice_To_Interact
PoorSpeechCapability
Poor_Fluency_Of_Speech_Capability
Poor_Voice_Capability

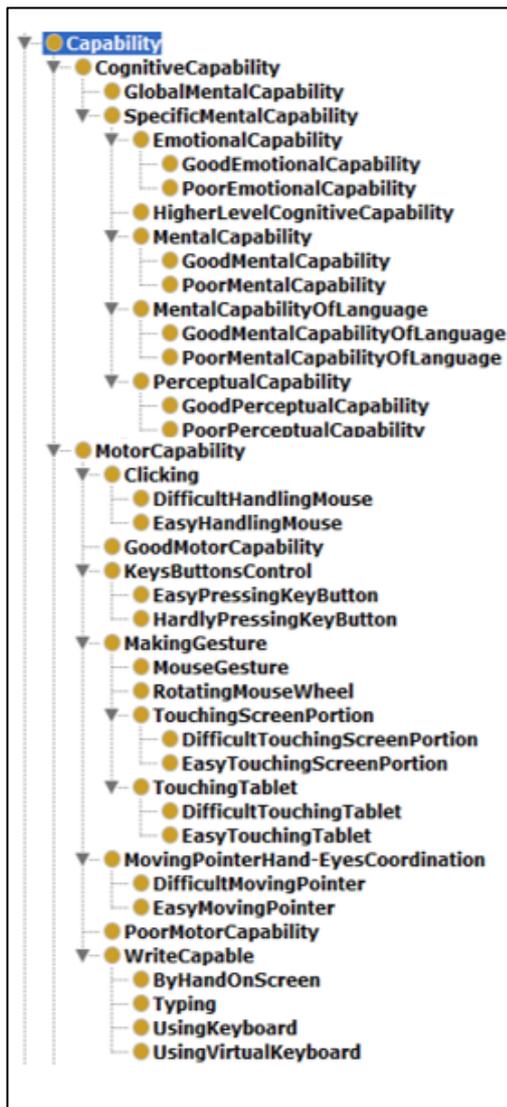
FIGURA 5.17 INSTANCIAS DE LAS CLASES SENSORIALCAPABILITY Y SPEECHCAPABILITY.

En la misma línea, nos fijamos además que la *ontología ADOLENA* relaciona las clases *Ability* y *Device* para resaltar que algunas habilidades específicas (*Ability*) son asistidas por algunos dispositivos (*Device*). Esta idea se extiende en nuestra ontología en la clase *SupportAssistance* (que se analizará más adelante). Utilizamos la *Object Property linksTo* para relacionar la clase *Capability* con la clase *SupportAssistance*, y con esto perseguimos poder sugerir nuevas formas de interacción del usuario teniendo en cuenta un soporte tecnológico. El detalle de cómo se establecieron las relaciones se mostrará en la descripción de la clase *SupportAssistance*, cuando se tenga una definición más completa de esta clase y así garantizar la mejor comprensión de la relación. La jerarquía de la clase *Capability* se muestra en la **figura 5.18.A**.

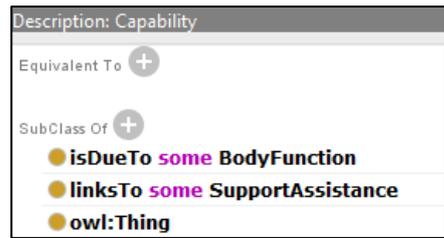
La *ontología ACCESIBILITIC* incluye una relación a través de la *Object Property contributesTo* entre las clases *Capability* y *ActivityParticipation*, que se analizará más adelante una vez que se realice la descripción de la clase *ActivityParticipation*. Esta relación es una extensión de la clase *Capability*, porque proponemos la posibilidad de conocer qué actividades de *ActivityParticipation* puede ejecutar un usuario *User* de acuerdo a su perfil (*Disability* y *Capability*). La descripción de la clase *Capability* se muestra en la **figura 5.18.B** y sus anotaciones en la **figura 5.18.C**.

Clase ActivityParticipation

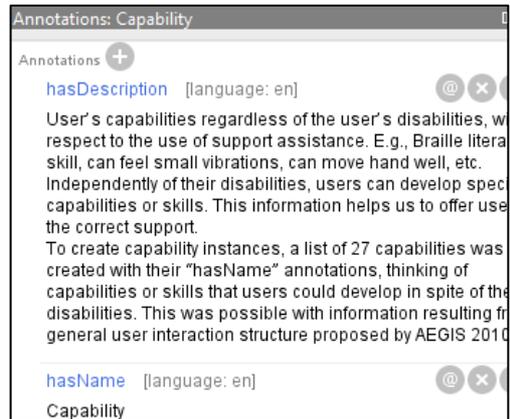
La clase *ActivityParticipation* representa actividades que el usuario puede realizar en situaciones de la vida diaria. Siguiendo el *Diseño Centrado en Actividad (ACD)* el cual fue detallado en el capítulo 2 – sección 2.4, se diseñó esta clase para modelar el desempeño de las personas en la sociedad de la información y, en nuestro caso específico, la interacción con las TIC. En nuestra propuesta, prevalecen las capacidades del usuario antes que sus discapacidades para lograr inferir su desempeño.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.18 CLASE CAPABILITY: A) ESTRUCTURA JERÁRQUICA, B) DESCRIPCIÓN Y C) ANOTACIONES.

Considerando los capítulos estipulados para las actividades y participación de la [ontología ICF](#), se crearon las siguientes 7 subclases: *LearningApplyingKnowledge*, *DemandGeneralTask*, *Communication*, *Mobility*, *DomesticLife*, *InteractionAndRelationship* y *MajorLifeArea*.

En cuanto a las instancias, se hizo una selección de 27 instancias, verificando que la actividad seleccionada tuviera una estrecha relación a la hora de garantizar la interacción de un usuario con las TIC. En la [tabla 5.6](#) se muestra la información general de las subclases de la clase [ActivityParticipation](#), en donde se aprecia la relación entre los [capítulos de la ontología ICF](#) correspondientes a las actividades y participación, y las subclases creadas en ACCESIBILITIC, mostrando qué capítulos no fueron tomados en cuenta y la cantidad de instancias creadas para cada subclase.

TABLA 5.6 SUBCLASES DE LA CLASE ACTIVITYPARTICIPATION.

Capítulo ICF de Activities and Participation	Subclases de la clase ActivityParticipation	Instancias
1. Learning and applying knowledge	LearningApplyingKnowledge	10
2. General tasks and demands	DemandGeneralTask	3
3. Communication	Communication	5
4. Mobility	Mobility	5
5. Self-care	-	-
6. Domestic life	DomesticLife	1
7. Interpersonal interactions and relationships	InteractionRelationship	2
8. Major life areas	MajorLifeArea	1
9. Community, social and civic life	-	-
Total		27

En la **tabla 5.7** se muestra la selección de instancias y se indica qué capítulo corresponde de acuerdo a la ontología ICF, el nombre original de la instancia, el calificador ICF que será usado como valor para el *hasId*, el nuevo nombre de la instancia abreviado y su definición basada en (WHO, 2007). La jerarquía de la clase *ActivityParticipation* se presenta en la **figura 5.19.A**.

Se estableció una relación inversa entre la clase *ActivityParticipation* y la clase *Capability* a través de la *Object Property dueTo*, lo cual permite que cuando se infieren las actividades y la participación de los usuarios, se obtengan de acuerdo con la combinación de las capacidades del usuario. En la **figura 5.19.B** se muestra la descripción de la clase *ActivityParticipation*.

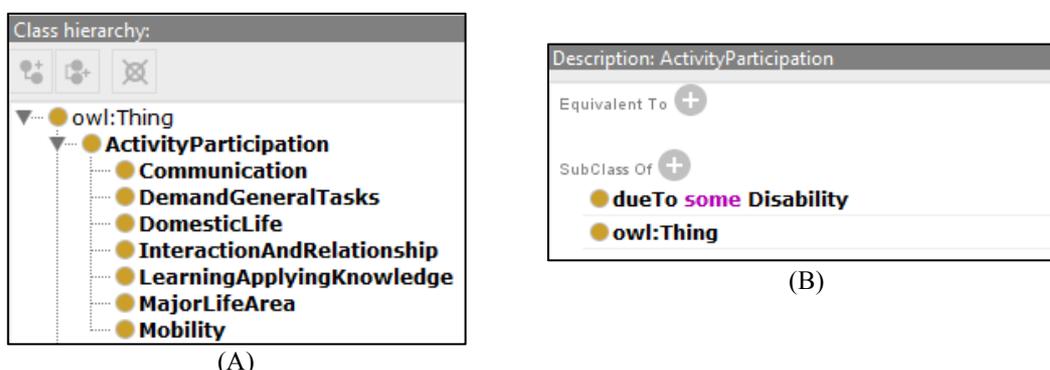


FIGURA 5.19 CLASE ACTIVITYPARTICIPATION: A) ESTRUCTURA JERÁRQUICA Y B) DESCRIPCIÓN.

El detalle del análisis para establecer las relaciones entre las clases *ActivityParticipation* y *Capability* se muestra en la **tabla 5.8**. Se toma como ejemplo la subclase de *Capability*, *GoodPerceptualCapability*.

TABLA 5.7 SELECCIÓN DE LAS INSTANCIAS DE LA CLASE ACTIVITYPARTICIPATION.

Capítulo	Instancia Original	Calificador ICF/HasId	Nueva instancia	Definición
1. Learning and applying knowledge	Watching	110	Watching	Getting into and out of a body position and moving from one location to another, such as rolling from one side to the other, sitting, standing, getting up out of a chair to lie down on a bed, and getting into and out of positions of kneeling or squatting.
	Listening	115	Listening	Using the sense of seeing intentionally to experience visual stimuli, such as watching a sporting event or children playing.
	Other purposeful sensing	120	Touching	Using the body's other basic senses intentionally to experience stimuli, such as touching and feeling texture.
	Acquiring information	132	Acquiring_Information	Obtaining facts about persons, things and events, such as asking why, what, where and how, asking for names.
	Acquiring concepts	137	Acquiring_Concepts	Developing competence to understand and use basic and complex concepts related to the characteristics of things, persons or events.
	Reading	166	Reading	Developing the competence to read written material (including Braille and other symbols) with fluency and accuracy, such as recognizing characters and alphabets, sounding out written words with correct pronunciation, and understanding words and phrases.
	Writing	170	Writing	Developing the competence to produce symbols that represent sounds, words or phrases in order to convey meaning (including Braille writing and other symbols), such as spelling effectively and using correct grammar.
	Calculating	172	Calculating	Performing computations by applying mathematical principles to solve problems that are described in words and producing or displaying the results, such as computing the sum of three numbers or finding the result of dividing one number by another.
	Making decisions	177	Making_Decision	Making a choice among options, implementing the choice, and evaluating the effects of the choice, such as selecting and purchasing a specific item, or deciding to undertake and undertaking one task from among several tasks that need to be done.
	Applying knowledge	179	Applying_Knowledge	Applying the knowledge that is learned, thinking, solving problems, and making decisions.

TABLA 5.7 SELECCIÓN DE LAS INSTANCIAS DE LA CLASE ACTIVITYPARTICIPATION (CONT).

2. General tasks and demands	Undertaking a single task	210	Single_Task	Carrying out simple or complex and coordinated actions related to the mental and physical components of a single task, such as initiating a task, organizing time, space and materials for a task, pacing task performance, and carrying out, completing, and sustaining a task.
	Undertaking multiple tasks	220	Multiple_Tasks	Carrying out simple or complex and coordinated actions as components of multiple, integrated and complex tasks in sequence or simultaneously.
	Carrying out daily routine	230	Daily_Routine	Carrying out simple or complex and coordinated actions in order to plan, manage and complete the requirements of day-to-day procedures or duties, such as budgeting time and making plans for separate activities throughout the day.
3. Communication	Communicating with - receiving - spoken messages	310	Spoken_Communication	Comprehending literal and implied meanings of messages in spoken language, such as understanding that a statement asserts a fact or is an idiomatic expression.
	Communicating with - receiving - nonverbal messages	315	Nonverbal_Communication	Comprehending the literal and implied meanings of messages conveyed by gestures, symbols and drawings, such as realizing that a child is tired when she rubs her eyes or that a warning bell means that there is a fire.
	Speaking	330	Speech	Producing words, phrases and longer passages in spoken messages with literal and implied meaning, such as expressing a fact or telling a story in oral language.
	Conversation	350	Conversation	Starting, sustaining and ending an interchange of thoughts and ideas, carried out by means of spoken, written, sign or other forms of language, with one or more people one knows or who are strangers, in formal or casual settings.
	Discussion	355	Discussion	Starting, sustaining and ending an examination of a matter, with arguments for or against, or debate carried out by means of spoken, written, sign or other forms of language, with one or more people one knows or who are strangers, in formal or casual settings.

Para comprender la tabla 5.8, se debe dar lectura a cada fila para ubicar la instancia de la clase *ActivityParticipation* a la que se hace referencia. En las columnas se aprecian las instancias de la subclase *Capability*, *GoodPerceptualCapability*, cuyas instancias son: *Good_Auditory_Perception*, *Good_Visual_Perception*, y *Good_Tactile_Perception*. En la tabla aparecen en color blanco las celdas donde se indica que no existe relación entre la instancia de la fila con la columna y en caso de existir la relación a través del *Object Property contributesTo* se ha sombreado la celda en color gris. La lectura, por ejemplo para la *ActivityParticipation Watching*: no se requiere tener la *Capability Good_Auditory_Perception* y tampoco *Good_Tactile_Perception* para esos casos no se establece la relación, pero sí se debe tener la *Capability Good_Visual_Perception*, por lo que en este caso si se establece el enlace *contributesTo* entre esas instancias. De esta forma se hizo el análisis con todas las instancias de las subclases de *Capability*.

TABLA 5.8 EJEMPLO DE RELACIÓN DE LA INSTANCIA *GOODPERCEPTUALCAPABILITY* “*CONTRIBUTESTO*” *ACTIVITYPARTICIPATION*.

Activity Participation	GoodPerceptualCapability		
	Good_Auditory_Perception	Good_Visual_Perception	Good_Tactile_Perception
Watching			
Listening			
Touching			
Speech			
Conversation			
Discussion			
Spoken Communication			
NonVerbal Communication			
Basic Interpersonal Interaction			
Complex Interpersonal Interaction			
Reading			
Writing			
Calculating			
Acquiring Information			
Acquiring Concepts			
Applying Knowledge			
Making Decision			
Fine Hand Usage			
Hand And Arm Usage			
Lifting Object			
Controlling Head Position			
Controlling Body Position			
Single Task			
Multiple Task			
Daily Routines			
Acquisition Goods And Services			

En la clase *ActivityParticipation* se incorporaron las siguientes *Annotation Properties* definidas con las siguientes anotaciones: *hasDescription* para describir su significado, *hasName* su nombre y *hasId*

para identificar con el calificador correspondiente de la clasificación ICF. Estas anotaciones se hacen para facilitar la documentación del modelo ontológico (Ver **figura 5.20**).

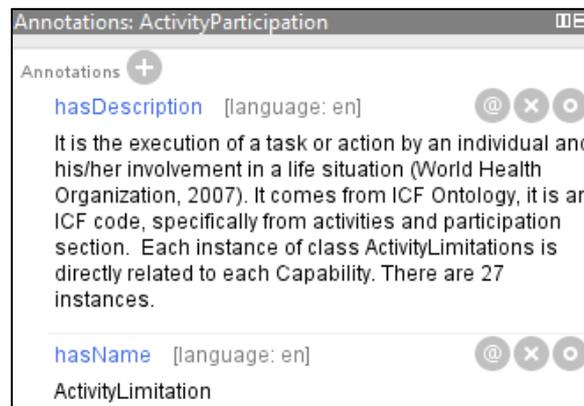


FIGURA 5.20 ANOTACIONES DE LA CLASE `ACTIVITYPARTICIPATION`.

Una vez definida la clase *ActivityParticipation*, su jerarquía, instancias y relaciones, podemos proceder a explicar cómo da soporte al Diseño Centrado en Actividad. Primeramente, esta clase además de provenir de la ontología ICF², muestra una selección de instancias (detallado anteriormente), que describen actividades específicas que un usuario puede ejecutar para interactuar con las TIC y que consecuentemente lo ayudan para el desempeño de sus *Actividades de la Vida Diaria* (capítulo 2 – sección 2.4.2). Además, gracias a la relación establecida de ésta clase con la clase *Capability* podemos tener un rango más amplio para poder inferir el alcance de las actividades que un usuario está en capacidad de ejecutar.

Teniendo en cuenta la jerarquía de actividades utilizada en la teoría de actividades para describir las actividades humanas (capítulo 2 – sección 2.4.3), podemos afirmar que la clase *ActivityParticipation* ayuda a inferir la capacidad que se puede tener para ejecutar las operaciones, que se ubican en el nivel más bajo de la jerarquía de actividades de otra ontología de dominio específica donde se desea implementar ACD. Como caso de aplicación de esta tesis, la ontología de dominio específico sería la ontología CRMO que se detallará en el siguiente capítulo, en donde se logrará demostrar a través de ejemplos concretos la utilidad de la clase *ActivityParticipation*.

Clase `SupportAssistance`

La ontología *Egonto* tiene una clase *Device* relacionada con la clase *User* para representar los dispositivos que pueden ser utilizados por estos y así poder llevar a cabo sus actividades. Además, la ontología *AEgis/ACCESSIBLE* tiene una clase llamada *Device* que importa instancias correspondientes a distintos tipos de tecnologías hardware desde módulos de ontologías (.owl), tales como:

- *Alternative_Keyboard_Or_Switches*.
- *Listening_Devices*.
- *Screen_Magnifiers*.
- *Speech_Devices*.

² modelo biopsicosocial que integra las distintas perspectivas de la salud y del funcionamiento del cuerpo humano

- *Braille*.
- *Screen_Reader*.
- *Scanning_Software*.
- *Text_Browser*.

En este sentido, nuestro propósito fue renombrar y extender la clase *Device*. Por eso creamos la clase *SupportAssistance*.

En cuanto a sus subclases, se tomaron en cuenta los módulos de la clase *Device* (antes mencionados), siendo *Braille* la única subclase que mantiene su nombre. Las otras 5 subclases fueron actualizadas para simplificar su nombre o por corrección según convención de nomenclaturas en ontologías:

- *AlternativeKeyboardOrSwitch*.
- *ListeningTechnology*.
- *ScanningSoftware*.
- *SpeechTechnology*.
- *TextBrowser*.

Las 10 nuevas subclases que se añadieron son:

- *PointingTechnology*
(*AlternativePointingTechnology*).
- *ScreenTechnology*
(*ScreenMagnifier* y *ScreenReader*).
- *AdaptiveStrategy*.
- *EyeTrackingSystem*.
- *GestureRecognitionTechnology*.
- *HeadTrackingTechnology*.
- *VideoCalling*.
- *MouseGestureSupport*.
- *TextRecognition*.
- *WordPrediction*.

En total se tienen 16 subclases de *SupportAssistance* (Ver **figura 5.21.A**).

La clase *SupportAssistance* tiene las siguientes *Annotation Properties* definidas como anotaciones: *hasName*, *hasDescription*, y *hasType* (Ver **figura 5.21.B**). Esta última propiedad sirve para identificar las siguientes categorías de *SupportAssistance*:

- *Assistive Technology – Hardware*.
- *Assistive Technology – Software*.
- *Assistive Technology Hardware & Software*.
- *Standard Hardware*.
- *Standard Software*.
- *Adaptive Strategy*.

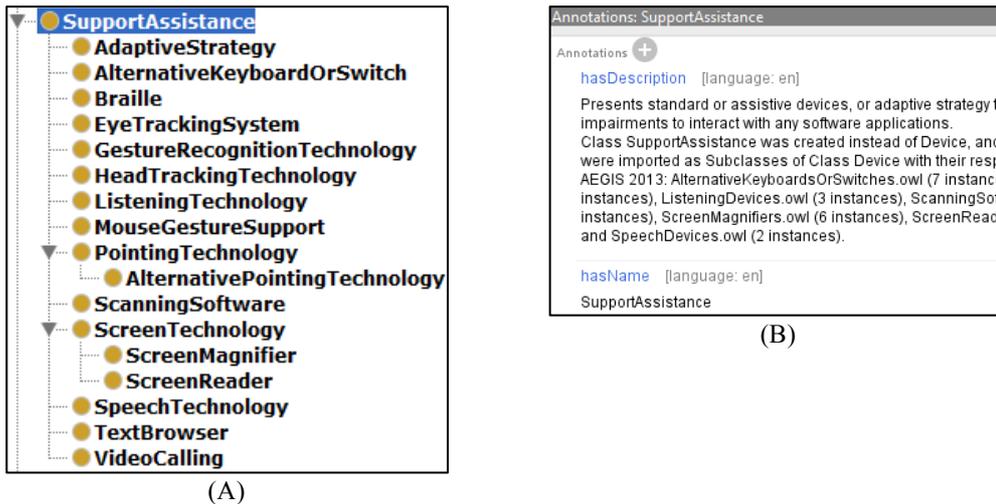


FIGURA 5.21 CLASE SUPPORTASSISTANCE: A) ESTRUCTURA JERÁRQUICA, B) ANOTACIONES.

En cuanto a las *Object Properties* de la clase *SupportAssistance*, tiene dos y la primera le permite relacionarse con la clase *Capability* y es denominada *requires* la otra relación, denominada *intendedFor* es con la clase *Disability*.

A continuación se procederá a explicar cómo se realizó el procedimiento para establecer las relaciones.

La descripción de la clase *SupportAssistance* se muestra en la **figura 5.22**. En esta clase se logró tener un total de 80 instancias entre las importadas y las nuevas.

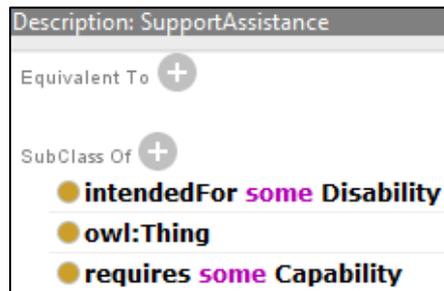


FIGURA 5.22 DESCRIPCIÓN DE LA CLASE SUPPORTASSISTANCE.

Primero mencionaremos la *relación inversa* llamada *requires* con la clase *Capability*, al ser ésta una relación inversa se genera automáticamente al iniciar el razonador. En este punto es oportuno retomar lo referido a la relación directa que se crea por medio del *Object Property linksTo* entre la clase *Capability* con la clase *SupportAssistance*, ya que se tiene una definición clara de ésta última.

Para establecer los enlaces se analizaron si existían relaciones entre las instancias de las subclases de la clase *Capability* y las instancias de las subclases de la clase *SupportAssistance*. La idea es poder identificar cuáles capacidades debe tener un usuario para poder hacer el uso adecuado de cada soporte técnico.

En la **tabla 5.9**, como ejemplo del procedimiento llevado a cabo con las 124 instancias de clase *Capability*, nos centramos en las instancias *GoodPerceptualCapability* y *PoorPerceptualCapability*, pertenecientes a la subclase *CognitiveCapability*. En la tabla 5.9 se incorpora una leyenda para comprender la numeración utilizada y así identificar las subclases de *SupportAssistance*.

Entonces, para dar lectura al primer registro del ejemplo se tiene que, para poder hacer uso adecuado de la estrategia adaptativa *Audio_Sound / Audio_Description*, y del soporte técnico referido al tipo *ScreenReader*, *SpeechTechnology*, y *VideoCalling* se debe tener la capacidad de *Good_Auditory_Perception*.

Para los casos en donde la intersección indica que sí existe una relación, se estableció el enlace *linksTo* entre las instancias de las subclases involucradas, que corresponden a las celdas sombreadas en color gris, y en los casos en donde no existe ninguna relación la celda se deja en color blanco.

Con respecto a la segunda relación llamada *intendedFor*, la cual se creó con la clase *Disability*, la misma se utilizó para representar qué soporte técnico es el adecuado teniendo en cuenta cada una de las discapacidades, y de esta forma poder hacer las inferencias correctas. En este punto se da utilidad a las hojas de Excel creadas durante la actividad de ingeniería inversa, específicamente lo relativo a la ontología AEGIS/ACCESSIBLE. Esta información es analizada y actualizada para las nuevas instancias creadas.

En la **tabla 5.10** se muestra un extracto de la relación entre las clases *SupportAssistance* y *Disability*, específicamente para la subclase *Braille*. Existen 80 instancias, de cuales 28 corresponden a las nuevas que se integraron para demostrar la aplicabilidad de las nuevas subclases incorporadas.

5.6.3 Ingeniería directa (forward)

El objetivo de esta tercera fase de la metodología consistió en la implementación de la ontología considerando el producto del modelo conceptual generado como consecuencia de toda actividad de reestructuración. Como lenguaje para la implementación de la ontología se seleccionó OWL (*Web Ontology Language*), por ser un lenguaje sólido que brinda soporte y se ajusta a nuestras necesidades, tal como se revisó en el capítulo 1 – sección 1.8.1.

En cuanto al entorno de desarrollo de la ontología, a pesar de que el proyecto NeOn tiene su propio ambiente de desarrollo de ingeniería ontológica llamado NeOn Toolkit, se seleccionó Protégé version 5.0.0 porque es código abierto y cuenta con el apoyo de usuarios académicos, gubernamentales y corporativos, además de todas las ventajas analizadas en el capítulo 1 - sección 1.9.

Para llevar a cabo el proceso de inferencia se seleccionó como motor de razonamiento a HermiT version 1.3.8.413 por ser código abierto ser compatible con Protégé y demás ventajas vistas en el capítulo 1 - sección 1.10.

TABLA 5.9 RELACIÓN “LINKSTO” ENTRE LAS CLASES CAPABILITY Y SUPPORTASSISTANT PARA LAS INSTANCIAS DE GOODPERCEPTUALCAPABILITY Y POORPERCEPTUALCAPABILITY.

	Subclasses SupportAssistance																
Cognitive Capability	1	2	3	4	5	6	7	8	9a	9b	10a	10b	10c	11	12	13	14
SpecificMentalCapability																	
Perceptual Capability																	
GoodPerceptualCapability																	
Good_Auditory_Perception	Audio_Sound/ Audio_Description																
Good_Visual_Perception	Video With Gesture Language/ Transcription Or Captions For Multimedia /Pictogram/Images With text Alternative/Video_Transcripts/ Heading_to_Organice_Content/ Content_Clear_And_Concise/ Text_Readable_And_Understandable																
Good_Tactile_Perception	Haptic_feedback																
PoorPerceptualCapability																	
Poor_Auditory_Perception	Haptic_feedback, Video With Gesture Language/ Transcription Or Captions For Multimedia																
Poor_Visual_Perception	Haptic_feedback, Audio_Description																
Poor_Tactile_Perception																	

Legenda de subclases de SupportAssistance

1	AdaptiveStrategy	7	ListeningDevices	10c	ScreenReader
2	AlternativeKeyboardOrSwitches	8	MouseGestureSupport	11	SpeechTechnology
3	Braille	9a	PointingTechnology	12	Video Calling
4	Eye-trackingSystem	9b	Alternativepointing	13	Text Recognition
5	GestureRecognition	10a	Screen	14	Word prediction
6	Head-trackingTechnology	10b	ScreenMagnifiers		

TABLA 5.10 RELACIÓN “INTENDEDFor” ENTRE LAS CLASES SUPPORTASSISTANCE Y DISABILITY PARA LAS INSTANCIAS DE LA SUBCLASE “BRAILLE”.

Clase SupportAssistance – subclase Braille			SupportAssistance “intendedFor” Disability
HasType	SupportAssistance instance	HasDescription	
Assistive Technology Hardware	Alva_544_Satellite_Traveller	This slim, lightweight Braille display fits perfectly under a laptop, making it a perfect companion for everyday use. Thanks to the state-of-the-art features, enhanced navigation and highly productive operating possibilities, the ALVA 544 Satellite Traveller is a real plug-and-play dream.	-Deaf_Blindness -Loss_Of_Peripheral_Vision
Assistive Technology Hardware	Alva_584_Satellite_Pro	The ALVA 584 Satellite Pro is a Braille assistive device that combines the convenience of the ALVA Satellite legacy with the capabilities of an 80-character display into a low-profile, extended length display for the professional user.	-Blindness -Blurred_Vision
Assistive Technology Hardware	Alva_BC640	The ALVA BC640 is a Braille assistive device that combines powerful features with a compact and lightweight design. High quality Optelec Braille cells and easy-to-operate keys allow for effortless reading and smart navigation. The optional Braille Audio Feature Pack makes the ALVA BC640 uniquely versatile. The ergonomically designed Braille input keys and the integrated high quality audio speakers makes you operate your ALVA BC640 efficiently and comfortably. Upon request the ALVA BC640 can even be equipped with internal memory, allowing you to store your documents or host your preferred screenreader on-board.	-Deaf_Blindness -Extreme_Light_Sensitivity -Generalised_Haze -Loss_Of_Central_Vision -Loss_Of_Peripheral_Vision -Night_Blindness

La ontología ACCESIBILITIC construida (Romero, Rodríguez, Hurtado, & Haddad, 2018) consta de 7 clases y 14 relaciones. En cuanto a las instancias de las clases, algunas de ellas se obtuvieron de las ontologías reutilizadas y otras fueron agregadas, específicamente en el caso de las nuevas subclases incorporadas. Concretamente, el número de instancias: *User* (28), *Impairment* (5), *Disability* (38), *Capability* (122), *BodyFunction* (127) *ActivityParticipation* (26) y *SupportAssistance* (80). En la **figura 5.23** se muestra el esquema gráfico de la ontología ACCESIBILITIC.

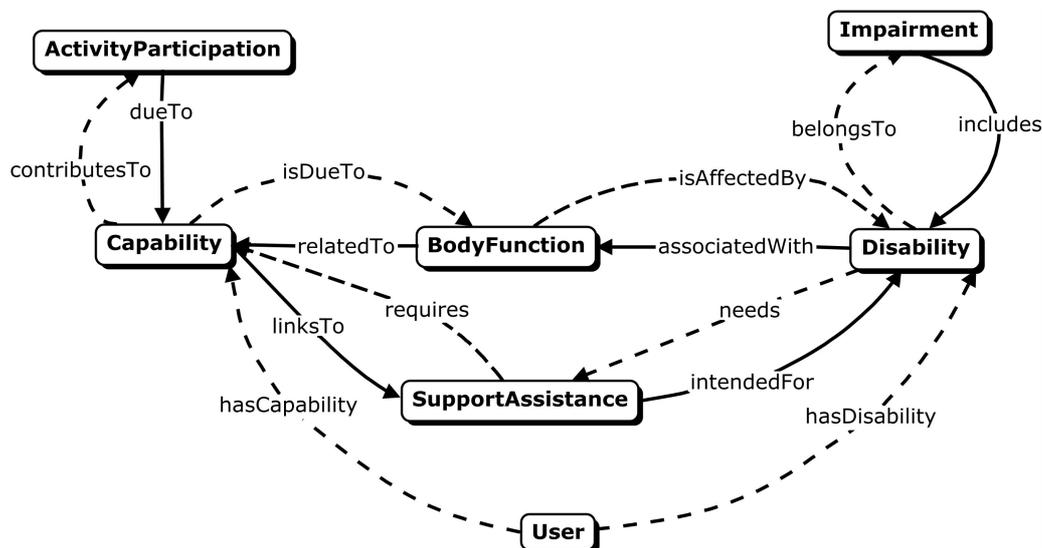


FIGURA 5.23. ESQUEMA GRÁFICO ONTOLOGÍA ACCESIBILITIC.

5.7 Explotando los resultados de ACCESIBILITIC

Para dar cierre al proceso de desarrollo de la ontología ACCESIBILITIC, en esta sección se mostraran algunos ejemplos de razonamiento automático (inferencia) que dan respuesta a los requisitos definidos en el capítulo 4 - sección 4.5.1, específicamente las 4 Preguntas por Competencia (PC) planteadas en el diseño del modelo ontológico de la última iteración realizada.

Tal como se definió en el capítulo 1 - sección 1.8.1, las clases definidas son las que se explotan en las inferencias para lograr dar respuestas a las PC. En ellas se establecen las condiciones necesarias y suficientes del resultado que se desea obtener. A continuación se detallarán los aspectos relativos a cada PC.

5.7.1 PC1

¿Qué discapacidades (*Disability*) pertenecen a cada tipo de disfunción (*Impairment*)?

Para dar respuesta a esta pregunta, durante la actividad de reestructuración se crearon las Clases Definidas de la clase *Disability* y así agrupar las discapacidades según el tipo de disfunción al que pertenezca. A continuación se describen las **Clases Definidas** creadas:

1. *VisionImpairmentDisability*

Conjunto de discapacidades relacionadas con la disfunción visual.

2. *UpperLimbImpairmentDisability*

Conjunto de discapacidades relacionadas con la disfunción de extremidades superiores.

3. *CognitiveImpairmentDisability*

Conjunto de discapacidades relacionadas con la disfunción cognitiva.

4. *HearingImpairmentDisability*

Conjunto de discapacidades relacionadas con la disfunción auditiva.

5. *CommunicationImpairmentDisability*

Conjunto de discapacidades relacionadas con la disfunción comunicacionales.

En esta sección mostraremos en la **tabla 5.11** el axioma utilizado para agrupar las discapacidades que pertenecen al grupo de disfunciones visuales a modo de ejemplo, de esta misma forma se definieron los axiomas para cada grupo de disfunción.

TABLA 5.11 AXIOMA FORMAL DE DISCAPACIDADES PERTENECIENTES A LA DISFUNCIÓN VISUAL.

Nombre del Axioma	VisionImpairmentDisability
Descripción	Agrupar las discapacidades relacionadas con la disfunción visual.
Expresión	$\forall (? X, ? Y)$ [Disability](? X) & [Impairment](? Y) \rightarrow ([belongsTo](? X, ? Y) and [hasValue](? Y, "Vision_Impairment"))
Conceptos	User, Impairment
Relación binaria	belongsTo
Variables	?X, ?Y

En la **figura 5.24** se muestra la implementación de las Clases Definidas en Protégé.

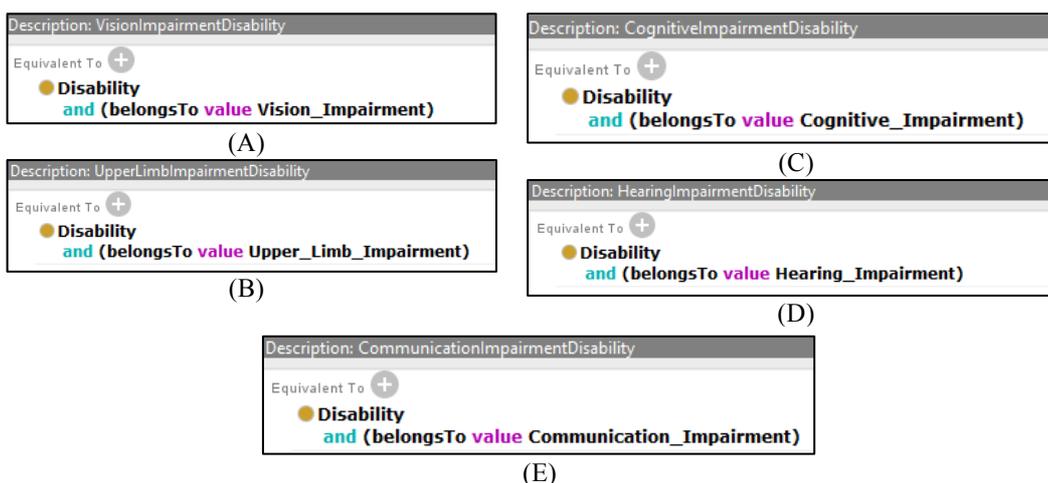


FIGURA 5.24 CLASES DEFINIDAS: A) VISIONIMPAIRMENTDISABILITY, B) UPPERLIMBIMPAIRMENTDISABILITY, C) COGNITIVEIMPAIRMENTDISABILITY, D) HEARINGIMPAIRMENTDISABILITY Y E) COMMUNICATIONIMPAIRMENTDISABILITY.

El resultado de las inferencias donde se muestra la agrupación de discapacidades por cada una de las 5 tipos de disfunciones se muestra en la **figura 5.25**.



FIGURA 5.25. DISCAPACIDADES POR TIPOS DE DISFUNCIÓN: A) VISIONIMPAIRMENTDISABILITY, B) UPPERLIMBIMPAIRMENTDISABILITY, C) COGNITIVEIMPAIRMENTDISABILITY, D) HEARINGIMPAIRMENTDISABILITY Y E) COMMUNICATIONIMPAIRMENTDISABILITY.

5.7.2 PC2

¿Qué disfunción o combinación de disfunción tiene un usuario específico?

Esta pregunta surgió considerando que existen 5 tipos de disfunciones y que un usuario puede tener discapacidades que pertenezcan a más de un tipo de disfunción. Por lo que fue necesario analizar la combinación de disfunciones que podían existir.

Iniciamos identificando con un número cada tipo de disfunción de la siguiente forma, para poder generar una nomenclatura que represente el nombre de la combinación de disfunción(es) por usuario:

1. *VisionImpairmentUser.*
2. *UpperLimbImpairmentUser.*
3. *CognitiveImpairmentUser.*
4. *HearingImpairmentUser.*
5. *CommunicationImpairmentUser.*

Considerando que existen 5 tipos de disfunciones, entonces para identificar la combinación de disfunciones que tenga un usuario se utilizará un código conformado por 5 dígitos. Los números de disfunción que afecten al usuario son las que conformaran el código y las disfunciones que **no estén presentes** se reflejaran con ceros (0).

Entonces, si un usuario solo tiene una disfunción visual (identificada con el número 1) el nombre de la Clase Definida sería **1.0.0.0.0.VisionImpairmentUser** (cero porque no tiene ningún otro tipo de disfunción). Para analizar las otras posibles combinaciones, utilizamos el coeficiente binomial³ para determinar la nomenclatura del resto de las Clases Definidas:

$$\binom{n}{r} = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

Donde, n: número de posibles disfunciones y r: número de disfunciones combinadas. Para determinar el número de combinación de posibles disfunciones se utilizaron los siguientes valores:

Para 1 disfunción	$\binom{5}{1} = \frac{5!}{1!(5-1)!} = 5$	
Para 2 disfunciones:	$\binom{5}{2} = \frac{5!}{2!(5-2)!} = 10$	Total de combinaciones de disfunciones
Para 3 disfunciones:	$\binom{5}{3} = \frac{5!}{3!(5-3)!} = 10$	
Para 4 disfunciones:	$\binom{5}{4} = \frac{5!}{4!(5-4)!} = 5$	5 + 10 + 10 + 5 + 1 =
Para 5 disfunciones:	$\binom{5}{5} = \frac{5!}{5!(5-5)!} = 1$	31

Al sumar los cuatro resultados obtenidos se tiene como número total de combinación de 31 disfunciones. Por lo tanto, nuestra ontología debería identificar hasta 31 posibles combinaciones de disfunciones que pudieran existir.

En la **tabla 5.12**, como ejemplo se muestra el axioma formal para determinar qué usuarios tienen la combinación de disfunciones 1.3.5.0.0, significa que el usuario tiene la combinación de disfunción visual (1), cognitiva (3) y comunicacional (5). La nomenclatura de la Clase Definida es *1.3.5.0.0.User*

³ son números estudiados en combinatoria que corresponden al número de formas en que se puede extraer subconjuntos a partir de un conjunto dado. El coeficiente binomial $\binom{n}{r}$ es el número de subconjuntos de r elementos escogidos de un conjunto con n elementos.

TABLA 5.12 AXIOMA FORMAL DE USUARIOS CON COMBINACIÓN DE DISFUNCIÓN VISUAL Y AUDITIVA.

Nombre del Axioma	1.3.5.0.0.User
Descripción	Determina el grupo de usuarios cuya combinación de disfunciones sea la visual, cognitiva y comunicacional.
Expresión	$\forall (?X, ?Y)$ $[User](?X) \ \& \ [Disability](?Y) \ \rightarrow$ $[hasDisability](?X, ?Y) \ \text{and}$ $([hasValue](?Y, "VisionImpairmentDisability") \ \text{and}$ $[hasValue](?Y, "CognitiveImpairmentDisability") \ \text{and}$ $[hasValue](?Y, "ComunicacionImpairmentDisability"))$
Conceptos	User, Disability
Relación binaria	hasDisability
Variables	?X, ?Y

Una vez iniciado el razonador se obtiene el resultado que se muestra en la **figura 5.26**. Las instancias de usuarios de la clase *User* que cumplen con la combinación de disfunciones seleccionada 1.3.5.0.0.User son: User_03 y User_20.

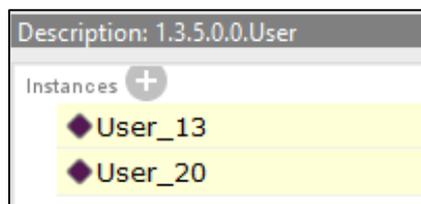
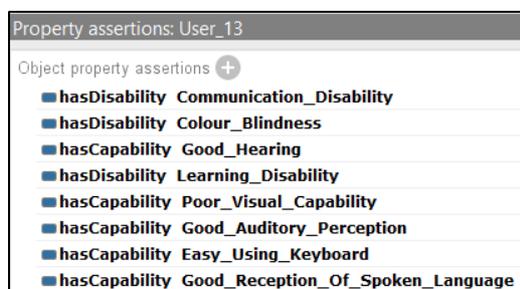
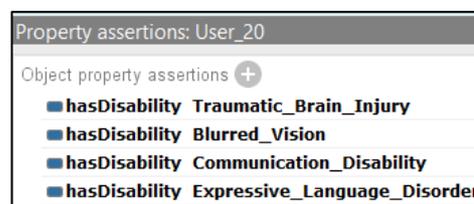


FIGURA 5.26. RESULTADO DE LOS USUARIOS CON DISFUNCIONES VISUALES, COGNITIVAS Y COMUNICACIONALES.

En la **figura 5.27** se muestran las *Object property assertions* del User_13 y User_20, para comprobar cuáles son las discapacidades (*Disability*) que poseen los usuarios.



(A)



(B)

FIGURA 5.27 OBJECT PROPERTY ASSERTIONS DE USER_13 Y USER_20.

Para verificar el grupo de disfunción (*Impairment*) al que pertenece cada *Disability*, se tienen las figuras: Disfunciones visuales (5.25.A), Disfunciones cognitiva (5.25.C) y Disfunciones comunicacionales (5.25.E).

Para analizar los resultados de todas las posibles combinaciones de disfunciones se crearon las 31 clases definidas, siguiendo el modelo visto en el axioma de la tabla 5.12. Como resultado de la inferencia se pudo conocer a qué combinación de disfunción pertenecían las 28 instancias de la clase *User*.

En la **tabla 5.13** se muestra un resumen de los resultados obtenidos. En la primera columna está el nombre de la Clase Definida, en la siguiente columna las instancias inferidas de la clase *User* y finalmente el número de disfunciones que tiene cada grupo de usuarios inferidos.

TABLA 5.13 RESUMEN DE COMBINACIÓN DE DISFUNCIÓN POR USUARIOS.

Nombre de la Clases Definidas para la clase <i>User</i>	Instancia de <i>User</i> inferida	Número de disfunciones
1.0.0.0.0.Vision_Impairment_User	User_03, User_05, User_11, User_23, User_24, User_25	1
1.3.5.0.0.User	User_13, User_20	3
1.3.0.0.0.User	User_18	2
2.0.0.0.0.UpperLimb_Impairment_User	User_09, User_10, User_15, User_16, User_27, User_28	1
2.3.5.0.0.User	User_04, User_17	3
2.3.0.0.0.User	User_01	2
2.4.5.0.0.User	User_21	3
3.0.0.0.0.Cognitive_Impairment_User	User_06, User_19	1
3.4.5.0.0.User	User_02	3
4.0.0.0.0.Hearing_Impairment_User	User_14, User_22	1
4.5.0.0.0.User	User_08	2
5.0.0.0.0.Communication_Impairment_User	User_07, User_12, User_26	1

5.7.3 PC3

¿Qué soporte técnico puede ser recomendado a un usuario tomando en cuenta su perfil de disfunciones y capacidades?

Para ilustrar cómo se da respuesta a esta pregunta, se seleccionó a modo de ejemplo el *User_03* por tener solo una disfunción y ser más sencillo comprobar el funcionamiento correcto de la inferencia. Comenzaremos por mostrar en la **figura 5.28** la *Object property assertions* del usuario seleccionado.

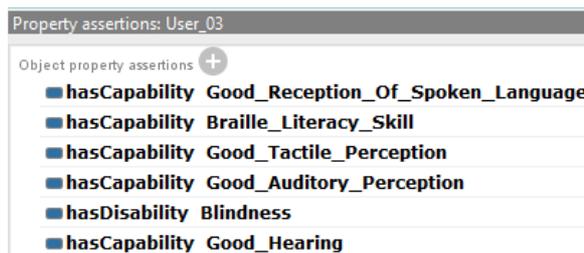


FIGURA 5.28. OBJECT PROPERTY ASSERTIONS DEL USER_03.

Si analizamos los atributos del User_03, se tiene que está dentro de la categoría de solo disfunciones visuales *Blindness*. En cuanto a sus capacidades se tienen: *Good_Reception_Of_Spoken_Language*, *Braille_literacy_skill*, *Good_Tactile_Perception*, *Good_Auditory_Perception*, y *Good_Hearing*. El axioma formal para responder a esta pregunta se muestra en la **tabla 5.14**.

TABLA 5.14 AXIOMA FORMAL PARA RECOMENDAR SOPORTE TÉCNICO PARA EL USUARIO USER_03.

Nombre del Axioma	03UserSupportAssistance
Descripción	Determina el soporte técnico recomendado al usuarios 3 considerando sus discapacidades y capacidades.
Expresión	$\forall (? X, ? Y, ? Z)$ $[SupportAssistance](? X) \text{ and } [Disability](? Y) \text{ and } [Capability](? Z) \rightarrow ([intendedFor](? X, ? Y) \text{ and } [intendedFor](? Y, "Blindness") \text{ and } ([requires](? X, ? Z) \text{ and } ([requires](? Z, "Good_Reception_Of_Spoken_Language") \text{ or } [requires](? Z, "Braille_literacy_skill") \text{ or } [requires](? Z, "Good_Tactile_Perception") \text{ or } [requires](? Z, "Good_Auditory_Perception") \text{ or } [requires](? Z, "Good_Hearing"))))$
Conceptos	SupportAssistance, Disability, Capability
Relación binaria	intendedFor, requires
Variables	?X, ?Y, ?Z

Al ejecutar el razonador, los resultados se aprecian en la Clase Definida *03User.SupportAssistance* (Ver **figura 5.29**)

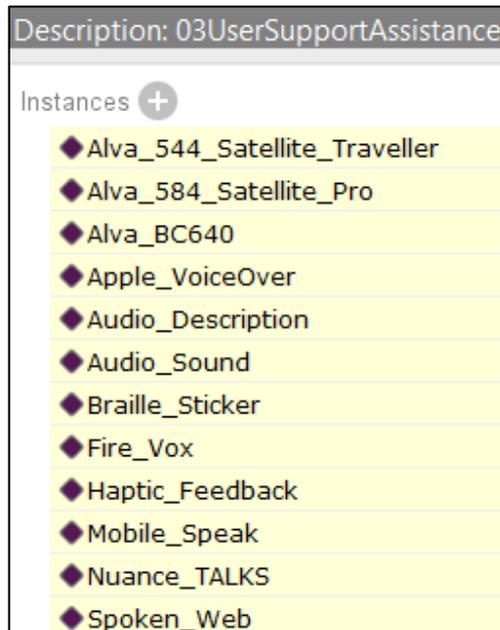


FIGURA 5.29. SUPPORTASSISTANCE RECOMENDADO PARA EL USER_03.

Los resultados inferidos, agrupados por subclases son:

1. Braille

Alva_544_Satellite_Traveler, Alva_584_Satelite_Pro, y Alva_BC640.

2. Adaptive Strategy

Audio_Description, Audio_Sound, Braille_Sticker, y Haptic_Feedback.

3. Screen reader

Apple_Voice_Over, Fire_Vox, Mobile_Speak, Nuance_TALKS, y Spoken_Web.

5.7.4 PC4

¿Qué actividades y participación puede desempeñar un usuario en la sociedad de la información de acuerdo a su perfil?

Tomando como base el mismo usuario *User_03*, ahora mostraremos la respuesta de la PC4. El axioma formal para responder a esta pregunta se muestra en la **tabla 5.15**. Al igual que en la consulta anterior se tienen en cuenta sus capacidades.

TABLA 5.15 EXTRACTO DEL AXIOMA FORMAL DE LAS ACTIVIDADES Y PARTICIPACIÓN QUE PUEDE DESEMPEÑAR EL USER_03.

Nombre del Axioma	03UserActivityParticipation
Descripción	Determina qué actividades y participación puede desempeñar el User_03.
Expresión	$\forall (?X, ?Y)$ $[ActivityParticipation](?X) \ \& \ [Capability](?Y) \ \rightarrow$ $[dueTo](?X, ?Y) \ \text{and}$

	([hasValue](? Y, "Good_Reception_Of_Spoken_Language") or [hasValue](? Y, "Braille_literacy_skill") or [hasValue](? Y, "Good_Tactile_Perception") or [hasValue](? Y, "Good_Auditory_Perception") or [hasValue](? Y, "Good_Hearing"))
Conceptos	ActivityParticipation, Capability
Relación binaria	dueTo
Variables	?X, ?Y

Los resultados obtenidos se muestran en la **figura 5.30**, y son las acciones que el usuario User_03 puede realizar teniendo en cuenta sus capacidades.

Las actividades resultantes, agrupadas por subclases son:

1. LearningApplyingKnowledge

Acquiring_Concepts, Acquiring_Information, Reading, Spoken_Communication, Touching, Watching, Writing.

2. DomesticLife

Acquisition_Goods_And_Services.



FIGURA 5.30. ACTIVITYPARTICIPATION PARA EL USER_03.

3. InteractionAndRelationship

Basic_Interpersonal_Interaction, y Complex_Interpersonal_Interaction.

4. Communication

Conversation, Discussion y Nonverbal_Communication.

5. DemandGeneralTask

Daily_Routine.

6. LearningApplyingKnowledge

Listening

5.8 Conclusiones

En el módulo de ontología ACCESIBILITIC se logró dar respuestas a las especificaciones de requisitos planteadas en el capítulo 4. Para su desarrollo se creó un mapa de actividades en donde se conjugaron la reutilización de recursos ontológicos y no ontológicos, así como la reingeniería de ellos.

La creación de la ontología se llevó a cabo desde el nivel conceptual hasta el nivel de implementación, utilizando el lenguaje OWL a través del entorno de desarrollo de Protégé 5.0.0 y el motor de razonamiento Hermit 1.3.8.413.

El proceso de desarrollo fue iterativo, que es el que mejor se adaptaba para nuestro caso. ACCESIBILITIC está conformada por 7 clases: *Impairment*, *Disability*, *BodyFunction* y *SupportAssistance* provienen de la ontología AEGIS/ACCESSIBLE e ICF. La clase *ActivityParticipation* tiene como base directa la ontología ICF. Y la clase *Capability* requirió del aporte de las ontologías ICF, *User impairment*, Affinto, Egonto, ASK-IT y el recurso no ontológico de Clasificación de Habilidades para la interacción hombre-computador basada en ICF. La relación entre las clases se da a través de 14 relaciones (*object properties*). Se crearon Clases Definidas para lograr obtener las respuestas de las inferencias planteadas en las Preguntas por Competencia, con lo cual se puede concluir que la ontología ACCESIBILITIC permite modelar la diversidad funcional de los usuarios dándole valor a las capacidades que este puede llegar a desarrollar, independientemente de sus discapacidades. Se puede conocer qué combinación de disfunción tiene un usuario dependiendo de sus discapacidades, y también se logra identificar qué soporte técnico recomendar considerando tanto la disfunción como capacidades del usuario, su perfil. Finalmente se logra inferir las actividades y participación que puede desempeñar un usuario en la sociedad de la información considerando sus capacidades.

La validación de ACCESIBILITIC se logró durante todo su proceso de creación, ya que se comprobó la coherencia entre los requisitos especificados desde el modelo conceptual y hasta su implementación. Además fue sometida a pruebas al activar el motor de razonamiento para constatar que los resultados de las inferencias eran correctos.

5.9 Referencias

- 1- Aguado de Cea, G., Buil, C., Caracciolo, C., Dzbor, M., Gómez-Pérez, A., Herrero, G., . . . Presutti, V. (2007, Agosto 31). *NeOn Project. Deliverables. D5.3.1 NeOn Development Process and Ontology Life Cycle*. Retrieved Diciembre 15, 2014, from http://www.neon-project.org/deliverables/WP5/NeOn_2007_D5.3.1.pdf
- 2- Billi, M., Burzagli, L., Emilian, P., Gabbanini, F., & Graziani, P. (2006). A classification, based on ICF, for modelling human computer interaction. *Miesenberger K., Klaus J., Zagler W.L., Karshmer A.I. (eds) Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2006. Lecture Notes in Computer Science*. Linz, Austria: Springer, Berlin, Heidelberg.
- 3- Cearreta, I.; Garay-Vitoria, N. (2011). Toward adapting interactions by considering user emotions and capabilities. *Human-Computer Interaction. Towards Mobile and Intelligent Interaction Environments. 14th International Conference, HCI International*, (págs. 525-534). Orlando, USA.
- 4- Gamecho, B., Min, R., Aizpurua, A., Cearreta, I., Arrue, M., Garay-Vitoria, N., & Abascal, J. (2015). Automatic generation of tailored accessible user interfaces for ubiquitous services. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 45(5), 612-623.
- 5- Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M., & Corcho, O. (2004). *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. London: Springer-Verlag.
- 6- Haase, P., Rudolph, S., Wang, Y., Brockmans, S., Palma, R., Euzenat, J., & d'Aquin, M. (30 de November de 2006). *NeOn Project. Deliverables. D1.1.1. Networked Ontology Model*. Obtenido de http://neon-project.org/deliverables/WP1/NeOn_2006_D1.1.1.pdf
- 7- Karim, S., & Tjoa, A. (2007). Connecting user interfaces and user impairments for semantically optimized information flow in hospital information systems. *Journal of Universal Computer Science: Proceedings of I-MEDIA*, (págs. 372-379). Austria.
- 8- Montiel-Ponsoda, E., Vila-Suero, D., Villazón-Terrazas, B., Dunsire, G., Escolano Rodríguez, E., & Gómez-Pérez, A. (2011). Style Guidelines for naming and labeling ontologies in the Multilingual Web. *International Conference on Dublin Core and Metadata Applications*. The Hague, The Netherlands.
- 9- Poveda Villalón, M. (2010). Metodología NeOn Aplicada a la representación del contexto. *Tesis de Máster*. Universidad Politécnica de Madrid.
- 10- Romero, B., Rodríguez, M., Hurtado, M., & Haddad, H. (2018). ACCESIBILITIC ontology - version 3. 10.21227/r67k-6a29. doi:10.21227/r67k-6a29
- 11- WHO. (2007). *The International Classification of Functioning, Disability and Health*. Geneva, Switzerland: WHO Press.
- 12- WHO. (2017). *ICF Browser*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2017, de <http://apps.who.int/classifications/icfbrowser/>

6

Ontología CRMO y Red de ontologías ACCESIBILITIC/CRMO

Índice Capítulo 6: Ontología CRMO y Red de ontologías

ACCESIBILITIC-CRMO

6.1 INTRODUCCIÓN	181
6.2 MAPA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE CRMO	181
6.3 ACTIVIDADES DE SOPORTE	182
6.4 REUTILIZACIÓN DE RECURSOS ONTOLÓGICOS Y NO ONTOLÓGICOS	183
6.5 REINGENIERÍA DE RECURSOS ONTOLÓGICOS Y NO ONTOLÓGICOS	184
6.5.1 INGENIERÍA INVERSA	184
6.5.2 REESTRUCTURACIÓN	188
CLASE DISTRIBUTIONCHANNEL	190
CLASE CHANNELTASK	191
CLASE CRMSTRATEGY	193
CLASE VALUEPROPOSITION	195
CLASE CUSTOMERACTIVITY	196
CLASE CUSTOMERACTION	197
CLASE CUSTOMEROPERATION	197
6.5.3 INGENIERÍA HACIA ADELANTE (FORWARD)	199
6.6 EXPLORANDO LOS RESULTADOS DE CRMO	200
6.6.1 PC1	200
6.6.2 PC2	201
6.6.3 PC3	202
6.6.4 PC4	203
6.6.5 PC5	204
6.6.6 PC6	205
6.6.7 PC7	206
6.7 RED DE ONTOLOGÍAS ACCESIBILITIC-CRMO	207
6.8 EXPLORANDO LOS RESULTADOS DE ACCESIBILITIC-CRMO	212
6.8.1 PC1	212
6.8.2 PC2	214
6.8.3 PC3	216
6.9 CONCLUSIONES	218
6.10 REFERENCIAS	219

CAPÍTULO 6

ONTOLOGÍA CRMO Y RED DE ONTOLOGÍAS ACCESIBILITIC-CRMO

6.1 Introducción

La ontología CRMO fue creada como un módulo para modelar el dominio del CRM, específicamente las actividades que ejecutan los clientes durante su interacción con la empresa. En éste módulo se identifican elementos del modelo de negocio desde dos perspectivas: el cliente y la oferta (producto/servicio). Como aporte se incorpora la perspectiva de las actividades que ejecuta el cliente al relacionarse con una empresa. Además, se logra modelar cómo una empresa ofrece su propuesta de valor, identificando los canales de distribución, sus estrategias CRM y el detalle de las actividades, acciones y operaciones asociadas durante su relación con el cliente.

En este capítulo se describe el desarrollo de la ontología CRMO y las adaptaciones realizadas. Se mostrará en detalle cómo se llevó a cabo el diseño e implementación de la misma.

El esquema de presentación de este capítulo sigue la secuencia de procesos correspondientes al escenario de la metodología NeOn, identificando sus ajustes y las iteraciones llevadas a cabo para la construcción de esta ontología.

6.2 Mapa de actividades para el desarrollo de CRMO

Al igual que en el desarrollo de la ontología ACCESIBILITIC, esquematizamos a través de un mapa las actividades ejecutadas (ver **figura 6.1**). Posteriormente se describirá la aplicación de la metodología, cómo fue llevado a cabo cada uno de los pasos y los resultados de su aplicación.

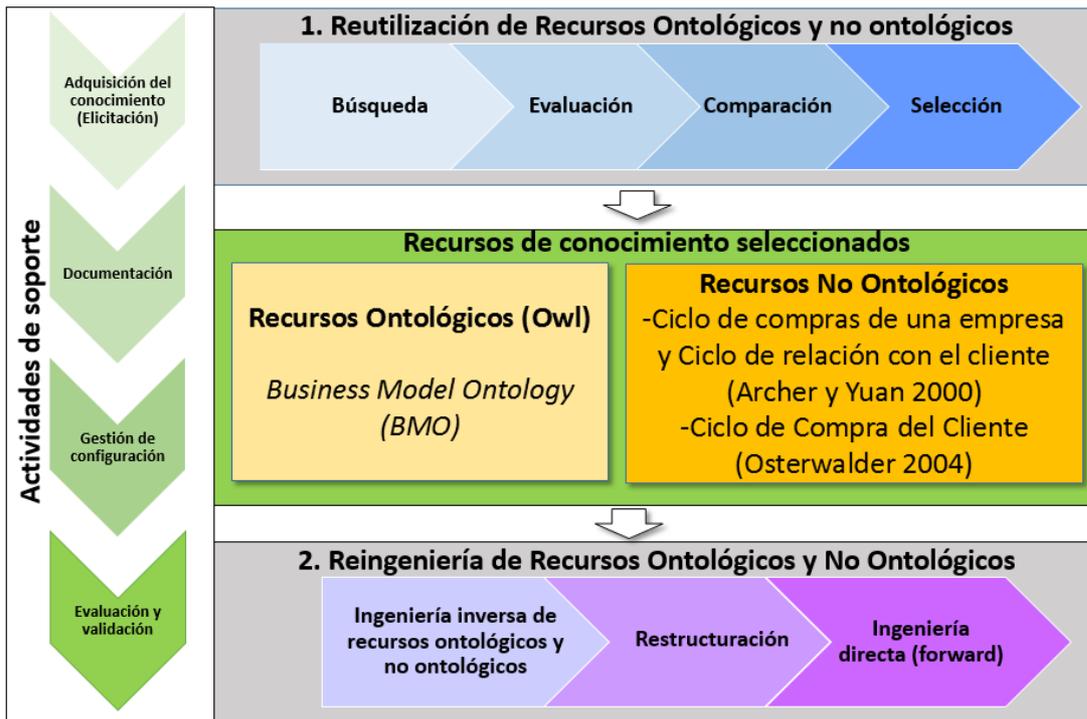


FIGURA 6.1 MAPA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE CRMO.

6.3 Actividades de Soporte

1. Adquisición del conocimiento

La etapa inicial de esta actividad coincidió con la fase de concientización del problema de la metodología DSR, ya que fue necesaria la revisión del estado del arte en ontologías del dominio de CRM. La base de esta actividad es la revisión documental y análisis de la información. A medida que se fue ejecutando cada iteración en el proceso de construcción de CRMO, cuando se consideró necesario, se fue ampliando la base de conocimiento

2. Documentación

Para orientar el proceso de desarrollo de la ontología se fueron recopilando una serie de documentos relativos a la adquisición de conocimiento. Se llevó a cabo la creación de la documentación correspondiente a la conceptualización de las versiones, que sirviera de guía al momento de hacer cualquier actualización, así como el análisis de los criterios tomados en cuenta para el diseño de las versiones, entre otros.

3. Gestión de configuración

Se organizó la documentación relativa a las distintas versiones que se fueron generando, para garantizar el fácil acceso a la misma.

4. Evaluación y validación

Durante la construcción de CRMO se realizaron pruebas de concepto para validar que el diseño fuese el más adecuado con respecto a lo que se requería obtener. Se verificó que las preguntas por competencia fuesen resueltas de forma correcta y se implementaron las correcciones respectivas cuando no se obtenía el resultado deseado.

6.4 Reutilización de Recursos Ontológicos y No Ontológicos

1. En cuanto a los recursos ontológicos

Al igual que en la construcción de ACCESIBILITIC, para CRMO se aplicó el escenario 4 de NeOn. Tal como se desprende de la **figura 6.1**, la secuencia de actividades con respecto a la reutilización de los recursos ontológicos es la siguiente: búsqueda, evaluación, comparación y selección. En el capítulo 3 – sección 3.8, se muestra una vista general del proceso de revisión de las ontologías en el dominio de CRM.

Para orientar el proceso de búsqueda de las ontologías, el parámetro de búsqueda estuvo orientado por los requerimientos identificados en el capítulo 4 – sección 4.5.2. En vista de que las ontologías revisadas no llegaron a concretarse como ontologías formales y no cuentan con un amplio reconocimiento, se debió dirigir la búsqueda hacia un ámbito en donde también se incluyera la perspectiva del cliente. Por ello, resultó conveniente indagar sobre las ontologías para el modelado del negocio, que es otra forma de abordar la gestión de la relación con el cliente. Las ventajas de las ontologías centradas en el modelo del negocio se destacan en el capítulo 3 – sección 3.9.

Fueron tres las ontologías revisadas: *Business Model Ontology (BMO)*, *e³-value* y *Resource Events Agents (REA)*. Tras el estudio se seleccionó la Ontología BMO, como ideal para reutilizar durante la creación de la ontología CRMO. Entre sus ventajas resaltan: tiene un alcance más amplio que las otras dos ontologías, proporciona una forma más completa para modelar negocios, tiene un enfoque estratégico, y considera al Cliente como uno de sus ejes centrales, el cual es el foco de acción del CRM.

2. En cuanto a los Recursos No Ontológicos

Los recursos no ontológicos son complementos para modelar las clases y relaciones de la ontología. Para su incorporación se decidió aplicar las siguientes actividades, sin seguir las especificaciones de algún escenario de la metodología NeOn: búsqueda, evaluación, comparación y selección. La guía para establecer los criterios fueron los requisitos funcionales de la ontología CRMO.

Se inició la búsqueda para cubrir los requerimientos del modelado de las actividades del cliente, lo cual forma parte de la propuesta del Diseño Centrado en Actividad tratado en el capítulo 2 – sección 2.4. Además, fue interesante contrastar las investigaciones existentes en donde se pudieran validar los distintos modelos que representan los ciclos de interacción que se dan en una empresa para establecer la relación cliente-proveedor.

Como resultado de la búsqueda se seleccionó el **Ciclo de Compra de una Empresa (BPLC)** y el **Ciclo de la Relación con el Cliente (CRLC)**, que complementa al primero. Ambos expuestos por (Archer & Yuan, 2000) y desarrollados en el capítulo 3 – secciones 3.6 y 3.7, respectivamente. Esa investigación refleja un aporte que consolida una revisión de literatura extensa. Fue la única investigación encontrada durante este estudio en donde se logró llegar al nivel de detalle deseado en la identificación de actividades de interacción que llevan a cabo, tanto el proveedor de un producto/servicio como el cliente, dentro de un modelo de negocio.

El siguiente recurso no ontológico utilizado, denominado **Ciclo de Compra del Cliente** (*Customer Buying Cycle - CBC*), se deriva del análisis realizado por (Osterwalder, A., 2004) durante la construcción de la ontología BMO. El CBC se retoma para la construcción de CRMO, para poder dar respuesta a los requisitos funcionales planteados en el capítulo 4.

6.5 Reingeniería de Recursos Ontológicos y No Ontológicos

Al igual que se hizo en el capítulo 5, es importante acotar desde qué nivel de abstracción se realizará la actividad de reingeniería, siendo para la ontología CRMO desde el nivel epistemológico (conceptual), y además se incluyó el nivel de implementación. En tal sentido, la metodología NeOn establece que los resultados deben integrarse según las actividades correspondientes al escenario 1 (actividad de conceptualización y actividades de implementación de la ontología). El resultado de la actividad de conceptualización se alinearán como producto final de la actividad de ingeniería directa, sección 6.5.3 y la actividad de implementación se desarrollara en la sección 6.6.

1. En cuanto al recurso ontológico

La ontología BMO se consideró útil para el caso en estudio, pero no será utilizada tal y como es. Por lo tanto, se planteó la reingeniería para poder dar respuesta a los requerimientos detectados, al igual que ocurrió con la ontología ACCESIBILITIC. En la **figura 5.3** se muestra la secuencia de actividades correspondientes a la reingeniería de una ontología vista como un proceso, las actividades a seguir son: ingeniería inversa, reestructuración y la ingeniería hacia adelante (forward).

2. En cuanto a los recursos no ontológicos

Al igual que en la ontología ACCESIBILITIC, como variante a las especificaciones del escenario 2 de la metodología NeOn, se procedió a realizar solo la actividad número 1 relativa a la ingeniería inversa de recursos no ontológicos (Ver **figura 5.4**). Las tareas a ejecutar son: 1) recopilación de datos, 2) abstracción conceptual, y 3) estudio de la información. La actividad 2 y 3 no se ejecutan ya que la ontología CRMO combina también aportes de un recurso ontológico, y estas actividades están diseñadas pensando en la transformación exclusiva de los recursos no ontológicos para la generación de la ontología final.

Por lo tanto, los aspectos seleccionados de los recursos no ontológicos durante la ingeniería inversa se incorporan en la ontología propuesta durante la actividad de ingeniería directa considerando además el recurso ontológico.

6.5.1 Ingeniería inversa

1. Recurso ontológico – Ontología BMO

En esta sección se describen los aspectos resaltantes de la aplicación de la ingeniería inversa de la ontología BMO. En el capítulo 3 – sección 3.10 se mostró una revisión más teórica de su estructura que complementa a la información aquí presentada.

La ontología BMO puede ser vista como un modelo formal que define un lenguaje común para describir, visualizar, evaluar y modificar modelos de negocio. Su última versión es conocida como

Canvas, porque a través de ella se logra generar el lienzo (*canvas*) del modelo del negocio de una empresa dada. Entre sus ventajas está el que puede ser utilizada como una herramienta de inteligencia competitiva por parte de una empresa, o como una herramienta de descubrimiento y evaluación por parte de los inversores.

Se encontró documentación variada de la ontología y de sus distintas versiones, además una de sus versiones iniciales se encontraba en archivo .owl, la cual se examinó para poder tener un mejor acercamiento a su estructura y comprender su funcionamiento. En la **figura 6.2** se muestra la estructura jerárquica de clases de la ontología BMO.

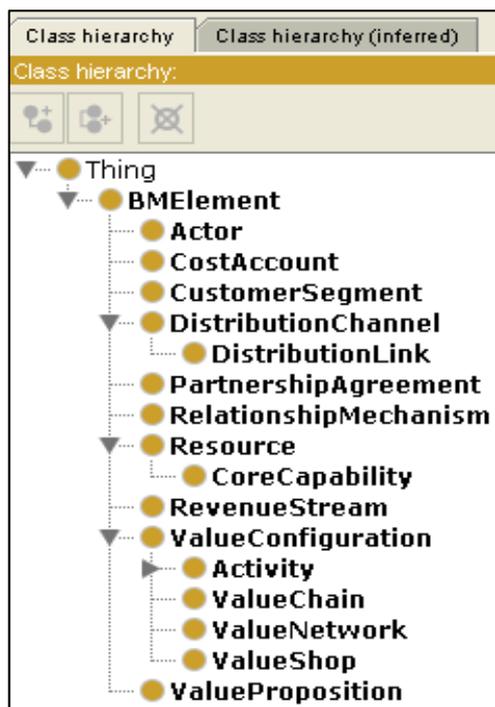


FIGURA 6.2 ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA ONTOLOGÍA BMO.

Se examinó su estructura general, la cual es algo compleja, ya que incluye más clases de las que se mencionan en la documentación de ésta versión. Sin embargo se logra seguir la lógica para modelar los negocios. La gestión de la relación con el cliente es el foco de interés de nuestro estudio, por ello nos centramos en las clases asociadas al **pilar de la interfaz del cliente**¹: *DistributionChannel*, *CustomerSegment*, y *Relationshipmechanism*.

En esta versión llama la atención la clase *DistributionChannel* por ser el elemento que representa cómo la empresa logra estar en contacto con el cliente y la subclase *DistributionLink* que describe el rol o tarea del canal. Éste último elemento fue considerado en (Osterwalder, A., 2004) ya que puede ser analizado por una empresa para conocer cómo puede llegar en forma más efectiva a sus cliente en comparación a su competencia. Al respecto, (Moriarty & Moran, 1990), destacan la importancia de las tareas del canal para complementar el análisis del sistema de mercadeo.

¹ Conocido en la versión más actual de BMO como perspectiva del cliente

Es interesante apreciar la implementación de la clase *DistributionLink*, porque puede ser incorporada en nuestra ontología propuesta para lograr identificar las estrategias asociadas a los canales de distribución. Para comprender mejor los aspectos referidos, la estrategia de canal de distribución se describe en el capítulo 3 – sección 3.11.2.

En cuanto a la clase *CustomerSegment* ésta representa la segmentación que hace la empresa para conocer a quien dirige su propuesta de valor, mientras que la clase *Relationshipmechanism* se utiliza para indicar el tipo de relación que se crea con el cliente.

El otro pilar de interés para nuestro estudio es el *Producto*, el cual está representado por la clase *ValueProposition*, es la propuesta de valor que ofrece la empresa al cliente (producto/servicio) por lo tanto es la razón de ser de la relación o contacto con el cliente.

A pesar de que no se logró ubicar la última versión en archivo owl, sí se tuvo acceso a un diagrama en donde se observan las perspectivas² del modelo (ver **figura 6.3**).

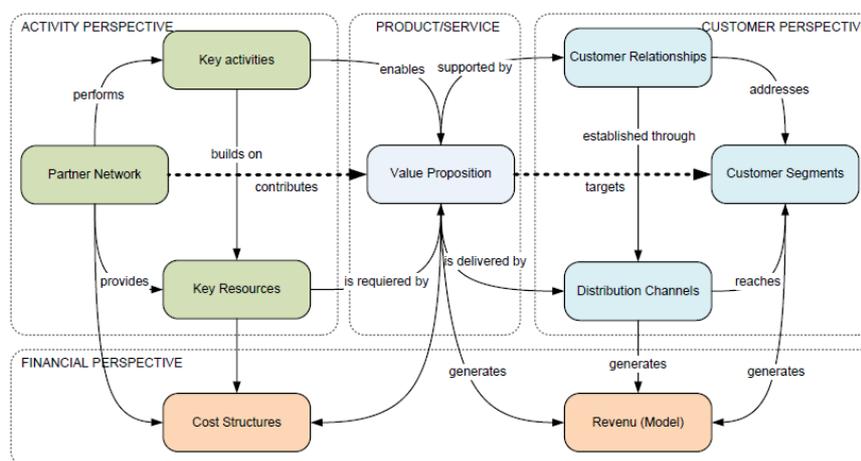


FIGURA 6.3 ONTOLOGÍA DE MODELO DE NEGOCIO “CANVAS” CON SUS RELACIONES.
FUENTE: (FRITSCHER & PIGNEUR, 2010).

En el modelo, cada perspectiva agrupa sus bloques, y éstos pueden ser vistos como los conceptos o clases de su ontología. En la figura se aprecian las relaciones entre las clases y en líneas generales se mantienen la mayoría de los elementos identificados en la versión inicial. En esta versión, conocida también como *Canvas*, se mantienen iguales las Clases *Distribution Channel*, *Customer Segment* y *Value Proposition*. La clase *Relationshipmechanism* de la versión inicial, pasa a ser la clase *Customer Relationship*.

En la ontología BMO, a pesar de existir la perspectiva de la *Actividad* (conocida como el pilar de la gestión de infraestructura en la versión inicial), se refiere a las actividades que lleva a cabo la empresa para poder generar su propuesta de valor. Por esa razón la descartamos para nuestra ontología, ya que nuestro interés se centra en identificar la jerarquía de las actividades ejecutadas por los clientes en su relación con la empresa, para poder ofrecerles una mayor satisfacción. Para

² Denominados pilares en la versión inicial

Procurement Life Cycle - BPLC) y Ciclo de Relación con el Cliente (*Customer Relationship Life Cycle - CRLC*) (Archer & Yuan, 2000).

Para identificar estos recursos se realizaron las tareas correspondientes a la reingeniería de los recursos no ontológicos: 1) recopilación de datos, 2) abstracción conceptual, y 3) estudio de la información.

El valor de estos ciclos es que ayudan a darle un esquema, a través de fases, a las actividades de los clientes que se desean incorporar en la ontología CRMO, y con ello se llega a un nivel de detalle mayor para ubicar contextualmente la ejecución de cada una de las actividades. Asimismo, al analizar la estructura de los tres ciclos se encuentra que existen puntos en común entre ellos, mayor detalle de sus relaciones se detallaran en la siguiente sección de reestructuración.

Además, se parte de la premisa de que existe un conjunto de capacidades que todo cliente puede tener, que definirán cómo éste puede ejecutar dichas actividades, pudiendo considerar qué tipo de asistencia técnica debería recibir para poder desempeñarse y aminorar las limitaciones que pueden influir negativamente en su satisfacción como cliente.

6.5.2 Reestructuración

Para crear el nuevo modelo conceptual de la ontología, en esta sección se mostrará en forma resumida cómo se fue planteando la reestructuración, producto de la última iteración de la ontología CRMO, en cuanto a los recursos de conocimiento ontológicos y no ontológicos anteriormente estudiados.

Para llevar a cabo la reestructuración, por tomarse solo aspectos particulares, no se consideró necesario iniciar desde la poda de la ontología BMO (.owl) original que se logró ubicar. En su lugar se decidió crear una nueva ontología en donde se reagruparan los elementos de interés según los requerimientos.

En cuanto a la versión inicial de BMO, se decide tomar los aportes de la clase *DistributionLink*, de manera referencial para la creación de las Clases *ChannelTask* y *CRMstrategy*, el detalle de la estructuración de estas dos clases se presenta más adelante en la descripción puntual de ellas. Con respecto a la última versión de BMO, las perspectivas seleccionadas son la del *Cliente* y del *Producto/Servicio*, específicamente los bloques o clases: *Propuesta de valor* (*Value Proposition*) y el *Canal de distribución* (*Distribution Channel*), respectivamente, porque en nuestro estudio se requiere dar seguimiento a los aspectos involucrados desde el momento que el cliente establece el contacto con la empresa dada una propuesta de valor (producto/servicio) de su interés.

La clase de *Relación con el Cliente* (*Customer Relationship*) se descarta en nuestro estudio, por ser nuestro foco la profundización en las actividades que ejecuta el cliente indistintamente del tipo de relación que establezca la empresa con éste. Son las propias actividades las que en conjunto marcarán el tipo de relación que se establezca. También descartamos la clase de *Segmento del Cliente* (*Customer Segment*), porque una vez que la empresa logra la identificación del cliente destino y establece una conexión con éste, lo importante para nuestro estudio es conocer en detalles las actividades, acciones y operaciones que él ejecuta.

En cuanto a los recursos no ontológicos, se procedió a analizar las fases que se llevan en paralelo entre CBC, BPLC y CRLC resultando en una alineación de las mismas, ya que se pudieron encontrar puntos de unión en cuanto al significado de las fases. Esto permitió identificar la jerarquía de actividades que ejecutan los clientes según el [Diseño Centrado en Actividad](#) visto en el capítulo 2 – sección 2.4: actividades, acciones y operaciones.

Considerando que la actividad consiste en colecciones de acciones dirigidas hacia objetivos que contribuyen o están relacionados con el propósito de la actividad, en el nivel más alto de la jerarquía se logró identificar las fases del CBC como las [actividades del cliente](#) (*CustomerActivity*).

Para el nivel intermedio, [acciones del cliente](#) (*CustomerAction*), se identificaron las fases del BPLC, ya que cada elemento de la fase se enfoca en el logro de una meta concreta y contribuye además al logro de la fase alineada del CBC, ahora identificada como actividad del cliente.

En el nivel más bajo, [operaciones del cliente](#) (*CustomerOperation*), se identificaron lo que para el CRLC son las actividades del cliente, terminología que varía según el contexto que se esté analizando. En nuestro caso, el contexto varía ya que se vienen alineando los elementos en paralelo de los ciclos seleccionados y en este punto la referida actividad del cliente pasa a ser la unidad de más bajo nivel en la que se logra descomponer las acciones.

Con la jerarquía creada, el enfoque es poder dar un contexto a las actividades que ejecutan los clientes durante su relación con una empresa, dentro de una fase específica en su proceso de compra y así poder analizar qué tipo de atención se puede ofrecer al cliente para facilitarle su interacción y usabilidad con la aplicación de software CRM.

Posterior a la alineación, se procedió a analizar qué aspectos de la jerarquía de la clase *CustomerActivity* podían ser mejorados. Específicamente, se comenzó por la clase *CustomerAction* que define el logro de la actividad del cliente, ésta se enfoca en el [conocimiento](#) (*awareness*) de la propuesta de valor de la empresa que se ajusta a sus necesidades. También se sugirió que debía existir una acción en donde el cliente dé una [valoración a la información](#) recolectada (*information assesment*). En este sentido, se completaron las operaciones correspondientes considerando la lista de operaciones existentes.

En cuanto a las acciones correspondientes a la actividad de [evaluación](#) (*evaluation*), se consideró oportuno hacer adaptaciones a los términos utilizados. Referente al contacto con el proveedor se sugirió utilizar un mejor término que representara la definición de esta fase del BPLC, siendo la más adecuada la [evaluación del proveedor](#) (*supplier appraisal*). Otra adaptación se hizo en cuanto a la acción de [revisión de antecedentes](#) (*background review*) más que todo para unificar el criterio en el cual se muestran las expresiones.

A continuación se muestra en la **tabla 6.1** para ilustrar la alineación que se hace entre los elementos que se tomarán en cuenta para el diseño de CRMO. En la misma se destacan con un asterisco las adaptaciones incorporadas para mejorar la estructura de la jerarquía y se encierran entre paréntesis las mejoras en la denominación de determinados elementos.

TABLA 6.1 ALINEACIÓN DE RECURSOS NO ONTOLÓGICOS.
FUENTE: ADAPTADO (OSTERWALDER, A., 2004) Y (ARCHER & YUAN, 2000).

CustomerActivity	CustomerAction	CustomerOperation
Awareness	Information gathering	Searching, observing
	*Information assesment	*Evaluating,*comparing
Evaluation	Supplier contact (Supplier appraisal)	Learning, evaluating, comparing
	Background review (Reviewing Background)	Testing, evaluating
Purchase	Negotiation	Negotiating, Planning
	Fulfillment	Tracking, evaluating, installing, paying
After Sale	Consumption, maintenance and disposal	Learning, using, evaluating, feedback to supplier (Feedback Supplier), maintaining, disposing
	Renewal	*Evaluating, Reviewing

Finalmente en la **tabla 6.2** se resumen las clases que conformarán la ontología CRMO y el origen de cada una de ellas. A continuación se explicará el proceso de reestructuración llevado a cabo para la definición de cada una de las 7 clases que incluye la ontología CRMO: *DistributionChannel*, *ChannelTask*, *CRMstrategy*, *ValueProposition*, *CustomerActivity*, *CustomerAction* y *CustomerOperation*.

TABLA 6.2 CLASES DE LA ONTOLOGÍA CRMO Y SU ORIGEN

Clase en CRMO	Concepto o clase de origen	Recurso de conocimiento de Origen
DistributionChannel	Distribution Channel	Ontología BMO
ValueProposition	Value Proposition	
ChannelTask	Distribution Link	
CRMstrategy		
CustomerActivity	Fases del CBC	CBC
CustomerAction	Fases del BPLC	BPLC
CustomerOperation	Customer Activities	CRLC

Clase *DistributionChannel*

Esta clase tiene como función describir cómo la empresa logra hacer llegar su propuesta de valor al cliente, cómo el cliente desea o puede ser contactado y cómo se dirigirá el contacto (Osterwalder, A., 2004).

Como instancias se consideraron los canales de distribución virtuales planteados en el capítulo 3 – sección 3.11.2 sobre las estrategias del canal de distribución, en donde (Osterwalder, A., 2004) muestra un ejemplo de la librería Barnes & Noble. Los canales de distribución seleccionados son: *WebSite* e *Internet*. Ésta selección se hace para poder ilustrar el funcionamiento de la ontología CRMO.

Para tener una mejor forma de analizar el canal que se utilizará para el modelo de relación con el cliente, se pensó en crear una relación con las funciones o tareas que cubre cada canal durante el CBC, denominada clase *ChannelTask* (descrita más adelante). Para ello, se creó una relación a través de las *Object Properties* *hasTask*. Además, considerando que todo canal de distribución se apoya en la implementación de determinadas estrategias, se creó una relación con la clase *CRMstrategy* a través de la *Object Property* denominada *uses*, que se describirá próximamente. En la **figura 6.5.A** se presenta la descripción de la clase *DistributionChannel*.

Con el propósito de documentar la clase, se agregaron las siguientes dos *Annotation Properties* *hasDescription* y *hasName* (ver **figura 6.5.B**).

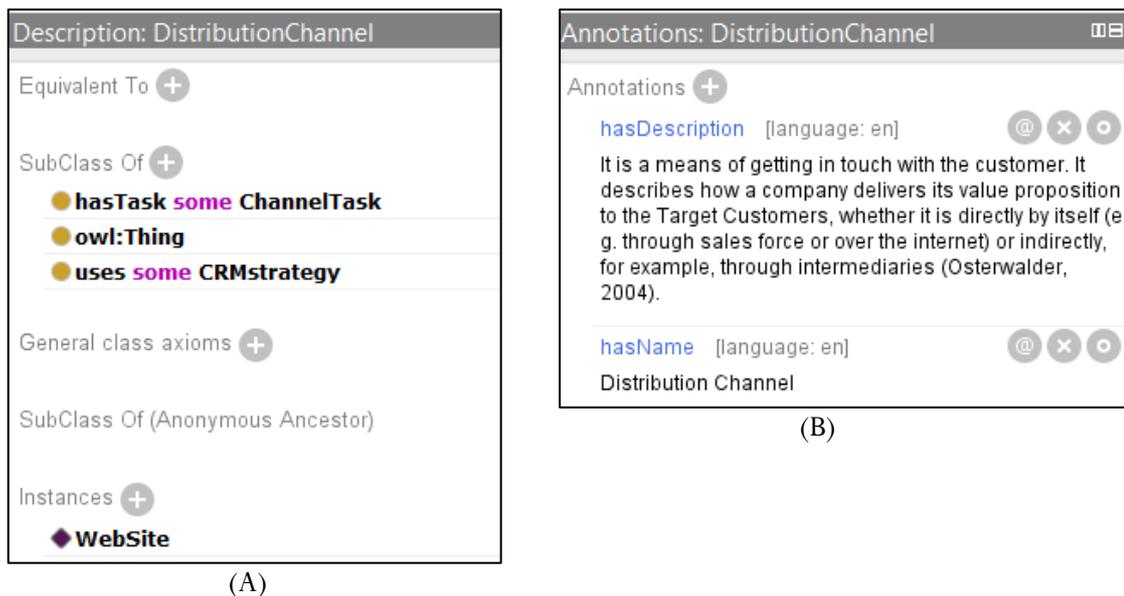


FIGURA 6.5. CLASE DISTRIBUTIONCHANNEL: A) DESCRIPCIÓN Y B) ANOTACIONES.

Clase ChannelTask

Esta clase se creó para modelar las tareas específicas o funciones que pueden cumplir los canales de distribución para atender a los clientes a través de cada una de las fases del CBC (Osterwalder, A., 2004).

Ésta clase se relacionó con las actividades que ejecutan los clientes (clase *CustomerActivity* que se detalla más adelante) a través de la *Object Property* *linksToActivity*. De esta forma se logra identificar a qué fase específica del ciclo de compra del cliente se está brindando atención. Con esta relación también se puede conocer si se están cubriendo las tareas que cada canal de distribución debe cubrir para llegar hasta el Cliente y así poder hacer los ajustes necesarios en el modelo de relación con el cliente de una empresa. Para conocer a qué canales pertenece cada tarea se creó la *Object Property* *linksToChannel* la cual es relación inversa de *hasTask*.

Las instancias de la clase *ChannelTask* se corresponden con las tareas asociadas a los canales propuestos por (Osterwalder, A., 2004), que se pueden consultar para mayor detalle en el capítulo 3 - sección 3.11.1. En la **figura 6.6.A** se muestra la descripción de la clase *ChannelTask*, y algunas de las instancias creadas a manera de ejemplo.

Como parte de la documentación de la clase *ChannelTask*, al igual que todas las clases, se crearon las siguientes dos *Annotation Properties* *hasDescription* y *hasName* (ver **figura 6.6.B**).

En cuanto a las instancias, se crearon 24 *ChannelTask* y se relacionaron con las *CustomerActivity*³ a través de la *ObjectProperty* *linksToActivity* de acuerdo al esquema que se muestra en la **figura 3.4** en el capítulo 3 – sección 3.11.1.

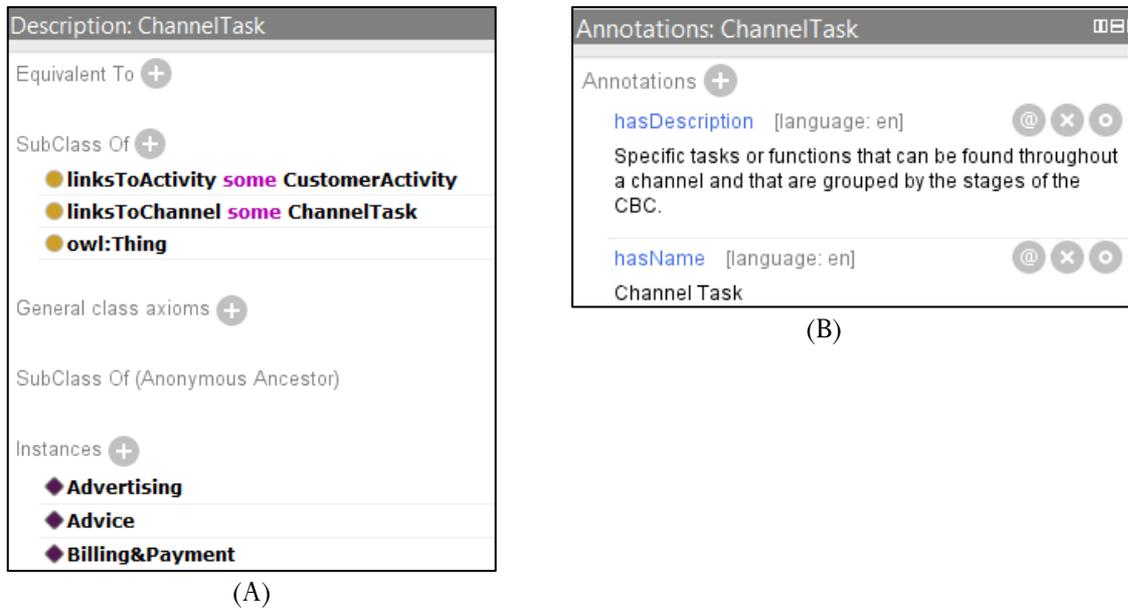


FIGURA 6.6. CLASE CHANNELTASK: A) DESCRIPCIÓN Y B) ANOTACIONES.

En la **tabla 6.3** se muestran las relaciones establecidas entre las instancias de las clases *ChannelTask* y *CustomerActivity*. Para dar lectura a la tabla se toma por ejemplo, para las tareas del canal: *Advertising*, *Promotions*, *Public_Relations*, y *Partnerships* se relacionan a través de la *ObjectProperty* *linksToActivity* con la actividad del cliente *Awareness*. Y así sucesivamente con todas las tareas de canal por cada actividad del cliente.

³ Conocidas anteriormente como fases del CBC

TABLA 6.3 RELACIÓN ENTRE LAS CLASES CHANNELTASK Y CUSTOMERACTIVITY

Clase ChannelTask	linksToActivity	Clase CustomerActivity
Advertising Promotions Public_Relation Partnerships		Awareness
Company_Information Product_Catalogue Advice Specification Community Testing		Evaluation
Offer Negotiation Decision Contract Order_Tracking Billing_Payment Fullfilment_Delivery		Purchase
Monitoring Maintenance_Service Troubleshooting_Support Reverse_Logistics_Disposal Community Product_Life_Cycle_Management		Afte_Sale

Clase CRMstrategy

Esta clase se creó para reflejar las estrategias que la empresa desea implementar en su modelo de relación con el cliente y que están alineadas a cada canal de distribución, por esa razón decidimos colocarle como nombre estrategia de CRM (*CRMstrategy*). La idea proviene de la clase *DistributionLink* de la versión inicial de BMO. Se creó una relación entre la clase *CRMstrategy* y la clase *CustomerActivity* a través de la *Object Property* denominada *associatedTo*, que se utiliza para identificar qué actividades de los clientes está asociada a cada estrategia considerando el sentido lógico, de esta forma en el modelo de relación con el cliente de una empresa se puede verificar el alcance de cada estrategia.

Para la creación de las instancias y continuando con el ejemplo de Barnes & Noble referido en la clase *DistributionChannel*, se seleccionaron las estrategias de canal utilizadas para la instancia *WebSite* mostradas en la **figura 3.5** del capítulo 3.

En la **tabla 6.4** se muestra la relación entre las instancias de las clases *CRMstrategy* y *CustomerActivity*. Para dar lectura a la tabla se toma como ejemplo, el *CRMstrategy banner* está asociado a través de la *ObjectProperty associatedTo CustomerActivity Awareness* porque esa estrategia apoya en esa actividad del cliente.

TABLA 6.4 RELACIÓN ENTRE LAS CLASES CRMSTRATEGY Y CUSTOMERACTIVITY

CRMstrategy	associatedTo	CustomerActivity
Banner Personalized_Email Store_Locator		Awareness
Search_Engine Customer_Review		Evaluation
Shopping_Cart Wish_List Order_Status		Purchase
Transaction_History		After_Sale

Además se creó una relación con la clase *ValueProposition* a través de la *Object Property* denominada *supports* para poder conocer cuáles son las estrategias que soporta cada propuesta de valor. Se tiene también una relación inversa de la *Object Property uses*, que relaciona la clase *CRMstrategy* con la clase *DistributionChannel* denominada *relatedToChannel*.

En la **figura 6.7.A** se muestra la descripción de esta clase y algunas de sus instancias como ejemplo.

Como parte de los comentarios de la ontología, para la clase *CRMstrategy* también se crearon las siguientes *Annotation Properties* *hasDescription* y *hasName*, dicha información se muestra en la **figura 6.7.B**.

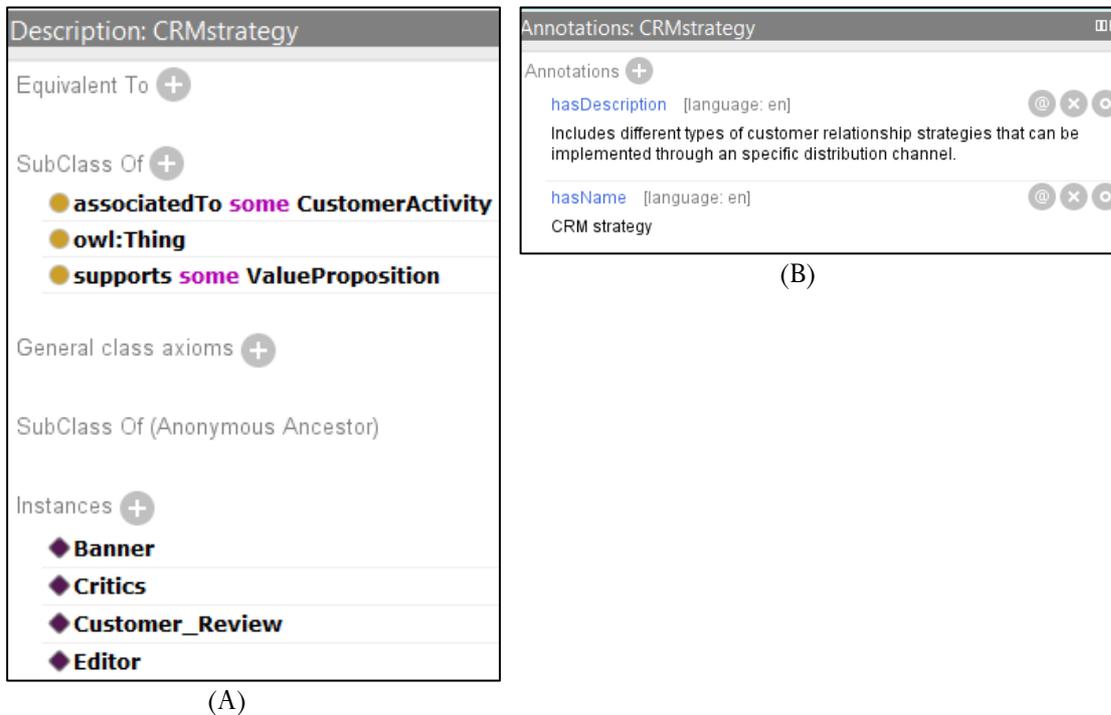


FIGURA 6.7. CLASE CRMSTRATEGY: A) DESCRIPCIÓN Y B) ANOTACIONES.

Clase ValueProposition

La clase referida a la propuesta de valor describe lo que la empresa ofrece a un cliente para solventar o satisfacer alguna de sus necesidades, además de justificar por qué es mejor que lo que ofrecen sus competidores (Fritscher & Pigneur, 2010).

En esta clase se logran definir las propuestas de valor de una empresa para conocer cómo es su modelo de relación con el cliente asociado a sus ofertas (productos/servicios). En nuestra ontología, continuando con el ejemplo de la librería Barnes & Noble, específicamente en la figura 3.5 se seleccionó como propuesta de valor la instancia *Book*.

Con respecto a la clase *DistributionChannel* se seleccionó trabajar con la instancia *WebSite*, solo para poder ilustrar un ejemplo completo. En la ontología CRMO se pueden crear nuevos ejemplos de gestión de relación con el cliente para la empresa Barnes & Noble que consideren el uso de otros canales de distribución.

En la clase *CRMstrategy* como instancias se crearon las 13 estrategias de CRM que pueden ser utilizadas por el canal de distribución *WebSite*. En la figura 6.8 se hace un extracto de la figura 3.5 para resaltar el ejemplo modelado en nuestra ontología. En ella se aprecian en los recuadros las estrategias del canal *WebSite* distribuido a través de las fases del CBC, lo que para nuestra ontología son las actividades del cliente.

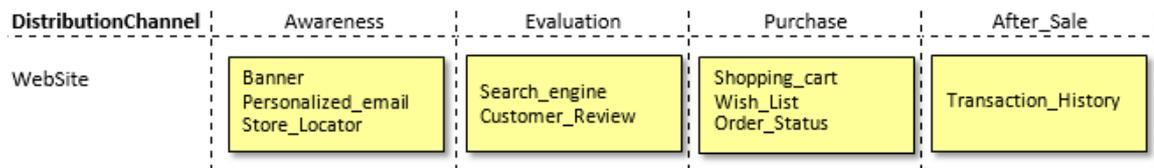


FIGURA 6.8 ESTRATEGIA DEL CANAL WEBSITE EN BARNES & NOBLE.
FUENTE: (OSTERWALDER, A., 2004)

Las *Data Property Assertions* de una propuesta de valor son: *hasName* y *hasDescription*. Se creó una relación con la clase *DistributionChannel*, para indicar cuáles serán los canales utilizados para hacer llegar esta propuesta a sus clientes, la cual se identificó con el nombre de *isDeliveredBy*. Además se establece una relación con la clase *CRMstrategy* a través del *Object Property supportedBy*, la idea de ésta relación es poder conocer a través de cuáles estrategias se apoya el canal de distribución para poder llevar a cabo la relación con sus clientes, es la relación inversa de *supports*. En la figura 6.9.A se muestra la descripción de la clase *ValueProposition*.

Al igual que con las clases previamente descritas, se crearon las siguientes *Annotation Properties*: *hasDescription* y *hasName* para dar soporte a la documentación de la ontología, dicha información se muestra en la figura 6.9.B.

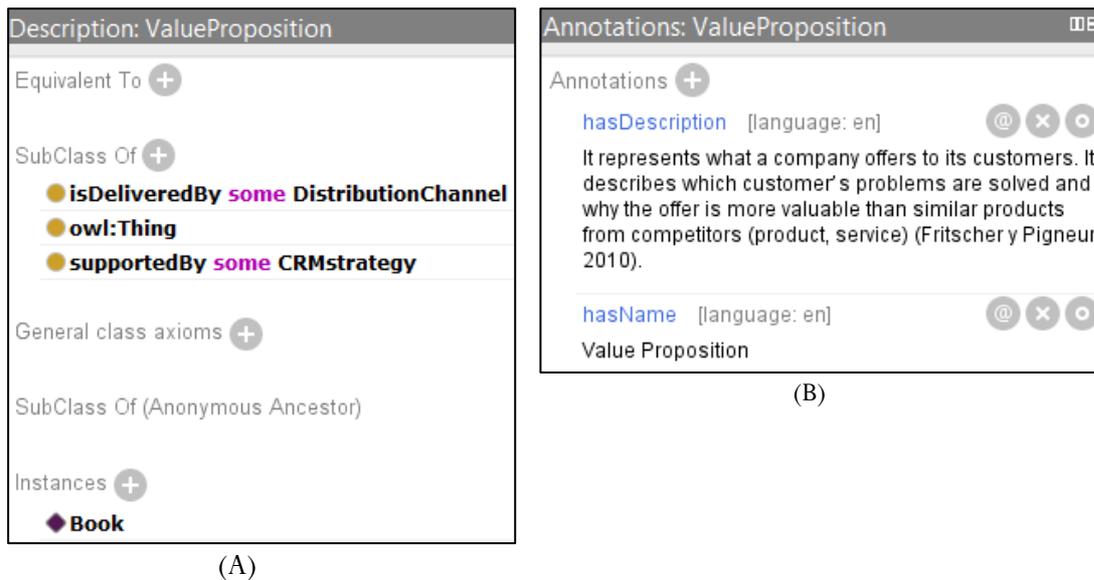


FIGURA 6.9. CLASE VALUEPROPOSITION: A) DESCRIPCIÓN Y B) ANOTACIONES.

Clase CustomerActivity

Esta clase representa las actividades de los clientes y proviene de las fases del Ciclo de Compra del Cliente (CBC), se creó con apoyo en la definición del CBC de (Osterwalder, A., 2004) revisado en el capítulo 3 – sección 3.11. A través de éste ciclo se logran identificar las actividades principales en las que se le debe dar acompañamiento al cliente mientras tiene una relación con la empresa. Esta clase se creó como una clase enumerada (*enumerated classes*)⁴ con las instancias: *Awareness*, *Evaluation*, *Purchase* y *After_sale*.

Se procedió a crear una relación entre la clase *CustomerActivity* y la clase *CustomerAction* (detallada próximamente) a través de la *Object property hasAction*. Con esta relación se puede identificar el conjunto de acciones que garantizan el logro de cada una de las actividades del cliente. Además se tiene una relación con la clase *CRMstrategy* a través de la *Object Property relatedToStrategy*, con ella se puede conocer cuales estrategias se apoyan en cada actividad. La relación inversa es *associatedTo*. La descripción de la clase *CustomerActivity* se muestra en la **figura 6.10.A**.

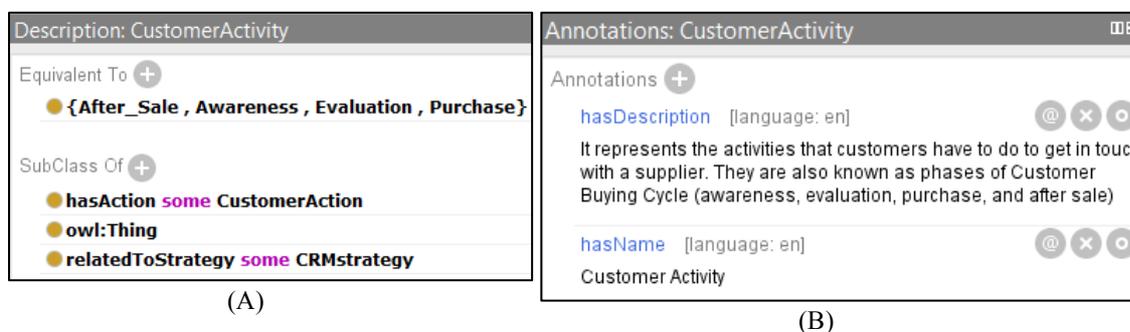


FIGURA 6.10. CLASE CUSTOMERACTIVITY: A) DESCRIPCIÓN Y B) ANOTACIONES.

⁴ Se crean definiendo previamente el conjunto de individuos que forman parte de dicha clase

Las *Annotation Properties* de la clase *CustomerAction* son: *hasDescription* y *hasName* para dar soporte a la documentación de la ontología, dicha información se muestra en la figura 6.10.B.

Clase CustomerAction

Esta clase representa las acciones que los clientes ejecutan durante el ciclo de compra de una empresa (BPLC). Existe un conjunto de acciones que un cliente debe ejecutar que le garantizan el logro de una actividad. Por ello se creó una relación entre la clase *CustomerAction* y la clase *CustomerActivity* a través de la *Object Property relatedToActivity*, la relación inversa se establece con la *Object Property hasAction* (definida anteriormente). En vista de que un cliente, para el logro de una acción, requiere a su vez de la ejecución de un conjunto de operaciones, tal como se aprecia en la **tabla 6.1**, se creó una relación entre la clase *CustomerAction* y la clase *CustomerOperation* con la *Object Property hasOperation*.

Para crear sus instancias nos guiamos por las establecidas en la **tabla 6.1** columna *CustomerAction*, donde se aprecia que se crearon un total de 8 acciones de clientes: *Information_Gathering*, *Information_Assesment*, *Supplier_Appraisal*, *Reviewing_Background*, *Negotiation*, *Fullfilment*, *Consumption_Maintenance_Disposal*, y *Renewal*.

En la **figura 6.11.A** se muestra la descripción de la clase *CustomerAction* y algunas de sus instancias.

Como parte de la documentación se crearon las *Annotation Properties*: *hasDescription* y *hasName*. La documentación de la clase *CustomerAction* se muestran en la **figura 6.11.B**.

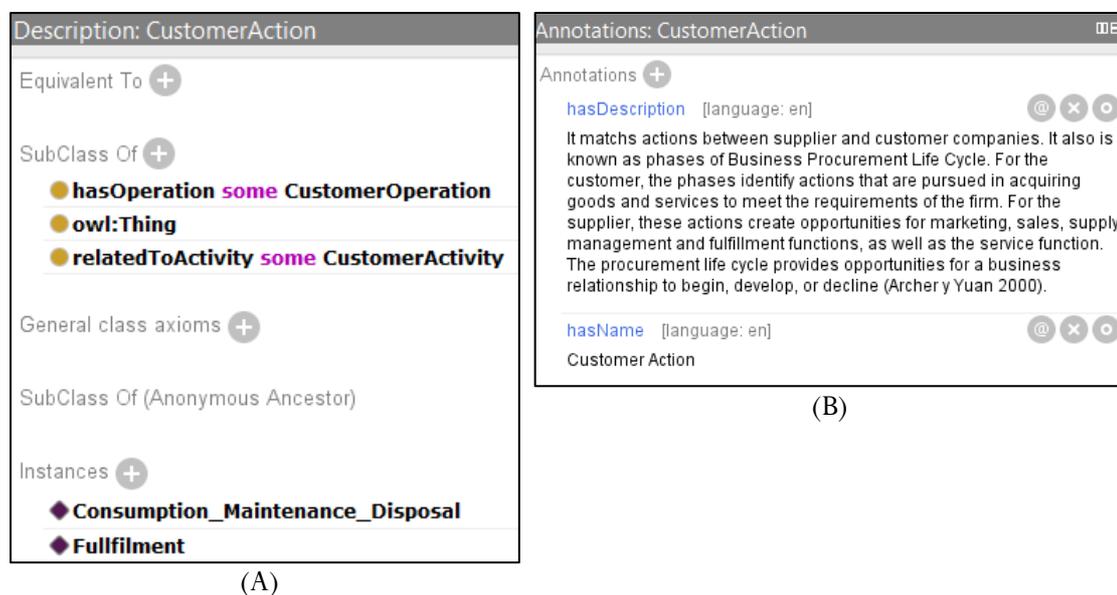


FIGURA 6.11. CLASE CUSTOMERACTION: A) DESCRIPCIÓN Y B) ANOTACIONES.

Clase CustomerOperation

La clase de *Operaciones del Cliente* (*CustomerOperation*) se creó para modelar las operaciones que puede realizar el cliente para interactuar durante su proceso de compra con el proveedor,

siguiendo la filosofía de (Archer & Yuan, 2000). Los autores las identifican como actividades del cliente y las ubican como parte del Ciclo de Relación con el Cliente (CRLC), que a su vez se relaciona con las fases del BPLC. En nuestro caso, al encontrar el paralelismo entre la jerarquía de las fases del BPLC y el CBC, el contexto en el cual se ubican las anteriormente conocidas como actividades del cliente, pasan ahora a ocupar el nivel más bajo de la nueva jerarquía. Por lo cual pasan a ser denominadas como operaciones, esto siguiendo las bases de la Teoría de la Actividad y el Diseño Centrado en Actividad.

Por las consideraciones antes expuestas, la Clase *CustomerOperation* requiere de una relación con la clase *CustomerAction* que es el nivel superior siguiente, para lo cual se creó la *Object Property relatedToAction* y su relación inversa es *hasOperation*.

Se crearon las 16 instancias que provienen de la tabla 6.1, columna Customer Operation: Searching, Observing, Evaluating, Comparing, Learning, Testing, Negotiating, Planning, Tracking, Installing, Paying, Using, Feedback_Supplier, Maintaining, Disposing, Reviewing. Y se crearon las relaciones que se aprecian en la tabla 6.5 con la Object Property relatedToAction.

TABLA 6.5 RELACIÓN ENTRE LAS CLASES CUSTOMEROPERATION Y CUSTOMERACTION

CustomerOperation	relatedToAction	CustomerAction
Searching Observing		Information-Gathering
Evaluating Comparing		Information_Assesment
Learning Evaluating Comparing		Supplier_Appraisal
Testing Evaluating		Reviewing_Background
Negotiating Planning		Negotiation
Tracking Evaluating Installing Paying		Fulfillment
Learning Using Evaluating Feedback_Supplier Maintaining Disposing		Consumption_Maintenance_Disposal
Evaluating Reviewing		Renewal

La descripción de la clase *CustomerOperation* se muestra en la **figura 6.12.A**. Cada instancia está documentada con las *Annotation Properties*: *hasDescription* y *hasName*. En la **figura 6.12.B** se muestran las anotaciones.



FIGURA 6.12. CLASE CUSTOMERACTIVITY: A) DESCRIPCIÓN Y B) ANOTACIONES.

6.5.3 Ingeniería hacia adelante (forward)

En esta sección se muestra el resultado de la implementación de CRMO, producto de la reestructuración mostrada en la sección anterior. Al igual que con la ontología ACCESIBILITIC, se trabajó con el lenguaje OWL (*Web Ontology Language*) por ser un lenguaje sólido que brinda soporte y se ajusta a nuestras necesidades, tal como se revisó en el capítulo 1 – sección 1.7.1. Como entorno de desarrollo se usó Protégé versión 5.0.0 y como motor de razonamiento HermiT versión 1.3.8.413. La ontología CRMO puede ser vista en el siguiente link <https://goo.gl/wz12Ya>

CRMO está conformada por 7 clases y 13 relaciones. Todas las instancias son nuevas, el número de instancias para cada clase es: *DistributionChannel* (2), *ChannelTask* (24), *CRMstrategy* (13), *ValueProposition* (1), *CustomerActivity* (4), *CustomerAction* (8) y *CustomerOperation* (16). En la figura 6.13 se muestra el esquema gráfico de la ontología CRMO.

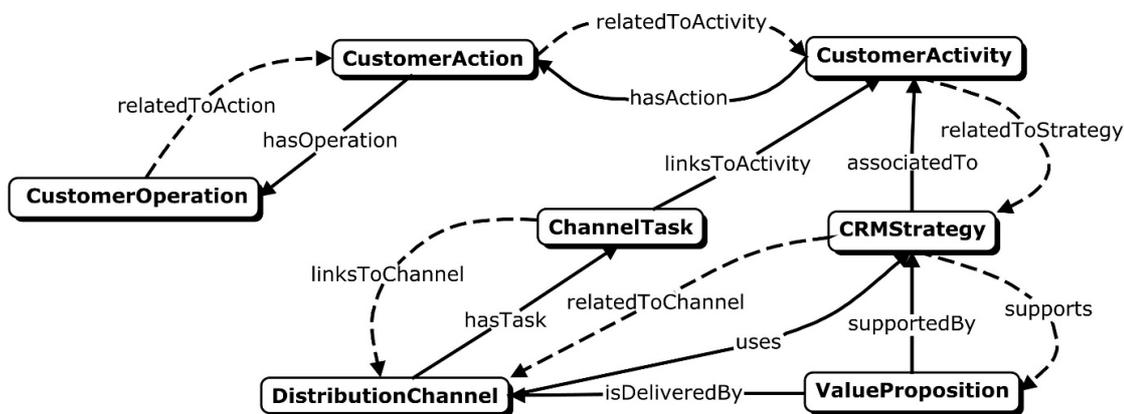


FIGURA 6.13 ESQUEMA GRÁFICO ONTOLOGÍA CRMO.

6.6 Explorando los resultados de CRMO

En esta sección se demostrará a través de ejemplos cómo se da respuesta a cada una de las Preguntas por Competencia (PC) planteadas en el diseño del modelo ontológico de CRMO. Las 7 PC se plantearon en el capítulo 4 – sección 4.5.2. A continuación se desarrollará cada PC en una sección.

6.6.1 PC1

¿Cuáles son las estrategias que soportan a una propuesta de valor específica que se ofrece en un canal de distribución determinado?

A pesar de que en la ontología CRMO solo están creadas las instancias relacionadas con el ejemplo de la librería Barnes & Noble ilustrado en la **figura 6.8**, la idea es que una empresa pueda modelar en CRMO a través de qué canales de distribución y estrategias hace llegar sus distintas propuestas de valor a sus clientes. De esta forma una empresa además de tener una visión general de su modelo de relación con el cliente, puede analizar aspectos específicos que forma parte de su estrategia comercial.

Como ejemplo deseamos inferir qué estrategias CRM ha seleccionado la librería Barnes & Noble para comercializar su propuesta de valor *Book* utilizando el canal de distribución *WebSite*. Para ello se procedió a crear una Clase Definida denominada *BookWebSiteCRMstrategy* como parte de la clase *CRMstrategy*. En la **tabla 6.6** se muestra el axioma formal para dar respuesta a la pregunta formulada.

TABLA 6.6 AXIOMA FORMAL PARA DETERMINAR LAS ESTRATEGIAS CRM PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE BOOK A TRAVÉS DEL CANAL DE DISTRIBUCIÓN WEBSITE

Nombre del Axioma	BookWebSiteCRMstrategy
Descripción	Agrupar las estrategias utilizadas por la librería Barnes & Noble para comercializar el producto Book utilizando en canal WebSite.
Expresión	$\forall (?X, ?Y, ?Z)$ $[CRMstrategy](?X) \text{ and } [ValueProposition](?Y) \text{ and }$ $[DistributionChannel](?Z) \rightarrow ([supports](?X, ?Y) \text{ and }$ $[supports](?Y, "Book") \text{ and }$ $([relatedTo](?X, ?Z) \text{ and }$ $[relatedTo](?Z, "WebSite"))$
Conceptos	CRMstrategy, ValueProposition, DistributionChannel
Relación binaria	Supports, relatedTo
Variables	?X, ?Y, ?Z

Al ejecutar el razonador, los resultados se aprecian en la Clase Definida *BookWebSiteCRMstrategy* (Ver **figura 6.14**). El resultado significa que ese conjunto de estrategias inferidas son las aplicadas por la librería Barnes & Noble para comercializar el producto *Book* utilizando el canal *WebSite*. Se verificó el resultado y es correcto.

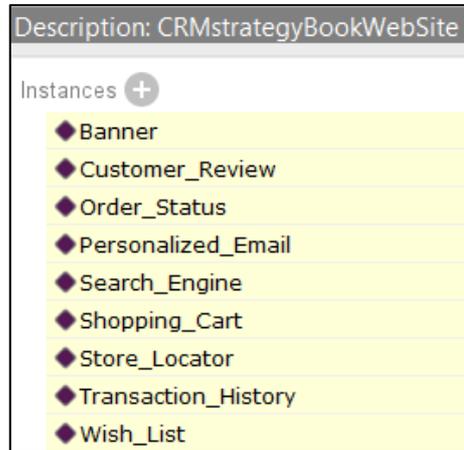


FIGURA 6.14 ESTRATEGIAS UTILIZADAS PARA COMERCIALIZAR BOOK A TRAVÉS DE WEBSITE.

6.6.2 PC2

¿Qué tareas del canal se relacionan con una actividad de cliente específica?

Para responder esta pregunta se selecciona como ejemplo la actividad de cliente *Awareness* y para probar el razonamiento se creó una Clase Definida llamada *AwarenessChannelTask*, como subclase de la clase *ChannelTask*. En la **tabla 6.7** se muestra el axioma formal para obtener la inferencia deseada.

TABLA 6.7 AXIOMA FORMAL PARA DETERMINAR LAS TAREAS DE CANAL RELACIONADAS A LA ACTIVIDAD DE CLIENTE AWARENESS

Nombre del Axioma	AwarenessChannelTask
Descripción	Agrupar las tareas de canal que guardan relación con la actividad de cliente Awareness.
Expresión	$\forall (? X, ? Y)$ $[ChannelTask](? X) \& [CustomerActivity](? Y) \rightarrow$ $[linksToActivity](? X, ? Y) \text{ and}$ $([hasValue](? Y, "Awareness"))$
Conceptos	ChannelTask, CustomerActivity
Relación binaria	LinksToActivity
Variables	?X, ?Y

Los resultados inferidos se obtienen en las instancias de la clase *AwarenessChannelTask*, los cuales se muestran en la **figura 6.15**. El resultado obtenido significa que ese conjunto de tareas de canal inferidas guardan relación con la actividad de cliente *Awareness*. Se constató que resultado era correcto.



FIGURA 6.15 TAREAS DE CANAL RELACIONADAS A LA ACTIVIDAD DE CLIENTE AWARENESS.

6.6.3 PC3

¿Cuáles son las tareas de un canal de distribución específico?

Para demostrar la utilidad de esta pregunta por competencia seleccionaremos el canal de distribución *WebSite* para poder conocer cuáles son las tareas o funciones del canal que se pueden lograr a través de él. Para ello se creó la Clase Definida *WebSiteChannelTask* como subclase de la clase *ChannelTask*. En la **tabla 6.8** se muestra el axioma formal para obtener la inferencia planteada.

TABLA 6.8 AXIOMA FORMAL PARA DETERMINAR LAS TAREAS DE CANAL RELACIONADAS AL CANAL WEBSITE

Nombre del Axioma	WebSiteChannelTask
Descripción	Agrupar las tareas de canal que guardan relación con el canal WebSite.
Expresión	$\forall (?X, ?Y)$ $[ChannelTask](?X) \ \& \ [DistributionChannel](?Y) \rightarrow$ $[linksToChannel](?X, ?Y) \ \text{and}$ $([hasValue](?Y, "WebSite"))$
Conceptos	ChannelTask, DistributionChannel
Relación binaria	LinksToChannel
Variables	?X, ?Y

Como producto de la inferencia se obtienen las instancias de la clase *WebSiteChannelTask*, las cuales se muestran en la **figura 6.16**. El resultado obtenido significa que el conjunto de tareas de

canal inferidas son las que guardan relación con el canal *WebSite*. Verificando en la ontología, los resultados son correctos.

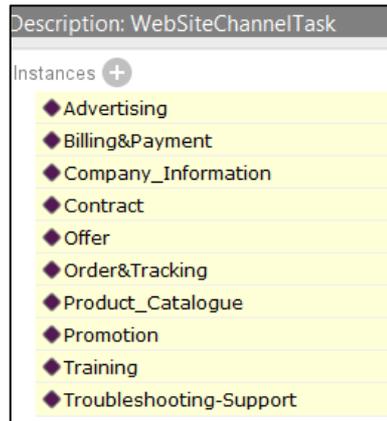


FIGURA 6.16 TAREAS DE CANAL RELACIONADAS AL CANAL WEBSITE.

6.6.4 PC4

¿Cuáles son las actividades del cliente que se asocian a una estrategia específica?

Esta pregunta por competencia se creó considerando que pueden existir estrategias de relación con el cliente que apoyen a una o más actividades del cliente. Para mostrar un ejemplo seleccionaremos la estrategia *Search_Engine*. Entonces se creó la Clase Definida *SearchEngineCustomerActivity* como subclase de la clase *CustomerActivity*. En la **tabla 6.9** se muestra el axioma formal para obtener la inferencia deseada.

TABLA 6.9 AXIOMA FORMAL PARA INFERIR LAS ACTIVIDADES DEL CLIENTE QUE SE APOYAN CON LA ESTRATEGIA SEARCH_ENGINE

Nombre del Axioma	SearchEngineCustomerActivity
Descripción	Agrupar las actividades del cliente que se apoyan en la estrategia Search_Engine.
Expresión	$\forall (?X, ?Y)$ $[CustomerActivity](?X) \ \& \ [CRMstrategy](?Y) \ \rightarrow$ $[relatedToStrategy](?X, ?Y) \ \text{and}$ $([hasValue](?Y, "Search_Engine"))$
Conceptos	CustomerActivity, CRMstrategy
Relación binaria	relatedToStrategy
Variables	?X, ?Y

El resultado de la inferencia es la instancia de la clase *SearchEngineCustomerActivity*, que se muestra en la **figura 6.17**. El resultado obtenido significa que la estrategia *Search_Engine* se apoya solo en la actividad del cliente *Evaluation*. Se examinaron las instancias en la ontología y el resultado fue correcto.

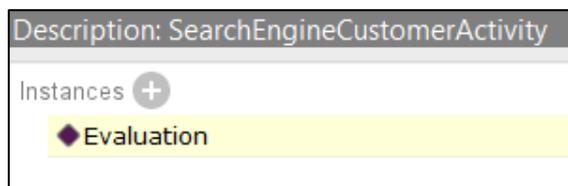


FIGURA 6.17 ACTIVIDADES DEL CLIENTE RELACIONADAS CON LA ESTRATEGIA SEARCH_ENGINE.

6.6.5 PC5

¿Cuáles son las acciones que se relacionan a una actividad de cliente específica?

Para demostrar el funcionamiento de esta pregunta seleccionamos la actividad del cliente conocida como *Purchase*. Luego se procedió a crear una Clase Definida *PurchaseCustomerAction*. En la **tabla 6.10** se muestra el axioma formal para obtener la inferencia planteada.

TABLA 6.10 AXIOMA FORMAL PARA INFERIR LAS ACCIONES DEL CLIENTE RELACIONADAS CON LA ACTIVIDAD PURCHASE

Nombre del Axioma	PurchaseCustomerAction
Descripción	Agrupar las acciones relacionadas con la actividad Purchase.
Expresión	$\forall (?X, ?Y)$ $[CustomerAction](?X) \ \& \ [CustomerActivity](?Y) \ \rightarrow$ $[relatedToActivity](?X, ?Y) \ \text{and}$ $([hasValue](?Y, "Purchase"))$
Conceptos	CustomerAction, CustomerActivity
Relación binaria	relatedToActivity
Variables	?X, ?Y

El resultado de la inferencia se muestra en la **figura 6.18** como parte de la clase *PurchaseCustomerAction*. El resultado obtenido significa que las acciones *Fullfilment* y *Negotiation* se relacionan con la actividad *Purchase*. Se verificó que el resultado es correcto.

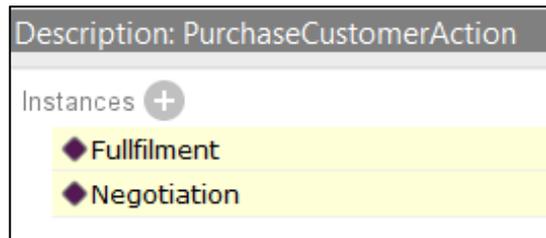


FIGURA 6.18 ACCIONES DEL CLIENTE RELACIONADAS CON LA ACTIVIDAD PURCHASE.

6.6.6 PC6

¿Cuáles son las operaciones de una acción de cliente específica?

Para esta pregunta seleccionaremos la acción de cliente *Fullfilment*, entonces la ontología debe inferir todas las operaciones que involucra esta acción. Por lo tanto creamos la Clase Definida *FullfilmentCustomerOperation* como una subclase de la clase *CustomerOperation*. En la **tabla 6.11** se muestra el axioma formal para obtener la inferencia que se desea obtener.

TABLA 6.11 AXIOMA FORMAL PARA INFERIR LAS OPERACIONES DEL CLIENTE ASOCIADAS A LA ACCIÓN FULLFILMENT

Nombre del Axioma	FullfilmentCustomerOperation
Descripción	Agrupar las operaciones relacionadas con la acción Fullfilment.
Expresión	$\forall (?X, ?Y)$ $[CustomerOperation](?X) \ \& \ [CustomerAcción](?Y) \ \rightarrow$ $[relatedToAction](?X, ?Y) \ \text{and}$ $([hasValue](?Y, "Fullfilment"))$
Conceptos	CustomerOperation, CustomerAction
Relación binaria	relatedToAction
Variables	?X, ?Y

El resultado de la inferencia se aprecia en la **figura 6.19** como parte de la clase *FullfilmentCustomerOperation*. El resultado obtenido muestra el conjunto de operaciones de un cliente inferidas porque guardan relación con la acción *Fullfilment*. Se constató que los resultados obtenidos son correctos.



FIGURA 6.19 OPERACIONES DEL CLIENTE RELACIONADAS CON LA ACCIÓN FULLFILMENT.

6.6.7 PC7

¿Qué acciones incluyen una operación específica?

Para demostrar el funcionamiento de esta pregunta por competencia nos centraremos en inferir las acciones que involucran la operación *Evaluating*. Para ello, se crea la Clase Definida *EvaluatingCustomerAction*. En la **tabla 6.12** se muestra el axioma formal para obtener la inferencia deseada.

TABLA 6.12 AXIOMA FORMAL PARA INFERIR LAS ACCIONES DEL CLIENTE QUE INVOLUCRAN LA OPERACIÓN EVALUATING

Nombre del Axioma	EvaluatingCustomerAction
Descripción	Agrupar las acciones que involucran la operación Evaluating.
Expresión	$\forall (? X, ? Y)$ $[CustomerAction](? X) \ \& \ [CustomerOperation](? Y) \ \rightarrow$ $[hasOperation](? X, ? Y) \ \text{and}$ $([hasValue](? Y, "Evaluating"))$
Conceptos	CustomerAction, CustomerOperation
Relación binaria	hasOperation
Variables	?X, ?Y

El resultado de la inferencia se aprecia en la **figura 6.20** como parte de la clase *EvaluatingCustomerAction*. El resultado obtenido muestra las acciones del cliente inferidas porque involucran la operación de cliente *Evaluating*. Se pudo verificar que los resultados son correctos.

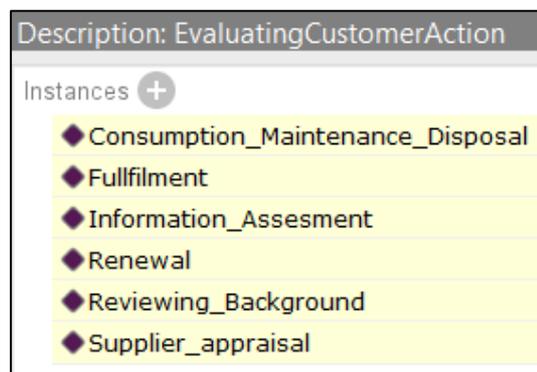


FIGURA 6.20 ACCIONES DEL CLIENTE QUE INVOLUCRAN LA OPERACIÓN EVALUATING.

6.7 Red de ontologías ACCESIBILITIC-CRMO

En esta sección se detallará el procedimiento llevado a cabo para la integración de los módulos de ontología ACCESIBILITIC y CRMO en la red ontológica.

Los cambios requeridos y las nuevas perspectivas que deben considerarse en la configuración de la red son:

1. Clase User

Para crear la red de ontologías se requiere representar la especialización de un usuario cuando interpreta el rol de cliente. En nuestro caso resultó conveniente tomar la clase *User* del módulo de ontología ACCESIBILITIC, para que represente al cliente, ya que en ella se puede conceptualizar el perfil de los clientes con los cuales una empresa se relaciona para ofrecer su propuesta de valor.

En la clase *User* se tiene como base que logra representar la diversidad funcional del cliente, es decir se toman en cuenta tantos sus capacidades como discapacidades para poder ofrecerle una atención oportuna al interactuar con la aplicación de software CRM. Nuevas *Data Property Assertions* pudieran incorporarse para ampliar el perfil de un cliente, lo que pudiera ser un beneficio a la hora de modelar la relación con el cliente con una perspectiva más estratégica.

En esta tesis, al implementar la integración de los módulos de ontologías, se plantea renombrar la clase *User* como *Customer*, así como sus instancias. Por lo que se tienen 28 instancias de Clientes denominados con el siguiente formato *Customer_XX*, siendo XX el número de perfil que va desde el 01 al 28. Se está obviando la incorporación de nuevos atributos del cliente, para centrarnos más en los aspectos de accesibilidad.

2. Clase ActivityParticipation

A partir de ésta clase se crea la relación con el módulo de ontología CRMO. Para ello se creó la *Object Property linksToOperation*, para relacionarse con la clase *CustomerOperation* de CRMO. Partiendo de la idea de que la clase *ActivityParticipation* agrupa las actividades que un cliente puede ejecutar para interactuar con las TIC, considerando sus capacidades y discapacidades, y que además lo ayudan para el desempeño de sus Actividades de la Vida Diaria. Se quiso tomar ésta clase como la base para aplicar el Diseño Centrado en Actividad y poder inferir a partir de ella qué operaciones puede ejecutar un cliente al relacionarse con una empresa durante su ciclo de compra. De esta forma una empresa puede tener un modelo de relación con sus clientes considerando su diversidad funcional.

Para poder establecer las relaciones, se procedió analizar la combinación lógica que existe entre las instancias de la clase *CustomerOperation* y la clase *ActivityParticipation* y sus subclases. Para ello se completaron la **tablas 6.13, 6.14 y 6.15**, y en vista de que son 16 instancias de la clase *CustomerOperation* en la primera tabla se analizan 8 instancias y en la segunda tabla el resto de las instancias.

En las tablas se indica con celdas sombreadas las operaciones que un cliente puede ejecutar, así sea con ayuda de un soporte técnico y en blanco las operaciones que no puede ejecutar.

Para ayudar a la comprensión de la tabla daremos lectura a la primera fila: si un cliente tiene la *ActivityParticipation* de *Discussion* significa que sí puede ejecutar la operación *Evaluating*, ya que se asume tiene buenas capacidades cognitivas para poder evaluar una situación. En ese caso se establece la relación *linksToOperation* y la celda se sombrea. De esa misma forma se fue llenando el resto de la tabla para determinar las relaciones que se establecería entre las instancias.

En cuanto a la ontología CRMO, el cambio requerido para la configuración de la red es la creación de la relación inversa que se crea a través de la *Object Property* denominada *linksToParticipation*.

El esquema gráfico de la ontología ACCESIBILITIC/CRMO se muestra en la **figura 6.21**. En la parte superior se muestra la ontología ACCESIBILITIC y en la parte inferior la ontología CRMO. En la intersección de los dos módulos se aprecia la clase *Customer* cuyo nombre se adaptó al contexto CRM y se incluye la clase *ActivityParticipation*, porque a través de ella se logra hacer la integración. La red de ontologías se puede visualizar en el siguiente link: <https://goo.gl/d3QSsF>

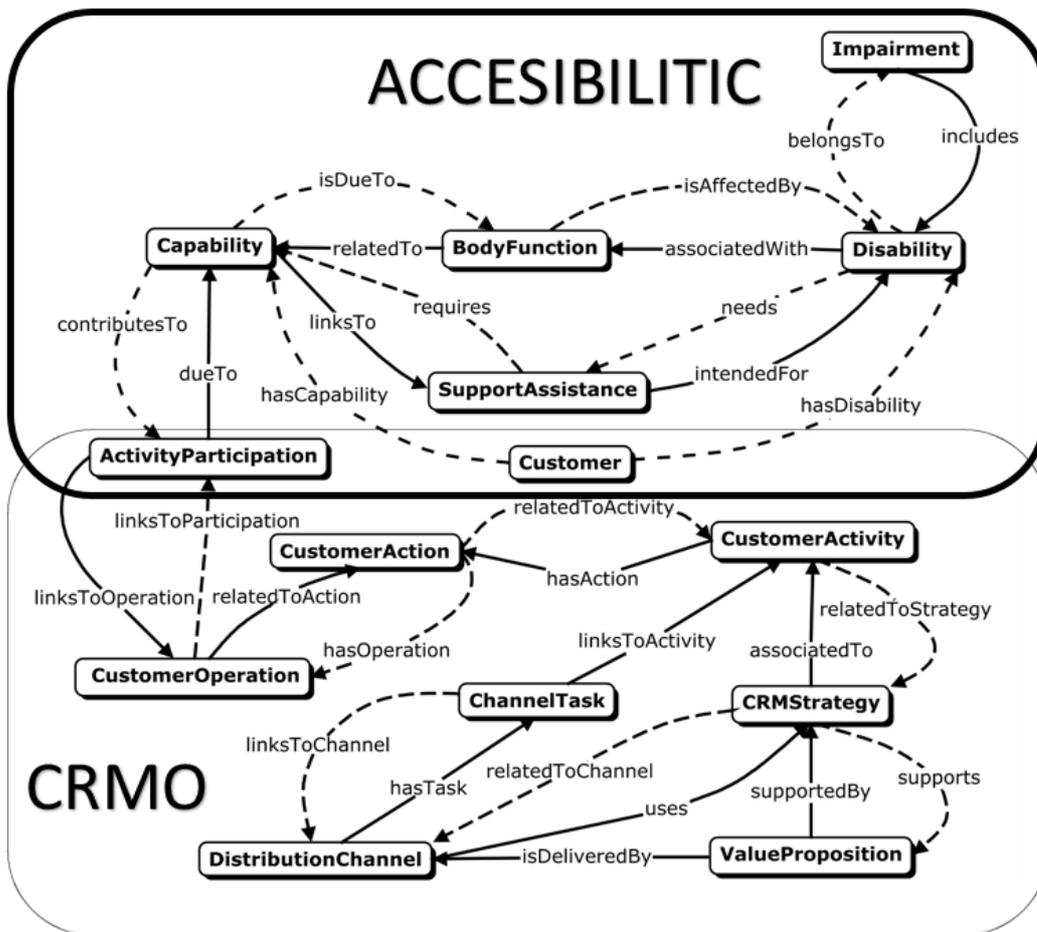


FIGURA 6.21 ESQUEMA GRÁFICO DE LA ONTOLOGÍA ACCESIBILITIC/CRMO.

TABLA 6.13 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LAS CLASES ACTIVITYPARTICIPATION Y CUSTOMEROPERATION (PARTE 1).

ActivityParticipation (27)		CustomerOperation					
		Evaluating	Planning	Disposing	Testing	Comparing	Reviewing
Communication	Discussion						
	Conversation						
	Spoken Communication						
	Speech						
	Nonverbal Communication						
DemandGeneralTask	DailyRoutine						
	Multiple Task						
	Single Task						
DomesticLife	Acquisition Goods And Services						
InteractionRelationship	Basic Interpersonal Interaction						
	Complex Interpersonal Interaction						
LearningApplyingKnowledge	Acquiring Information						
	Touching						
	Acquiring Concepts						
	Reading						
	Listening						
	Calculating						
	Watching						
	Applying Knowledge						
	Making Decision						
	Writing						
MajorLifeArea	Basic Economic Transactions						
Mobility	Hand And Arm Usage						
	Controlling Head Position						
	Controlling Body Position						
	Fine Hand Usage						
	Lifting Objects						

TABLA 6.14 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LAS CLASES ACTIVITYPARTICIPATION Y CUSTOMEROPERATION (PARTE 2).

ActivityParticipation (27)		CustomerOperation					
		Negotiating	Maintaining	Searching	Installing	Learning	Using
Communication	Discussion						
	Conversation						
	Spoken_Communication						
	Speech						
	Nonverbal_Communication						
DemandGeneralTask	DailyRoutine						
	Multiple_Task						
	Single_Task						
DomesticLife	Acquisition_Goods_And_Services						
InteractionRelationship	Basic_Interpersonal_Interaction						
	Complex_Interpersonal_Interaction						
LearningApplyingKnowledge	Acquiring_Information						
	Touching						
	Acquiring_Concepts						
	Reading						
	Listening						
	Calculating						
	Watching						
	Applying_Knowledge						
	Making_Decision						
Writing							
MajorLifeArea	Basic_Economic_Transactions						
Mobility	Hand_And_Arm_Usage						
	Controlling_Head_Position						
	Controlling_Body_Position						
	Fine_Hand_Usage						
	Lifting_Objects						

TABLA 6.15 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LAS CLASES ACTIVITYPARTICIPATION Y CUSTOMEROPERATION (PARTE 3).

ActivityParticipation (27)		CustomerOperation			
		Observing	Feedback_Supplier	Tracking	Paying
Communication	Discussion				
	Conversation				
	Spoken Communication				
	Speech				
	Nonverbal Communication				
DemandGeneralTask	DailyRoutine				
	Multiple_Task				
	Single_Task				
DomesticLife	Acquisition Goods And Services				
InteractionRelationship	Basic Interpersonal Interaction				
	Complex Interpersonal Interaction				
LearningApplyingKnowledge	Acquiring Information				
	Touching				
	Acquiring Concepts				
	Reading				
	Listening				
	Calculating				
	Watching				
	Applying Knowledge				
	Making Decision				
	Writing				
MajorLifeArea	Basic Economic Transactions				
Mobility	Hand And Arm Usage				
	Controlling Head Position				
	Controlling Body Position				
	Fine Hand Usage				
	Lifting Objects				

6.8 Explorando los resultados de ACCESIBILITIC-CRMO

Para demostrar como la red de ontologías infiere el resultado de las preguntas por competencia formuladas. Nos centramos en un perfil de cliente específico, en el cual se basarán los ejemplos para cada una de las PC. El perfil de cliente seleccionado es el Customer_08. En la **figura 6.22** se muestra una captura de pantalla de las *Property assertions* del Customer_08.

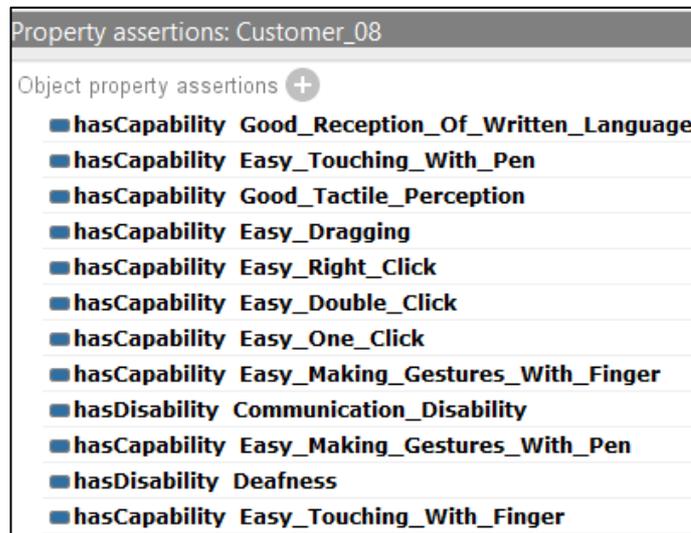


FIGURA 6.22 PROPERTY ASSERTIONS CUSTOMER_08.

Sus discapacidades son: *Communication_Disability* y *Deafness*. Sus capacidades son: *Good_Reception_Of_Written_Language*, *Easy_Touching_With_Pen*, *Good_Tactile_Perception*, *Easy_Dragging*, *Easy_Right_Click*, *Easy_Double_Click*, *Easy_One_Click*, *Easy_Making_Gestures_With_Finger*, *Easy_Making_Gestures_With_Pen*, y *Easy_Touching_With_Finger*.

6.8.1 PC1

¿Qué actividades y participación puede desempeñar un perfil de cliente en la sociedad de la información y que se puedan considerar a la hora de crear una propuesta de valor por parte de una empresa?

Para demostrar el funcionamiento de esta pregunta considerando el perfil de cliente seleccionado (Customer_08), se deben considerar sus capacidades, identificadas al inicio de esta sección. En la **tabla 6.16** se muestra el axioma.

TABLA 6.16 AXIOMA FORMAL DE LAS ACTIVIDADES Y PARTICIPACIÓN QUE PUEDE DESEMPEÑAR EL CUSTOMER_08.

Nombre del Axioma	08CustomerActivityParticipation
Descripción	Determina qué actividades y participación puede desempeñar el Customer_08.
Expresión	$\forall (? X, ? Y)$ $[ActivityParticipation](? X) \ \& \ [Capability](? Y) \ \rightarrow$ $[dueTo](? X, ? Y) \ \text{and}$ $([hasValue](? Y, "Good_Reception_Of_Written_Language")$ or $[hasValue](? Y, "Easy_Touching_With_Pen") \ \text{or}$ $[hasValue](? Y, "Good_Tactile_Perception") \ \text{or}$ $[hasValue](? Y, "Easy_Dragging") \ \text{or}$ $[hasValue](? Y, "Easy_Right_Click") \ \text{or}$ $[hasValue](? Y, "Easy_Double_Click") \ \text{or}$ $[hasValue](? Y, "Easy_One_Click") \ \text{or}$ $[hasValue](? Y, "Easy_Making_Gestures_With_Finger") \ \text{or}$ $[hasValue](? Y, "Easy_Making_Gestures_With_Pen") \ \text{or}$ $[hasValue](? Y, "Easy_Touching_With_Finger"))$
Conceptos	ActivityParticipation, Capability
Relación binaria	dueTo
Variables	?X, ?Y

Los resultados se muestran en la **figura 6.23**, las instancias son parte de las siguientes subclases de la clase *ActivityParticipation*:

1. LearningApplyingKnowledge

- Acquiring_Concepts
- Acquiring_Information
- Making_Decision
- Nonverbal_Communication
- Reading
- Touching
- Watching
- Writing

2. DemandGeneralTask

- Daily_Routine
- Multiple_Task
- Single_Task

3. Communication

- Conversation
- Discussion

Nonverbal_Communication

4. **Mobility**

Fine_Hand_Usage

Hand_And_Arm_Usage

5. **DomesticLife**

Acquisition_Goods_And_Services

6. **InteractionRelationship**

Basic_Interpersonal_Interaction

Complex_Interpersonal_Interaction

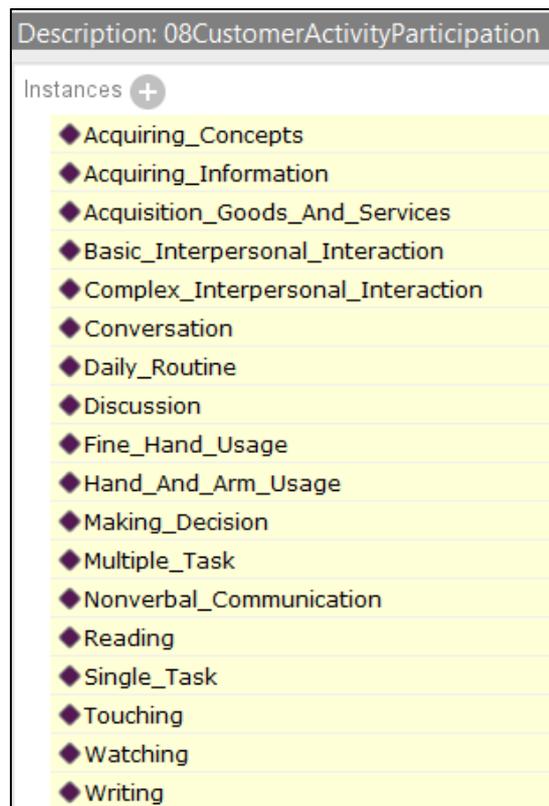


FIGURA 6.23 ACTIVIDADES Y PARTICIPACIÓN DEL CUSTOMER_08.

6.8.2 PC2

¿Cuáles son las operaciones que un cliente puede ejecutar de acuerdo a sus actividades y participaciones en la sociedad de la información?

Para dar respuesta a esta pregunta se creó la Clase Definida **08CustomerOperation** como parte de la clase *CustomerOperation*. En la **tabla 6.17** se muestra el axioma formal para obtener la inferencia deseada.

TABLA 6.17 AXIOMA FORMAL PARA INFERIR LAS OPERACIONES QUE EL CLIENTE NÚMERO 8 PUEDE EJECUTAR

Nombre del Axioma	08CustomerOperation
Descripción	Agrupar las operaciones que el Cliente número 8 puede ejecutar.
Expresión	$\forall (?X, ?Y)$ $[CustomerOperation](?X) \ \& \ [ActivityParticipation](?Y) \ \rightarrow$ $[linksToParticipation](?X, ?Y) \ \text{and}$ $([hasValue](?Y, "Acquiring_Concepts") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Acquiring_Information") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Acquisition_Goods_And_Services") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Basic_Interpersonal_Interaction") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Complex_Interpersonal_Interaction") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Conversation") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Daily_Routine") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Discussion") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Fine_Hand_Usage") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Hand_And_Arm_Usage") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Making_Decision") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Multiple_Task") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Nonverbal_Communication") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Reading") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Single_Task") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Touching") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Watching") \ \text{or}$ $([hasValue](?Y, "Writing"))$
Conceptos	CustomerOperation, ActivityParticipation
Relación binaria	linksToParticipation
Variables	?X, ?Y

El resultado de la inferencia se aprecia en la **figura 6.24** como parte de la clase *08CustomerOperation*. El resultado obtenido muestra las operaciones que el perfil de cliente número 8 puede ejecutar de acuerdo a sus actividades y participación. Se verificó con detenimiento y los resultados obtenidos se corresponden a las relaciones indicadas.



FIGURA 6.24 OPERACIONES QUE PUEDE EJECUTAR EL CUSTOMER_08.

6.8.3 PC3

¿Cuál es el soporte técnico recomendado para asistir a un perfil de cliente?

En vista de que el soporte técnico se infiere con base en el perfil de discapacidades y capacidades del cliente que se muestran en la **figura 6.22**. Se procedió a formular el axioma formal para responder la pregunta (ver **tabla 6.18**).

TABLA 6.18 AXIOMA FORMAL PARA INFERIR EL SOPORTE TÉCNICO RECOMENDADO PARA EL CLIENTE NÚMERO 8

Nombre del Axioma	08CustomerSupportAssistance
Descripción	Determina el soporte técnico recomendado al cliente 08 considerando sus discapacidades y capacidades.
Expresión	$\forall (?X, ?Y, ?Z)$ $[\text{SupportAssistance}] (?X) \text{ and } [\text{Disability}] (?Y) \text{ and } [\text{Capability}] (?Z) \rightarrow ([\text{intendedFor}] (?X, ?Y) \text{ and } ([\text{intendedFor}] (?Y, \text{"Communication_Disability"}) \text{ and } [\text{intendedFor}] (?Y, \text{"Deafness"})) \text{ and } [\text{requires}] (?X, ?Z) \text{ and } ([\text{requires}] (?Z, \text{"Good_Reception_Of_Written_Language"}) \text{ or } [\text{requires}] (?Z, \text{"Easy_Touching_With_Pen"}) \text{ or } [\text{requires}] (?Z, \text{"Good_Tactile_Perception"}) \text{ or } [\text{requires}] (?Z, \text{"Easy_Dragging"}) \text{ or } [\text{requires}] (?Z, \text{"Easy_Right_Click"}) \text{ or } [\text{requires}] (?Z, \text{"Easy_Double_Click"}) \text{ or } [\text{requires}] (?Z, \text{"Easy_One_Click"}) \text{ or } [\text{requires}] (?Z, \text{"Easy_Making_Gestures_With_Finger"}) \text{ or } [\text{requires}] (?Z, \text{"Easy_Making_Gestures_With_Pen"}) \text{ or } [\text{requires}] (?Z, \text{"Easy_Touching_With_Finger"}))$
Conceptos	SupportAssistance, Disability, Capability
Relación binaria	intendedFor, requires
Variables	?X, ?Y, ?Z

En la **figura 6.25** se muestran los resultados de la pregunta. Entre el soporte técnico inferido destacan instancias de las siguientes subclases:

1. AdaptiveStrategy

Images_With_Text_Alternative
Transcription_Or_Captions_For_Multimedia
Video_Transcript

2. MouseGestureSupport

StrokeIt
StrokesPlus

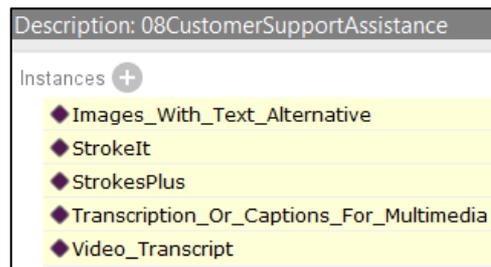


FIGURA 6.25 SOPORTE TÉCNICO PARA EL CUSTOMER_08.

Del resultado inferido se desprende que al diseñar el software CRM para atender a este perfil de cliente se puede recurrir al soporte técnico que muestra la respuesta.

6.9 Conclusiones

La ontología CRMO fue desarrollada aplicando la metodología NeOn, con adaptaciones para los escenarios 4 y 2 que tratan la reutilización y reingeniería de recursos de conocimiento ontológicos y no ontológicos. Se reutilizó la Ontología de Modelo de Negocio (*Business Model Ontology – BMO*) y como recursos no ontológicos el Ciclo de Compra de una Empresa (*Business Procurement Life Cycle – BPLC*), el Ciclo de Relación con el Cliente (*Customer Relationship Life Cycle – CRLC*) y el Ciclo de compra del Cliente (*Customer Buying Cycle – CBC*). A través de un proceso de reingeniería se logró crear una ontología que permite modelar la gestión de la relación con el cliente. La ontología está conformada por 7 clases que representan las tres perspectivas que lograron modelarse de la siguiente forma: 1) Cliente (con las Clases *DistributionChannel*, *ChannelTask*, *CRMstrategy*), 2) Propuesta de Valor (con la clase *ValueProposition*) y 3) Actividades del Cliente (con las Clases *CustomerActivity*, *CustomerAction* y *CustomerOperation*).

En CRMO se logran identificar perfiles de la gestión de la relación con el cliente de una empresa. En cada perfil se puede definir las distintas ofertas de una empresa (producto/servicio), el canal o canales de distribución seleccionados y las estrategias de relación con el cliente que utiliza para hacer llegar su oferta al cliente. Las instancias creadas en el ontología corresponde a un ejemplo de la librería Barnes & Noble, el cual fue propuesto para poder demostrar la utilidad de CRMO.

Teniendo en cuenta los principios del Diseño Centrado en Actividad (*ACD*) se logra identificar la jerarquía de actividades que ejecutan los clientes, las acciones y operaciones. Con este nivel de detalle se puede tener un mejor conocimiento del cliente para poder brindarle mayor satisfacción durante su interacción en su ciclo de compra.

La ontología fue diseñada para dar respuesta a siete preguntas por competencia que demuestran cómo se logra modelar la gestión de la relación con el cliente. Posteriormente se procedió a realizar la integración de la ontología ACCESIBILITIC con CRMO para generar la red de ontología propuesta en esta tesis.

Finalmente con un ejemplo de aplicación se logró demostrar cómo a través de la integración de dos módulos de ontologías en los dominios de Accesibilidad y CRM en una red, es posible ofrecer una herramienta metodológica que contribuye a modelar la gestión de la relación con el cliente considerando su diversidad funcional, para brindar un mejor apoyo al cliente durante su ciclo de compra.

6.10 Referencias

- 1- Archer, N., & Yuan, Y. (2000). Managing business-to-business relationships throughout the e-commerce procurement life cycle. *Internet Research*, 10(5), 385-395. doi:10.1108/10662240010349390
- 2- Fritscher, B., & Pigneur, Y. (2010). Supporting Business Model Modelling: A Compromise between Creativity and Constraints. *TAMODIA 2009. Lecture Notes in Computer Science*. 5963. Berlin, Heidelberg: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-642-11797-8_3
- 3- Moriarty, R., & Moran, U. (1990). Managing Hybrid Marketing Systems. *Harvard Business Review*, 68(6), 146-155.
- 4- Osterwalder, A. (2004). The Business Model Ontology. A proposition in a Design Science Approach. *Doctoral Thesis*. Switzerland: University of Lausanne. Obtenido de http://www.hec.unil.ch/aosterwa/phd/osterwalder_phd_bm_ontology.pdf

7

Conclusiones y Trabajos Futuros

Índice Capítulo 7: Conclusiones y Trabajos Futuros

7.1 CONCLUSIONES	225
7.2 TRABAJOS FUTUROS	232
7.3 REFERENCIAS.....	233

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

7.1 Conclusiones

Ésta tesis corresponde a una Investigación de la Ciencia del Diseño (*Design Science Research – DSR*), centrada en la creación de conocimiento en la forma de artefacto (Hevner, March, & Park, 2004), específicamente un modelo ontológico que sirve como propuesta metodológica para garantizar la accesibilidad en el e-CRM centrada en personas con discapacidad, incluidos los adultos mayores.

Nuestro modelo ontológico se basa en una **red de ontologías** que involucra los **dominios de Accesibilidad** y de **Gestión de la Relación con el Cliente** (*Customer Relationship Management – CRM*). Para el primer dominio se creó el módulo de ontología denominado **ACCESIBILITIC** y para el segundo el módulo creado fue denominado **CRMO**.

En el modelo se describe el conocimiento en un nivel abstracto a través de un grupo de conceptos y relaciones en los dominios de accesibilidad y CRM. En la red de ontologías construida se logra realizar el proceso de inferencia, por lo que el resultado de esta tesis es un **artefacto instanciado**.

La investigación se ha llevado a cabo utilizando la metodología DSR, en donde se establecen las siguientes fases (Vaishnavi, Kuechler, & Petter, 2017): conocimiento del problema, sugerencia, desarrollo, evaluación y conclusión. Así mismo, se definieron un conjunto de objetivos específicos alineados a estas fases. La materialización de los objetivos se refleja en cada una de los capítulos, logrando con la alineación de todos ellos la consecución del objetivo general de esta tesis.

A continuación describiremos cómo hemos abordado cada uno de esos objetivos específicos planteados.

Objetivo 1:

En el **capítulo 1**, fundamentos de ontologías, se profundizó en el conocimiento de las ontologías. Este objetivo fue fundamental para la comprensión de las ontologías, indagar en aspectos de la ingeniería ontológica, redes de ontologías, metodologías de desarrollo de ontologías, lenguajes para la implementación de ontologías, entornos de desarrollo y motores de razonamiento. Esta información fue vital para poder hacer la selección de todos los aspectos técnicos que garantizaron la construcción de la red ontológica producto de esta tesis.

Objetivo 2:

El objetivo referido al conocimiento del estado del arte en el dominio de Accesibilidad se estructuró en el [capítulo 2](#). En el dominio de la [Accesibilidad](#), comprender su significado e importancia, permitió conocer que pueden existir barreras que impidan la participación activa de todo individuo en la sociedad de la información y nos facilitó reconocer que la [diversidad funcional](#) es parte de la cotidianidad. Se enfocó buscando una visión más amplia que incluyera las distintas [capacidades](#) que puede desarrollar un individuo, con lo que se puede cambiar la perspectiva que se tenía sobre sus limitaciones, lo cual es un factor importante que se tomó en cuenta al modelar la accesibilidad.

Garantizando la accesibilidad se puede ayudar a mejorar la experiencia de uso y la calidad de la interacción que se pueda ofrecer al usuario, lo cual repercutirá de forma positiva en su satisfacción.

El [perfil del modelo de usuario](#), implementado a través de ontologías, hace posible inferir y deducir información para comprender y apoyar a los usuarios con discapacidades. Los perfiles de usuario basados en modelos ontológicos permiten una representación homogénea del usuario en términos de sus características, sus necesidades y preferencias. Además, cuando se comparte y se reutiliza un perfil entre diferentes sistemas, el uso de ontologías es una ventaja porque brinda la oportunidad de razonar junto con el resto de los componentes de estos sistemas.

En la revisión documental de recursos de conocimientos en el dominio de la accesibilidad, básicamente relacionados con el modelado del usuario y las tecnologías asistivas o de apoyo, se seleccionaron como base para reutilización, tanto [recursos no ontológicos](#) (clasificación ICF y su aplicación en el modelado de la interacción entre humanos y dispositivos dentro del contexto de la sociedad de la información), como [recursos ontológicos](#) (ICF, AEGIS/ACCESIBLE, User Impairment, ADOLENA, ASKIT Affinto y Egonto), los cuales permitieron trazar las líneas de acción y continuar en la definición de los aspectos particulares para el diseño de nuestro artefacto.

Objetivo 3:

La revisión del Diseño Centrado en la Actividad, y la Gestión de la Relación con el Cliente son dominios de conocimiento que se abordaron en el [capítulo 3](#). El [Diseño Centrado en Actividad](#) (*Activity-Centered Design – ACD*), el cual es una extensión del paradigma del diseño centrado en humanos para el diseño de interacción, fue seleccionado por éste hacer énfasis en las actividades que un usuario realiza al interactuar con una determinada tecnología. Nos ayudó a atender la necesidad de profundizar en la definición de actividades y su jerarquía, comprender cómo podía ser viable la extensión del dominio de la accesibilidad hacia distintos dominios y cómo podía llevarse a cabo el modelado de las actividades en el dominio específico de aplicación. ACD nos ayudó a darle una estructura a las actividades que ejecuta el cliente durante su relación de compra con una empresa. La idea fue crear una [jerarquía de actividades](#) para poder llegar a definir las acciones y operaciones del cliente. Identificando las unidades mínimas de interacción con el cliente se tiene la capacidad de poder analizar mejor la forma de atención que se le puede ofrecer a éste. El ACD, además representó el punto que permitió la integración de los dominios de accesibilidad y CRM.

En cuanto a la [Gestión de la Relación con el Cliente](#), fue importante profundizar en éste ámbito para conocer cómo éste enfoque integrado, que involucra personas, procesos y tecnologías es aplicado por una empresa. Comprender la perspectiva de aplicación y encontrar el punto en el cuál nuestra propuesta se adaptaría a las necesidades de la vida real.

Por otra parte, el [dominio de CRM](#) se caracteriza por una gran heterogeneidad en la naturaleza de los conceptos involucrados: actividades, herramientas de software, conocimiento de negocios y relaciones con los clientes. Las ontologías pueden apoyar a una estrategia CRM, con lo que es posible razonar sobre el conocimiento de los clientes, y así ofrecer un apoyo más efectivo para la toma de decisiones en las estrategias relacionadas con el marketing.

Con base en las ideas antes expuestas, se consideró que era factible utilizar las ventajas de las ontologías, como herramienta de apoyo, para el desarrollo de aplicaciones de software que estuvieran mejor alineadas con las estrategias de CRM de una empresa, mediante un marco unificado para modelar los conceptos relacionados con CRM (y sus relaciones) de una manera coherente y reutilizable.

La revisión de antecedentes en cuanto a la utilización de ontologías nos llevó al área del [modelo de negocio](#), considerando que éstos pueden servir como un regulador entre el mundo del negocio y las TIC. En este ámbito se logró identificar ontologías en el dominio del e-business para el modelado de negocios, siendo seleccionada la [ontología BMO](#) por tener un amplio alcance, proporcionar una forma completa para modelar negocios, tener un enfoque estratégico y considera al Cliente como uno de sus ejes centrales, que es el foco de acción del CRM.

La ontología BMO resultó ideal para profundizar en la lógica de un sistema empresarial, ya que con ella se puede hacer énfasis en las siguientes cuatro perspectivas: cliente, oferta (producto/servicio), actividad y financiera. La última versión de BMO conocida como [Modelo de Negocios Canvas](#), actualmente se reconoce como uno de los marcos más populares para modelos de negocios.

Para crear nuestra ontología fue necesario buscar los soportes necesarios para profundizar en lo relativo a las [actividades del cliente](#), aspecto que no es desarrollado en BMO. Esto nos guió en la búsqueda de recursos de conocimiento no ontológicos, logrando identificar al [Ciclo de Compra de una Empresa](#) (*Business Procurement Life Cycle - BPLC*) y el [Ciclo de la Relación con el Cliente](#) (*Customer Relationship Life Cycle - CRLC*), que complementa al primero. Otro recurso no ontológico utilizado fue el [Ciclo de Compra del Cliente](#) (*Customer Buying Cycle - CBC*), el cual se deriva de la versión inicial de la ontología BMO.

Objetivo 4:

Al analizar los conocimientos planteados en los capítulos 2 y 3 se logró identificar las necesidades que debía satisfacer nuestro artefacto y así tener una vista general de los requerimientos que debían cubrirse durante el diseño de nuestra propuesta.

Objetivo 5:

Todos los conocimientos recogidos en los capítulos 1, 2 y 3 orientaron la selección de la metodología de desarrollo de la ontologías, [NeOn](#), que se hizo considerando todos sus beneficios

para cubrir nuestros requerimientos de diseño, identificando los escenarios de reutilización y reingeniería de recursos ontológicos y no ontológicos como los más adecuados para nuestro caso. En cuanto a selección de herramientas, como lenguaje de implementación de las ontologías, se utilizó **OWL** por contar con el respaldo otorgado por la W3C, estar basado en lógica descriptiva (*DL*) y consecuentemente permitir el uso de un razonador. Además de que las limitaciones existentes en OWL 1 han sido superadas en OWL 2. La lógica de predicado de primer orden y las extensiones que van más allá de la lógica de primer orden que ofrece OWL 2 DL fueron suficientes para realizar el tipo de inferencias requeridas en nuestro estudio, igualmente al momento de razonar como ventaja se podía obtener una clara separación entre los hechos afirmados e inferidos.

Como entorno de desarrollo de ontologías se seleccionó a **Protegé versión 5.0**, por ser un software libre, ser el más utilizado para trabajar con OWL, por el respaldo de su gran comunidad de usuarios y su interfaz gráfica amigable. El motor de razonamiento utilizado fue **HermiT versión 1.3.8.413** por trabajar con OWL, ser compatible con Protégé y poder determinar si una ontología es consistente e identificar las relaciones entre las clases de subsunción.

La decisión de construcción de una red de ontologías, se debe a que se requiere representar dos dominios muy bien delimitados en donde existe cierta complementariedad, además como aporte de esta tesis se quiere ofrecer módulos que puedan ser utilizados de forma independiente para darle un mejor provecho a los resultados aquí obtenidos.

En el **capítulo 4**, en vista de que nuestra investigación se enmarcó en el DSR, fue importante tener un marco teórico que diera soporte a la metodología de investigación llevada a cabo, ya que ésta da la estructura global al proceso de investigación. En éste capítulo, además se conjuga la aplicación de la metodología de desarrollo de ontologías, esquematizando la **especificación de requisitos** que se deben cubrir en cada uno de los módulos de ontologías que se desarrollaron. Esta información fue la guía inicial para el proceso de desarrollo ontológico. Considerando que el proceso de desarrollo fue iterativo en este capítulo se reflejaron los requisitos finales que se garantizan en los módulos desarrollados.

Objetivo 6:

El proceso de desarrollo de ACCESIBILITIC y CRMO se realiza en el **capítulo 5 y 6**, respectivamente, así como también se muestra la integración de la red ontológica. Para la construcción de cada ontología, se crearon mapas de actividades en donde se destacan las adaptaciones de la metodología NeOn para la combinación del escenario 2 (Reutilización y reingeniería de recursos no ontológicos) y el escenario 4 (Reutilización y reingeniería de recursos ontológicos). La combinación de las actividades de reutilización y reingeniería fueron favorables, ya que se aprovechan los avances consensuados por la comunidad de expertos en el dominio de accesibilidad y posteriormente se pueden hacer los ajustes alineando aspectos de diseño con los requerimientos detectados y así agilizar el proceso de desarrollo de la ontología.

En ACCESIBILITIC hemos modelado las características de un usuario por medio de una ontología para poder atender sus necesidades. Nos enfocamos en ampliar el concepto de capacidad y representar el soporte técnico adecuado basado en las capacidades del usuario al interactuar con las TIC.

ACCESIBILITIC está conformada por 7 clases en donde se consideran los siguientes aspectos: Personales (Clases User, Impairment, Disability, Capability, BodyFunction, ActivityParticipation) y Técnicos (Clase SupportAssistance).

En ACCESIBILITIC se logra definir un perfil más completo del usuario identificando sus capacidades y discapacidades para poder ofrecerle una respuesta de soporte técnico más adecuada. El concepto de las capacidades permite la identificación de distintos niveles y tipos de afectación, y el concepto del soporte técnico ofrece una especialización más detallada según los diferentes apoyos hardware y/o software, así como estrategias adaptativas.

Entre las inferencias que se pueden hacer con ACCESIBILITIC resaltan las siguientes: Qué discapacidad esta asociadas a cada tipo de disfunción; Qué disfunción (*impairment*) o combinación de disfunciones tiene un usuario; Qué soporte técnico puede ser recomendado a un usuario teniendo en cuenta su perfil de disfunciones y capacidades; Cuáles son las actividades y el tipo de participación que puede acometer un usuario en la sociedad de la información, de acuerdo a su perfil.

Como el diseño de ACCESIBILITIC no está centrado en un contexto específico, puede ser utilizada por los profesionales en el desarrollo de aplicaciones de software o TIC en general. Así como también puede ser utilizada como herramienta de apoyo en disciplinas enfocadas en la mejora de la experiencia del usuario tales como el Diseño de Interacción (*Interaction Design - IxD*) y el Diseño de Experiencia de Usuario (*User Experience Design - UxD*).

En cuanto a CRMO, a través de ella una empresa puede modelar la relación con el cliente. Una empresa puede trazar la relación entre sus propuestas de valor (productos y servicios), el canal de distribución seleccionado y las estrategias CRM para lograr contactar con sus clientes. Por ello, puede ser aplicada en una empresa para que ésta gestione sus estrategias CRM, ya que puede analizar y hacer ajustes al conocer en forma más detallada cómo acompañar a sus clientes durante su ciclo de compra.

CRMO integra elementos de las siguientes 3 perspectivas: Estrategia del negocio (Clases *DistributionChannel*, *ChannelTask*, *CRMStrategy*), Producto/servicio (Clase *ValueProposition*) y Actividades del cliente (Clases *CustomerActivity*, *CustomerAction* y *CustomerOperation*).

Entre las inferencias que se pueden lograr en CRMO resaltan: Cuáles son las estrategias que soportan a una propuesta de valor específica que se ofrece en un canal de distribución determinado; Cuáles son las tareas del canal se relacionan con una actividad de cliente específica; Cuáles son las tareas de un canal de distribución específico; Cuáles son las actividades del cliente que se asocian a una estrategia específica; Cuáles son las acciones que se relacionan con una actividad de cliente específica; y Cuáles son las operaciones de una acción de cliente específica.

Los usuarios previstos para CRMO son los profesionales en el desarrollo de aplicaciones de software enfocadas en el CRM. También puede ser utilizada por los directivos de empresas como herramienta de apoyo en la gestión de estrategias que sean partes del modelo de relación con el cliente.

En cuanto a la red de ontologías, integra los dominios de Accesibilidad y CRM, representados respectivamente por las ontologías ACCESIBILITIC y CRMO. La relación entre ambas ontologías

se creó importando la ontología CRMO dentro de ACCESIBILITIC, y haciendo los ajustes respectivos en cada una de ellas.

En vista de que se requirió representar la especialización de un usuario en el dominio de CRM, la [Clase User](#) pasa a representar el perfil de disfunciones y capacidades de los clientes, haciendo la salvedad que pueden incorporarse nuevos atributos para lograr ahondar en su especialización. La [Clase ActivityParticipation](#), al poder ser inferida a partir del perfil del cliente permite complementarlo como un atributo más que puede ser tomado en cuenta por la empresa a la hora de crear sus propuestas de valor.

Objetivo 7:

En cuanto a la [validación de nuestro artefacto](#), se fue garantizando durante el proceso de desarrollo con el cumplimiento de las actividades de soporte pautadas por la metodología NeOn: Adquisición del conocimiento, Documentación, Gestión de Configuración, y Evaluación y Validación. Estas actividades se aplicaron para cada uno de los módulos. Al momento de la integración, nos centramos en probar que la [red ontológica ACCESIBILITIC/CRMO](#) resulta útil para que una empresa pueda tener una visión más amplia de su modelo de relación con el cliente y pueda cubrir aspectos relativos a la diversidad funcional de éste y así dar un acompañamiento adecuado durante su ciclo de compra.

Para la validación de la ontología nos enfocamos en un [caso hipotético de la librería Barnes & Noble](#). La clase que permite la relación entre los módulos es la [Clase ActivityParticipation](#) de ACCESIBILITIC con la [Clase CustomerOperation](#) de CRMO. Para ello se establecieron un conjunto de relaciones basadas en lógica de primer orden, a través del análisis del caso seleccionado.

Se procedió a definir un conjunto de [preguntas por competencia](#) para lograr demostrar que la red estaba en capacidad de dar respuesta ante la integración de los dominios. Al activar el razonador se pudo ir comprobando como se daba respuesta a cada una de las preguntas, tales como: Qué actividades y participación puede desempeñar un perfil de cliente en la sociedad de la información y que se puedan considerar a la hora de crear una propuesta de valor por parte de una empresa, Cuáles son las operaciones que un cliente puede ejecutar de acuerdo a sus actividades y participaciones en la sociedad de la información yCuál es el soporte técnico recomendado para asistir a un perfil de cliente.

Considerando el caso hipotético seleccionado y las respuestas obtenidas, se puede afirmar que producto de la integración se logra hacer un mejor modelado de la relación con el cliente, ya que se cuenta con un perfil del cliente que involucra su diversidad funcional y se puede conocer cuáles son las operaciones que puede ejecutar durante su ciclo de compra. Además, una empresa puede ver la relación entre sus propuestas de valor, canales de distribución y estrategias CRM para llegar hasta sus clientes. Nuestra experiencia con esta implementación indica que la problemática inicialmente planteada pudo ser resuelta con nuestro artefacto. Sin embargo, somos conscientes de que se debe profundizar en la evaluación con un caso de la vida real, para poder evaluar también la riqueza de los conceptos y relaciones entre ellos, así como su utilidad en tales situaciones.

Para terminar, podemos categorizar la red de ontologías creadas como una contribución DSR ubicada en el **nivel 2 de madurez** de conocimiento. El tipo de contribución de conocimiento DSR que aporta la red se encuentra en la categoría de **mejoras**, ya que:

1. La ontología ACCESIBILITIC, aporta un nuevo enfoque en el modelado de perfiles de usuarios centrado en la diversidad funcional.
2. La ontología CRMO, es una herramienta que facilita la visión del modelo de relación con el cliente de una empresa. Se logra identificar la relación que establece una empresa entre sus estrategias, sus canales de distribución y propuesta de valor.
3. El Diseño Centrado en Actividad (ACD) permitió que en la ontología CRMO se logre identificar la jerarquía de actividades que ejecuta el cliente durante su ciclo de compra,
4. La red de ontología ACCESIBILITIC/CRMO presenta una visión de cómo pueden integrarse los aspectos de diversidad funcional en un dominio específico, tal es el caso del CRM, para poder dar una mejor atención al cliente en su relación con una empresa durante su proceso de compra.
5. Con la integración de dominios en el modelo de relación con el cliente, se tiene la ventaja de reconocer los detalles de accesibilidad que debe tomar en cuenta una empresa para dar una mejor atención al cliente, lo cual forma parte de su estrategia comercial.

7.2 Trabajos futuros

Los módulos de ontologías ACCESIBILITIC y CRMO pueden trabajar de forma independiente, y además se tiene la red de ontologías ACCESIBILITIC/CRMO. La extensión de la aplicabilidad que se pueda plantear en los módulos redundará en el potencial que pueda implementarse en la red. Lo interesante es que existen distintas aplicaciones que se le pueden dar a los aportes de esta tesis dependiendo del enfoque que se quiera llevar a cabo. Por ello, los trabajos futuros se pueden plantear en 3 áreas principalmente, a saber:

1. Ontología ACCESIBILITIC

Para extender el potencial de la ontología ACCESIBILITIC, se puede ahondar en el estudio de la integración de ésta ontología con ontologías de Internet de las Cosas (*Internet of Things - IoT*), tal es el caso de SOSA o IoT-Lite (Bermudez-Edo, Elsaleh, Barnaghi, & Taylor, 2015). Sería interesante hacer adaptaciones en ACCESIBILITIC que permitieran que los perfiles de usuarios que actualmente se manejan incorporaran nueva información que pudiera ser utilizada para la mejora de la experiencia de los usuarios de la IoT.

Para atender las necesidades de los usuarios se deben tomar en cuenta más contextos. La ventaja es que al diseñar para el contexto ambiental implica que se puede obtener mayor información útil para crear nuevas experiencias, ofrecer mejores propuesta del valor a los clientes y facilitar la vida de las personas.

En vista del potencial de la aplicabilidad del ACD que se mostró en la red de ontologías creada, podría pensarse en la mejora de la experiencia de usuarios de la IoT a través de la estructuración de la información contextual recabada. Con ello se lograría crear una generación inteligente de jerarquías de actividades en donde se identifiquen las preferencias y adaptaciones necesarias para garantizar una mayor satisfacción del usuario al interactuar con las TIC, dependiendo también de la información recabada del estado de su entorno.

2. Ontología CRMO

La evaluación del uso de CRMO en ámbitos empresariales de la vida real podría permitir la evaluación de la contribución de nuestra red de ontologías a la hora de modelar estrategias de relación con el cliente más efectivas, considerando que se tiene un mejor conocimiento del cliente, sus capacidades, necesidades y actividades. Además, puede ser la oportunidad de validar su aplicabilidad en un nivel más alto. Esta validación puede dar cabida a la incorporación de nuevos elementos en su estructura que redunde en un modelado más eficiente de la relación que una empresa establece con sus clientes.

En vista de que la ontología CRMO inicialmente fue diseñada pensando en que una empresa pudiera modelar la relación con su cliente, su uso podría expandirse a un modelado de mayor alcance, que abarque diversas empresas. Así, podrían gestionarse, a través de un sistema de recomendación, estudios de casos de empresas para poder analizar las relaciones entre las distintas estrategias de relación con el cliente, canales de distribución, jerarquía de actividades del cliente y propuestas de valor. A través de este modelo se pueden generar recomendaciones para dar el acompañamiento más adecuado a los clientes, lo cual repercute en el diseño de mejores estrategias comerciales para una empresa.

3. Red de ontologías ACCESIBILITIC/CRMO

La red de ontologías se diseñó considerando que pudiera ser utilizada por un [sistema de recomendación](#) orientado a los desarrolladores de software CRM, así como también pudiera ser utilizada en una empresa como herramienta de apoyo a la hora de gestionar sus estrategias de CRM. Ambas ontología pueden evolucionar y mejorar para modelar e instanciar nuevos conceptos y valores, así como para permitir nuevas inferencias.

En el sistema de recomendación construido en base a la red de ontologías se sugerirán aplicaciones de software específicas, adaptaciones de software y asistencia para ayudar a los clientes a usarlas y configurarlas considerando su diversidad funcional. El sistema de recomendación también se basará en el análisis de la estructuración de estrategias CRM, que junto con un mejor conocimiento de las distintas capacidades de los clientes, ayudará a saber cómo se puede brindar una atención y soporte de mayor calidad.

En caso de lograr la integración de la ontología ACCESIBILITIC con ontologías IoT, se favorecería al enriquecimiento de la Clase *Customer* de la red de ontologías, ya que con la información contextual recabada se puede tener un mejor perfil del cliente con un mayor detalle de sus preferencias y necesidades que oriente a la creación de propuestas de valor y estrategias CRM más exitosas por parte de las empresas.

Otro trabajo futuro pudiera plantearse al difundir de forma libre e independiente tanto los módulos de ontologías como la red, de tal forma que se fomente la creación de redes de trabajos con otros grupos de investigación interesados en: 1) seguir haciendo mejoras en la estructura de las ontologías, 2) validar la aplicabilidad en casos reales, y/o 3) poblar las ontologías con instancias para mantenerlas actualizadas considerando los avances en la tecnología y en el diseño de experiencia de usuarios.

7.3 Referencias

- 1- Bermudez-Edo, M., Elsaleh, T., Barnaghi, P., & Taylor, K. (2015). IoT-Lite: a lightweight semantic model for the internet of things and its use with dynamic semantics. *Personal and Ubiquitous Computing*, 21(3), 475-487.