



**Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Universidad de Sevilla

Avda Reina Mercedes, s/n. 41012 SEVILLA

Fax : 95 455 71 39. Tlf: 95 455 71 39. E-mail: lsi@lsi.us.es



# **Resolviendo el diseño de modelos de dominio HL7 mediante soluciones guiadas por modelos**

TESIS DOCTORAL

Autor: Dña. Alicia Martínez García  
Directores: Dra. Dña. María José Escalona Cuaresma  
Dr. D. Francisco José Domínguez Mayo

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos

Universidad de Sevilla

Sevilla, diciembre de 2016



*A aquellos que me enseñaron que el éxito es un camino y no un destino.*



*"Braver than you believe, stronger than you seem, smarter than you think"*

— *A.A. Milne. Escritor (1882 - 1956)*



# Agradecimientos

---

Son muchas las personas que me gustaría mencionar en este apartado de agradecimientos, ahora que mi Tesis Doctoral ha pasado de ser un reto a ser una realidad. Por una parte, a todas aquellas personas que han influido en mi inmersión en el mundo de la investigación en general, y más específicamente en el mundo de la ingeniería dirigida por modelos aplicada al ámbito sanitario. Y por otra parte, a mis familiares y amigos que han estado junto a mí durante estos años y de una u otra manera han hecho más llevadero este camino.

A mis compañeros del Grupo de Innovación Tecnológica (GIT) del Hospital Universitario Virgen del Rocío, por abrirme las puertas a la investigación y ayudarme a dar el salto desde el mundo de la consultoría informática, por trabajar codo a codo siempre con compañerismo y sin rivalidad. A Cristina, María, Alberto, Paco, David, Germán, Kiko, Jesús, Noa... todos grandes investigadores sin lugar a duda. En especial a Cristina por escucharme durante horas y horas, algunas historias relacionadas con esta Tesis Doctoral, otras no. A algunos compañeros que estuvieron en mis comienzos aunque a día de hoy no sigan colaborando con nosotros: Ana, Chari, Alba,... Al responsable del GIT, Carlos Parra, por empujarme a iniciar este camino que nunca hubiera recorrido sin su motivación, y sin su visión de mi carrera profesional como investigadora.

A mi directora de tesis, María José, por compartir conmigo sus conocimientos, por sus consejos y por su apoyo incondicional. Por acompañarme durante el largo recorrido que ha supuesto esta aventura. A mi director de tesis, Franci, por aportar una visión aplicada de esta Tesis Doctoral, por revisar infinitas veces esta memoria. A ambos, por tantas tutorías, por ser tan positivos y transmitirme tanta ilusión. A todos los investigadores del grupo de investigación Ingeniería Web y Testing Temprano, por ayudarme cuando tenía problemas técnicos, por las charlas en la Universidad. Especialmente a Julián, Pepe, Juanmi, Paco,...

Y por último, y no menos importante, a mi familia y a mis amigos.

A mi padre Juan, por haberme contagiado el interés por las ciencias, por enseñarme que el éxito es un camino y no un destino. A mi madre Elena, por hacerme creer que yo puedo con todo, por perdonarme haber tenido tan poco tiempo para ella los últimos meses. A ambos, por venir a verme siempre que tienen oportunidad, por hacerme todos los favores que les pido. A mi hermano Andrés por ser mi amigo y confidente, por empujarme a seguir cuando me quedaba sin fuerzas. Sin ellos nada hubiera sido posible.

A mi pareja, Germán, por acompañarme de la mano en esta aventura que es la vida, por aguantar las infinitas tardes estudiando y los viajes de trabajo, por construir juntos nuestra casa -el principio de una larga vida juntos-, por crear en mí ilusiones de futuro, por hacerme reír, por llenar mi vida, por regalarme una magnífica familia política. En especial a mis suegros Rosarito y Juani, a mi cuñado Jairo y a mi cuñada Ana, por arroparme como si fuera una más de la familia.

A mis amigas: Margarita, Afri, Mamen, Vane, Moni, Rocío, Mari, Amparito, Ana, María, Marta, Fati, y un largo etcétera. En especial: A mi prima Margarita por ser como mi hermana y por compartir conmigo el interés por la informática. A mi cuñada Afri por ser tan detallista conmigo, por cuidar de mi hermano, y por regalarme una de las cosas más bonitas que tengo en mi vida. A mi comadre Mamen por permitirme formar parte de su familia. A Vane, Moni, Rocío, por llenar de diversión los pocos ratos libres que he tenido los últimos meses (años), por las interminables conversaciones. A mis niños (en orden de nacimiento porque es difícil poner un orden): Valeria, Daniella, Gonzalo, Darío, por conseguir que me olvide del estrés, por enseñarme lo bonita que es la vida, por crear en mí nuevas ilusiones.

A todas aquellas personas que, sin ningún conocimiento sobre investigación y/o informática, me han pedido que les explicara sobre qué trata mi Tesis Doctoral, gracias a ellos comprendí mucho mejor la practicidad de mi trabajo.

Posiblemente he olvidado mencionar a muchos que, de alguna manera, han formado parte de este camino. Para ellos también, mi agradecimiento porque este trabajo no sería el mismo sin todos y cada uno de vosotros.

¡Gracias a todos!

Ali

# Resumen

---

**H**oy en día, los sistemas de información sanitarios son cada vez más complejos, y su desarrollo se presenta como un desafío para las empresas de desarrollo de software que deseen encontrar mercado en los sistemas sanitarios, ofreciendo productos de calidad, mantenibles e interoperables. La necesidad de una historia clínica compartida a nivel mundial es una realidad, surgiendo la necesidad de utilizar estándares de informática sanitaria que permitan establecer las normas de intercambio de información clínica.

UML (Unified Modeling Language) es un lenguaje estándar de modelado ampliamente conocido por los ingenieros del software, que permite definir las entidades y relaciones que presenta un sistema de información, permitiendo diseñar un sistema software en todas las fases del ciclo de vida por las que puede pasar. Existen múltiples herramientas que soportan el lenguaje estándar de modelado UML.

Son muchos los estándares que podemos encontrar en el ámbito de la interoperabilidad de información clínica. HL7 (Health Level 7) International es una organización internacional sin ánimo de lucro que define y mantiene estándares relacionados con los sistemas de información sanitarios. La mayoría de los modelos de dominio con los que trabaja HL7 están diseñados en base a un lenguaje gráfico propio. Muy pocas herramientas soportan los lenguajes de HL7.

En la presente Tesis Doctoral se pretenden acercar estos 2 mundos, UML y HL7, para ofrecer a los ingenieros del software una metodología capaz de modelar sistemas de información sanitarios conformes a HL7, utilizando modelos de dominio UML ampliamente conocidos. Para tal fin, se decidió utilizar técnicas basadas en el paradigma MDE (Model Driven Engineering), consiguiendo un marco de referencia usable, reduciendo la curva de aprendizaje de los usuarios finales, y permitiendo modelar sistemas de información sanitarios mantenibles y adaptables.

Este marco de referencia, desarrollado en el contexto de la presente Tesis Doctoral, bautizado como MoDHE (Model Driven Health Engineering), se sustenta sobre en 3 pilares principales. El primer pilar, la metodología, ofrece un procedimiento que permite diseñar modelos de dominio HL7 como parte del desarrollo de un sistema de información sanitario. El segundo pilar, el lenguaje de modelado basado en HL7, extiende a UML para modelar sistemas de información sanitarios conforme a todo el espectro de estándares de HL7. El tercer pilar, los mecanismos de derivación, hacen posible la interoperabilidad entre estándares, facilitando la mantenibilidad y extensión de los sistemas.

A la hora de desarrollar la metodología de MoDHE, se decidió acotar el alcance de la presente Tesis Doctoral, ya que HL7 cuenta con cientos de estándares. Por ser los estándares más utilizados en España, se decidió trabajar con 3 de los principales estándares de HL7: v3, CDA y v2.x.

Para materializar y automatizar este marco de referencia, se ha desarrollado una herramienta de soporte, registrada como MoDHE Suite. Esta herramienta permite diseñar modelos de dominio conformes a HL7 utilizando una interfaz basada en UML. También permite generar modelos de un estándar concreto tomando como base modelos ya existentes de otro estándar concreto. Dicha herramienta ha sido validada en un caso de estudio real extraído de un proyecto en el que participó el Grupo de Innovación Tecnológica del Hospital Universitario Virgen del Rocío, demostrando que la solución desarrollada es de gran utilidad.

En definitiva, la presente Tesis Doctoral plantea el desarrollo de un marco de referencia que facilita el diseño de modelos de dominio conformes a HL7 utilizando una interfaz basada en UML, abordando tanto el planteamiento teórico que los sustenta a través del marco de referencia MoDHE, como el planteamiento práctico mediante la herramienta de soporte MoDHE Suite.

# Índice de Contenidos

---

Agradecimientos .....	i
Resumen .....	iii
Índice de Contenidos .....	v
Índice de Tablas.....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Expresiones.....	xvii
Capítulo I. Introducción.....	1
1. UML y HL7 .....	1
2. Antecedentes de los autores .....	4
3. Estructura de la Tesis Doctoral .....	6
4. Conclusiones.....	7
Capítulo II. Trabajos relacionados.....	9
1. Contexto .....	9
2. Estudio del estado del arte de propuestas relacionadas.....	12
2.1. Revisión Sistemática de la Literatura.....	12
2.1.1. Planificación de la revisión .....	13
2.1.2. Desarrollo de la revisión.....	17
2.1.3. Presentación de los resultados .....	20
2.2. Búsqueda general .....	22
2.2.1. Experiencias identificadas .....	22
2.2.2. Ejecución del esquema de caracterización.....	27
2.3. Análisis de las cuestiones de investigación.....	28
3. Lecciones aprendidas .....	29
4. Conclusiones.....	30
Capítulo III. Propuesta detallada .....	31
1. Planteamiento del problema .....	31

2. Objetivos .....	32
3. Influencias.....	34
3.1. Lenguaje de Modelado Unificado (UML).....	34
3.1.1. Diagramas disponibles en UML.....	35
3.2. HL7.....	36
3.2.1. Estándares de HL7.....	36
3.2.2. Definición de requisitos de información .....	37
3.2.3. Grupos de trabajo de HL7.....	39
3.3. MDE .....	40
3.4. NDT.....	41
4. Propuesta de solución .....	42
5. Conclusiones.....	45
Capítulo IV. Metodología de MoDHE.....	47
1. Metodología de MoDHE, una extensión de la metodología NDT .....	48
2. Estándares de HL7 como parte de la metodología de MoDHE .....	52
3. Desarrollos propios de la metodología de MoDHE .....	53
3.1. HL7 v3 frente a HL7 v2.x. ....	57
4. Conclusiones.....	58
Capítulo V. Metamodelos de MoDHE.....	59
1. Metamodelos de MoDHE .....	59
1.1. Cobertura actual de MoDHE para cada estándar de HL7 .....	60
1.2. MoDHE v3 .....	62
1.3. MoDHE CDA .....	67
1.4. MoDHE v2.x.....	70
2. Conclusiones.....	73
Capítulo VI. Mecanismos de derivación.....	75
1. Derivación de los metamodelos de HL7 a los metamodelos de MoDHE. Relaciones 1 a 1 .....	76
2. Derivación de un metamodelo de MoDHE a otro metamodelo de MoDHE. Transformaciones .....	76
2.1. El lenguaje QVT.....	78
2.2. Contexto y planteamiento previo.....	78
2.3. Especificación de la transformación MoDHE-CDA_MoDHE-v2x_M2M.....	80

2.3.1.	Especificación del mapeo de las metaclasses «ClinicalDocument», «PatientRole» y «Patient».....	81
2.4.	Especificación de la transformación MoDHE-v2x_MoDHE-CDA_M2M.....	83
2.4.1.	Especificación del mapeo de las metaclasses «Messagev27» y «SegmentPID» ..	84
2.5.	Especificación de la transformación MoDHE-v3_MoDHE-v2x_M2M.....	85
2.5.1.	Especificación del mapeo de las metaclasses «Entity», «LivingSubject» y «Person» ..	86
2.6.	Especificación de la transformación MoDHE-v2x_MoDHE-v3_M2M.....	88
2.6.1.	Especificación del mapeo de las metaclasses «Messagev27» y «SegmentPID» ..	89
3.	Conclusiones.....	91
Capítulo VII.	Herramienta MoDHE Suite.....	93
1.	Planteamiento previo .....	93
1.1.	Enterprise Architect como herramienta de modelado .....	93
1.2.	Perfiles UML como mecanismo para definir sintaxis concreta.....	95
2.	Sintaxis concreta de los metamodelos.....	96
3.	MoDHE Suite: Herramienta CASE de soporte al marco de trabajo teórico .....	107
3.1.	Arquitectura de MoDHE Suite .....	107
3.2.	Trasladando la sintaxis concreta definida a Enterprise Architect .....	109
3.3.	Desarrollando el plugin específico de MoDHE Suite.....	112
4.	Conclusiones.....	113
Capítulo VIII.	Validación de la herramienta .....	115
1.	Validación funcional sobre un caso real: Proyecto Prevensalud.....	115
2.	Conclusiones.....	121
Capítulo IX.	Aportación, trabajo futuro y conclusiones .....	123
1.	Marco estratégico en el que se desarrolla la presente Tesis Doctoral .....	123
1.1.	Línea de investigación en el grupo IWT2 .....	124
1.2.	Línea de investigación en el grupo GIT.....	124
2.	Aportaciones de este trabajo de tesis .....	124
2.1.	Estudio del estado del arte .....	124
2.2.	Marco de referencia MoDHE para el diseño de modelos de dominio HL7.....	125

2.3. Herramienta MoDHE Suite para dar soporte al marco de referencia definido.....	126
3. Trabajos futuros y nuevas líneas de investigación.....	126
3.1. Metodología de ampliación.....	127
3.2. Completitud del contexto de uso.....	127
3.3. Alinear estándares de HL7 con sistemas de conceptos estándares.....	127
3.4. Certificar la conformidad de modelos HL7 existentes .....	128
4. Conclusiones.....	128
Capítulo X. Referencias Bibliográficas.....	129
Anexo A. Glosario de Términos.....	135
Anexo B. Elementos del metamodelo .....	139
1. HL7 v3.....	139
2. HL7 CDA.....	188
3. HL7 v2.x.....	198
Anexo C. Manual de la Herramienta MoDHE Suite .....	243
1. Creando requisitos de información sanitarios.....	243
2. Transformando modelos en base a un estándar de HL7, en modelos en base a otro estándar de HL7 .....	250
Anexo D. Caso Práctico: Prevensalud .....	255
3. Diagramas de casos de uso.....	257
4. Diagramas de clases .....	258
5. Diagramas de actividades .....	259
6. Capturas de pantalla del sistema en producción.....	259
7. Modelo CDA utilizado en el proyecto .....	264
Anexo E. Actividad Investigadora .....	267
1. Líneas de investigación.....	267
2. Estancias .....	267
3. Publicaciones .....	268
3.1. Capítulos de libro.....	268
3.2. Revistas.....	268
4. Contribuciones a congresos.....	270
4.1. Ponencias .....	270
4.2. Congresos internacionales / europeos.....	271
4.3. Congresos nacionales / autonómicos.....	278

5.	Participación en proyectos de I+D+i .....	286
5.1.	Financiados en convocatorias públicas .....	286
5.2.	Financiados en convocatorias privadas .....	294
6.	Registros de propiedad intelectual de software.....	295
7.	Participación en comités .....	296
8.	Revisión de artículos científicos.....	296
9.	Experiencia en organización de actividades de I+D .....	297
10.	Certificaciones .....	298
11.	Cursos.....	298



# Índice de Tablas

---

Tabla 1. Visión de HL7. ....	9
Tabla 2. Términos de búsqueda de la SLR. ....	14
Tabla 3. Motores de búsqueda tenidos en cuenta en la SLR. ....	15
Tabla 4. Criterios de inclusión / exclusión. ....	16
Tabla 5. Resultados de la SLR. ....	19
Tabla 6. Experiencias identificadas en el uso de HL7 en el contexto de MDE. ....	22
Tabla 7. Introducción al diseño de un metamodelo de HL7 [Ortiz et al. 2011b].....	25
Tabla 8. Formatos disponibles de los modelos HL7 [Ortiz et al. 2011b].....	25
Tabla 9. Resultados evaluación características.....	27
Tabla 10. Porcentaje de entidades que cubre MoDHE.....	60
Tabla 11. Elementos de HL7 CDA y HL7 v2.x que quedan fuera del alcance.....	61
Tabla 12. Correspondencia entre elementos de los metamodelos en estudio.....	79
Tabla 13. Ventajas e inconvenientes de las alternativas para definir sintaxis concretas.....	96
Tabla 14. Diferencias entre CDA de Prevensalud vs CDA modelado con MoDHE Suite.....	119
Tabla 15. Tipificación de errores identificados.....	120
Tabla 16. Errores identificados en el modelo de Prevensalud por no cumplir el estándar. .....	120



# Índice de Figuras

---

Figura 1. Etapas fundamentales del SLR.....	12
Figura 2. SLR. Etapa de planificación de la revisión.....	13
Figura 3. SLR. Etapa de desarrollo de la revisión.....	17
Figura 4. Estudios encontrados en la SLR.....	20
Figura 5. SLR. Etapa de presentación de los resultados.....	20
Figura 6. Marco de referencia.....	30
Figura 7. Solución desarrollada en la presente Tesis Doctoral.....	33
Figura 8. Diagramas ofrecidos por UML.....	35
Figura 9. Contexto.....	43
Figura 10. Definición formal de la propuesta.....	45
Figura 11. Marco de referencia. Pilar ‘Metodología’.....	47
Figura 12. Proceso.....	48
Figura 13. Definición formal de la propuesta. Parte NDT.....	49
Figura 14. Fases cubiertas por la metodología NDT. Actividades dentro de DRS.....	50
Figura 15. Modelado del ciclo de vida del software utilizando NDT.....	51
Figura 16. Definición formal de la propuesta. Parte HL7.....	52
Figura 17. Definición formal de la propuesta. Parte MoDHE.....	54
Figura 18. Fases cubiertas por la metodología de MoDHE. Actividades dentro de DRS.....	55
Figura 19. Modelado del ciclo de vida del software sanitario utilizando MoDHE.....	56
Figura 20. Marco de referencia. Pilar ‘Lenguaje de modelado basado en HL7’.....	59
Figura 21. Metamodelo de MoDHE v3, que corresponde al estándar HL7 v3. Entidades. Parte 1.....	63

Figura 22. Metamodelo de MoDHE v3, que corresponde al estándar HL7 v3. Entidades. Parte 2 .....	64
Figura 23. Metamodelo de MoDHE v3, que corresponde al estándar HL7 v3. Entidades. Parte 3 .....	65
Figura 24. Metamodelo de MoDHE v3, que corresponde al estándar HL7 v3. Tipos de datos .....	66
Figura 25. Metamodelo de MoDHE v3, que corresponde al estándar HL7 v3. Enumerados .....	66
Figura 26. Metamodelo de MoDHE CDA, que corresponde al estándar HL7 CDA. Entidades .....	67
Figura 27. Definición formal de la propuesta. CDA como refinamiento de v3 .....	68
Figura 28. Metamodelo de MoDHE CDA (que corresponde al estándar HL7 CDA) y MoDHE v3 (que corresponde al estándar HL7 v3). Relaciones entre entidades .....	69
Figura 29. Metamodelo de MoDHE v2.x, que corresponde al estándar HL7 v2.x. Entidades .....	70
Figura 30. Metamodelo de MoDHE v2.x, que corresponde al estándar HL7 v2.x. Tipos de datos.....	71
Figura 31. Metamodelo de MoDHE v2.x, que corresponde al estándar HL7 v2.x. Enumerados.....	72
Figura 32. Marco de referencia. Pilar ‘Mecanismos’.....	75
Figura 33. Definición formal de la propuesta. Parte mecanismos de derivación.....	76
Figura 34. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte v3. Entidades relacionadas con Entity. ....	97
Figura 35. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte v3. Entidades relacionadas con Role y Participation. ....	98
Figura 36. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte v3. Entidades relacionadas con Act. ....	99
Figura 37. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte CDA. Entidades.....	100
Figura 38. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte CDA-v3. Relación entre CDA y v3. ....	101
Figura 39. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte CDA. Valores enumerados.....	102
Figura 40. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte CDA-v3. Tipos de datos.....	103
Figura 41. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte v2.x. Entidades. ....	104

Figura 42. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte v2.x. Valores enumerados.....	105
Figura 43. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte v2.x. Tipos de datos.....	106
Figura 44. Arquitectura de MoDHE Suite.....	108
Figura 45. Estructura de carpetas del proyecto “MDG Technology” de MoDHE Suite.....	109
Figura 46. Toolbox de MoDHE Suite. ....	111
Figura 47. Porción de la guía de implementación HL7 modelada en el proyecto Prevensalud.....	116
Figura 48. Aplicación práctica de MoDHE Suite sobre el proyecto Prevensalud (i). ....	117
Figura 49. Aplicación práctica de MoDHE Suite sobre el proyecto Prevensalud (ii). ....	117
Figura 50. Aplicación práctica de MoDHE Suite sobre el proyecto Prevensalud (iii). ....	118
Figura 51. Aplicación práctica de MoDHE Suite sobre el proyecto Prevensalud (iv). ....	118
Figura 52. Aplicación práctica de MoDHE Suite sobre el proyecto Prevensalud (v). ....	119
Figura 53. Manual de usuario MoDHE Suite. Pantalla inicial.....	243
Figura 54. Manual de usuario MoDHE Suite. Navegador de proyecto .....	244
Figura 55. Manual de usuario MoDHE Suite. Diagrama de requisitos de información.....	244
Figura 56. Manual de usuario MoDHE Suite. Paleta .....	245
Figura 57. Manual de usuario MoDHE Suite. Editor de documentos clínicos. Datos.....	246
Figura 58. Manual de usuario MoDHE Suite. Editor de documentos clínicos. Asociaciones .....	247
Figura 59. Manual de usuario MoDHE Suite. Botón guardar .....	247
Figura 60. Manual de usuario MoDHE Suite. Editor de identificador .....	248
Figura 61. Manual de usuario MoDHE Suite. Editor de paciente .....	248
Figura 62. Manual de usuario MoDHE Suite. Diagrama de requisitos de información (i). ....	249
Figura 63. Manual de usuario MoDHE Suite. Diagrama de requisitos de información (ii) .....	250
Figura 64. Manual de usuario MoDHE Suite. Menú de transformaciones.....	250

Figura 65. Manual de usuario MoDHE Suite. Configuración de transformaciones.....	251
Figura 66. Manual de usuario MoDHE Suite. Botón para iniciar la transformación .....	252
Figura 67. Manual de usuario MoDHE Suite. Progreso de la transformación.....	252
Figura 68. Manual de usuario MoDHE Suite. Elementos autogenerados .....	252
Figura 69. Manual de usuario MoDHE Suite. Editor Segmento información del paciente	253
Figura 70. Escenario proyecto Prevensalud. Estructura general de la red de interoperabilidad.....	255
Figura 71. Escenario proyecto Prevensalud. Diagrama de casos de uso .....	257
Figura 72. Escenario proyecto Prevensalud. Diagrama de clases.....	258
Figura 73. Escenario proyecto Prevensalud. Diagrama de actividades .....	259
Figura 74. Plataforma donde el profesional cumplimenta los informes de derivación.....	260
Figura 75. Informe de derivación. Datos generales.....	261
Figura 76. Informe de derivación. Evolución del paciente en hemodiálisis.....	262
Figura 77. Informe de derivación. Resumen de Historia Clínica.....	263
Figura 78. Informe de derivación. Inicio estudio Pretrasplante .....	264
Figura 79. Modelo CDA de Prevensalud. Parte 1 .....	265
Figura 80. Modelo CDA de Prevensalud. Parte 2 .....	266

# Índice de Expresiones

---

Expresión 1. Transformación para derivar el modelo MoDHE v2.x desde el modelo MoDHE CDA .....	81
Expresión 2. Mapeo QVT de la metaclassa «ClinicalDocument» a «Messagev27».....	82
Expresión 3. Mapeo QVT de la metaclassa «PatientRole» a «SegmentPID» .....	82
Expresión 4. Mapeo QVT de la metaclassa «Patient» a «SegmentPID» .....	82
Expresión 5. Transformación para derivar el modelo MoDHE CDA desde el modelo MoDHE v2.x.....	83
Expresión 6. Mapeo QVT de la metaclassa «Messagev27» a «ClinicalDocument ».....	84
Expresión 7. Mapeo QVT de la metaclassa «SegmentPID» a «Patient» .....	84
Expresión 8. Mapeo QVT de la metaclassa «SegmentPID» a «PatientRole» .....	85
Expresión 9. Transformación para derivar el modelo MoDHE v2.x desde el modelo MoDHE v3 .....	86
Expresión 10. Mapeo QVT de la metaclassa «Entity» a «Messagev27» .....	87
Expresión 11. Mapeo QVT de la metaclassa «Entity» a «SegmentPID».....	87
Expresión 12. Mapeo QVT de la metaclassa «LivingSubject» a «SegmentPID» .....	87
Expresión 13. Mapeo QVT de la metaclassa «Person» a «SegmentPID».....	88
Expresión 14. Transformación para derivar el modelo MoDHE v3 desde el modelo MoDHE v2.x.....	89
Expresión 15. Mapeo QVT de la metaclassa « Messagev27» a «Entity».....	90
Expresión 16. Mapeo QVT de la metaclassa «SegmentPID» a «Entity».....	90
Expresión 17. Mapeo QVT de la metaclassa «SegmentPID» a «LivingSubject» .....	90
Expresión 18. Mapeo QVT de la metaclassa «SegmentPID» a «Person».....	91
Expresión 19. Correspondencia entre códigos QVT vs C#.....	112

Expresión 20. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Access .....	140
Expresión 21. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Account.....	140
Expresión 22. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Act.....	143
Expresión 23. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre ActRelationship .....	145
Expresión 24. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Container .....	146
Expresión 25. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre ContextStructure .....	147
Expresión 26. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre ControlAct.....	147
Expresión 27. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Device .....	148
Expresión 28. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre DeviceTask .....	149
Expresión 29. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre DiagnosticImage .....	149
Expresión 30. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Diet .....	150
Expresión 31. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Document.....	150
Expresión 32. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Employee .....	151
Expresión 33. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Entity .....	153
Expresión 34. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Exposure .....	154
Expresión 35. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre FinancialContract .....	154
Expresión 36. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre InvoiceElement.....	156
Expresión 37. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre LanguageCommunication .....	157
Expresión 38. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre LicensedEntity .....	157
Expresión 39. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre LivingSubject.....	158
Expresión 40. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre ManufacturedMaterial....	159
Expresión 41. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Material.....	160
Expresión 42. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre NonPersonLivingSubject	160
Expresión 43. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Observation.....	161
Expresión 44. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Organization .....	162

Expresión 45. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Participation .....	164
Expresión 46. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Patient .....	164
Expresión 47. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre PatientEncounter .....	165
Expresión 48. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Person .....	166
Expresión 49. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Place .....	167
Expresión 50. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Procedure .....	167
Expresión 51. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre PublicHealthCase .....	168
Expresión 52. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre QualifiedEntity .....	169
Expresión 53. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Role .....	170
Expresión 54. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre RoleLink .....	171
Expresión 55. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre SubstanceAdministration .....	172
Expresión 56. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Supply .....	173
Expresión 57. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre AssignedEntity .....	188
Expresión 58. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Authenticator .....	189
Expresión 59. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Birthplace .....	190
Expresión 60. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre ClinicalDocument .....	191
Expresión 61. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre LegalAuthenticator .....	192
Expresión 62. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Organization .....	193
Expresión 63. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre OrganizationPartOf .....	194
Expresión 64. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Patient .....	195
Expresión 65. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre PatientRole .....	196
Expresión 66. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Person .....	197
Expresión 67. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Place .....	197
Expresión 68. Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre RecordTarget .....	198

Expresión 69. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre SegmentMSH .....	202
Expresión 70. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre SegmentEVN.....	203
Expresión 71. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre SegmentPID .....	207
Expresión 72. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre CWE.....	210
Expresión 73. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre CX.....	212
Expresión 74. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre EI.....	213
Expresión 75. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre FN.....	214
Expresión 76. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre HD .....	214
Expresión 77. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre MSG .....	215
Expresión 78. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre PT.....	216
Expresión 79. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre SAD.....	216
Expresión 80. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre VID.....	217
Expresión 81. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre XAD .....	219
Expresión 82. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre XCN.....	222
Expresión 83. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre XON .....	224
Expresión 84. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre XPN.....	226
Expresión 85. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre XTN.....	228

# Capítulo I. Introducción

---

**H**oy en día, los sistemas de información sanitarios son cada vez más complejos [Kushniruk et al. 2010]. Desarrollar productos de calidad, mantenibles e interoperables, es un desafío para las empresas de desarrollo de software que deseen encontrar mercado en los sistemas sanitarios. La necesidad de una historia clínica compartida a nivel mundial es una realidad [Garde et al. 2007]. Para ello, es imprescindible utilizar estándares de informática sanitaria que permitan establecer las normas de intercambio de información clínica [Sinha et al. 2012].

Este primer capítulo ofrece una visión general de la temática abordada en la presente Tesis Doctoral. En primer lugar, se presenta una introducción revisando la relación de conceptos básicos que motivaron que se comenzara a trabajar en esta línea de investigación. En el segundo apartado, se detallan los antecedentes que presentan los autores en el tema. En el apartado 3, se describe cómo se estructura la presente memoria de Tesis Doctoral. Por último, se presentan unas breves conclusiones de este capítulo introductorio.

## 1. UML y HL7

La presente Tesis Doctoral propone el uso conjunto de 2 mundos inicialmente independientes y de amplia relevancia en ingeniería del software aplicada al entorno sanitario: UML (Unified Modeling Language, Lenguaje de Modelado Unificado) y HL7 (Health Level Seven).

En primer lugar, se revisa un conjunto de conceptos básicos relacionados con UML:

- UML (Unified Modeling Language)<sup>1</sup> [OMG 2015c] es el lenguaje estándar de modelado propuesto por la OMG (Object Management Group)<sup>2</sup>, organización que promueve el uso de tecnologías orientadas a objetos mediante la creación y mantenimiento de guías, estándares y especificaciones.

---

<sup>1</sup><http://www.uml.org/>

<sup>2</sup><http://www.omg.org/>

- Un modelo de dominio es un modelo conceptual que describe las entidades, atributos, roles, relaciones y restricciones relacionados con el dominio del problema [Van Der Straeten *et al.* 2009, Schmidt 2006]. En vez de describir conceptos propios de un sistema software, describe los conceptos de la propia realidad del problema.
- MDE (Model Driven Engineering) es un paradigma que se centra en la creación y explotación de modelos de dominio, permitiendo a los ingenieros del software independizarse de la representación y focalizarse en los conceptos [Van Der Straeten *et al.* 2009, Schmidt 2006].
- Un metamodelo describe los conceptos utilizados en un modelo de dominio concreto [Van Der Straeten *et al.* 2009, Schmidt 2006]. A la hora de representar metamodelos, existen muchas notaciones aceptadas. Una de las notaciones más utilizadas es UML.

En segundo lugar, se presenta un conjunto de conceptos relacionados con HL7:

- HL7 International<sup>3</sup> (Health Level Seven International, en adelante 'HL7') es una organización internacional sin ánimo de lucro que promueve y define estándares relacionados con los sistemas de información sanitarios.
- Los miembros de esta organización desarrollan estándares relacionados con el intercambio y la integración de información clínica, con el objetivo de dar apoyo a la práctica clínica, así como a la gestión, desarrollo y evaluación de servicios sanitarios.
- HL7 cuenta con 31 países afiliados<sup>4</sup>, entre los que se encuentra España a través de la organización HL7 Spain<sup>5</sup>, y casi 4800 investigadores certificados en todo el mundo entre las 3 certificaciones ofrecidas por HL7 actualmente<sup>6</sup>.
- Estos datos refuerzan la amplia repercusión internacional con la que HL7 cuenta, contando con innumerables casos de implementaciones basadas en sus estándares por todo el mundo. Ya en 2007, más del noventa por ciento de los centros sanitarios de Estados Unidos utilizaban HL7 [Shaver 2007].

Una vez planteados los conceptos básicos de relevancia identificados en UML y HL7, a continuación se presentan sinergias identificadas entre los 2 mundos.

---

<sup>3</sup><http://www.hl7.org/>

<sup>4</sup><http://www.hl7.org/Special/committees/international/leadership.cfm>

<sup>5</sup><http://www.hl7spain.org/>

<sup>6</sup><http://www.hl7.org/implement/certificationdirectory.cfm>

HL7 define modelos de dominio<sup>7</sup> en cada uno de sus estándares, abarcando desde información necesaria para definir mensajería entre sistemas, hasta los propios documentos clínicos, con el objetivo de representar cada uno de los problemas o escenarios de trabajo que HL7 ha ido identificando a lo largo del tiempo<sup>8</sup>.

Los estándares de HL7 cuentan con un metamodelo común, llamado MIF (Model Interchange Format), a partir del cual se pueden modelar todos los modelos de dominio de HL7 [Spronk *et al.* 2010]. El MIF se define formalmente en uno de los estándares de HL7 [HL7 International 2011]. Cabe destacar que el MIF es tan extenso y está presentado de una manera tan abstracta que, si bien resulta muy interesante desde el punto de vista conceptual, puede ocasionar mucha dificultad en su manejo y aprendizaje.

Cada estándar de HL7 cuenta con un metamodelo subyacente, que especializa y extiende el MIF. En algunos casos, el metamodelo no está definido de forma explícita en un diagrama, sino que se define de forma textual en diferentes documentos. En otros casos, este metamodelo está definido de forma explícita en diagramas que utilizan un lenguaje gráfico propio de HL7.

Teniendo en cuenta que los metamodelos de algunos estándares de HL7 están descritos de forma textual en extensos documentos, y que otros estándares de HL7 están modelados utilizando un lenguaje gráfico propio, pensamos que no es fácil para un ingeniero del software diseñar el modelo de dominio de una solución software conforme a un estándar específico de HL7. A diferencia de los estándares de HL7, los ingenieros de software en general se sienten cómodos con lenguajes de modelado más generales, como UML.

Por todo esto, en la presente Tesis Doctoral se ha trabajado bajo la hipótesis de ofrecer a los ingenieros del software una solución que les permita diseñar sus propuestas de modelos de dominio, para desarrollar sistemas de información sanitarios, utilizando la notación UML de forma sistemática y que además, de forma transparente, estas representaciones puedan formar parte de sistemas de información sanitarios conformes a HL7. Para tal fin, se plantea el uso del paradigma MDE.

---

<sup>7</sup>[http://www.hl7.org/implement/standards/product\\_section.cfm?section=3](http://www.hl7.org/implement/standards/product_section.cfm?section=3)

<sup>8</sup>[http://wiki.hl7.org/index.php?title=Domain\\_Analysis\\_Model](http://wiki.hl7.org/index.php?title=Domain_Analysis_Model)

En definitiva, durante este trabajo de tesis se va a dar solución, mediante la ingeniería guiada por modelos, al problema del diseño de modelos de dominio conformes a HL7, utilizando una interfaz basada en UML, para intentar reducir la curva de aprendizaje y el coste que este problema supone.

## 2. Antecedentes de los autores

Además de revisar el acercamiento que se pretende alcanzar en la presente Tesis Doctoral entre los mundos UML y HL7 a través del paradigma MDE, como parte de este primer capítulo introductorio, se ha considerado interesante incluir antecedentes de los autores en relación con el tema.

Este trabajo surge y ha sido llevado a cabo en el marco de la colaboración y transferencia de conocimientos de 2 grupos de investigación, grupos en los cuales tanto la doctoranda como los directores participan en tareas investigadoras:

- El Grupo de Innovación Tecnológica (GIT) del Hospital Universitario Virgen del Rocío (HUVR). Uno de los marcos estratégicos del grupo GIT es facilitar el desarrollo de sistemas de información clínica en conformidad con HL7.
- El grupo de investigación Ingeniería Web y Testing Temprano (IWT2) de la Universidad de Sevilla<sup>9</sup> (referencia PAIDI TIC021). Uno de los marcos estratégicos del grupo IWT2 es aplicar de forma satisfactoria el paradigma MDE en diferentes ámbitos.

La presente Tesis Doctoral une los marcos estratégicos de ambos grupos de investigación, ofreciendo una metodología basada en UML que permita trabajar sobre los modelos de dominio HL7 facilitando la incorporación de estos modelos de dominio a un sistema software, y reduciendo la curva de aprendizaje de ingenieros de software que pretendan trabajar en el dominio sanitario.

Esta investigación tiene un antecedente claro, la investigación realizada por el grupo IWT2 años atrás en el contexto del proyecto Diraya Atención Especializada [Escalona *et al.* 2010, Escalona *et al.* 2009, Escalona *et al.* 2007a], en la cual se trabajó en la misma línea (aplicar una metodología basada en UML al ámbito sanitario). En dicho proyecto, se realizó una experiencia práctica en este contexto, consistente en la aplicación de la metodología de Ingeniería Web NDT (Navigational Development Techniques) [Escalona *et al.* 2008, Escalona 2004] a la hora de realizar las fases de requisitos y análisis de un gran sistema Web que pretendía dar soporte a los sistemas de información sanitarios de Andalucía. La metodología NDT, para dicho fin, aplica técnicas MDE. En dicha experiencia, se llegó a la

---

<sup>9</sup><http://www.iwt2.org/>

conclusión de que el paradigma MDE aplicado al ámbito sanitario puede reducir el tiempo de desarrollo, así como detectar posibles errores o inconsistencias en fases tempranas.

A inicios del 2013, se comenzó a trabajar en una propuesta directamente relacionada con la presente Tesis Doctoral [Martínez-García 2013]. Se realizó una primera aproximación de una solución para modelar los modelos de dominio HL7 utilizando notación UML, en el contexto de MDE, estudiando las posibilidades de realizar una correspondencia entre los metamodelos de UML y HL7, focalizando principalmente a nivel de requisitos y análisis. En concreto, se cubrieron los siguientes objetivos específicos: (i) Se asentaron los conceptos UML, HL7, MDE, metamodelo, modelo de dominio, así como la relación entre todos ellos. (ii) Se adquirió un conocimiento profundo de los metamodelos de UML y HL7 de forma independiente. (iii) Se analizó teóricamente la correspondencia entre elementos de ambos metamodelos. De este análisis, se concluyó que hay una falta de correspondencia total entre los elementos identificados para realizar el diseño de modelos de dominio de sistemas de información generales basados en UML y el diseño de modelos de dominio de sistemas de información sanitarios basados en HL7. (iv) Se propuso una posible solución a esta falta de correspondencia total, utilizando una extensión del metamodelo de UML a través de estereotipos. Las conclusiones de dicha investigación fueron positivas, teniendo en cuenta que se justificó que extendiendo UML se pueden abarcar completamente los elementos presentes en el metamodelo de HL7. Adicionalmente, se identificaron puntos de trabajo futuro así como líneas de investigación complementarias que podrían enriquecer a la comunidad investigadora.

También se identifica una experiencia anterior relacionada en otro proyecto donde se trabajó en la adaptación de una plataforma de telemedicina a una arquitectura basada en procesos SOA utilizando técnicas MDE [Martínez-García et al. 2015, García-García et al. 2015]. El objetivo del proyecto era adaptar dicha plataforma a una arquitectura basada en procesos SOA para permitir una mayor modularidad, independencia, mantenibilidad y usabilidad durante el desarrollo de nuevos módulos. La plataforma de telemedicina en cuestión es una plataforma del GIT que comenzó a desarrollarse en 2010 en el marco del proyecto PITeS (referencia PI09/90518). Para realizar la adaptación, se aplicó el paradigma MDE, modelando los metamodelos necesarios (el de definición de documentos clínicos según la norma CEN/ISO EN13606 [CEN/ISO 2006], y el de definición de procesos según la norma ISO/IEC TR 24744 [ISO/IEC 2007]), y modelando transformaciones Modelo Text (M2T) para generar código fuente a integrar en la plataforma para incluir un nuevo módulo. Se testeó la herramienta en un escenario real, sobre un registro para pacientes con Lesión Medular, comprobando que aproximadamente el 70% de código necesario se autogeneraba con la herramienta, consiguiendo una importante automatización, y por tanto, reducción de errores y tiempo de desarrollo.

### **3. Estructura de la Tesis Doctoral**

La presente investigación profundiza en el uso de UML en el campo del diseño de los modelos de dominio de HL7. Para ello, se propone la aplicación de técnicas, herramientas y metodologías propias del paradigma MDE. Estos aspectos son presentados a lo largo de los capítulos de esta memoria de Tesis Doctoral estructurada de la siguiente forma:

El Capítulo I ofrece una visión introductoria de esta Tesis Doctoral, presentando la relación de conceptos básicos que motivaron que se comenzara a trabajar en esta línea de investigación, así como los antecedentes que, tanto los autores como los 2 grupos de investigación involucrados en esta investigación, presentan en la temática.

A continuación, el Capítulo II presenta un estado del arte realizado en el marco de la presente Tesis Doctoral, con el objetivo de identificar posibles experiencias existentes en el uso del paradigma MDE en el contexto sanitario. En el primer apartado dentro de dicho capítulo, se define el contexto sobre el cual se han analizado las experiencias previas existentes. En el segundo capítulo, se realiza una Revisión Sistemática de la Literatura que, al concluir que en la literatura científica apenas existen experiencias relacionadas, desemboca en una búsqueda de carácter general en la Web. Finalmente, en dicho apartado, se analizan en profundidad las experiencias identificadas más relevantes, utilizando un esquema de caracterización. Por último, en este segundo capítulo se describen las lecciones aprendidas una vez revisado el estado del arte.

Con la visión alcanzada después de analizar el estado del arte, el Capítulo III centra el problema, presentando un planteamiento específico y detallado de éste, y enunciando los objetivos perseguidos en la presente investigación. Además, se describen las influencias que inicialmente focalizaron esta línea de investigación. Por último, se formaliza una propuesta de solución que resuelve el reto consistente en diseñar modelos de dominio HL7 utilizando una interfaz basada en UML, mediante soluciones guiadas por modelos.

A partir de este punto, una vez establecidos los objetivos derivados del problema a resolver, en los siguientes 3 capítulos, se define el marco de referencia al que hemos denominado MoDHE (MOdel Driven Health Engineering), profundizando sobre cada uno de los elementos en los que se sustenta la solución propuesta, incluyendo metodología, metamodelos, restricciones y transformaciones. El Capítulo IV presenta la metodología propuesta. El Capítulo V presenta los metamodelos utilizados y las restricciones identificadas y modeladas. El Capítulo VI presenta las transformaciones teóricas que hacen de nexo de unión para posibilitar la derivación entre modelos conformes a los metamodelos presentados.

Para materializar y automatizar metodología, metamodelos, restricciones y transformaciones planteados en los capítulos Capítulo IV, Capítulo V y Capítulo VI, se ha desarrollado una herramienta de soporte, registrada como MoDHE Suite. El Capítulo VII muestra los aspectos principales de dicha herramienta.

El Capítulo VIII muestra los resultados de una validación tanto técnica como funcional haciendo uso de la herramienta MoDHE Suite, y por tanto haciendo uso del marco de referencia MoDHE. La validación funcional se ha realizado escenificando un caso real

sobre un marco de interoperabilidad basado en HL7 para la atención de pacientes de hemodiálisis.

Finalmente, el Capítulo IX cierra la memoria de Tesis Doctoral haciendo una reflexión sobre las aportaciones que esta investigación aporta a la comunidad científica, presentando el trabajo futuro que nos planteamos así como nuevas líneas de investigación complementarias.

El Capítulo X presenta las referencias bibliográficas consultadas y referenciadas a lo largo de esta memoria de Tesis Doctoral.

Como primer apéndice, el Anexo A muestra un glosario de términos, definiendo los términos y acrónimos más utilizados en la presente memoria de Tesis Doctoral.

Para facilitar la legibilidad de la presente memoria de Tesis Doctoral, el detalle de todos los elementos presentes en el metamodelo se ha incluido en el Anexo B, incluyendo las restricciones identificadas definidas en lenguaje OCL.

El Anexo C presenta un manual de la herramienta MoDHE Suite, que permitirá a cualquier ingeniero del software diseñar un modelo de dominio conforme a HL7, utilizando una interfaz basada en UML.

El Anexo D incluye la descripción funcional del caso práctico utilizado para validar la herramienta, incluyendo diagramas de casos de uso, clases y actividad, y el modelo basado en el estándar HL7 CDA (Clinical Document Architecture) que aplica al caso en cuestión. Este caso práctico trata sobre el proyecto Prevensalud en el que trabajó el GIT del HUVR, dando respuesta a una necesidad de interoperabilidad entre sistemas sanitarios para cubrir el flujo de información de pacientes en diálisis.

Por último, el Anexo E incluye un resumen de la actividad investigadora de la doctoranda en los últimos 5 años, haciendo especial hincapié en las publicaciones y participación en congresos y proyectos de investigación, así como en certificaciones, comités y cursos, relacionados con la presente Tesis Doctoral.

#### **4. Conclusiones**

La Tesis Doctoral que se presenta en esta memoria viene motivada por el reto de facilitar a la comunidad de ingenieros de software el diseño de modelos de dominio en UML bajo el prisma de HL7, usando para ello el paradigma MDE. El escenario perseguido es acercar los modelos de dominio de sistemas de información sanitarios basados en HL7 con el diseño en UML tomando como base la riqueza que aporta UML y el amplio uso que tiene en la comunidad de ingenieros del software.

El presente capítulo introductorio, además de ofrecer una visión a alto nivel sobre el reto que se pretende solventar con la presente Tesis Doctoral, detalla los antecedentes que presentan los autores, así como los grupos de investigación involucrados.

Además, se proporciona al lector una visión global sobre la estructura que se ha seguido en la presente memoria para detallar los resultados de la investigación realizada en el marco de esta Tesis Doctoral.

## Capítulo II. Trabajos relacionados

---

La presente Tesis Doctoral tiene como objetivo cubrir la necesidad de ofrecer un marco de trabajo basado en modelos UML que permita a los ingenieros del software gestionar de una manera eficaz y eficiente los modelos de dominio conformes a HL7 de los sistemas de información sanitarios que implementen. Dicho marco de trabajo tiene el objetivo de ofrecer la posibilidad de desarrollar dichos sistemas de información sanitaria, mejorar el mantenimiento de éstos, así como de posibilitar la realización de una mejora continua efectiva. Para llevar a cabo este objetivo, se propone el uso de técnicas MDE.

Para realizar una propuesta original, el primer paso a llevar a cabo es identificar y analizar el conocimiento existente en cuanto al uso de HL7 en el marco de MDE.

Para ello, el primer apartado de este capítulo presenta el contexto en el que se enmarca la temática. El segundo apartado, muestra los resultados del estudio del estado del arte de propuestas relacionadas llevado a cabo, identificando los trabajos relacionados más recientes de la literatura actual. El apartado 3 muestra las lecciones aprendidas tras haber analizado este estado del arte. Por último, el apartado 4 presenta unas breves conclusiones sintetizando los aspectos más relevantes del estado del estudio del arte realizado.

### 1. Contexto

A continuación, se presenta el contexto en el que nos enmarcamos cuando nos planteamos hacer un estudio del estado del arte sobre el uso de HL7 en el marco de MDE. Este contexto constituye los antecedentes del estudio del estado del arte expuesto en el presente capítulo, contexto que provocó la necesidad de acometer una revisión sistemática de la literatura siguiendo un método formal.

HL7 es una organización cuya base fundamental apuesta por los estándares en el ámbito sanitario, para conseguir un mundo en el cual podamos acceder y utilizar los datos sanitarios de forma segura donde y cuando lo necesitemos. Así lo describe la visión de la organización mostrada en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Visión de HL7.

---

*“HL7 Vision: A world in which everyone can securely access and use the right health data when and where they need it.”*

---

Esta organización utiliza modelos de información para definir sus estándares. Todos estos modelos de información extienden el MIF, metamodelo de HL7. Encontramos 4 tipos de modelos en HL7<sup>10</sup>.

A continuación, se muestra una breve descripción de cada uno de estos tipos de modelos:

- RIM (Reference Information Model)<sup>11</sup>. Modelo de información de referencia de HL7. Se trata de un modelo estático que representa los elementos que se pueden encontrar en un escenario sanitario. Surgió como resultado del trabajo desempeñado por los grupos de trabajo de HL7, y de sus afiliados internacionales. Gracias al modelado utilizando el RIM, se pueden modelar: actos, entidades, roles, participaciones, etc. Actualmente, el RIM es un estándar aprobado por ANSI (American National Standards Institute)<sup>12</sup>.
- D-MIM (Domain Message Information Model). Refinamiento del RIM que incluye aquellos elementos necesarios para modelar información en un dominio concreto. HL7 cuenta con más de 15 dominios definidos.
- R-MIM (Refined Message Information Model). Subconjunto de un D-MIM concreto, generado mediante restricciones. Dado un escenario determinado, el R-MIM incluye toda la información necesaria para formar un mensaje o un conjunto de mensajes.
- HDM (Hierarchical Message Descriptions). Es una derivación de un R-MIM. Dado un mensaje concreto, el HDM contiene los campos exactos que debe contener, incluyendo la obligatoriedad, la cardinalidad, etc. A partir de los HDM se obtiene el conjunto de reglas necesarias para construir un mensaje determinado.

Aunque HL7 es una organización que claramente apuesta por la estandarización en el campo de la interoperabilidad, la mayoría de los metamodelos de los estándares de HL7 están diseñados en base a un lenguaje gráfico propio.

Algunos miembros de la comunidad HL7 se han planteado la necesidad de utilizar un estándar de modelado en vez del lenguaje de modelado propio en el cual están definidos la mayoría de los metamodelos de HL7. Como ejemplo, en la Wiki de HL7 internacional hay un apartado llamado PIIM<sup>13</sup> (Platform Independent Implementation Model) donde, entre otras discusiones, distintos miembros de HL7 identifican ventajas e inconvenientes que encuentran a la publicación de una especificación UML para los metamodelos de HL7.

---

<sup>10</sup><https://www.hl7.org/documentcenter/public/wg/mnm/hdf/v3guide.doc>

<sup>11</sup><http://www.hl7.org/implement/standards/rim.cfm>

<sup>12</sup><http://www.ansi.org/>

<sup>13</sup><http://wiki.hl7.org/index.php?title=PIIM>

Entre las ventajas, cabe destacar el uso de herramientas estándar, la reducción de la complejidad de las soluciones basadas en HL7, y el aumento de consistencia y trazabilidad de dichas soluciones. Como discusión, se comenta que el desarrollo de este modelo de implementación independiente de la plataforma, es costoso y por ello la comunidad HL7 debe valorar si transformar los metamodelos de HL7 al completo o solo un subconjunto.

Adicionalmente, algunos miembros de la comunidad HL7 se han planteado la posibilidad de utilizar HL7 en el ámbito de MDE:

- En el apartado 'Model Driven Engineering' de la Wiki de HL7<sup>14</sup> hablan de MDE y de su aplicabilidad dentro de los estándares de HL7. Es más, cuando se comenzó a diseñar el estándar v3 de HL7, uno de los objetivos de éste era que siguiera una metodología basada en MDE, pero finalmente el estándar evolucionó y no se llegó a abarcar esta característica.
- En 2012, HL7 comenzó a trabajar en el llamado "HL7 Tooling Challenge"<sup>15</sup> –en adelante 'TC'–, celebrando concursos anuales para fomentar el desarrollo de herramientas HL7 basadas en MDE. El primer TC 2012/2013 pretendía producir herramientas que ayudaran a los implementadores desarrollar artefactos del estándar HL7 v3 basados en el MIF. El siguiente TC 2013/2014 pretendía definir detalladamente y evaluar una metodología para utilizar una herramienta UML que permita gestionar artefactos del estándar HL7 v3. El lector encontrará más información acerca de los TC de HL7 en el apartado 2.2.1 de este capítulo.

Tal y como se evidencia en el presente capítulo, además de los propios miembros de la comunidad HL7, muchos investigadores de la comunidad científica han identificado la necesidad de poder utilizar HL7 en el contexto de MDE, para así poder contar con herramientas de apoyo de modelado, pruebas, etc.

Resumiendo, a lo largo de los últimos años se evidencia que investigadores expertos en HL7 aprecian que el uso de HL7 en el contexto de MDE puede traer beneficios. Esto ha motivado la realización de un estudio del estado del arte que se detalla en el siguiente apartado.

---

<sup>14</sup>[http://wiki.hl7.org/index.php?title=Model\\_Driven\\_Engineering](http://wiki.hl7.org/index.php?title=Model_Driven_Engineering)

<sup>15</sup><http://www.hl7.org/events/toolingchallenge.cfm>

## 2. Estudio del estado del arte de propuestas relacionadas

A lo largo de esta sección se describen las experiencias relacionadas más relevantes encontradas después de haber llevado a cabo un estudio del estado del arte en cuanto a propuestas basadas en el uso de los estándares de HL7 en el contexto de MDE.

Para comenzar este estudio del estado del arte, se inició una búsqueda de otros estudios de estado del arte sobre el uso de estándares de HL7 en el contexto de MDE. No se han identificado trabajos que expongan el estado del arte en este tema.

Para llevar a cabo el estudio del estado del arte se ha optado por realizar una revisión sistemática de la literatura (en adelante 'SLR', por sus siglas en inglés: Systematic Literature Review), método que permite la identificación, evaluación e interpretación de la información existente relevante en un área de investigación específica.

A continuación se presenta la SLR realizada para identificar propuestas relacionadas con el uso de HL7 en el marco de MDE. La revisión finalizó sin obtener resultados prometedores, llegando a la conclusión de que los portales de búsqueda consultados están orientados a trabajos teóricos, pero no a trabajos prácticos relacionados con la temática. Estos trabajos prácticos nos deben interesar debido al carácter práctico de la presente Tesis Doctoral. Por ello, para cubrir el estudio del estado del arte de propuestas relacionadas, se ha optado por realizar una búsqueda general en portales de búsqueda web de propósito general.

### 2.1. Revisión Sistemática de la Literatura

Una SLR es una revisión de la literatura enfocada en una pregunta de investigación cuyo objetivo es identificar, evaluar, seleccionar y sintetizar toda la evidencia relevante de alta calidad relacionada con dicha pregunta de investigación, en un área específica. Gracias a esta metodología, podemos identificar las lagunas existentes relacionadas con la temática para sugerir áreas de investigación prospectivas y novedosas. Las SLR minimizan las posibilidades de desembocar en conclusiones erróneas.

Para la SLR llevada a cabo en la presente Tesis Doctoral nos hemos basado en uno de los métodos más aceptados dentro de la ingeniería del software para realizar este tipo de revisiones [Kitchenham et al. 2007]. Este método propone 3 etapas fundamentales (Figura 1):



**Figura 1.** Etapas fundamentales del SLR

- Planificación de la revisión. En esta etapa se debe describir la necesidad que se ha identificado para realizar el SLR, se deben especificar las preguntas de investigación, así como el protocolo de revisión.
- Desarrollo de la revisión. En esta etapa se identifican y extraen los estudios que se van a tener en cuenta en el SLR.
- Presentación de los resultados de la revisión. En esta etapa se deben presentar los resultados de la revisión, así como especificar mecanismos de diseminación.

Los siguientes 3 subapartados (apartado 2.1.1, apartado 2.1.2, apartado 2.1.3) presentan detalladamente los resultados de cada etapa de la SLR.

### 2.1.1. Planificación de la revisión

Tal y como muestra la Figura 2, este apartado presenta los resultados de haber llevado a cabo la primera etapa de la SLR, es decir, la planificación de la revisión.



**Figura 2.** SLR. Etapa de planificación de la revisión

Esta etapa tiene como objetivo especificar las cuestiones de investigación que se pretenden responder con la revisión, así como fijar todos los parámetros necesarios para definir la estrategia de búsqueda a llevar a cabo (buscadores científicos a consultar, expresión a utilizar a la hora de buscar, criterios de inclusión y exclusión, etc).

#### Cuestiones de investigación

Dado que la presente Tesis Doctoral se centra en el ámbito del uso de HL7 en el contexto de MDE, el estado del arte pretende responder la siguiente cuestión general de investigación: ¿Puede ayudar MDE en el diseño de modelos de dominio basados en HL7?

Dado que esta cuestión es muy abierta, para poder guiar el resto de la SLR, podemos concretarla en las siguientes cuestiones de investigación (CI) más específicas:

- CI1. “¿Existen experiencias previas en el uso de HL7 en el contexto de MDE?”
- CI2. “Las experiencias existentes, ¿pretenden cubrir todos los estándares de HL7?”
- CI3. “¿Qué tipos de técnicas MDE utilizan las experiencias existentes?”
- CI4. “¿Qué temas sin resolver se identifican en los resultados?”

### Expresión de búsqueda

A partir de estas preguntas, se han identificado una serie de términos de búsqueda que serán utilizados en la SLR. La siguiente tabla (Tabla 2) muestra estos términos de búsqueda en función de si están relacionados con MDE o con HL7.

**Tabla 2.** Términos de búsqueda de la SLR.

<b>Términos relacionados con MDE</b>	<b>Términos relacionados con HL7</b>
A1. Model Driven Engineering	B1. Health Level 7
A2. Model Driven Approach	B2. Model Interchange Format
A3. Metamodel	B3. HL7

La expresión EXP\_GLOBAL es la que se ha utilizado en la búsqueda, utilizando los términos descritos anteriormente:

$$EXP\_MDE = (A1 \text{ OR } A2 \text{ OR } A3)$$

$$EXP\_HL7 = (B1 \text{ OR } B2 \text{ OR } B3)$$

$$EXP\_GLOBAL = EXP\_MDE \text{ AND } EXP\_HL7$$

### Buscadores científicos

Las bases de datos (BD) de buscadores científicos electrónicos consideradas en la SLR se muestran en la siguiente tabla (Tabla 3), incluyendo el nombre de la BD en cuestión, así como los campos específicos donde se han aplicado los términos de búsqueda.

**Tabla 3.** Motores de búsqueda tenidos en cuenta en la SLR.

<b>BD</b>	<b>Campos de búsqueda</b>
Pubmed <sup>16</sup>	Título / Resumen
Springer Link <sup>17</sup>	Todo el texto
ScienceDirect <sup>18</sup>	Título / Resumen / Palabras clave
IEEE Xplore <sup>19</sup>	Título / Resumen / Palabras clave
Scopus <sup>20</sup>	Título / Resumen / Palabras clave
ACM DL <sup>21</sup>	Título / Resumen / Palabras clave
TDG Scholar <sup>22</sup>	Todo el texto

En el caso de Springer Link, se ha realizado una búsqueda en todo el texto de los estudios porque el buscador avanzado, en referencia a búsquedas parciales, solo permite realizar búsquedas en el título, lo cual se ha considerado insuficiente para este SLR.

En el caso de TDG Scholar se ha realizado una búsqueda en todo el texto de los estudios, porque en este caso este buscador científico no ofrece buscador avanzado, así que las búsquedas se hacen en todo el texto.

#### Criterios de inclusión/exclusión

El siguiente paso es establecer unos criterios objetivos para preseleccionar, de los estudios encontrados, aquellos que se deseen incluir en el análisis. En el caso de algunos criterios de inclusión/exclusión y en el caso de algunas BD científicas, el propio buscador avanzado de la BD científica provee opciones para ejecutar el criterio. En otros casos, es necesario

---

<sup>16</sup><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

<sup>17</sup><http://link.springer.com/>

<sup>18</sup><http://www.sciencedirect.com/>

<sup>19</sup><http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<sup>20</sup> <https://www.scopus.com/>

<sup>21</sup> <http://dl.acm.org/>

<sup>22</sup> <http://scholar.tdg-seville.info/>

trabajar de forma manual para profundizar y detectar si cada estudio puede contribuir en el trabajo de revisión sistemática.

En la siguiente tabla (Tabla 4), se definen los criterios de inclusión y exclusión que se valorarán sobre los estudios primarios resultantes.

**Tabla 4.** Criterios de inclusión / exclusión.

<b>Criterios de inclusión / exclusión</b>	
Fecha de publicación	Últimos 5 años (desde 2010 inclusive).
Idioma del texto completo	Inglés.
Literatura gris (*)	No se tendrá en cuenta literatura gris, solo trabajos revisados y publicados en revistas de impacto.
Versión completa accesible	No se tendrán en cuenta trabajos cuya versión completa no sea accesible.
Duplicidad	No se tendrán en cuenta trabajos duplicados entre los diferentes buscadores.
Trabajos publicados por la propia autora de esta Tesis Doctoral en relación a ésta	Teniendo en cuenta que se quiere realizar un estado del arte previo a la presente Tesis Doctoral, no se tendrán en cuenta trabajos publicados por la propia autora de esta Tesis Doctoral en relación a ésta.

*(\*) Se entiende por literatura gris, según la descripción publicada por la Universidad Carlos III de Madrid<sup>23</sup>, el conjunto de documentos de muy diversa tipología que no son editados, o que se publican pero distribuyen a través de canales poco convencionales (tesis doctorales, actas de congresos, memorias de proyectos, patentes, etc.).*

En el caso de las BD científicas Scopus, Springer Link e IEEE Xplore, se puede filtrar el criterio "Fecha de publicación" gracias al buscador avanzado que ofrece la propia BD sin necesidad de hacer una revisión manual. El resto de BD científicas y criterios de inclusión / exclusión, requieren un trabajo manual para revisar el cumplimiento.

#### Esquema de caracterización

Por último, con el fin de proporcionar un marco comparativo con el que revisar la relevancia de las experiencias identificadas, se presenta un esquema de caracterización. Este esquema define las características objetivas a tener en cuenta en una experiencia del uso de HL7 en el marco de MDE.

A continuación se listan estas características objetivas:

---

- Estándares de HL7 sobre los que aplica. Esta característica refleja el listado de estándares de HL7 con los que se puede trabajar utilizando la metodología en cuestión.
- Capacidad de ampliación. Esta característica cubre la posibilidad de capacidad de ampliación de la metodología en cuestión para incluir nuevos estándares de HL7.
- Tiempo de madurez. Esta característica refleja la antigüedad de la metodología como indicador de experiencia.
- Comunidad de soporte. Esta característica refleja si la metodología cuenta con una comunidad de usuarios que dé soporte a la metodología.
- Documentación. Esta característica cubre la existencia de documentación pública relacionada con la metodología en cuestión.
- Publicado en revistas. Esta característica recoge si la metodología ha sido publicada en revistas de impacto.
- Publicado en literatura gris. Esta característica recoge si la metodología ha sido publicada en literatura gris (actas de congresos, tesis doctorales, informes, etc).

Una vez identificados los estudios relacionados con el uso de HL7 en el contexto de MDE, se compararán utilizando este marco comparativo.

### 2.1.2. Desarrollo de la revisión

Tal y como muestra la Figura 3, este apartado presenta los resultados de haber llevado a cabo la segunda etapa de la SLR, es decir, el desarrollo de la revisión.



**Figura 3.** SLR. Etapa de desarrollo de la revisión

Una vez seleccionado el método que se va a llevar a cabo para realizar la SLR, definidas las preguntas de investigación, especificados los términos de búsqueda, así como las BD de buscadores científicos a tener en cuenta incluyendo los campos de búsqueda, definidos los criterios de inclusión / exclusión, y definido el esquema de caracterización, se pueden considerar cubiertos los objetivos de la etapa de planificación.

Continuamos con la etapa de desarrollo de la SLR. El objetivo de esta etapa es evaluar la adecuación y relevancia del mayor número posible de estudios primarios relacionados con las preguntas de investigación para su posterior análisis.

La búsqueda de estudios primarios se ha llevado a cabo utilizando los términos de búsqueda indicados en la Tabla 2, sobre las BD electrónicas indicadas en la Tabla 3,

indicando búsquedas sintácticas que incluyen los campos especificados en dicha Tabla 3. Este conjunto de resultados se incluye en la Tabla 5, más específicamente en la columna Encontrados, tabla que muestra los resultados de la SLR.

Una vez identificados los estudios primarios, se lleva a cabo un filtro aplicando los criterios de inclusión / exclusión definidos en la Tabla 4. El resultado del filtro se incluye en la Tabla 5, más específicamente en la columna Preseleccionados.

Una vez preseleccionados los estudios que cumplan los criterios, se ha realizado una lectura rápida de cada uno de ellos. En primer lugar, se ha verificado que el título hace referencia al tema en cuestión (el uso de MDE en sanidad). En segundo lugar, se ha verificado que el resumen, la introducción o los resultados mencionan los objetivos perseguidos por las preguntas de investigación en general. Este último subconjunto se denomina prometedores.

La siguiente tabla (Tabla 5) muestra el número de artículos encontrados, preseleccionados y prometedores para cada una de las BD científicas indicadas en la Tabla 3, una vez aplicadas las expresiones anteriormente definidas.

En el caso de los resultados encontrados, se ha considerado interesante diferenciar los estudios identificados exclusivamente en los casos de términos relacionados con MDE y HL7 por separado (expresiones EXP\_MDE y EXP\_HL7 correspondientemente), y por último la combinación de estudios que tratan sobre MDE y HL7 (expresión EXP\_GLOBAL). De este modo, se pone en evidencia la alta proporción de estudios existentes que estudian los campos MDE y HL7 por separado, y la baja proporción que estudian ambos campos en combinación. Por ejemplo, en el caso de ScienceDirect, encontramos 1151 estudios relacionados con MDE, 14 estudios relacionados con HL7, pero solamente 1 relacionado con ambos campos.

A la hora de comprobar el cumplimiento de los criterios de inclusión / exclusión (columna Preseleccionados), y de realizar una lectura rápida de éstos (columna Prometedores), se han utilizado los estudios identificados que involucran ambos campos de la ciencia, es decir, los resultantes de ejecutar la expresión EXP\_GLOBAL.

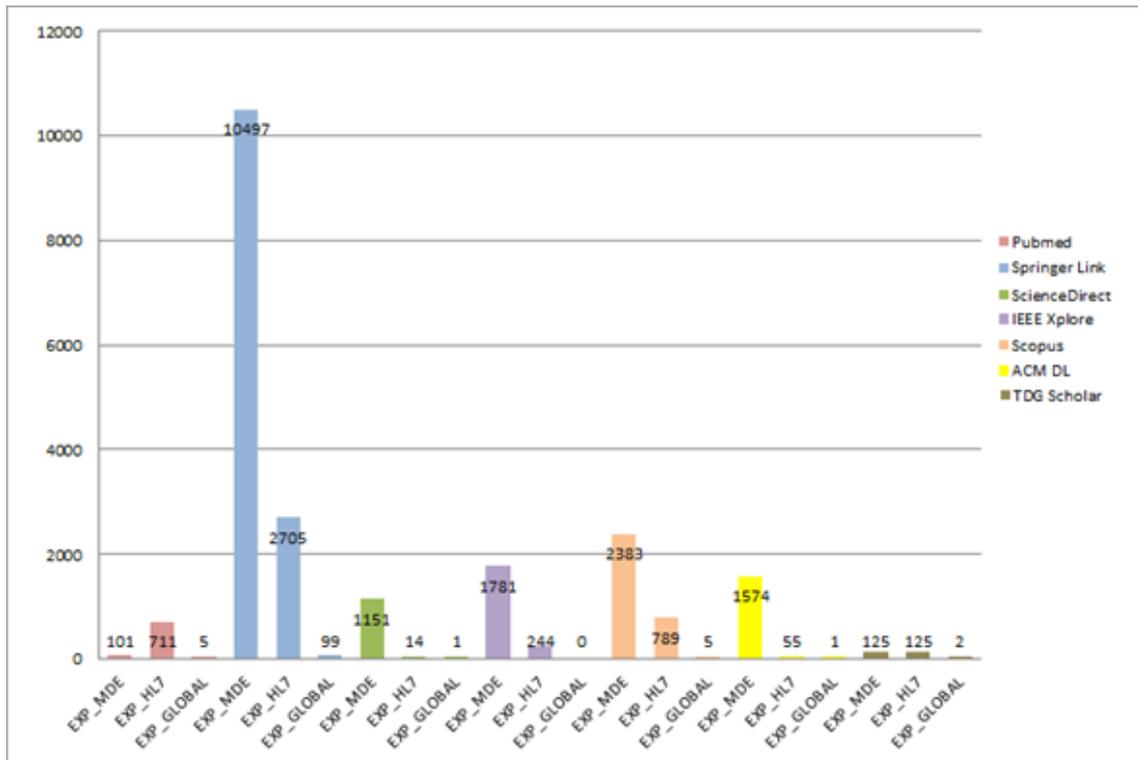
La siguiente tabla (Tabla 5) muestra los resultados encontrados, preseleccionados y prometedores para cada expresión y cada base de datos científica.

**Tabla 5.** Resultados de la SLR.

		<b>Encontrados</b>	<b>Preseleccionados</b>	<b>Prometedores</b>
<b>Pubmed</b>	<i>EXP_MDE</i>	101		
	<i>EXP_HL7</i>	711	0	0
	<i>EXP_GLOBAL</i>	5		
<b>Springer Link</b>	<i>EXP_MDE</i>	10497		
	<i>EXP_HL7</i>	2705	19	1
	<i>EXP_GLOBAL</i>	99		
<b>ScienceDirect</b>	<i>EXP_MDE</i>	1151		
	<i>EXP_HL7</i>	14	0	0
	<i>EXP_GLOBAL</i>	1		
<b>IEEE Xplore</b>	<i>EXP_MDE</i>	1781		
	<i>EXP_HL7</i>	244	0	0
	<i>EXP_GLOBAL</i>	0		
<b>Scopus</b>	<i>EXP_MDE</i>	2383		
	<i>EXP_HL7</i>	789	1	0
	<i>EXP_GLOBAL</i>	5		
<b>ACM DL</b>	<i>EXP_MDE</i>	1574		
	<i>EXP_HL7</i>	55	0	0
	<i>EXP_GLOBAL</i>	1		
<b>TDG Scholar</b>	<i>EXP_MDE</i>	Más de 125 (*)		
	<i>EXP_HL7</i>	Más de 125 (*)	0	0
	<i>EXP_GLOBAL</i>	2		

(\*) El buscador TDG Scholar, en el caso de introducir una búsqueda cuyo resultado ofrezca más de 125 elementos, muestra el texto "More than 125 records were found" y no ofrece la posibilidad de conocer el total de resultados de la búsqueda.

La siguiente figura (Figura 4) muestra gráficamente en un diagrama de barras el conjunto de estudios que fueron encontrados en cada BD científica. Cabe destacar la proporción de estudios relacionados con MDE o HL7 por separado, frente a los estudios relacionados con los 2 mundos a la vez.



**Figura 4.** Estudios encontrados en la SLR

Tal y como muestra la anterior Tabla 5, se han identificado estudios que cumplen los criterios de inclusión / exclusión (columna Preseleccionados). En concreto, 19 estudios seleccionados en el caso de la BD científica Springer Link y 1 estudio preseleccionado en el caso de la BD científica Scopus.

Teniendo en cuenta que el buscador Springer Link no ofrece herramientas para realizar búsquedas en título y resumen de forma similar al resto de BD científicas analizadas, el primer paso para identificar los estudios prometedores de los 19 estudios preseleccionados en la BD Springer Link, ha sido revisar si en el título, resumen o palabras claves aparecían algunos de los términos de búsqueda definidos en la Tabla 2. Por este motivo se descartaron 17 de los 19 estudios.

### 2.1.3. Presentación de los resultados

Tal y como muestra la siguiente figura (Figura 5), este apartado presenta los resultados de haber llevado a cabo la tercera etapa de la SLR, es decir, la presentación de los resultados de la revisión.



**Figura 5.** SLR. Etapa de presentación de los resultados

Se ha realizado una lectura en profundidad de los 2 estudios restantes identificados en Springer Link, y del estudio identificado como preseleccionado en Scopus. A continuación, se muestran una serie de apreciaciones sobre cada estudio.

- [Menárguez-Tortosa et al. 2012] Este estudio identificado en la BD científica Springer Link, trata sobre MDE, pero solo nombra HL7 en la introducción, no llega a hacer uso de HL7 ni de su metamodelo como parte de la metodología. Por ello, no se considera prometedor.
- [Böckmann et al. 2013] Este estudio identificado en la BD científica Springer Link, si se considera prometedor porque utiliza MDE y HL7 como parte del método, y así ha sido incluido en la Tabla 5. Proponen una metodología basada en MDE para dar soporte a la gestión de guías clínicas y la posterior generación de modelos listos para ejecutar para los diferentes sistemas de información hospitalarios. El gran obstáculo que encontramos en este estudio en comparación con la presente Tesis Doctoral, es que se centran en un modelo de dominio específico de HL7 (en concreto, el HL7 Care Plan Model), y no abarca el metamodelo de HL7 en su totalidad. Para aumentar significativamente el impacto, deberían dotar a la herramienta con la capacidad de ampliación permitiendo incluir otros modelos de dominio de HL7.
- [Smith et al. 2010] El estudio identificado en Scopus, trata sobre MDE, pero no utiliza HL7. Ha sido identificado como preseleccionado porque incluye el literal "Model Interchange Format", pero lo utiliza con una semántica diferente a la utilizada por HL7 al nombrar su metamodelo. Por ello, no se considera prometedor.

En vista a los resultados obtenidos, llegamos a varias conclusiones:

- No se puede realizar un análisis comparativo de los resultados, teniendo en cuenta que solo se ha identificado 1 estudio primario como prometedor, y los objetivos del estudio se alejan demasiado a los objetivos de la presente investigación.
- Teniendo en cuenta que estamos realizando una SLR sobre herramientas o soluciones tecnológicas en el uso de los mundos HL7 y MDE de forma combinada, debemos asumir que es completamente necesario utilizar otros recursos, adicionales a los buscadores científicos, como una búsqueda utilizando un buscador de propósito general como Google [Escalona et al. 2014].

Las BD científicas utilizadas están orientadas a trabajos teóricos de investigación, por lo cual no surgen estudios primarios relacionados con la presente Tesis Doctoral, por su carácter sumamente práctico.

Por tanto, para cubrir los objetivos de este apartado y responder a las preguntas de investigación definidas, se opta por realizar una búsqueda general en portales de búsqueda web de propósito general.

Según la metodología llevada a cabo en la presente SLR, en esta fase también se deberían especificar mecanismos de diseminación. En este caso, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, no aplica.

## **2.2. Búsqueda general**

Para realizar la búsqueda general, se ha utilizado el portal de búsqueda web de propósito general Google<sup>24</sup>, incluyendo los mismos términos de búsqueda definidos en la Tabla 2.

La siguiente tabla (Tabla 6) recoge los resultados obtenidos tras llevar a cabo la búsqueda general en cuanto a posibles experiencias del uso de HL7 en el contexto de MDE.

**Tabla 6.** Experiencias identificadas en el uso de HL7 en el contexto de MDE.

<b>Experiencias identificadas</b>
HL7 Tooling Challenge
Ortiz et al.: Transformación de modelos de HL7 a UML
Model Driven Health Tool (MDHT)

En primer lugar, se presentan las características más importantes de cada una de las experiencias identificadas en el uso de HL7 en el contexto de MDE.

En segundo lugar, se evalúa el esquema de caracterización anteriormente definido, para comparar los diferentes resultados.

### *2.2.1. Experiencias identificadas*

#### HL7 Tooling Challenge

HL7 da especial importancia a la creación de herramientas HL7 que ayuden a los implementadores HL7 a gestionar artefactos basados en los estándares HL7. Como muestra de ello, en 2012 se publica el primer HL7 Tooling Challenge, concurso para fomentar el desarrollo de herramientas HL7. El concurso está patrocinado por Sparx Systems<sup>25</sup>, proveedor líder de herramientas de modelado basadas en estándares, y empresa creadora de Enterprise Architect (EA).

---

<sup>24</sup> <https://www.google.es/>

<sup>25</sup> <https://www.sparxsystems.es/>

El TC 2012/2013<sup>26</sup> consistía en producir un perfil UML para los modelos estáticos del MIF haciendo uso de la herramienta EA, permitiendo a las herramientas de modelado UML comerciales trabajar con modelos estáticos de HL7, los cuales presentan características que requieren la extensión de las expresiones UML estándares. En septiembre de 2012 se comenzó a anunciar este primer TC.

En este caso, los criterios que determinaron el ganador fueron:

- Validez del perfil según los perfiles UML definidos por la OMG.
- Validez del perfil representando las construcciones del modelo estático del MIF.
- Capacidad del perfil para ser utilizado en EA para construir modelos estáticos HL7 válidos conformes al MIF.
- Rigurosidad de la documentación del perfil.
- Capacidad del perfil para crear nuevos modelos basados en el estándar HL7 v3.
- Extensibilidad del perfil.
- Capacidad para realizar cambios en la metodología.

Los participantes podían presentar sus contribuciones hasta el 1 de Julio de 2013. Al equipo ganador se le premió con una cantidad monetaria de 4.000\$ USD. El 1 de octubre de 2013 se comenzó a difundir el ganador de este concurso, condecorado en la Working Group Meeting de septiembre de 2013<sup>27</sup>. Los ganadores de este concurso fueron Antoni Olivé y Antonio Villegas, profesores de la Universidad Politécnica de Cataluña.

El TC 2013/2014<sup>28</sup> consistía en definir detalladamente y evaluar una metodología para utilizar una herramienta UML off-the-shelf para gestionar artefactos de HL7 v3, permitiendo a un desarrollador crear una herramienta que cubra las necesidades de HL7. A finales de 2013 se comenzó a anunciar este segundo TC.

En este caso, los criterios que determinarían el ganador eran:

- Representación válida y completa de un perfil UML que represente los modelos estáticos del MIF.

---

<sup>26</sup>[http://wiki.hl7.org/index.php?title=HL7\\_Tooling\\_Challenge\\_2013](http://wiki.hl7.org/index.php?title=HL7_Tooling_Challenge_2013)

<sup>27</sup><http://www.healthcareitnews.com/press-release/hl7-sparx-systems-announce-winners-2012-2013-tooling-challenge>

<sup>28</sup>[http://wiki.hl7.org/index.php?title=HL7\\_Tooling\\_Challenge](http://wiki.hl7.org/index.php?title=HL7_Tooling_Challenge)

- Validez del perfil UML, y capacidad de interoperabilidad con otros estándares de la OMG.
- Capacidad del perfil para producir modelos.
- Documentación acerca de las dificultades encontradas al aplicar el perfil UML.
- Perfil UML correctamente documentado y fácil de entender para nuevos desarrolladores de artefactos HL7 v3.
- Extensibilidad del perfil.
- Capacidad para realizar cambios en la metodología.

Los participantes podrían presentar sus contribuciones hasta el 1 de Julio de 2014. Según se indica en la página del Tooling Challenge de HL7, el ganador se anunciaría durante la Working Group Meeting de septiembre de 2014. Finalmente, HL7 declaró que no habría ganador para este concurso por falta de propuestas.

Derivado de la falta de propuestas en la edición 2013/2014, HL7 decidió no publicar nuevos concursos Tooling Challenge 2014/2015 o 2015/2016, cerrándose así la corta trayectoria (solo 2 ediciones) que tuvo esta iniciativa conjunta entre HL7 y Sparx Systems para realizar herramientas HL7 basadas en MDE.

A principios de 2016, HL7 publica un nuevo concurso con el mismo nombre, Tooling Challenge, pero en este caso no está patrocinado por Sparx Systems, y no está enfocado al desarrollo de herramientas HL7 basadas en MDE. En este caso, la propuesta consiste en el desarrollo de una herramienta para trabajar con documentos basados en el estándar HL7 Consolidated Clinical Document Architecture (CCDA).

#### *Ortiz et al.: Transformación de modelos de HL7 a UML*

Esta investigación [Ortiz et al. 2011a] comenzó a raíz del Proyecto Fin de Carrera (PFC) de David Ortiz [Ortiz et al. 2011b], estudiante de Ingeniería Informática de la Facultat d' Informàtica de Barcelona (FIB). Tras identificar dificultades consecuentes de la utilización de un lenguaje de modelado propio en HL7, propusieron realizar una traducción de los modelos de dominio de HL7 a una nomenclatura UML.

Para representar los metamodelos de HL7 y UML, estos investigadores utilizaron el formato .ecore, lenguaje propio de la herramienta Eclipse para definir metamodelos<sup>29</sup>. El metamodelo de UML no lo tuvieron que diseñar ellos mismos, ya que la OMG se encarga de dicho diseño. Tampoco tuvieron que desarrollar la versión en formato .ecore, porque ese trabajo ya lo han realizado distintos grupos de desarrollo de Eclipse.

---

<sup>29</sup> <https://eclipse.org/modeling/>

En cambio, el metamodelo de HL7 si lo diseñaron ellos mismos. Así lo describe el autor David Ortiz en la afirmación mostrada en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Introducción al diseño de un metamodelo de HL7 [Ortiz et al. 2011b]

---

*“Los modelos disponibles en el estándar HL7, se rigen por toda una serie de normas y restricciones definidas implícitamente. El primer paso que debemos dar, consiste en diseñar un metamodelo que refleje todas esas características y del cual, todos los modelos disponibles en el estándar se puedan considerar instancias.”*

---

En este trabajo, no se justifica la decisión de diseñar un metamodelo para HL7 en vez de utilizar los metamodelos de HL7 ya existentes.

De hecho, en la memoria del PFC de David Ortiz, nombran el MIF como un posible formato en el que utilizar un modelo HL7, concepto claramente equivocado a día de hoy, tal y como indican los autores en la afirmación mostrada en la Tabla 8:

**Tabla 8.** Formatos disponibles de los modelos HL7 [Ortiz et al. 2011b]

---

*“La información de los modelos del estándar HL7, se encuentra disponible en distintos formatos. En el proyecto que nos ocupa, se ha optado por utilizar los archivos MIF (Model Interchange Format).”*

---

En esta investigación, han llegado a implementar las transformaciones de un metamodelo HL7 -diseñado por ellos mismos- al metamodelo de UML, realizando una prueba práctica de transformar el modelo de dominio de HL7 v3 a modelos UML.

Los directores de esta investigación coinciden con los ganadores del HL7 Tooling Challenge 2012/2013 que se publicaría algo más de un año después, concurso detallado al comienzo del presente apartado, en la sección con encabezado ‘HL7 Tooling Challenge’.

#### *Model Driven Health Tool (MDHT)*

El proyecto de código abierto Model-Driven Health Tools (MDHT)<sup>30</sup> desarrolla un marco de modelado común con el objetivo de promover y mejorar la interoperabilidad en las

---

<sup>30</sup><https://www.projects.openhealthtools.org/sf/projects/mdht/>

infraestructuras sanitaria, permitiendo la creación de modelos procesables por ordenador, basados en CDA, haciendo uso de plantillas basadas en UML. Para ello, ofrece un marco común de modelado que incluye herramientas que dan soporte a la creación, diseño y publicación de artefactos.

MDHT da soporte al ciclo de vida completo del desarrollo de estándares, ofreciendo una solución que permite colaborar activamente a diseñadores e implementadores.

Esta propuesta centra sus esfuerzos en uno de los estándares primarios de HL7, CDA, pero no cubre el espectro completo de conceptos que existe en los metamodelos de HL7.

Gracias al uso del marco desarrollado por MDHT, se pueden conseguir los siguientes beneficios:

- Publicación de una API Java para implementar los modelos.
- Generación automática de herramientas de validación.
- Publicación automática de guías de implementación.
- Reducción de los costes y tiempos de desarrollo, ofreciendo documentación concisa con recursos de implementación que soporten dichos desarrollos.
- Reutilización de plantillas existentes.
- Compartición de guías de implementación para iniciativas futuras.
- Mejorar la comunicación y el intercambio de información, lo cual finalmente desemboca en una mejor gestión de los datos de los pacientes.

A día de hoy, este proyecto ha permitido construir modelos de algunas especificaciones existentes de HL7 (HL7 Continuity of Care Document<sup>31</sup>, HL7 CDA implementation guide Public Health Case Reports<sup>32</sup>, HL7 CDA implementation guide Personal Healthcare Monitoring Report<sup>33</sup>, HL7 Common Document Types<sup>34</sup>), así como otras especificaciones mantenidas por otras organizaciones (IHE Patient Care Coordination Technical Framework<sup>35</sup>, HITSP C83<sup>36</sup> Sections and Entries).

---

<sup>31</sup>[http://www.hl7.org/implement/standards/product\\_brief.cfm?product\\_id=6](http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=6)

<sup>32</sup>[http://www.hl7.org/implement/standards/product\\_brief.cfm?product\\_id=34](http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=34)

<sup>33</sup>

<http://www.hl7.org/special/committees/projman/searchableprojectindex.cfm?action=edit&ProjectNumber=209>

<sup>34</sup>[http://wiki.hl7.org/index.php?title=CDA\\_for\\_Common\\_Document\\_Types\\_%28CDA4CDT%29](http://wiki.hl7.org/index.php?title=CDA_for_Common_Document_Types_%28CDA4CDT%29)

<sup>35</sup>[http://www.ihe.net/Patient\\_Care\\_Coordination/](http://www.ihe.net/Patient_Care_Coordination/)

En la literatura gris, se pueden encontrar algunos trabajos presentados a congresos sobre el uso satisfactorio del conjunto de herramientas ofrecidas por MDHT [Renly et al. 2012, Farkash et al. 2012].

### 2.2.2. Ejecución del esquema de caracterización

La siguiente tabla (Tabla 9) recoge de manera completa los resultados obtenidos tras la evaluación de cada una de las características objetivas definidas en el esquema de caracterización, evaluadas sobre cada una de las experiencias descritas en la sección anterior.

**Tabla 9.** Resultados evaluación características

<b>Característica</b>	<b>HL7 Tooling Challenge</b>	<b>Ortiz et al.: Transformación de modelos de HL7 a UML</b>	<b>MDHT</b>
<b>Estándares HL7</b>	HL7 v3	HL7 v3	HL7 CDA
<b>Ampliable</b>	No	No	No
<b>Madurez</b>	2012	2011	2009
<b>Comunidad</b>	No	No	Si
<b>Documentación</b>	No	Si	Si
<b>Revistas</b>	No	No	No
<b>Literatura gris</b>	Si	Si	Si

Analizando los resultados obtenidos tras la evaluación de cada una de las características del esquema de caracterización, cabe destacar que las 3 experiencias se centran en un solo estándar de HL7, y no presentan capacidad de ampliación. MDHT se diferencia levemente de las otras 2 experiencias por tener unos años más de madurez y por presentar una comunidad de usuarios que, junto a la documentación, puede dar soporte al uso de sus herramientas.

<sup>36</sup>[http://www.hitsp.org/ConstructSet\\_Details.aspx?&PrefixAlpha=4&PrefixNumeric=83](http://www.hitsp.org/ConstructSet_Details.aspx?&PrefixAlpha=4&PrefixNumeric=83)

### **2.3. Análisis de las cuestiones de investigación**

Teniendo en cuenta los resultados de la revisión sistemática de la literatura, así como los resultados de la revisión general, a continuación se analiza cada una de las cuestiones de investigación definidas en la fase de planificación de la revisión.

#### CI1: ¿Existen experiencias previas en el uso de HL7 en el contexto de MDE?

Si, existen experiencias previas en el uso de HL7 en el contexto de MDE, desde hace más de una década.

Tras realizar una SLR rigurosa en 7 BD científicas, solamente se ha identificado 1 estudio prometedor. En cambio, al realizar una búsqueda general en el buscador de propósito general Google, se han identificado algunas experiencias de gran magnitud que trabajan en este campo. Estas experiencias no han sido publicadas en revistas de impacto, en cambio sí han sido publicadas en literatura gris.

Todas las experiencias identificadas se centran en un estándar de HL7 y no cuentan con capacidades de ampliación para incluir todos los estándares de HL7.

#### CI2: Las experiencias existentes, ¿pretenden cubrir todos los estándares de HL7?

No, las experiencias existentes se centran en un metamodelo específico de HL7, como puede ser el metamodelo del estándar CDA o el metamodelo del estándar v3.

Se podría aumentar significativamente el impacto de las herramientas construidas en estas experiencias si se definieran mecanismos de ampliación para incluir otros estándares de HL7, teniendo en cuenta que HL7 cuenta con cientos de estándares diferentes.

#### CI3: ¿Qué tipos de técnicas MDE utilizan las experiencias existentes?

En las experiencias existentes, para conseguir un escenario de herramientas MDE, hemos identificado el uso de diferentes tipos de técnicas complementarias entre ellas: Modelado de perfiles UML, modelado de metamodelos, restricciones en OCL (Object Constraint Language), transformaciones automáticas entre modelos dado un metamodelo origen y un metamodelo destino, representaciones XMI, mecanismos de refinamiento de UML, reglas de transformación en ATL (Atlas Transformation Language), etc.

#### CI4: ¿Qué temas sin resolver se identifican en los resultados?

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, identificamos la necesidad de trabajar en un marco de trabajo que presente una capacidad de ampliación para cubrir el metamodelo completo de HL7, para así poder incluir nuevos metamodelos con poco esfuerzo y ofrecer la capacidad de trabajar con cualquiera de los estándares de HL7 existentes.

### 3. Lecciones aprendidas

En el apartado 2.1 del presente capítulo se ha realizado una SLR. Al concluir que en la literatura científica apenas existen experiencias previas relacionadas, identificando 1 solo resultado prometedor, se ha realizado una revisión general en la Web (apartado 2.2 del presente capítulo). Se analizaron las diferentes experiencias encontradas siguiendo un esquema de caracterización (apartado 2.2.2), y se dio respuesta a las cuestiones de investigación propuestas (apartado 2.3).

Teniendo en cuenta los trabajos relacionados identificados, se pone de manifiesto desde hace años la importancia del modelado de información en el ámbito sanitario para compartir conocimiento, mejorar los procesos y documentar los requisitos de las soluciones de sistemas de información sanitarios. El hecho de que existan experiencias previas en el uso de HL7 en el contexto de MDE refuerza el interés identificado por la autora de la presente Tesis Doctoral para trabajar en esta línea.

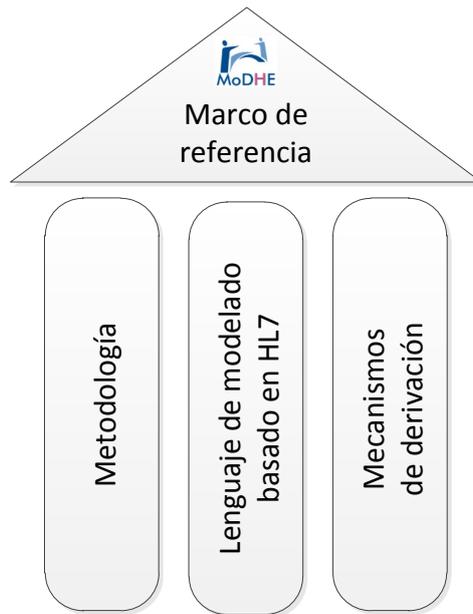
Aunque las experiencias anteriormente descritas combinan las temáticas de MDE y HL7, encontramos principalmente un obstáculo: aunque aplican técnicas basadas en MDE (transformación entre modelos, generación automática de código, etc.), no llegan a tratar el metamodelo de HL7 en su totalidad, ya que se centran en un metamodelo específico de HL7. Derivado de esta decisión, estas experiencias tienen menos impacto.

La presente Tesis Doctoral aporta un marco de referencia compuesto por 3 pilares básicos que ofrece el siguiente valor añadido a la base científica existente:

- Metodología. Procedimiento para diseñar modelos de dominio HL7 en un proyecto de software sanitario, utilizado una interfaz basada en UML.
- Lenguaje de modelado basado en HL7. Lenguaje que extiende a UML para modelar sistemas de información sanitarios conformes a todo el espectro de estándares de HL7.
- Mecanismos de derivación. Elemento clave para hacer posible la interoperabilidad entre estándares, y para facilitar la mantenibilidad y extensión de los sistemas.

Este marco de referencia ha sido denominado MoDHE (MOdel Driven Health Engineering) por su estrecha relación con el paradigma MDE y con el contexto sanitario.

La siguiente figura (Figura 6) refleja este planteamiento basado en pilares:



**Figura 6.** Marco de referencia

#### 4. Conclusiones

En el presente capítulo, se ha realizado un análisis del estado del arte en referencia al uso de HL7 en el contexto de MDE. El apartado 1 analiza el contexto en el que se enmarca el estado del arte. El apartado 2 presenta la SLR realizada, desembocando en una búsqueda general en la Web por no encontrar suficientes resultados prometedores. Los resultados identificados en la búsqueda general fueron comparados siguiendo un esquema de caracterización. El apartado 3 presenta una reflexión de las lecciones aprendidas y el valor añadido que aporta la presente Tesis Doctoral respecto a la base científica existente.

Experiencias previas proponen traducir los metamodelos de HL7 modelados en un lenguaje gráfico propio a un lenguaje de propósito general como UML. El planteamiento expuesto en la presente memoria, a diferencia de estas experiencias, ofrece un enfoque diferente, a favor de la libertad de elección (lenguaje propio de HL7 vs lenguaje de propósito general UML), facilitando el diseño de modelos de dominio HL7 en cualquiera de estos casos, gracias al uso de un marco de referencia (bautizado como MoDHE).

Otras experiencias han estudiado la correspondencia entre UML y un metamodelo específico de HL7, traduciendo elementos de un metamodelo a otro. Estas experiencias no llegan al nivel de abstracción de la presente Tesis Doctoral, debido a que se centran en un solo estándar de HL7.

No se han encontrado experiencias previas que pretendan utilizar HL7 en el contexto de MDE haciendo una correspondencia de los elementos de sus metamodelos con UML, con el objetivo de ofrecer una herramienta a los ingenieros del software con la que puedan trabajar con UML directamente (pudiendo apoyarse en todas las herramientas existentes para UML en el contexto de MDE) y con la que de forma transparente estén trabajando con los metamodelos de HL7.

## Capítulo III. Propuesta detallada

---

Los anteriores capítulos (Capítulo I y Capítulo II) asientan las bases teóricas del reto consistente en diseñar modelos de dominio HL7 utilizando elementos propios de UML, mediante soluciones guiadas por modelos. Estas bases introducen los conceptos básicos utilizados en la presente línea de investigación, así como el estado del arte actual sobre el tema.

En el presente capítulo, se detalla el planteamiento del problema, así como los objetivos definidos en esta Tesis Doctoral. También se presentan los aspectos que han influenciado a esta investigación. Por último, se presenta una propuesta de solución que cubre los objetivos planteados, incluyendo una definición formal de la propuesta.

### 1. Planteamiento del problema

Una vez analizados los trabajos existentes relacionados con el reto consistente en diseñar modelos de dominio HL7 por ingenieros del software haciendo uso de soluciones guiadas por modelos, nos planteamos buscar solución a los siguientes problemas:

- Curva de aprendizaje. UML es un lenguaje estándar de modelado de sistemas software ampliamente conocido y utilizado. La mayoría de los metamodelos de HL7 están diseñados siguiendo un lenguaje de modelado gráfico propio, el cual solo es conocido y utilizado por los miembros de HL7, así como aquellos ingenieros del software que alguna vez se hayan enfrentado a ellos. Algunos metamodelos de HL7 ni siquiera están modelados de un modo gráfico, sino de forma textual a través de extensos documentos. Por ello, si un ingeniero del software desea diseñar un sistema sanitario basado en HL7, se enfrenta a una curva de aprendizaje mayor, frente a diseñar un modelo de dominio UML.
- Usabilidad. Las herramientas que permiten trabajar con los estándares de HL7 son muy limitadas, y menos usables que las que utilizan un lenguaje de modelado estándar por utilizar de forma explícita la semántica de HL7. En cambio, existen multitud de herramientas para diseñar sistemas con UML. Estas herramientas son más usables por estar el ingeniero del software más familiarizado con la semántica de UML. Si un ingeniero del software diseña un sistema de información sanitario haciendo uso de una herramienta que consiga establecer conformidad de elementos de UML con elementos de HL7 de forma transparente, la usabilidad de la herramienta podrá ser mucho mayor.
- Mantenibilidad y adaptación. Teniendo en cuenta la enorme complejidad y magnitud de los estándares de HL7, los sistemas de información creados en base a HL7 son menos mantenibles y tienen una capacidad de adaptación al cambio

menor. En cambio, si valoramos la mantenibilidad y capacidad de adaptación de un sistema de información basado en UML, podríamos deducir que el sistema será mantenible y adaptable a cambios, ya que UML es un lenguaje de modelado ampliamente conocido por los ingenieros del software.

Con todo esto, se evidencia la necesidad de ofrecer a los ingenieros del software un marco de referencia que les permita acercar los 2 mundos: el lenguaje de modelado de propósito general UML y los estándares de HL7, a través del paradigma MDE.

## 2. Objetivos

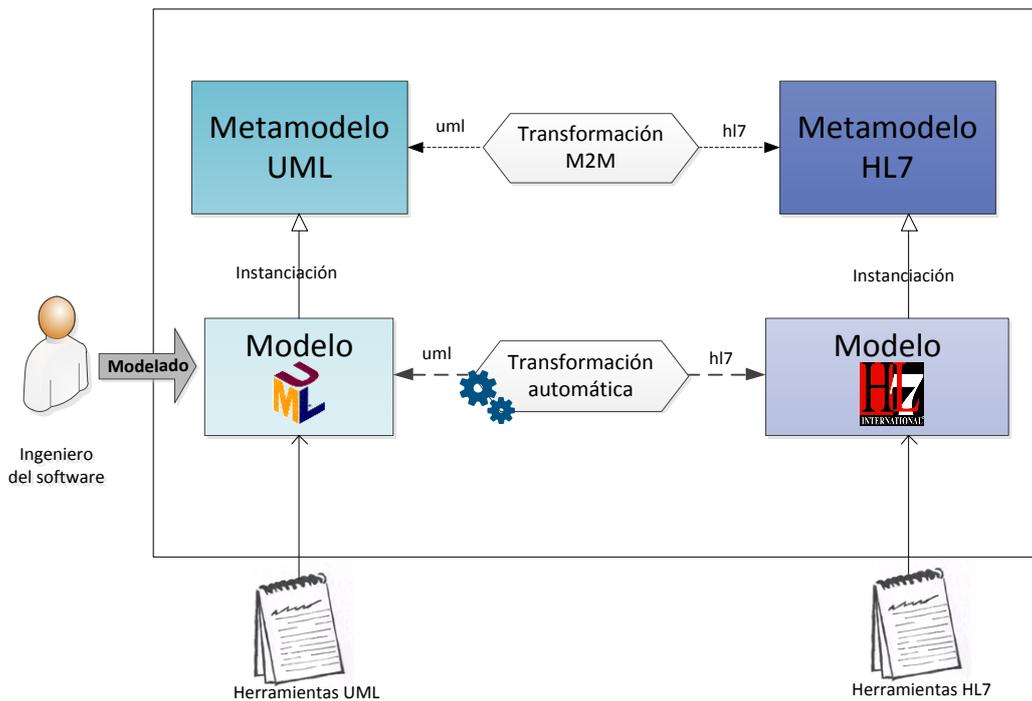
El objetivo principal de la Tesis Doctoral propuesta es el siguiente:

**Objetivo Principal.** Desarrollar una solución que permita, de una manera transparente y sistemática para el equipo de desarrollo, diseñar modelos de dominio HL7 modelando directamente en UML.

Para llegar a este objetivo principal, plantearemos una hipótesis de partida:

**Hipótesis.** La ingeniería guiada por modelos puede ser un paradigma válido para conseguir el Objetivo Principal definido, puesto que, si se consigue una solución basada en dicho paradigma que permita al ingeniero del software definir modelos HL7 modelando directamente en UML, de una manera sistemática y transparente para el usuario final, el Objetivo Principal de este trabajo se vería cumplido.

Partiendo de esta hipótesis, la Figura 7 muestra gráficamente la solución propuesta. A la izquierda, el ingeniero del software interactúa con el sistema modelando en UML. Este modelo en UML se transforma automáticamente en modelos HL7 gracias a los metamodelos de UML y HL7 que, de forma transparente, ejecutan reglas de transformación entre ellos.



**Figura 7.** Solución desarrollada en la presente Tesis Doctoral

Los objetivos específicos de la Tesis Doctoral que se detalla en la presente memoria, son los siguientes:

**OE1.** Realizar un **estudio del estado del arte** para identificar propuestas para el diseño de modelos de dominio basados en HL7 haciendo uso del paradigma de la ingeniería dirigida por modelos. Este estudio se ha de desarrollar aplicando una metodología de Revisión Sistemática de la Literatura. Este objetivo queda resuelto en el Capítulo II.

**OE2.** Definir y desarrollar una **propuesta metodológica** para diseñar modelos de dominio HL7 de una manera sistemática, consiguiendo reducir los costes de aprendizaje. Se utilizará para ello el paradigma guiado por modelos y los mecanismos de extensión de UML. Este objetivo queda resuelto en el Capítulo IV, donde se detalla la metodología.

**OE3.** Definir un **metamodelo de diseño de modelos de dominio HL7** para poder modelar sistemas de información sanitarios en conformidad con los siguientes estándares de HL7: v3, CDA y v2.x. Dicho metamodelo y sus restricciones correspondientes se describen de manera formal, completa y exhaustiva en apartado 1 del Capítulo V de la presente memoria.

**OE4.** Definir un conjunto de **mecanismos de derivación sistemáticos** que habiliten la trazabilidad entre diferentes modelos conformes a diferentes estándares de HL7. En el apartado 2 del Capítulo VI de la presente memoria se incluye el contenido teórico que resuelve este objetivo específico.

**OE5.** Desarrollar una versión aplicable de los metamodelos y de los mecanismos de derivación mencionados en los objetivos OE3 y OE4, a través de la implementación de una **herramienta CASE** que dé soporte a estas definiciones y procesos. Este objetivo queda cubierto por la implementación de la herramienta ModHE Suite, cuyos aspectos principales se presentan en el Capítulo VII.

**OE6. Evaluar los resultados** obtenidos en un escenario real basado en la instanciación de la solución en un entorno de producción cuya aplicación haya sido considerada como satisfactoria. Este objetivo queda resuelto en el Capítulo VIII.

### **3. Influencias**

La presente Tesis Doctoral ha sido influenciada por diferentes aspectos relacionados con los ámbitos de la investigación, la informática, la ingeniería y el mundo sanitario.

Una notable influencia ha sido el estándar de modelado de propósito general UML, así como el paradigma de la ingeniería dirigida por modelos, influencias descritas a continuación en los apartados 3.1 y 3.3 correspondientemente.

Otra influencia importante ha sido la organización HL7, así como los estándares y grupos de trabajo sobre los que esta organización centra sus esfuerzos. Esta influencia se refuerza por el hecho de que el desarrollo de esta Tesis Doctoral se gesta en el seno del grupo GIT –en colaboración conjunta con el grupo IWT2–, grupo de investigación que incluye el uso de estándares de informática sanitaria entre sus líneas principales de actuación. Esta influencia se detalla a continuación en el apartado 3.2.

Por último, también cabe destacar la influencia provocada por la metodología NDT [Escalona et al. 2008, Escalona 2004], justificada porque el desarrollo de la presente Tesis Doctoral se gesta en el seno del grupo IWT2 –en colaboración conjunta con el grupo GIT–, grupo que incluye la metodología NDT como uno de sus principales activos. Esta influencia se detalla en el apartado 3.4.

Una vez introducidas las propuestas más influyentes que han servido como base para obtener los resultados de la presente Tesis Doctoral, este apartado describe con más detalle estas influencias.

#### **3.1. Lenguaje de Modelado Unificado (UML)**

UML es el lenguaje de modelado propuesto por la OMG.

Los lenguajes de modelado permiten definir las entidades y relaciones que presenta un sistema de información, permitiendo así diseñar el sistema software en todas las fases del ciclo de vida del software.

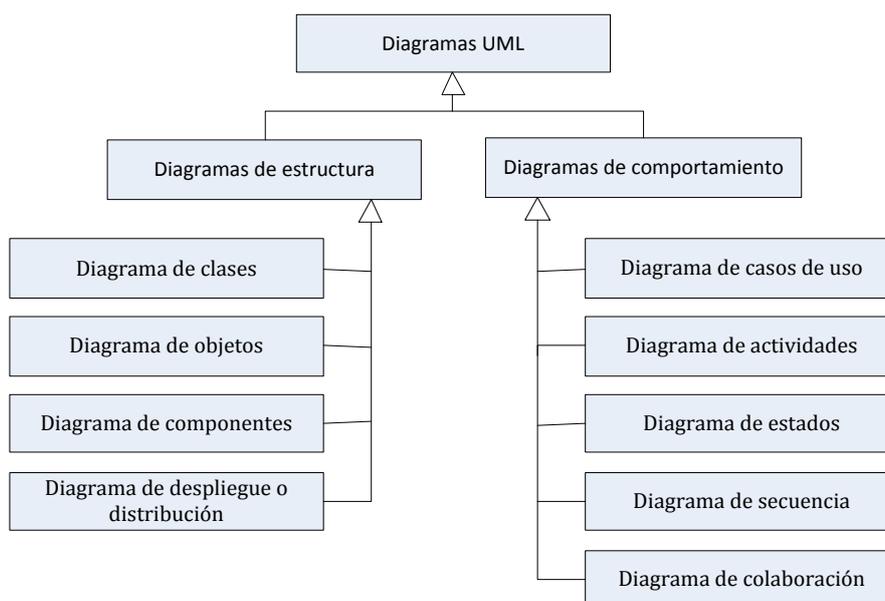
UML ayuda a realizar especificaciones y documentación, desde el punto de vista de estructura y diseño, de los modelos de dominio de los sistemas software.

Gracias al uso de UML, a la hora de realizar la definición y el diseño de nuestro sistema software, podemos encontrar, entre otros, los siguientes beneficios [Hernandez-Orallo 2009]:

- Independencia con la arquitectura. UML permite modelar cualquier tipo de aplicación, independientemente del hardware, sistema operativo y lenguajes de programación que se utilicen en la implementación y despliegue del sistema.
- Curva de aprendizaje corta. La mayoría de los ingenieros del software conocen UML, ya que es el lenguaje estándar de modelado más utilizado. Aunque no se conozca en profundidad, es común conocer los conceptos mínimos de UML, por haber recibido formación, y comúnmente por haber revisado diseños de sistemas que utilizan UML.
- Herramientas basadas en UML. Tanto en el mercado de código abierto como en el mercado privado, existen multitud de herramientas basadas en UML que permiten especificar el diseño de un sistema con UML. También hay multitud de herramientas que permiten explotar los diagramas UML para facilitar el trabajo de los ingenieros del software, como por ejemplo, el paquete NDT [Escalona *et al.* 2008, Escalona 2004] (para más información acerca de NDT, consultar el apartado 3.4 del presente capítulo).

### 3.1.1. Diagramas disponibles en UML

Los diagramas de UML abarcan la representación gráfica de los elementos y las relaciones existentes entre estos elementos. La siguiente figura (Figura 8) muestra los diagramas que ofrece UML [OMG 2015c], organizados según abarquen estructura o comportamiento.



**Figura 8.** Diagramas ofrecidos por UML

### 3.2. HL7

HL7 es una organización sin ánimo de lucro fundada en 1987 que define estándares de interoperabilidad relacionados con los sistemas de información sanitarios, con varios millares de miembros afiliados de más de 55 países repartidos por todo el mundo. Los miembros de esta organización desarrollan, mantienen y promueven estándares relacionados con el intercambio y la integración de información clínica, con el objetivo de dar apoyo a la práctica clínica y a la gestión, desarrollo y evaluación de servicios sanitarios.

El nombre de la organización tiene el siguiente significado: “Level Seven” o “nivel 7” hace referencia a la séptima capa del modelo OSI (Open Systems Interconnection, ISO/IEC 7498-1), el cual corresponde con el nivel de aplicación. La capa de aplicación del modelo OSI define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos. Es por ello que la organización HL7 se formó con este nombre, porque desarrollan estándares que dan soporte a la interoperabilidad o intercambio de procesos y/o datos siempre en un entorno sanitario.

La doctoranda, además de haber desempeñado tareas técnicas relacionadas con algunos estándares de HL7 en su trayectoria laboral, posee 2 certificaciones de HL7:

- Certified HL7 CDA Specialists (junio 2011).
- Certified HL7 V2.7 Chapter 2 Control Specialists (junio 2012).

Adicionalmente, desde julio de 2011 hasta agosto de 2012, la doctoranda colaboró en el Comité Técnico de HL7 Spain, más específicamente en el “Grupo de Trabajo Guía de CDA de Espirometría”, participando en la definición de una guía de implementación CDA sobre espirometría [HL7 Spain 2012].

#### 3.2.1. Estándares de HL7

HL7 abarca el ciclo completo de la especificación de estándares, ocupándose de tareas de: desarrollo, adopción, reconocimiento, utilización y adherencia.

A día de hoy, HL7 cuenta con 387 estándares<sup>37</sup>, de los cuales 96 han sido aprobados por ANSI (American National Standards Institute). Antiguamente, para hacer uso de los estándares de HL7 era necesario haberse suscrito oficialmente a la organización (suscripción de pago). Desde 2013, los estándares de HL7 son de libre acceso, con el objetivo de mejorar la relación de la comunidad internacional de la salud, y de aumentar la adopción de estos estándares.

---

<sup>37</sup>[http://www.hl7.org/implement/standards/product\\_matrix.cfm?ref=nav](http://www.hl7.org/implement/standards/product_matrix.cfm?ref=nav)

Los estándares de HL7 pueden clasificarse en 7 categorías, pudiendo estar incluido un estándar en varias categorías a la vez:

- Section 1: Primary Standards. En esta categoría, se agrupan los estándares de HL7 más populares, de mayor demanda o de uso más frecuente. Entre otros, se incluyen los estándares HL7 v3, HL7 v2.x y HL7 CDA.
- Section 2: Foundational Standards. En esta categoría, se incluyen herramientas propias, así como infraestructura tecnológica que HL7 utiliza para implementar sus estándares.
- Section 3: Clinical and Administrative Domains. En esta categoría, se incluyen estándares para el intercambio de mensajes y documentos específicos para distintos grupos o especialidades clínicas.
- Section 4: EHR Profiles. En esta categoría, se agrupan los estándares de HL7 que proporcionan modelos y perfiles funcionales para construir y gestionar registros de historia electrónica (EHRs – Electronic Health Records).
- Section 5: Implementation Guides. Esta categoría incluye las guías de implementación y/o documentos de apoyo creados para utilizarse cumpliendo un estándar existente. Se trata de material complementario para estándares de la primera categoría.
- Section 6: Rules and References. Incluye especificaciones técnicas, estructuras de programación y guías para el desarrollo de software y estándares.
- Section 7: Education & Awareness. En esta categoría, podemos encontrar estándares en borrador que están siendo actualmente testeados en proyectos, así como recursos y herramientas suplementarias para mejorar la comprensión y adopción de los estándares de HL7.

### *3.2.2. Definición de requisitos de información*

A continuación, se describen 3 estándares de HL7 que facilitan al ingeniero del software definir los requisitos de información de forma estándar: HL7 v3, HL7 CDA, HL7 v2.x.

Los estándares HL7 CDA y HL7 v2.x son los más utilizados en España [HL7 International 2016]. El estándar HL7 v3 es el modelo de referencia de donde, mediante refinamiento de un subconjunto de elementos del RIM, se generan modelos de dominio como el propio HL7 CDA. Por todo ello, a la hora de decidir que estándares incluir como parte del marco de referencia MoDHE, se decidió trabajar cubriendo estos 3 estándares.

#### Estándar HL7 v2.x

También llamado Version 2 Product Suite, se trata de un estándar de mensajería que se ocupa del intercambio de datos entre sistemas de información clínicos.

Se comenzó a trabajar en este estándar en 1989.

Está diseñado para soportar un sistema donde los datos pueden estar almacenados en un almacén de datos único, o bien en un sistema distribuido donde los datos se almacenan en los sistemas departamentales.

Gracias al uso del estándar HL7 v2.x, obtendremos los siguientes beneficios:

- Soporta la mayoría de interfaces que se utilizan en la industria sanitaria a nivel mundial.
- Proporciona un marco de negociación para aquellos aspectos que no están cubiertos por el estándar.
- Reduce gastos de implementación.
- Es compatible con versiones anteriores del estándar.

### Estándar HL7 v3

El estándar HL7 v3, Version 3 Product Suite, consiste en un conjunto de especificaciones basadas en el RIM, que proporcionan a los implementadores los recursos necesarios para trabajar con mensajes, tipos de datos, y terminologías.

Incluye canales de comunicación que permiten gestionar la atención y el tratamiento de pacientes en diferentes entornos sanitarios. Se basa en una metodología que representa mensajes y documentos en formato XML (Extensible Markup Language).

Se comenzó a trabajar en este estándar alrededor de 1995, pero hasta 2005 no se creó la primera publicación oficial.

Se considera un estándar más robusto que HL7 v2.x, ya que reduce la ambigüedad semántica y mejora los procesos, por contar con un modelo de referencia de información subyacente (dicho modelo de referencia es el RIM).

Este estándar recomienda el uso de vocabularios controlados a través de terminologías internacionales (LOINC, CIE-10, Snomed CT, etc.).

Gracias al uso del estándar HL7 v3, obtendremos los siguientes beneficios:

- Abarca interoperabilidad semántica, asegurando que los sistemas origen y destino comparten el significado de la información que se intercambia.
- Permite a los implementadores utilizar las tecnologías de implementación más recientes y eficaces.
- Facilita el desarrollo constante, así como la capacidad de almacenar y manipular las especificaciones en repositorios de datos robustos.
- Diseñado para un uso universal.

### Estándar HL7 CDA

HL7 CDA es un estándar de marcado de documentos que especifica la estructura y semántica que debe cumplir cualquier documento clínico con el objetivo de que pueda ser intercambiado entre proveedores de salud y/o pacientes. Este estándar trabaja sobre el modelo de información R-MIM, el cual es un subconjunto del RIM.

Este estándar surgió del trabajo de un grupo de médicos que detectaron la necesidad de utilizar documentos clínicos estructurados. Se utiliza para intercambiar documentos clínicos entre sistemas de información sanitarios. Define el concepto de documento clínico, así como sus características principales.

El estándar CDA en su versión Release 2, ha sido adoptado como una norma ISO, en concreto la norma ISO/HL7 27932 [ISO/HL7 2009].

Gracias al uso del estándar HL7 CDA, obtendremos los siguientes beneficios:

- Proporciona un marco de soporte al intercambio de documentos clínicos entre aquellas personas involucradas en la atención de un paciente.
- Proporciona un marco de soporte a la reutilización de los datos provenientes de diferentes tipos de documentos clínicos (informes asistenciales, seguridad, ensayos clínicos, etc.).
- Puede ser reutilizado en múltiples aplicaciones.

### 3.2.3. Grupos de trabajo de HL7

Los miembros de HL7 participan en los grupos de trabajo de HL7. Estos grupos de trabajo pueden ser comités permanentes que discuten algún topic, o comités temporales con el objetivo de crear o revisar un estándar, los cuales se archivan cuando el trabajo está realizado.

Actualmente, existen en HL7 un total de 65 grupos de trabajo (GT)<sup>38</sup>. A continuación mencionamos un subconjunto de éstos, mostrando una clasificación por el tipo de GT:

- Grupos de trabajo sobre estándares: Arden Syntax, Clinical Decision Support, etc.
- Grupos de trabajo sobre patologías o escenarios clínicos: Anatomic Pathology, Anesthesia, etc.
- Grupos de trabajo sobre procesos asistenciales: Patient Care, Patient Administration, Emergency Care, etc.
- Grupos de trabajo sobre líneas de investigación en informática médica: Architectural Review, Electronic Health Records, Mobile Health, Modeling and Methodology, Services Oriented Architecture, etc.

---

<sup>38</sup><http://www.hl7.org/Special/committees/index.cfm?ref=nav>

De todos los grupos de trabajo, el GT llamado “Modeling and Methodology” es de especial interés para la presente Tesis Doctoral, teniendo en cuenta la misión de dicho GT:

- Creación, mantenimiento y facilitación del uso de la metodología de desarrollo de HL7.
- Mantenimiento de un modelo de referencia y un modelo de tipos de datos que gobiernan los modelos desarrollados y utilizados por los GT de HL7, creando un desarrollo basado en estándares de modelado.
- Gestión de patrones y constructores de modelado reutilizables para los diseños de HL7.
- Desarrollo, aplicación y difusión de buenas prácticas de modelado.

### **3.3. MDE**

La ingeniería dirigida por modelos (MDE) es un paradigma que ofrece una nueva perspectiva de trabajo en el desarrollo del software, ofreciendo al campo de la ingeniería del software una vía importante para facilitar los desarrollos y reducir tiempos, aumentando la consistencia y trazabilidad del software.

El paradigma MDE permite centrarse en los conceptos y sus relaciones y despreocuparse de la representación de los mismos, representándolos de forma abstracta.

Los conceptos se relacionan entre sí estableciendo conexiones que luego se pueden sistematizar para facilitar la derivación de unos modelos a partir de otros.

Una vez definidos los conceptos del dominio del problema y las relaciones entre estos, se pueden definir transformaciones. Las transformaciones definen, mediante relaciones dinámicas, los pasos que hay que dar para conseguir un modelo a partir de otro. Encontramos 2 tipos de transformaciones:

- Model to Model (M2M). Consiste en transformar un modelo conforme a un primer metamodelo, al otro modelo con contenido similar pero conforme a un segundo metamodelo.
- Model to Text (M2T). Consiste en transformar un modelo conforme a un metamodelo en código fuente, para construir una herramienta software.

Gracias al uso de MDE conseguimos los siguientes beneficios [Escalona et al. 2007b, Moreno et al. 2008]:

- Mayor nivel de abstracción. Centra la atención en los modelos, y no en los datos, posibilitando al ingeniero del software una mejor gestión del sistema.
- Independencia de la plataforma. Permite desacoplar la definición conceptual de las aplicaciones de la tecnología en la que se ejecutan.
- Simplifica el proceso de diseño. MDE simplifica el diseño de los sistemas, teniendo en cuenta que los modelos pueden servir como base para los sistemas de aplicación.

- Aumenta la productividad. MDE aumenta la productividad, ya que maximizamos la compatibilidad entre sistemas, gracias a la reutilización y la representación abstracta de conceptos, y garantizamos la trazabilidad.
- Reduce el tiempo de desarrollo. Derivado de la automatización de la generación de modelos, se consigue una reducción en el tiempo de desarrollo.
- Reduce los errores. MDE permite reducir errores, principalmente gracias a la sistematización, incrementándose por la posibilidad de automatización que en algunos casos ofrece.

En los últimos años, el paradigma MDE se está aplicando en un gran número de campos dentro de la ingeniería del software, como por ejemplo en el uso de técnicas de ingeniería de requisitos [Loniewski et al. 2010], o en la gestión de la trazabilidad [Santiago et al. 2012]. También se está aplicado en un gran número de campos dentro del ámbito sanitario, como por ejemplo en la genética [Maier et al. 2015, Beal et al. 2015], o de forma transversal en el desarrollo de herramientas para mejorar la creación y mantenimiento de Historias Clínicas Electrónicas [Curcin et al. 2014].

### **3.4. NDT**

NDT<sup>39</sup> es una metodología basada en la ingeniería guiada por modelos que proporciona un soporte formal y completo la gestión del ciclo de vida del software (estudio de viabilidad, requisitos, análisis, diseño, implementación, mantenimiento, pruebas) [Escalona et al. 2008]. Utilizando NDT, podemos cubrir las fases del ciclo de vida en ingeniería del software de una forma estructurada, reduciendo errores y redundancias.

Las características que ofrece NDT son:

- Cubre todas las fases del ciclo de vida en ingeniería del software.
- Soporta la realización de patrones y artefactos.
- Reduce inconsistencias y errores.
- Transforma el desarrollo de modelos en un proceso automático y sistemático.
- Genera automáticamente documentación, tales como el documento de requisitos, el documento de análisis, prototipos, etc.
- Soporta la visualización de modelos gráficos.
- Soporta la gestión de varios proyectos simultáneamente.

---

<sup>39</sup><http://www.iwt2.org/web/opencms/IWT2/ndt/?locale=en>

- Soporta la gestión de varios equipos de desarrollo trabajando al mismo tiempo.

La metodología NDT define un conjunto de metamodelos (y transformaciones entre éstos) para tratar formalmente las fases del ciclo de vida del software anteriormente mencionadas. En sus inicios, esta metodología cubría exclusivamente 2 fases del ciclo de vida del software (elicitación de requisitos y análisis de requisitos). Con los años, la metodología NDT ha ido evolucionando, proporcionando un marco de trabajo para cubrir todas las fases del ciclo de vida del software. En concreto, NDT define las siguientes fases:

1. EVS. Estudio de viabilidad del sistema. En esta fase, se debe analizar la viabilidad de un determinado proyecto software. Suele realizarse bajo demanda del proyecto o bien cuando el proyecto se desarrolle en un entorno complejo o poco conocido que pueda hacer dudosa la viabilidad del mismo.
2. DRS. Ingeniería de requisitos. Define un catálogo de requisitos que debe definir las necesidades del sistema. Se deben establecer los requisitos catalogados según su tipología y no entrar en ningún aspecto de detalle sobre cómo se solventará el desarrollo.
3. DAS. Análisis del sistema. Productos resultantes de analizar, definir y estructurar los requisitos establecidos en la fase anterior, de forma independiente de la plataforma tecnológica que finalmente se use para desarrollar el software.
4. DDS. Diseño del sistema. Aspectos concretos sobre cómo el análisis se implementará en la máquina. Está orientado a la plataforma concreta con la que se vaya a trabajar y debe corresponderse con la estructura del futuro código.
5. Construcción. Esta fase se refiere a la propia implementación o desarrollo del sistema software.
6. DPS. Pruebas del sistema. Mientras que las otras fases del ciclo de vida tienen su momento concreto de realización, la fase de pruebas se realiza de manera paralela al resto del ciclo de vida. Las pruebas que se tendrán en cuenta son las correspondientes a: pruebas de implantación, pruebas del sistema y pruebas de aceptación o de usuario.
7. DMS. Mantenimiento del sistema. El proceso de mantenimiento es un proceso que comienza cuando el proyecto ha pasado a producción, y termina cuando el sistema cae en desuso. Por esta razón, su complejidad es bastante alta y crítica, siendo, sin duda, una de las etapas más costosas del mismo.

El equipo de NDT ofrece un paquete de herramientas de software libre, llamado NDT-Suite, que guía al ingeniero del software en el uso de la metodología, cubriendo las fases de desarrollo, control de la calidad, mantenimiento, pruebas y seguridad. Las herramientas NDT utilizan y extienden modelos UML, siguiendo un proceso basado en MDE.

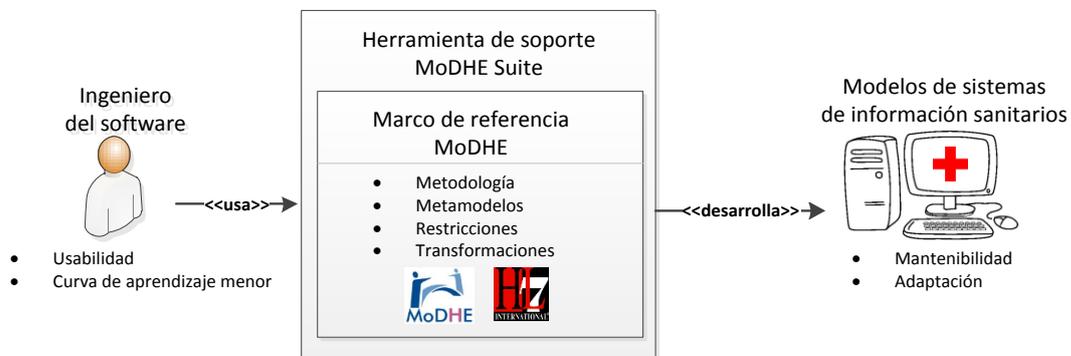
Hoy en día, NDT se ha utilizado en múltiples proyectos y experiencias empresariales [Escalona et al. 2010, García-García et al. 2014].

#### **4. Propuesta de solución**

Como se ha comentado anteriormente, el objetivo de la solución es dar soporte al desarrollo de sistemas de información sanitarios conformes a HL7, a través de un marco

de referencia que permita acercar los estándares de HL7 y el lenguaje de modelado de propósito general UML, haciendo uso del paradigma MDE. MoDHE hace realidad dicho marco de referencia.

La siguiente figura (Figura 9) muestra una vista del contexto en el que se desarrolla el marco de referencia MoDHE. Gracias a la solución propuesta, los ingenieros del software pueden modelar sistemas de información sanitarios mantenibles y adaptables haciendo uso de UML, en conformidad con los estándares de HL7 que requieran utilizar, consiguiendo un marco de referencia usable, y reduciendo la curva de aprendizaje del ingeniero del software que necesita trabajar con los estándares de HL7.



**Figura 9.** Contexto

El marco de referencia MoDHE se centra en la fase de definición de requisitos, ya que es la fase más crítica en proyectos clínicos por existir multitud de estándares principales de HL7 que aplican a esa fase específica de la ingeniería del software, estándares que deben ser aplicados para obtener software sanitario interoperable. Una vez resuelta la fase de requisitos, el resto de fases del ciclo de vida del software sanitario se podría desarrollar de forma similar a cualquier otro proyecto software no sanitario.

Teniendo en cuenta que la metodología NDT soporta el diseño de todas las fases del ciclo de vida del software, se ha considerado conveniente crear la metodología de MoDHE como una extensión de la metodología NDT, obteniendo los siguientes beneficios:

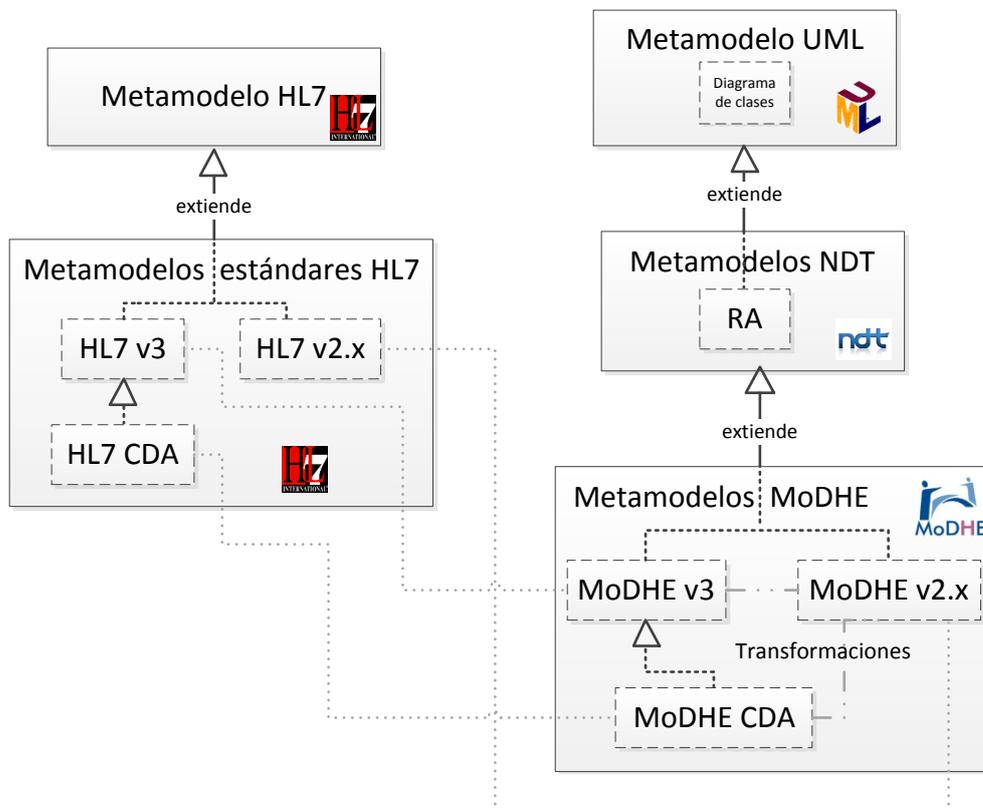
- La metodología NDT extiende el metamodelo de UML. Por tanto, de forma intrínseca, la metodología de MoDHE extiende el metamodelo de UML.
- Al crear la metodología de MoDHE como una extensión de la metodología NDT, una vez superada la fase de definición de requisitos aplicando estándares de HL7, la metodología de MoDHE ofrecerá la capacidad de continuar modelando el resto de fases del ciclo de vida del software.
- La metodología de MoDHE mantiene los artefactos propios de la metodología NDT. Por tanto, si el sistema de información sanitario a desarrollar combina requisitos

sanitarios y requisitos independientes del contexto sanitario, también se podrán definir requisitos no sanitarios.

Para realizar la extensión de la metodología NDT, incluyendo los metamodelos y restricciones propios de HL7, se debe estudiar en profundidad el metamodelo de cada estándar de HL7 que se desea incorporar al marco de referencia, así como sus restricciones y las relaciones existentes con otros estándares de HL7. En la propuesta Tesis Doctoral, se ha incorporado el estándar HL7 v3 en su totalidad, así como los estándares HL7 CDA y HL7 v2.x de forma parcial, teniendo en cuenta la enorme extensión que éstos presentan.

Cabe destacar que la metodología de MoDHE está diseñada con capacidad de ampliación, pudiendo incluir otros estándares de HL7 con una reducción importante del esfuerzo que supondría realizarla desde cero.

La siguiente figura (Figura 10) representa gráficamente la definición formal anteriormente descrita. Por una parte, en la parte izquierda de la figura, se representan los metamodelos de HL7. Por otra parte, en la parte derecha, se representan los metamodelos de MoDHE, que extienden los metamodelos de NDT (más específicamente, el metamodelos de requisitos de almacenamiento de información), que a su vez extienden los metamodelos de UML (más específicamente, los metamodelos de diagrama de clases). Se representan también mecanismos de derivación, entre los diferentes metamodelos de MoDHE. Los metamodelos de HL7 y los metamodelos de MoDHE presentan relaciones 1 a 1, ya que para modelar los metamodelos de MoDHE se han tenido en cuenta los metamodelos y las restricciones presentes en los estándares de HL7.



**Figura 10.** Definición formal de la propuesta

El siguiente capítulo (Capítulo IV) desarrolla de forma detallada la descripción de la metodología de MoDHE que se ha presentado en este apartado sin entrar en profundidad. Los 2 capítulos posteriores (Capítulo V y Capítulo VI) detallan el resto de elementos que, junto con la metodología, forman parte del marco de referencia (metamodelos, restricciones y transformaciones).

## 5. Conclusiones

En este capítulo se han detallado definiciones relevantes para la presente Tesis Doctoral, tales como el planteamiento del problema, el objetivo principal y los objetivos específicos, teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas tras el estudio del estado del arte desarrollado en el Capítulo II.

Además, se revisan los 4 grandes ámbitos de la investigación, la informática, la ingeniería y el mundo sanitario que han influenciado este trabajo: HL7, UML, MDE, y NDT.

Se ha presentado una propuesta de solución, que establece una metodología de trabajo para dar soporte al diseño de modelos de dominio HL7 usando modelos UML mediante una solución guiada por modelos.

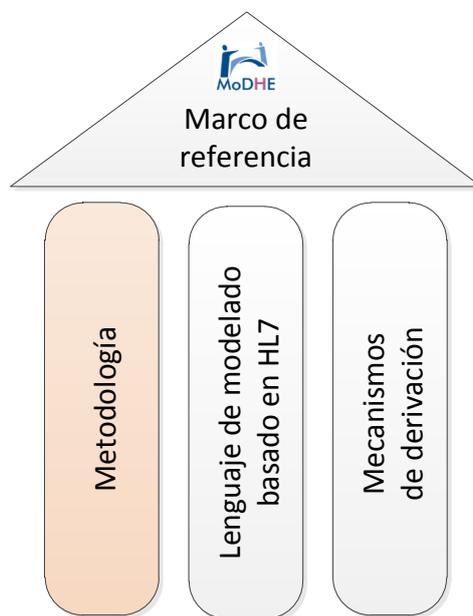
Una vez finalizado el presente capítulo, se consideran sentadas las bases necesarias para comenzar a presentar en profundidad, en los siguientes capítulos, la propuesta.

## Capítulo IV. Metodología de MoDHE

---

**E**n el capítulo anterior, se ha definido una propuesta detallada de la solución ofrecida por la presente Tesis Doctoral, especificando el planteamiento del problema, los objetivos, así como los diferentes aspectos que han influenciado en el desarrollo de dicha solución. También se ha presentado una definición formal a alto nivel de la metodología propuesta.

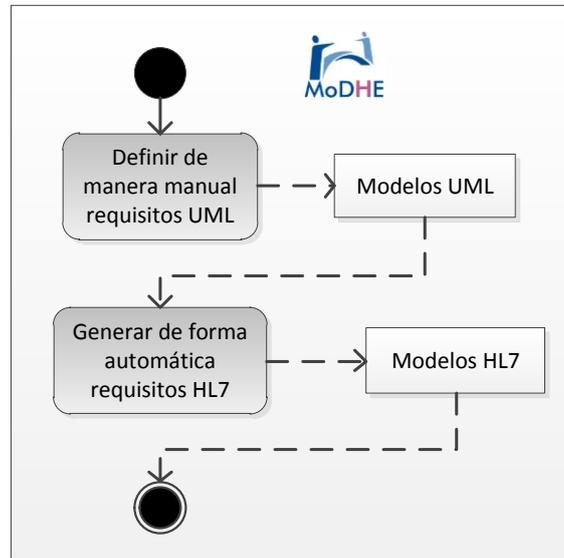
En el presente capítulo, se presenta detalladamente la metodología de MoDHE. Esta propuesta metodológica permite al ingeniero del software modelar sistemas de información sanitarios de forma sistemática trabajando diagramas UML, y garantiza el cumplimiento de los estándares de HL7 incluyendo mecanismos de extensión que permiten incluir cualquier estándar existente en HL7. Esta metodología forma parte de unos de los 3 pilares definidos en el Capítulo II, apartado 3, para centrar el marco de referencia. La siguiente figura (Figura 11) identifica el pilar en el que nos centramos en el presente capítulo, dentro del marco de referencia.



**Figura 11.** Marco de referencia. Pilar 'Metodología'

La metodología de MoDHE extiende a la metodología NDT, ampliando los metamodelos que cubren los elementos del ciclo de vida del software, y contemplando los metamodelos propios de los estándares de HL7, permitiendo así un marco de trabajo formal y completo que permite modelar un sistema de información sanitario conforme a HL7 de manera sistemática usando modelos UML.

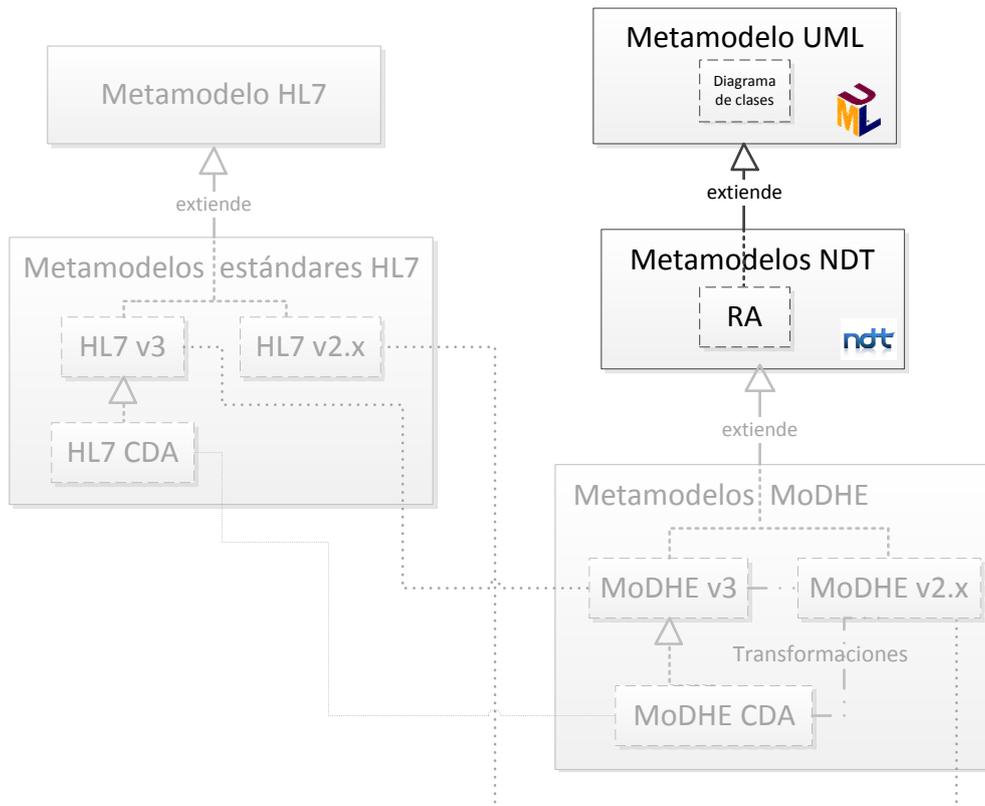
La metodología de MoDHE permite a un ingeniero del software modelar requisitos utilizando el lenguaje UML, definiendo de forma transparente y sistemática los requisitos HL7. La siguiente figura (Figura 12) muestra globalmente el proceso.



**Figura 12.** Proceso

### **1. Metodología de MoDHE, una extensión de la metodología NDT**

Tomando como base la definición formal de la propuesta presentada en el Capítulo III, este apartado se centra en la parte de la propuesta metodológica correspondiente a la metodología NDT. La siguiente figura (Figura 13) refleja dicha parte de la propuesta sobre la que se profundiza en el presente apartado.



**Figura 13.** Definición formal de la propuesta. Parte NDT

La metodología NDT extiende los metamodelos de UML, dando soporte al diseño de modelos en cada fase del ciclo de vida del software, representando dichos modelos mediante diagramas UML. Para dar soporte a las limitaciones identificadas en cada fase del ciclo de vida del software, define restricciones. Además, define transformaciones entre modelos, permitiendo así generar automáticamente el modelo de una fase específica, tomando la información modelada previamente de diagramas o modelos de fases anteriores.

La mayoría de estándares de HL7 se enmarcan en la fase de Ingeniería de Requisitos de NDT (fase DRS). Por ello, de todas las fases que cubre NDT, en la presente Tesis Doctoral nos centramos en la fase DRS. Además, de todas las fases del ciclo de vida del software cubiertas por la metodología NDT, la fase DRS es la más completa porque NDT cubre gran porcentaje de las necesidades que presenta esta fase del ciclo de vida del software.

El siguiente diagrama (Figura 14), muestra las fases que cubre la metodología NDT (alineadas a la izquierda), profundizando sobre las actividades que se pueden llevar a cabo dentro de la fase DRS (en cursiva, centrados en la imagen).



**Figura 14.** Fases cubiertas por la metodología NDT. Actividades dentro de DRS

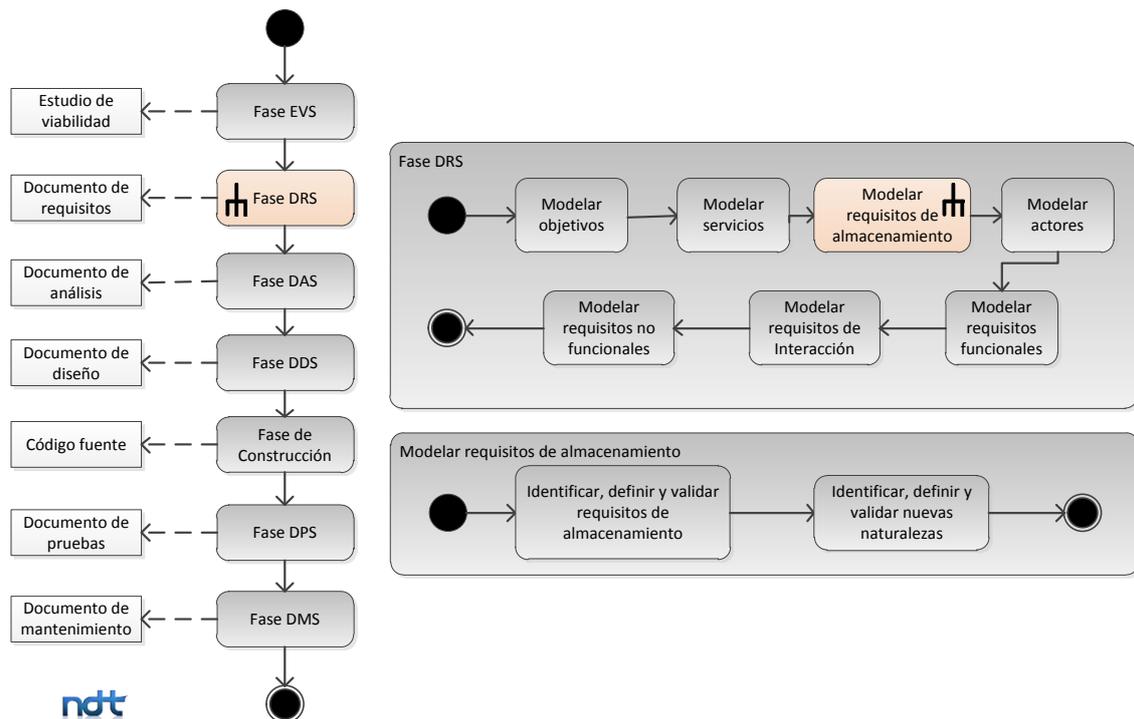
La fase DRS tiene como objetivo final modelar un catálogo de requisitos que defina las necesidades del sistema, estableciendo estos requisitos catalogados según su tipología, sin entrar en aspectos relacionados con el desarrollo. A continuación, se lista una breve definición de los diferentes tipos de actividades que se deben considerar en el uso de NDT dentro de la fase DRS:

- **Definición de Objetivos.** En la tarea de definición de los objetivos, como la primera actividad de la ingeniería de requisitos, el equipo de desarrollo debe delimitar el alcance del proyecto.
- **Definición de Servicios.** Cuando la organización para la que se esté desarrollando el sistema tenga un catálogo de servicios software a disposición de los equipos de desarrollo, es aconsejable que el equipo realice un estudio de los mismos e identifique aquellos que son susceptibles de ser incorporados en el sistema.
- **Definición de Requisitos de Almacenamiento de Información.** Los requisitos de almacenamiento representan las necesidades del sistema desde el punto de vista de almacenamiento de información.
- **Definición de Actores del Sistema.** Como parte de la fase de ingeniería de requisitos, se debe definir qué actores interactúan con el sistema y las relaciones que se establecen entre ellos, de manera que en tareas y actividades posteriores se pueda definir el sistema en base a esta clasificación.
- **Definición de Requisitos Funcionales.** Los requisitos funcionales definen qué se va a poder hacer con la información y las posibilidades funcionales del sistema.
- **Definición de Requisitos de Interacción.** En esta fase también se deben definir las frases y los prototipos de visualización. Las frases permiten capturar los criterios de recuperación que se necesitan en el sistema. Los prototipos de visualización definen las pantallas utilizadas.

- Definición de Requisitos No Funcionales. Como requisitos no funcionales, se incluyen los requisitos de comunicaciones del sistema, de fiabilidad, de entorno de desarrollo y de portabilidad.

Utilizando la metodología NDT, un ingeniero del software, para construir un sistema software, definiría los diagramas de las fases EVS, DRS, DAS, DDS, Construcción, DPS, DMS, obteniendo como resultado la definición completa del ciclo de vida del software. Cabe destacar que, teniendo en cuenta que la metodología NDT utiliza notación UML, la curva de aprendizaje del ingeniero del software que utiliza NDT por primera vez, es mínima.

El siguiente diagrama (Figura 15) muestra gráficamente este proceso. Como parte de la fase DRS, el ingeniero del software modelará los objetivos, servicios, requisitos de almacenamiento de información, actores, requisitos no funcionales, requisitos de interacción y requisitos funcionales. Dentro del modelado de requisitos de almacenamiento de información, además de modelar los requisitos como tal, se podrán identificar, definir y validar nuevas naturalezas de datos. Las nuevas naturalezas son las especificaciones de nuevas categorías de datos que se requieran utilizar en el sistema, si es necesario.



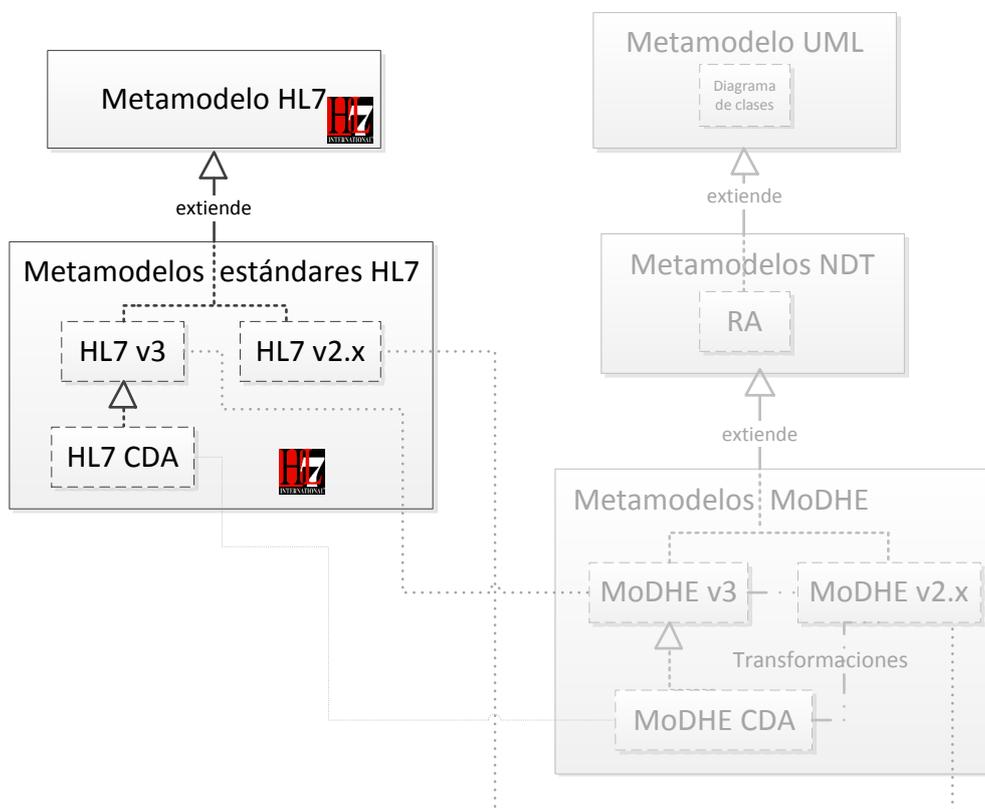
**Figura 15.** Modelado del ciclo de vida del software utilizando NDT

Por simplicidad, en la anterior figura (Figura 15) se ha representado el ciclo de vida siguiendo un modelo tradicional, pero con NDT es posible modelar el software siguiendo otros ciclos de vida, como iterativo, ágil, incremental, etc [Leau et al. 2012].

La metodología de MoDHE extiende los metamodelos de la fase DRS de NDT, más específicamente extiende el metamodelo de los requisitos de almacenamiento de información (RA), para incluir los elementos propios de los estándares de HL7. Dentro del metamodelo de RA, la metodología de MoDHE centra la atención en los requisitos de almacenamiento. Gracias a esta característica, un ingeniero del software podrá definir el catálogo de requisitos sanitarios conforme a HL7.

## 2. Estándares de HL7 como parte de la metodología de MoDHE

Tomando como base la definición formal de la propuesta presentada en el Capítulo III, este apartado se centra en la parte de la propuesta metodológica correspondiente a los estándares de HL7. La siguiente figura (Figura 16) refleja dicha parte de la propuesta sobre la que se profundiza en el presente apartado.



**Figura 16.** Definición formal de la propuesta. Parte HL7

Tal y como se representa en la anterior figura (Figura 16), los metamodelos de cada uno de los estándares de HL7 son una extensión del MIF (metamodelo de HL7).

El software sanitario, desde el punto de vista del ciclo de vida del software, recorre el mismo proceso que cualquier otro desarrollo de software. Cada estándar de HL7 ofrece pautas y recomendaciones centradas en una fase específica del ciclo de vida del software. Es por esto que la metodología de MoDHE se ha desarrollado como una extensión de la metodología NDT, dando soporte al desarrollo de todas las fases del ciclo de vida del software sanitario.

En la presente Tesis Doctoral, para desarrollar la metodología de MoDHE, por cada estándar de HL7 a integrar, se ha analizado en profundidad su metamodelo (diseñado siguiendo un lenguaje de modelado gráfico propio, o en documentos de texto), para adquirir un conocimiento profundo de:

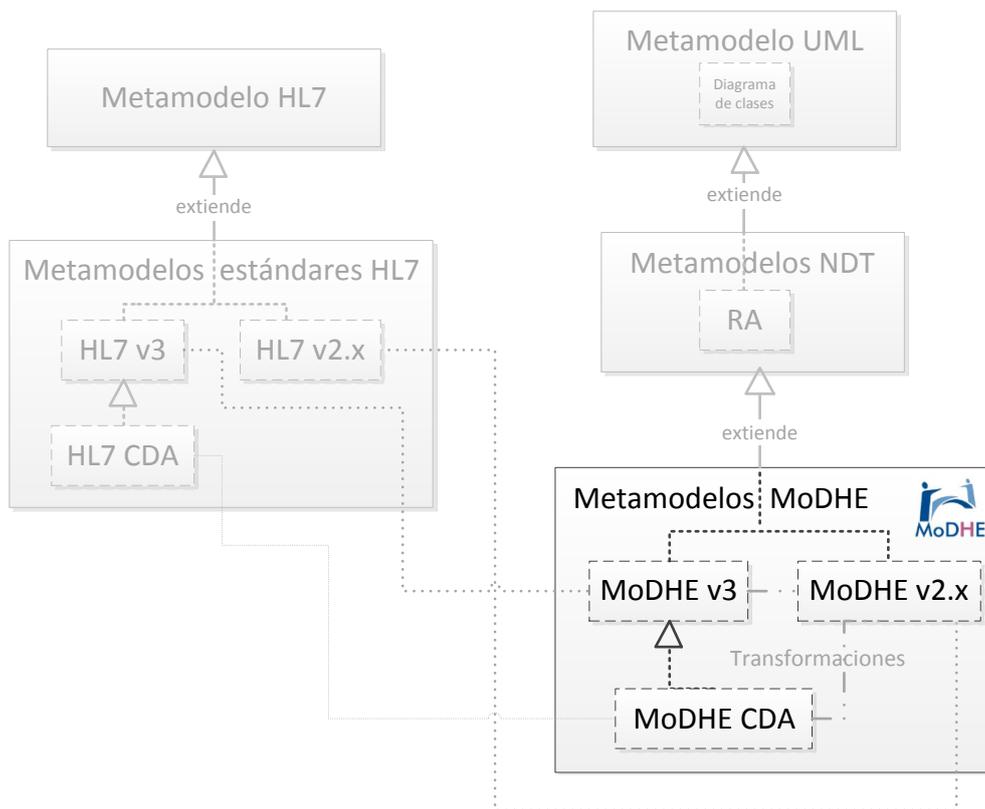
- Las entidades que presenta.
- Las restricciones que deben incluir algunas entidades para cumplir la definición de cada entidad.
- Las reglas de transformación que se pueden identificar entre entidades de diferentes estándares.

Este análisis se realiza con el objetivo de adquirir el conocimiento necesario para modelar todos estos elementos como parte de los metamodelos de MoDHE que, tal y como se ha mencionado anteriormente, son una extensión de los metamodelos de NDT.

En la presente Tesis Doctoral, se han centrado los esfuerzos en 3 estándares de HL7 que se pueden corresponder con los requisitos de almacenamiento del software (como parte de la fase DRS de NDT), definiendo la parte estática o estructural del sistema.

### **3. Desarrollos propios de la metodología de MoDHE**

Tomando como base la definición formal de la propuesta representada en el Capítulo III, este apartado se centra en la parte de la propuesta metodológica correspondiente a los desarrollos propios de la presente Tesis Doctoral. La siguiente figura (Figura 17) refleja la parte de la propuesta sobre la que se profundiza en el presente apartado.



**Figura 17.** Definición formal de la propuesta. Parte MoDHE

Una vez analizado en profundidad un estándar específico de HL7 con el objetivo de incluirlo como parte de la metodología de MoDHE, se identifica la fase de NDT sobre la que aplica, y se extiende el metamodelo de NDT de la fase en cuestión, modelando un metamodelo propio de MoDHE basado en el metamodelo del estándar correspondiente de HL7. Por ejemplo, para cubrir el estándar HL7 v2.x, se extiende la fase RA de NDT, creando el metamodelo de MoDHE v2.x que se basa en el metamodelo de HL7 v2.x.

Además de extender dicho metamodelo para incluir las entidades específicas del estándar de HL7 en cuestión (entidades que no se identifican en una definición de requisitos de un software no sanitario), se definen las restricciones necesarias en lenguaje OCL para cubrir en su totalidad las peculiaridades que estos estándares presentan.

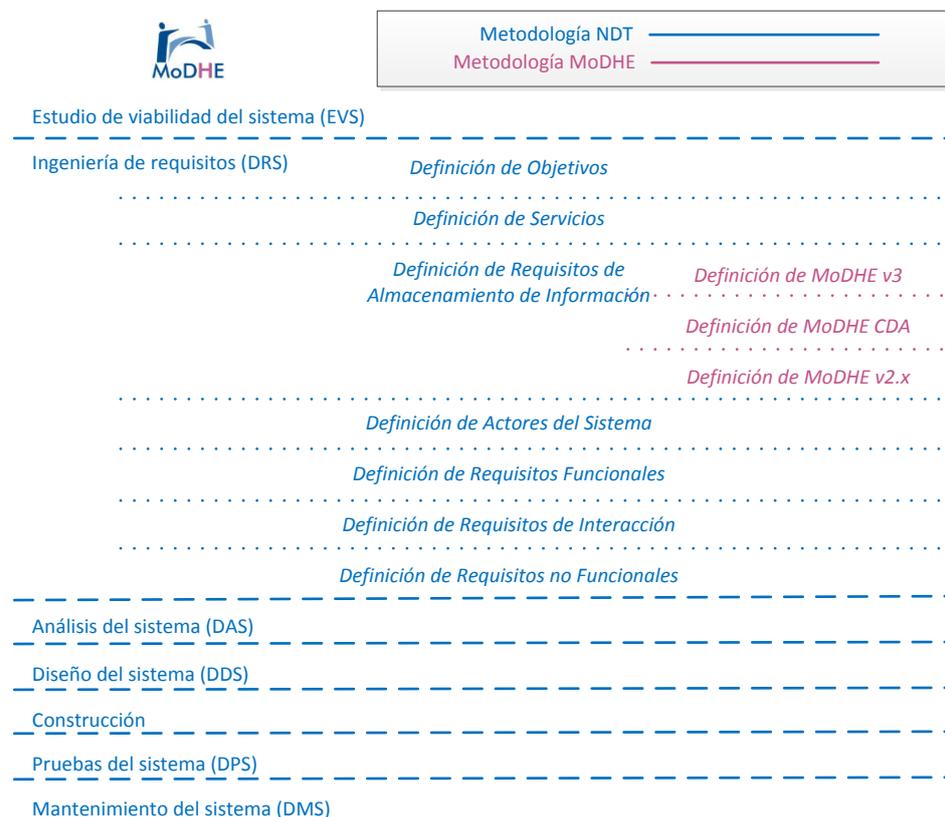
Analizando cada uno de los estándares de HL7, se evidencia que existe cierta trazabilidad entre los elementos de diferentes estándares. Por ejemplo, en los metamodelos de los estándares v3, CDA y v2.x cubiertos en la presente Tesis Doctoral, existen atributos para dar cabida a la definición de los datos demográficos del paciente. La metodología de MoDHE define transformaciones para hacer posible transformar modelos de un estándar a otro.

Para cubrir la parte estática del sistema, la presente Tesis Doctoral cubre los estándares HL7 v3, HL7 CDA y HL7 v2.x. Estos 3 estándares se pueden corresponder con los elementos modelados en los 'Requisitos de Almacenamiento de Información' (RA) de la fase DRS de NDT. Por tanto, para abarcar estos 3 estándares de HL7, se ha extendido el

metamodelo de NDT correspondiente a la fase DRS, añadiendo los elementos propios de cada estándar.

Al utilizar la metodología de MoDHE para desarrollar software sanitario, además de diseñar los requisitos de información en base a uno o más estándares de HL7, se puede diseñar el resto del proceso por el que pasa el ciclo de vida del software, ya es común a cualquier otro software no sanitario. De forma adicional a la definición de requisitos sanitarios conformes a HL7, esta metodología permite definir requisitos de información no sanitarios si fuera necesario.

El siguiente diagrama (Figura 18) extiende el diagrama incluido en la Figura 14, mostrando las características con las que cuenta la metodología de MoDHE gracias a la extensión de la metodología NDT (azul), y las fases que cubre la metodología de MoDHE por el desarrollo específico realizado en la presente Tesis Doctoral (morado):



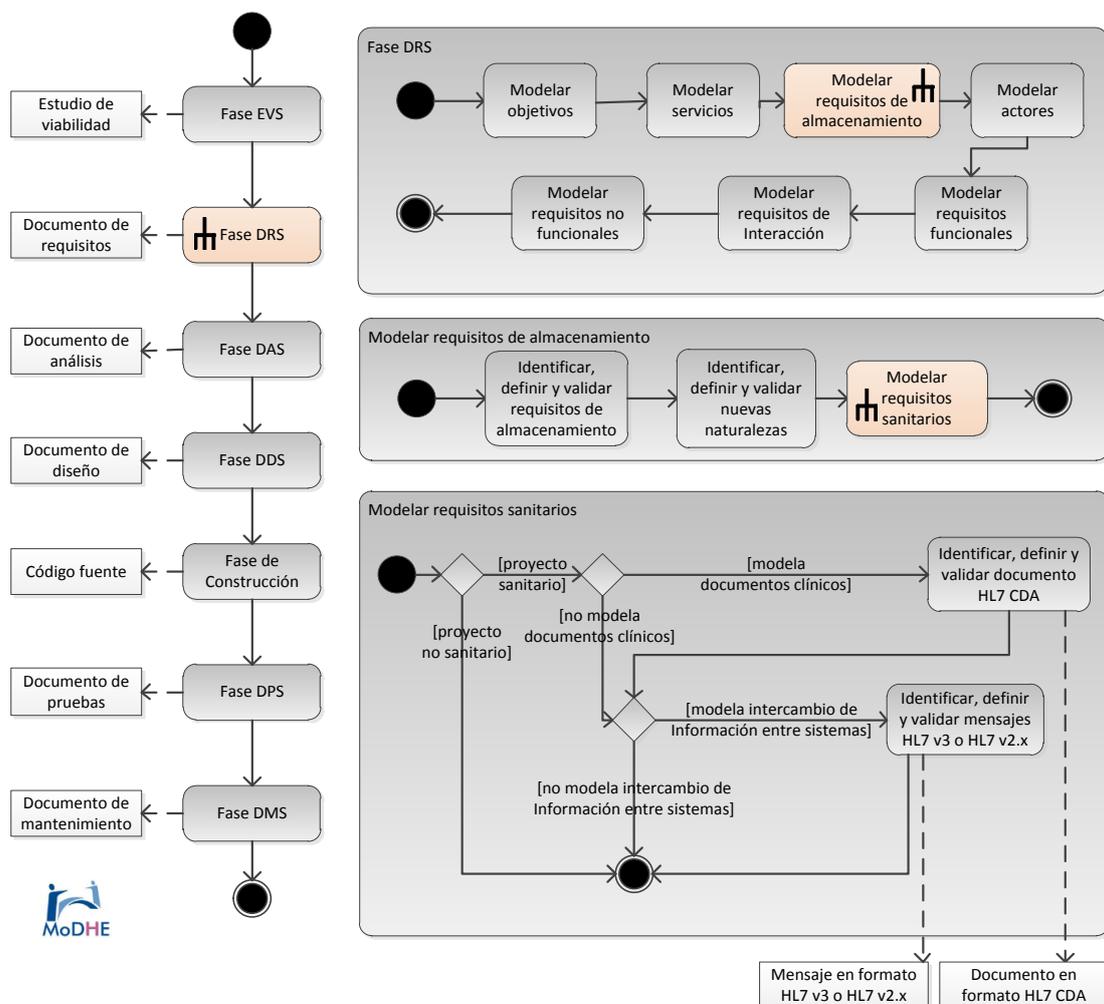
**Figura 18.** Fases cubiertas por la metodología de MoDHE. Actividades dentro de DRS

Una vez el ingeniero del software haya modelado los requisitos de información conforme a HL7 utilizando la metodología de MoDHE, podrá generar automáticamente la fase de análisis del sistema y las fases posteriores del ciclo de vida del software como si de un proyecto software no sanitario se tratara. De este modo, conseguimos sistematizar el proceso de desarrollo. Más específicamente:

- De la fase de requisitos de información, se podrá generar la base que formará los diagramas de clases del modelo conceptual en la fase de Análisis del Sistema (DAS).
- Para la fase análisis del sistema, se podrán generar automáticamente las clases de proceso a partir de los diagramas de casos de uso y la descripción de los requisitos funcionales, sistematizando el desarrollo de los diagramas de secuencia y los de estado.
- Para la fase pruebas del sistema, se podrán generar completamente los casos de prueba a partir de la definición de los Requisitos Funcionales.

Utilizando la metodología de MoDHE, un ingeniero del software, para construir un sistema software sanitario, realizaría las mismas fases que se han descrito anteriormente en el caso de NDT (EVS, DRS, DAS, DDS, Construcción, DPS, DMS), con la diferencia de que en la fase DRS, además de definir requisitos de información no sanitarios (y otros tipos de requisitos, como objetivos, actores, nuevas naturalezas, etc.), definiría requisitos de información sanitarios conformes a HL7.

El siguiente diagrama (Figura 19) muestra gráficamente este proceso:



**Figura 19.** Modelado del ciclo de vida del software sanitario utilizando MoDHE

Por simplicidad, en la anterior figura (Figura 19) se ha representado el ciclo de vida siguiendo un modelo tradicional, pero con NDT es posible modelar el software siguiendo otros ciclos de vida, como iterativo, ágil, incremental, etc [Leau et al. 2012].

Nuevamente, la curva de aprendizaje del ingeniero del software que utiliza MoDHE por primera vez es mínima, ya que (al igual que NDT) la metodología de MoDHE propone utilizar notación UML para definir los modelos de todas las fases.

Cabe destacar que, centrándonos en el modelado de requisitos sanitarios, no es obligatorio realizar el diseño de modelos según todos los 3 estándares de HL7, los estándares a utilizar dependerán del escenario concreto.

Cuando el usuario ejecuta la actividad 'Identificar, definir y validar mensajes HL7 v3 o HL7 v2.x' debe decidir si utilizar el estándar HL7 v3 o utilizar el estándar HL7 v2.x. En el siguiente apartado se profundiza sobre estas 2 alternativas.

### **3.1. HL7 v3 frente a HL7 v2.x.**

Tal y como se ha comentado anteriormente, cuando el usuario ejecuta la actividad 'Identificar, definir y validar mensajes HL7 v3 o HL7 v2.x' debe decidir si utilizar el estándar HL7 v3 o utilizar el estándar HL7 v2.x. Esta decisión no se ha incluido en el diagrama de actividades representado en la Figura 19 por no complejizar el diagrama.

Ambos estándares tienen un objetivo común: modelar mensajes para el intercambio de información entre sistemas sanitarios.

El estándar HL7 v2.x es ampliamente utilizado. En cambio, el estándar HL7 v3 no ha conseguido una adopción a gran escala.

En cualquier caso, un ingeniero del software para decidir si utilizar el estándar HL7 v3, debe revisar las siguientes cuestiones [Shaver 2012]:

- ¿Se está diseñando una aplicación con requisitos legales? El ingeniero del software debe valorar si el software a desarrollar presenta restricciones desde el punto de vista ético y legal.
- ¿Se está diseñando un entorno de comunicaciones nuevo, en el cual el estándar HL7 v2.x nunca ha sido utilizado? El ingeniero del software debe valorar si el marco de mensajería sobre el que va a construir el software utiliza previamente el estándar HL7 v2.x o no.
- El equipo de gobierno del sistema sanitario donde se va a diseñar la aplicación, ¿ha solicitado que se enfoquen los esfuerzos en el uso del estándar HL7 v3? Si la petición de utilizar el estándar HL7 v3 viene desde niveles de gobernanza superiores, el ingeniero del software debe tenerlo en cuenta.

Si el usuario responde alguna de estas preguntas de forma afirmativa, debe utilizar el estándar HL7 v3.

Por el contrario, si el usuario responde todas las preguntas de forma negativa, debe utilizar el estándar HL7 v2.x.

#### **4. Conclusiones**

La metodología de MoDHE permite al ingeniero del software no conocedor de HL7 modelar la fase de ingeniería de requisitos del ciclo de vida del software sanitario utilizando elementos propios de UML, aplicando las pautas, recomendaciones y restricciones de los estándares de HL7. Es decir, gracias a la presente propuesta, un ingeniero del software sin conocimientos sobre HL7 puede resolver el problema de modelar sistemas sanitarios conformes a HL7.

Al tomar como base la metodología NDT, la metodología de MoDHE cubre todo el ciclo de vida del software, incluso permite modelar requisitos no sanitarios en la fase de ingeniería de requisitos.

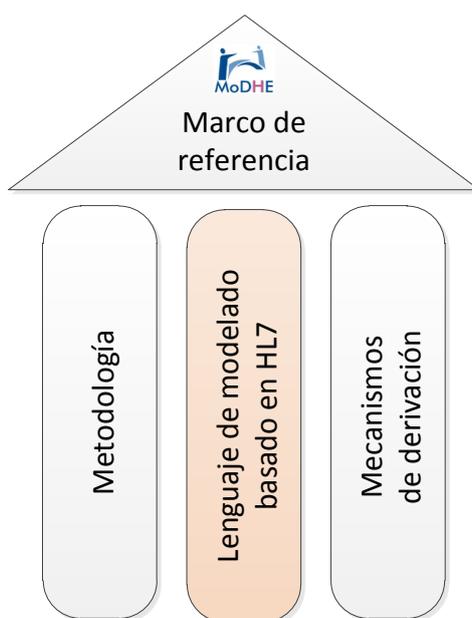
Al implementar transformaciones entre los diferentes metamodelos de MoDHE (cada uno representando un estándar de HL7), la metodología de MoDHE permite reutilizar modelos ya creados en un estándar de HL7, cuando se estén modelando requisitos conforme a otro estándar de HL7, reutilizando la información, eliminando duplicidad, redundancia, y reduciendo errores.

Los 2 siguientes capítulos (Capítulo V y Capítulo VI) detallan los metamodelos, restricciones y transformaciones que forman parte del marco de referencia MoDHE. A continuación, el Capítulo VII presenta la herramienta MoDHE Suite, herramienta CASE implementada en C# que da soporte a dicho marco de referencia.

## Capítulo V. Metamodelos de MoDHE

En el Capítulo IV se ha descrito en profundidad el proceso de la metodología de MoDHE. El presente capítulo presenta el lenguaje de modelado basado en HL7 (metamodelos de MoDHE) que se ha definido como parte de la metodología de MoDHE, para cubrir el modelado según los principales estándares de HL7 que cubren los requisitos de información.

Los metamodelos de MoDHE forman parte de unos de los 3 pilares definidos en el Capítulo II, apartado 3, para centrar el marco de referencia. La siguiente figura (Figura 20) identifica el pilar en el que nos centramos en el presente capítulo, dentro del marco de referencia.



**Figura 20.** Marco de referencia. Pilar 'Lenguaje de modelado basado en HL7'

### 1. Metamodelos de MoDHE

Como se ha comentado anteriormente, en la presente Tesis Doctoral se cubren 3 de los principales estándares de HL7: HL7 v3, HL7 CDA y HL7 v2.x. El estándar HL7 v3 se ha cubierto en su totalidad. Los estándares HL7 CDA y HL7 v2.x no se han cubierto totalmente por considerarse un esfuerzo fuera del alcance de la presente Tesis Doctoral. El primer subapartado (subapartado 1.1) dentro del presente apartado, detalla exactamente las porciones cubiertas de los estándares HL7 CDA y HL7 v2.x.

Seguidamente, en los subapartados 1.2, 1.3 y 1.4, se presentan los metamodelos de MoDHE que cubren cada uno de los estándares de HL7, posibilitando la creación de requisitos de información de un sistema de información sanitario basado en HL7.

### 1.1. Cobertura actual de MoDHE para cada estándar de HL7

Para cubrir el modelado de requisitos de información según los principales estándares de HL7, se han metamodelado los elementos y las restricciones correspondientes a los estándares HL7 v3, HL7 CDA y HL7 v2.x (si el lector desea conocer el detalle funcional de estos estándares, puede consultar el apartado 3.2.2 del Capítulo III).

En el caso del estándar HL7 v3, el metamodelo de MoDHE v3 cubre el metamodelo de HL7 v3 completamente, ya que presenta una extensión razonable para el alcance de la presente Tesis Doctoral. En cambio, en el caso de los estándares HL7 CDA y HL7 v2.x, solo se ha cubierto un porcentaje del espectro completo de sus metamodelos (ver Tabla 10), por presentar una magnitud desproporcionada al alcance de esta memoria. La metodología de MoDHE se considera cubierta en su totalidad. El trabajo de campo correspondiente a la completitud de los estándares HL7 CDA y HL7 v2.x para ampliar el contexto de uso de la metodología, es un trabajo futuro que se puede articular como ampliaciones a la presente Tesis Doctoral (si el lector desea más información acerca de este mecanismo de ampliación futuro, puede consultar el apartado 3.1 del Capítulo IX).

Más específicamente, la siguiente tabla (Tabla 10) muestra la proporción de entidades que cubre cada uno de los estándares, en relación con el total de entidades que presentan dichos estándares.

**Tabla 10.** Porcentaje de entidades que cubre MoDHE

<b>Estándar de HL7</b>	<b>Total que define el estándar</b>	<b>Total que cubre MoDHE</b>	<b>% de entidades cubiertas</b>	<b>Tipos de datos</b>	<b>Enumerados</b>
HL7 v3	39	39	100%	20	-
HL7 CDA	85	12	14.12%	20	16
HL7 v2.x	143	3	2.10%	14	48

De cara a identificar una parte representativa de los estándares HL7 CDA y v2.x, se decidió cubrir la parte que modela la información demográfica del paciente. Esta información es una información común que aparece en la mayoría de los metamodelos de HL7, ya que los estándares de HL7 proponen una infraestructura centrada en el paciente. Por ejemplo, los datos demográficos de un paciente en cuestión, se representan haciendo uso de:

- En el estándar HL7 CDA, a través de la clase Patient.
- En el estándar HL7 v2.x, haciendo uso del segmento PID.
- En el estándar HL7 v3, instanciando la clase Entity.

En concreto, los elementos de información cubiertos por MoDHE para cada estándar de HL7, son:

- HL7 CDA: Se ha incluido el documento clínico ya que es la parte troncal de todos los modelos CDA. Se ha incluido el paciente, junto con todos los datos demográficos de éste. Se ha incluido de forma complementaria los actores que autentifican el documento, información que puede incluirse en un modelo CDA.
- HL7 v2.x: Se han incluido los elementos de información correspondientes al segmento MSH (Message Header) por corresponder con el segmento de cabecera, parte común a todos los mensajes HL7. Se ha incluido el segmento que da soporte a los datos del paciente, en este caso se trata del segmento PID (Patient Identification). Adicionalmente, se ha incluido el segmento de control EVN (Event Type Segment) por ser obligatorio en el caso de querer definir un mensaje conteniendo datos de pacientes.

El resto de elementos de información presentes en los estándares HL7 CDA y HL7 v2.x se consideran fuera del alcance de la presente Tesis Doctoral.

A continuación, la

Tabla 11 detalla estos elementos que, para cada estándar, quedan fuera del alcance.

**Tabla 11.** Elementos de HL7 CDA y HL7 v2.x que quedan fuera del alcance

Estándar de HL7	Tipo de elemento	Elemento
HL7 CDA	Actores	Autor
		Guardián
		Destinatario
		Codificador
		Participante
	Entidades asociadas	Documento padre
		Evento
		Orden
		Consentimiento
	Componentes	Episodio clínico
		Estructuradas
	Secciones	No estructuradas
		Observaciones
		Región de interés
		Medios
		Administración de medicamentos
		Suministros
		Procedimientos
Actos		

HL7 v2.x	Complementos externos	Actos externos
		Observaciones externas
		Documentos externos
	Gestión informática	Procedimientos externos
		Puntos de continuación
		Tratamiento de errores
		Ficheros
		Aceptaciones
		Credenciales
		Software
	Ficheros maestros	
	Administración	Soporte de aplicaciones
		Gestión financiera
		Agendas
		Derivaciones
Consultas		
Gestión clínica	Reclamaciones y reembolsos	
	Gestión de materiales	
	Pruebas u órdenes	
	Observaciones	
Otros	Problemas	
	Estudios de laboratorio	
	Personal sanitario	
	Notas	
	Anexos	

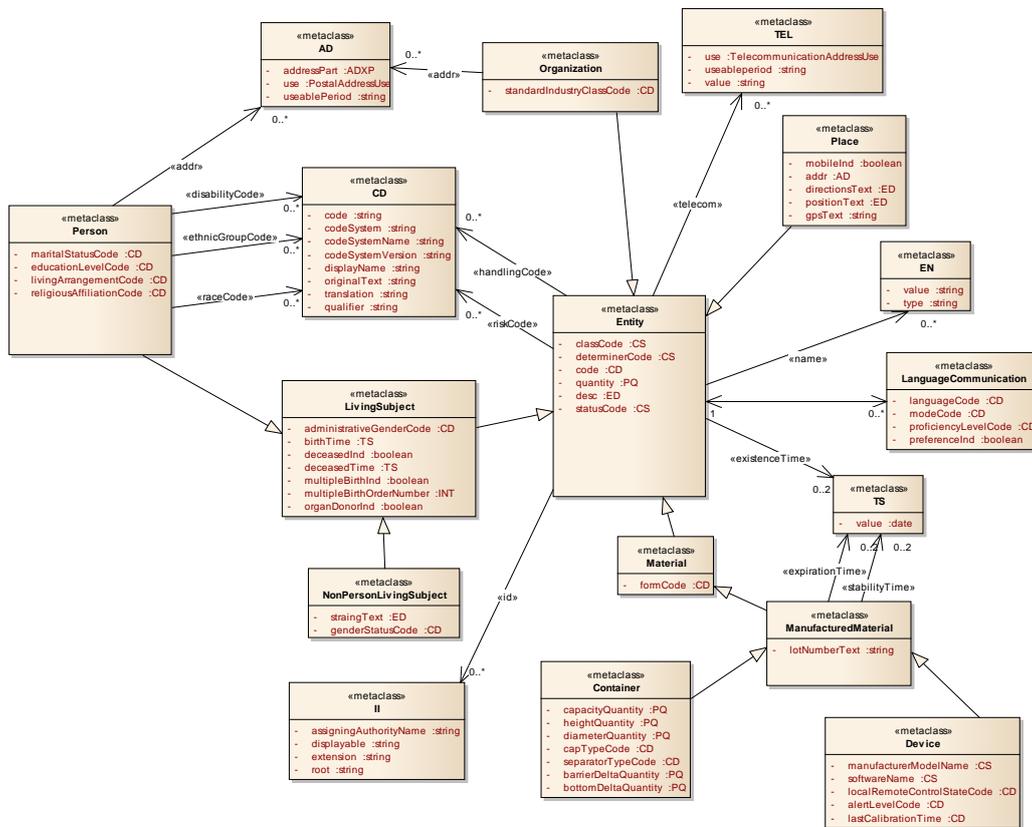
## 1.2. MoDHE v3

En este apartado se presenta el metamodelo que, como parte del marco de referencia MoDHE, cubre el estándar HL7 v3. Como se ha mencionado anteriormente, este metamodelo cubre en su totalidad el modelo de referencia que presenta este estándar.

A continuación, las siguientes 3 figuras (Figura 21, Figura 22 y Figura 23) muestran una primera porción del metamodelo de MoDHE v3 que representa todas las entidades del modelo de referencia de HL7 v3, y aquellos tipos de datos que se relacionan con entidades para habilitar campos múltiples. Posteriormente, las figuras Figura 24 y Figura 25, muestran el resto del metamodelo de MoDHE v3 que representa los tipos de datos y los valores enumerados, cubriendo así el metamodelo completo de HL7 v3.

Se ha considerado necesario presentar el metamodelo de MoDHE correspondiente al estándar HL7 v3 por vistas, para facilitar la legibilidad, teniendo en cuenta el gran número de entidades que presenta este modelo de referencia.

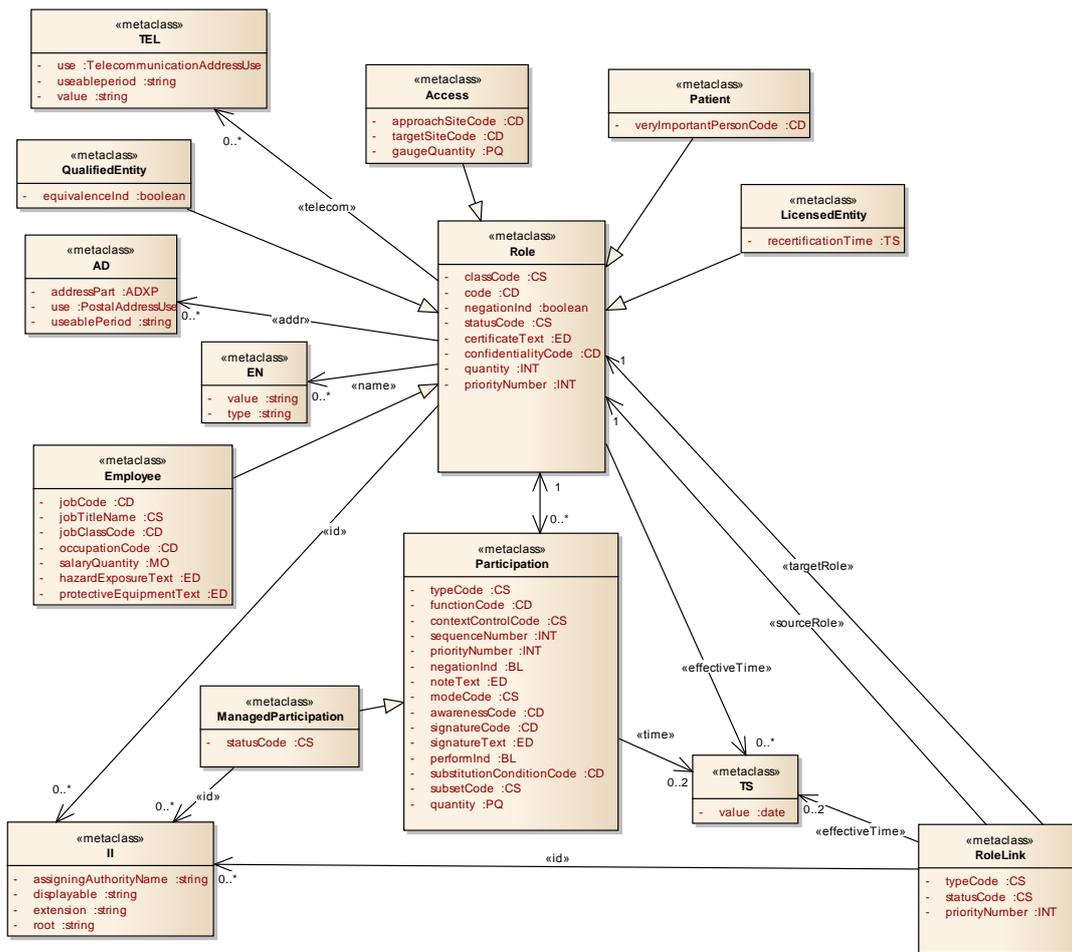
La siguiente figura (Figura 21) muestra la porción del metamodelo MoDHE v3 que abarca conceptos relacionados con entidades.



**Figura 21.** Metamodelo de ModHE v3, que corresponde al estándar HL7 v3. Entidades. Parte 1

En el Anexo B, apartado 1, el lector podrá encontrar el detalle de cada elemento del metamodelo de ModHE v3, incluyendo una breve descripción, las relaciones de generalización que presenta, así como los atributos, asociaciones y restricciones. Dichas restricciones han sido modeladas en OCL.

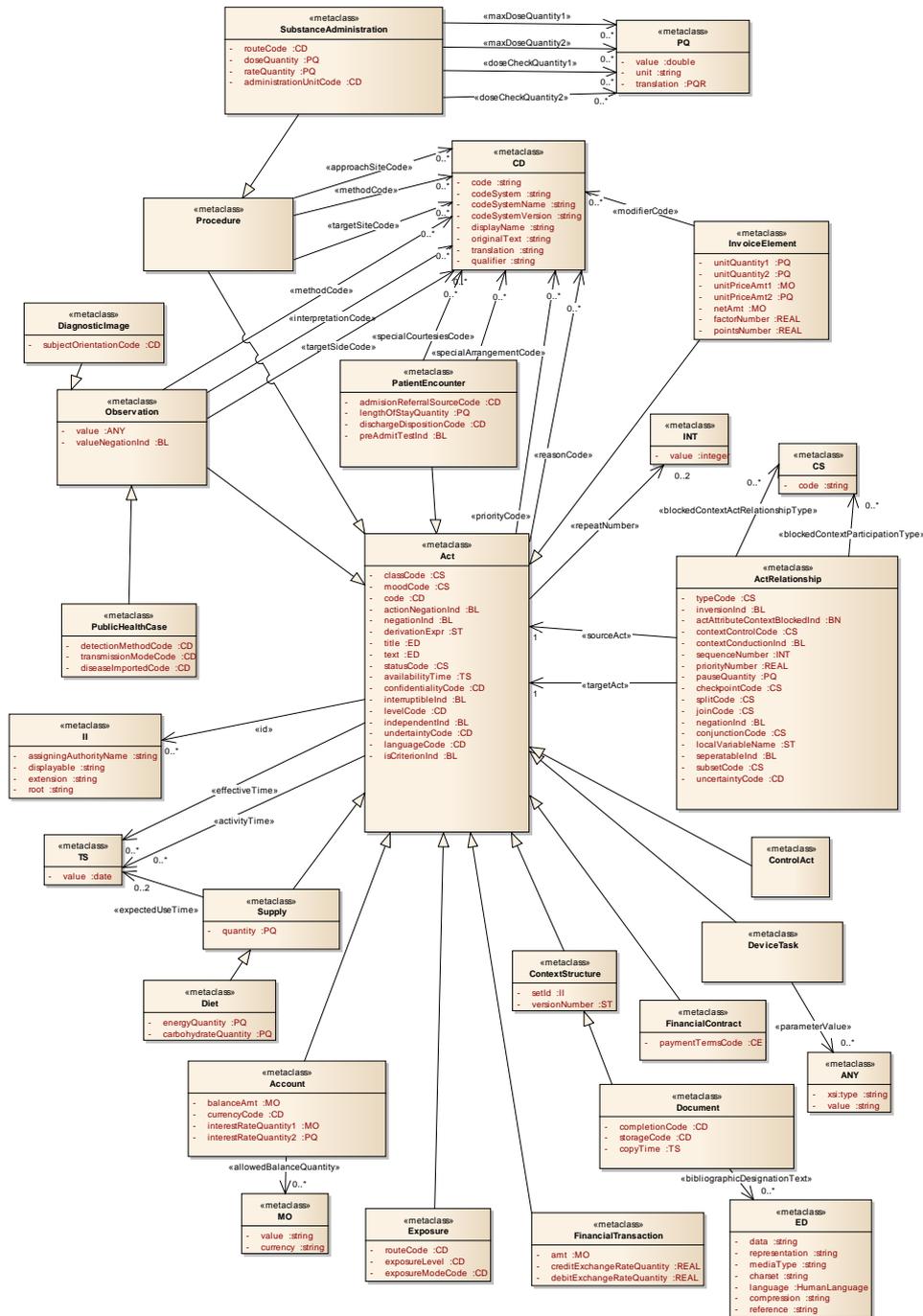
La siguiente figura (Figura 22) muestra la porción del metamodelo ModHE v3 que abarca conceptos relacionados con roles y participaciones.



**Figura 22.** Metamodelo de ModHE v3, que corresponde al estándar HL7 v3. Entidades. Parte 2

En el Anexo B, apartado 1, el lector podrá encontrar el detalle de cada elemento del metamodelo de ModHE v3.

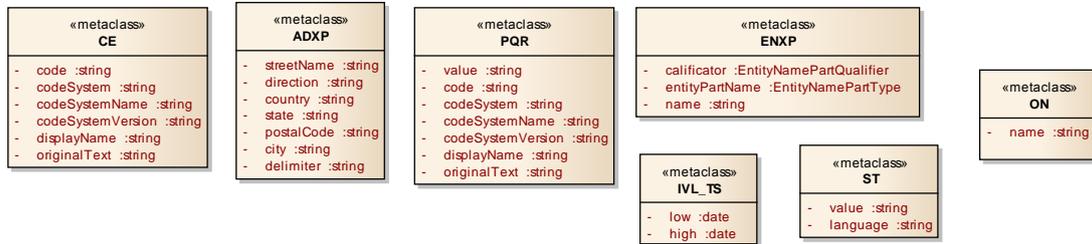
La siguiente figura (Figura 23) muestra la porción del metamodelo ModHE v3 que abarca conceptos relacionados con actos.



**Figura 23.** Metamodelo de ModHE v3, que corresponde al estándar HL7 v3. Entidades. Parte 3

En el Anexo B, apartado 1, el lector podrá encontrar el detalle de cada elemento del metamodelo de ModHE v3.

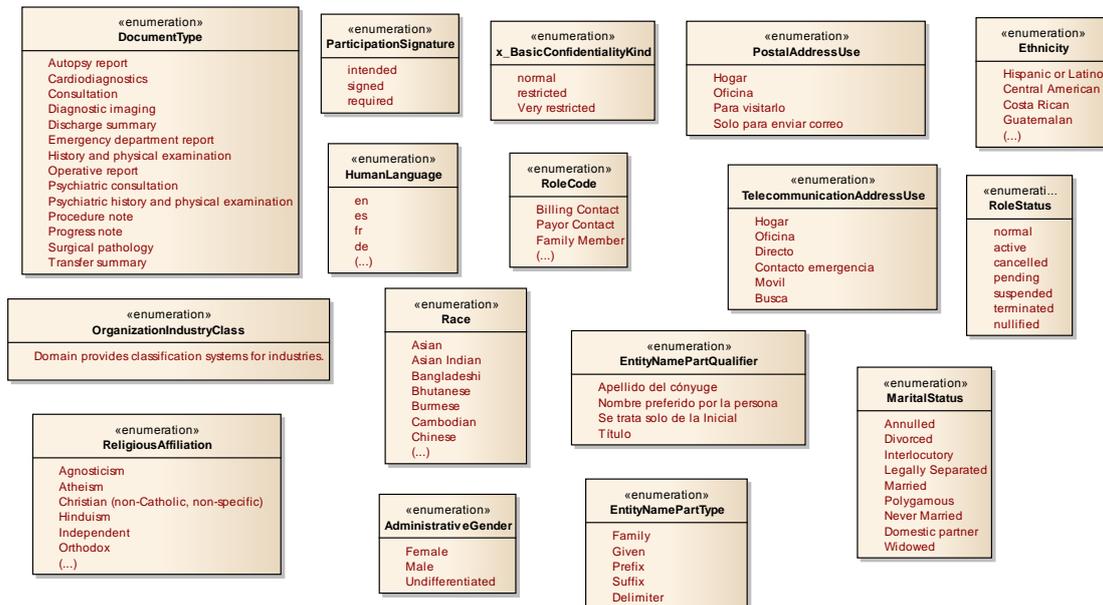
La siguiente figura (Figura 24) muestra la porción del metamodelo MoDHE v3 que representa los tipos de datos que no tienen relación con ninguna otra entidad del metamodelo de MoDHE v3 por no existir ningún campo múltiple de ese tipo de datos (si existen campos sin multiplicidad de estos tipos, por eso es necesario incluirlos en el metamodelo).



**Figura 24.** Metamodelo de MoDHE v3, que corresponde al estándar HL7 v3. Tipos de datos

En el Anexo B, apartado 1, el lector podrá encontrar el detalle de cada elemento del metamodelo de MoDHE v3.

Por último, la siguiente figura (Figura 25) muestra la porción del metamodelo MoDHE v3 que representa los valores enumerados.



**Figura 25.** Metamodelo de MoDHE v3, que corresponde al estándar HL7 v3. Enumerados

En el Anexo B, apartado 1, el lector podrá encontrar el detalle de cada elemento del metamodelo de MoDHE v3.

### 1.3. ModHE CDA

En este apartado se presenta el metamodelo modelado como parte del marco de referencia ModHE para cubrir el estándar HL7 CDA. Este metamodelo cubre –tal y como se indicó en la Tabla 10- un 14.12% el modelo de referencia que presenta este estándar.

Los estándares de HL7 v3 y CDA se han metamodelado en un solo diagrama, por presentar relaciones entre sus elementos. Las entidades correspondientes a los tipos de datos y valores enumerados del estándar HL7 CDA coinciden con las del estándar HL7 v3, ya que HL7 CDA es un refinamiento de HL7 v3. Por tanto, los tipos de datos y valores enumerados, correspondientemente, están representados en las figuras Figura 24 y Figura 25.

La siguiente figura (Figura 26) muestra una vista del metamodelo de ModHE CDA que representa las entidades.

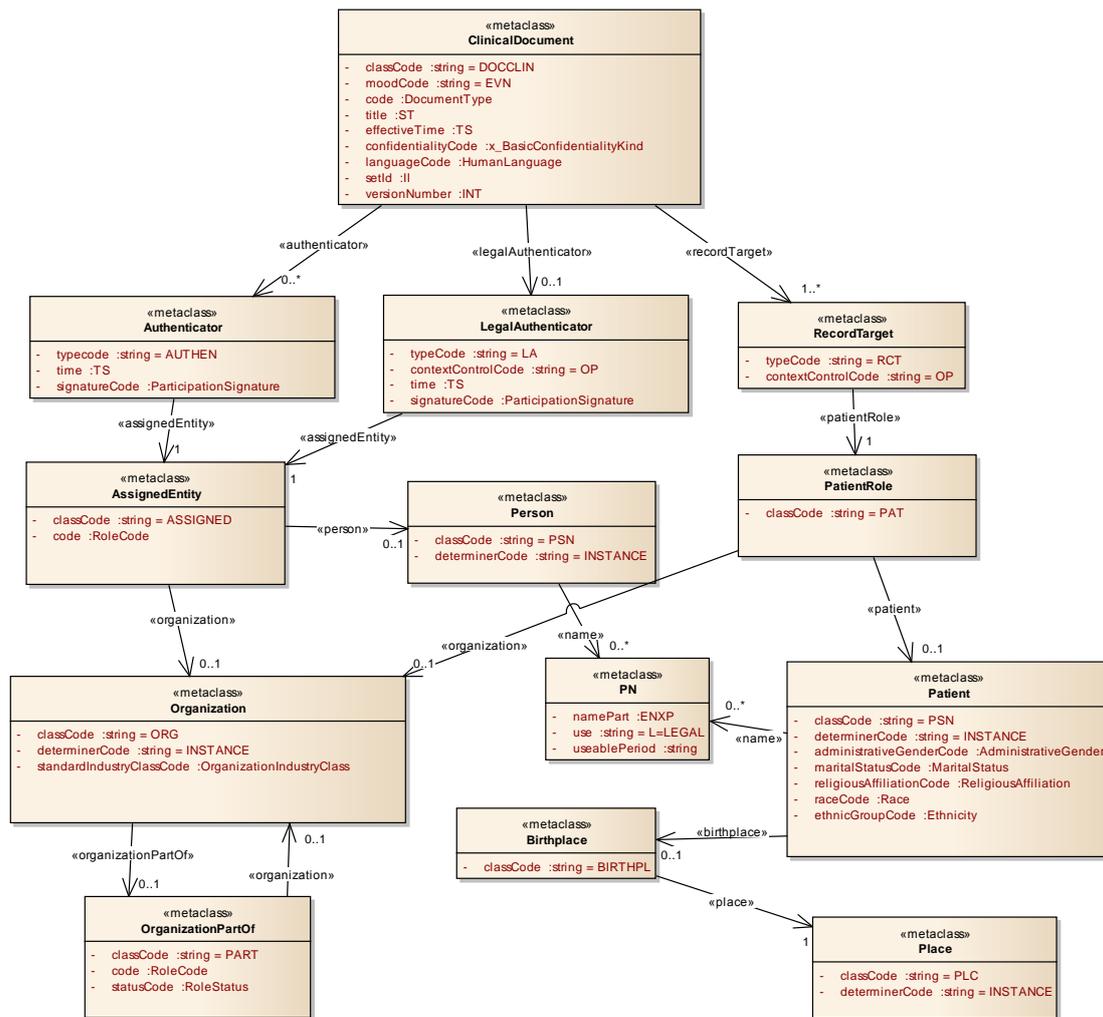
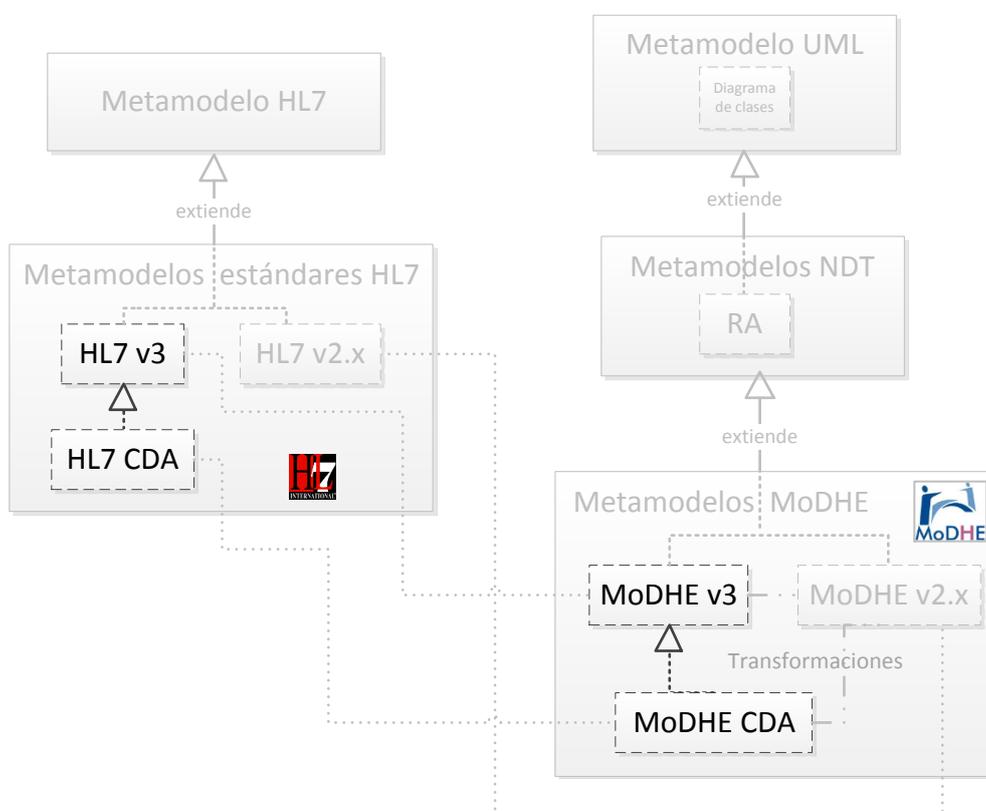


Figura 26. Metamodelo de ModHE CDA, que corresponde al estándar HL7 CDA. Entidades

En el Anexo B, apartado 2, el lector podrá encontrar el detalle de cada elemento del metamodelo de MoDHE CDA, incluyendo una breve descripción, las relaciones de generalización que presenta, así como los atributos, asociaciones y restricciones. Dichas restricciones han sido modeladas en OCL.

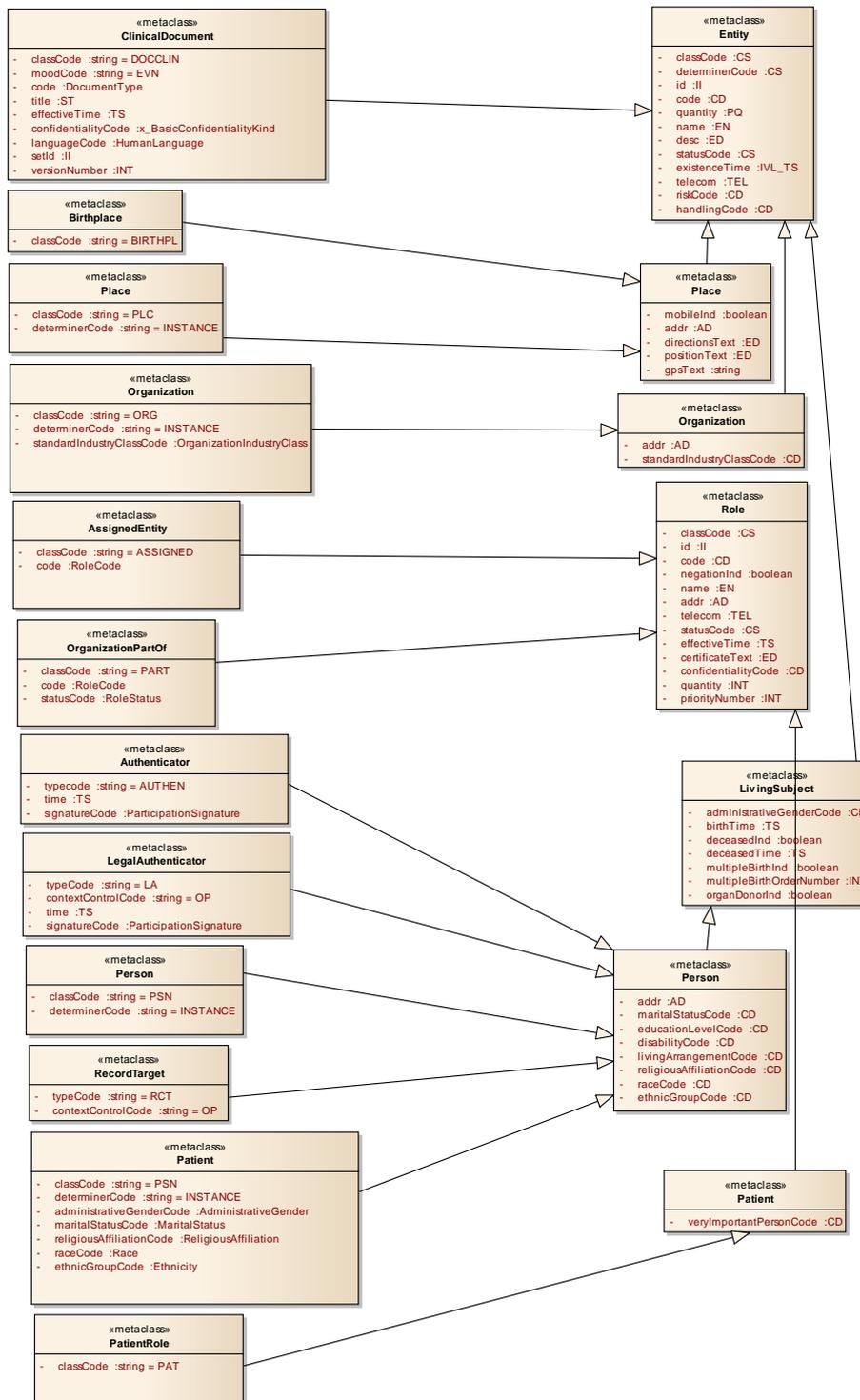
En la anterior Figura 26, para facilitar la legibilidad de esta porción del metamodelo de MoDHE CDA, no se han incluido las relaciones entre las entidades de MoDHE CDA y MoDHE v3.

Estas relaciones de herencia modelan el hecho de que HL7 CDA es un refinamiento de un subconjunto de HL7 v3. De forma paralela, MoDHE CDA es un refinamiento de un subconjunto de MoDHE v3. La siguiente figura (Figura 27) refleja la parte de la propuesta que modela este refinamiento.



**Figura 27.** Definición formal de la propuesta. CDA como refinamiento de v3

La siguiente figura (Figura 28) muestra dichas relaciones, que combinan elementos de ambos estándares. Alineadas a la izquierda, las entidades de MoDHE CDA. Alineadas a la derecha, las entidades de MoDHE v3. Estas relaciones de herencia permiten que las entidades de MoDHE CDA usen atributos propios de las entidades de MoDHE v3.



**Figura 28.** Metamodelo de MoDHE CDA (que corresponde al estándar HL7 CDA) y MoDHE v3 (que corresponde al estándar HL7 v3). Relaciones entre entidades

En el Anexo B, apartado 2, el lector podrá encontrar el detalle de cada elemento del metamodelo de MoDHE CDA.

## 1.4. ModHE v2.x

En este apartado se presenta el metamodelo modelado como parte del marco de referencia ModHE para cubrir el estándar HL7 v2.x. Este metamodelo cubre –tal y como se indicó en la Tabla 10- un 2.1% el modelo de referencia que presenta este estándar.

El modelado de este estándar de HL7 ha supuesto un esfuerzo adicional ya que, en este caso, este estándar no se sustenta sobre un modelo de referencia definido gráficamente. Este estándar se define de modo textual a lo largo de 28 extensos documentos PDF, alguno de estos con cientos de páginas [ANSI/HL7 2011].

A continuación, la siguiente figura (Figura 29) muestra una primera porción del metamodelo de ModHE v2.x representando todas las entidades del modelo de referencia, y aquellos tipos de datos que se relacionan con entidades para habilitar campos múltiples.

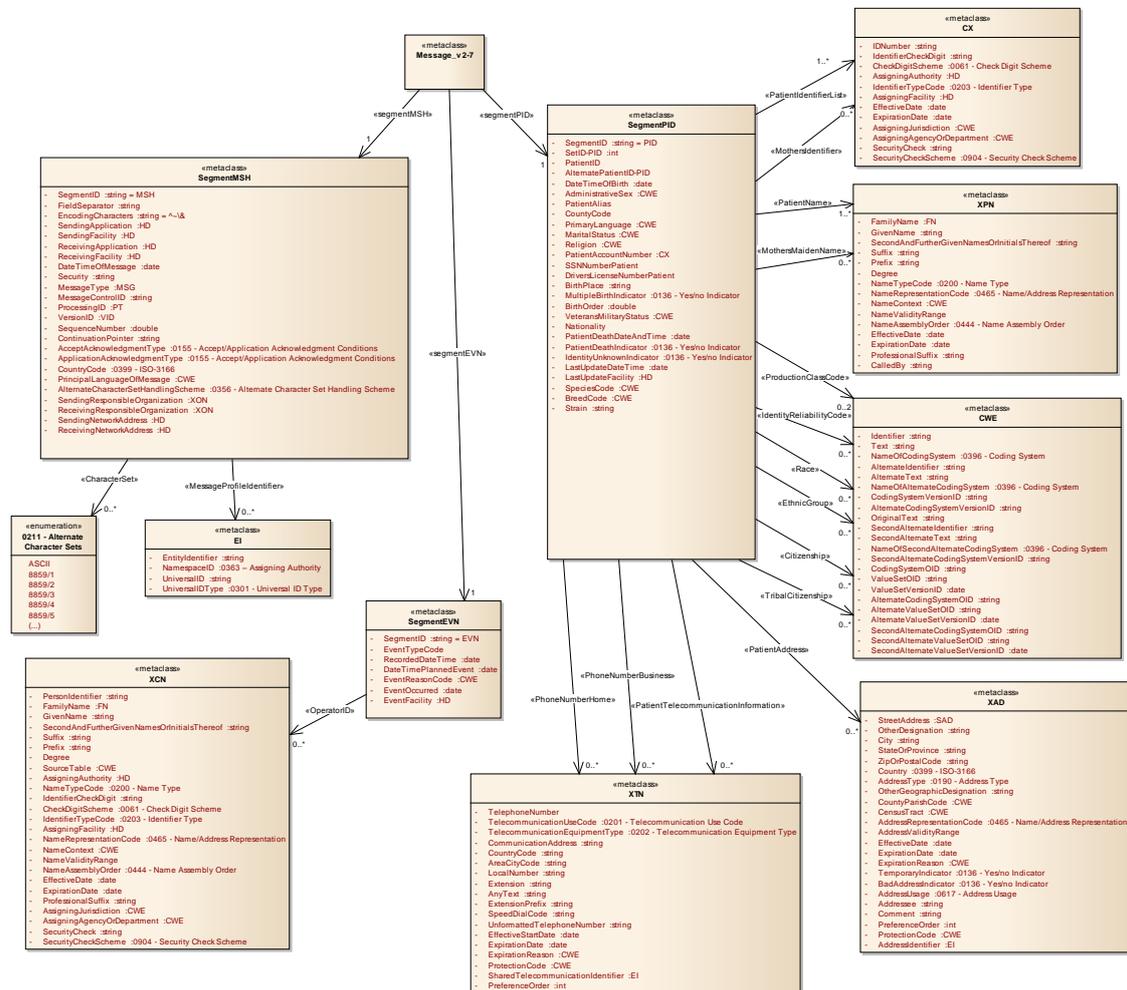
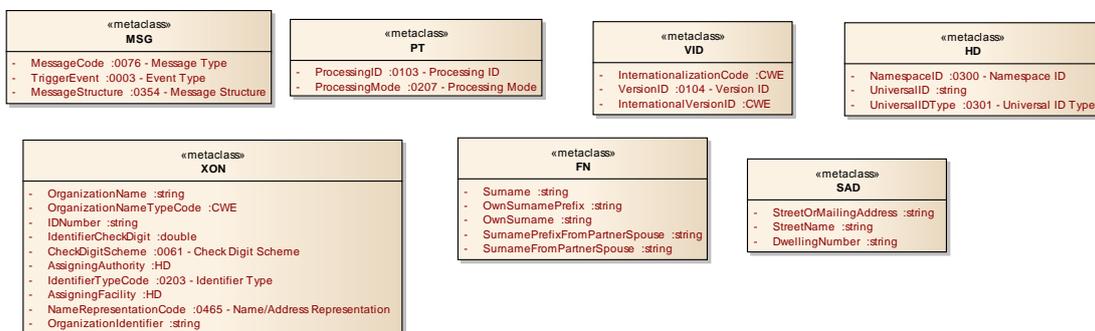


Figura 29. Metamodelo de ModHE v2.x, que corresponde al estándar HL7 v2.x. Entidades

En el Anexo B, apartado 3, el lector podrá encontrar el detalle de cada elemento del metamodelo de ModHE v2.x, incluyendo una breve descripción, las relaciones de generalización que presenta, así como los atributos, asociaciones y restricciones. Dichas restricciones han sido modeladas en OCL.

Aparecen campos sin tipo, como EventTypeCode en SegmentEVN. Esto ocurre porque en el propio estándar están creados sin tipo. Se trata de campos obsoletos. El hecho de mantener el campo sin tipo es un modo de mantener la compatibilidad hacia atrás, según el propio estándar: 'retained for backward compatibility' [ANSI/HL7 2011].

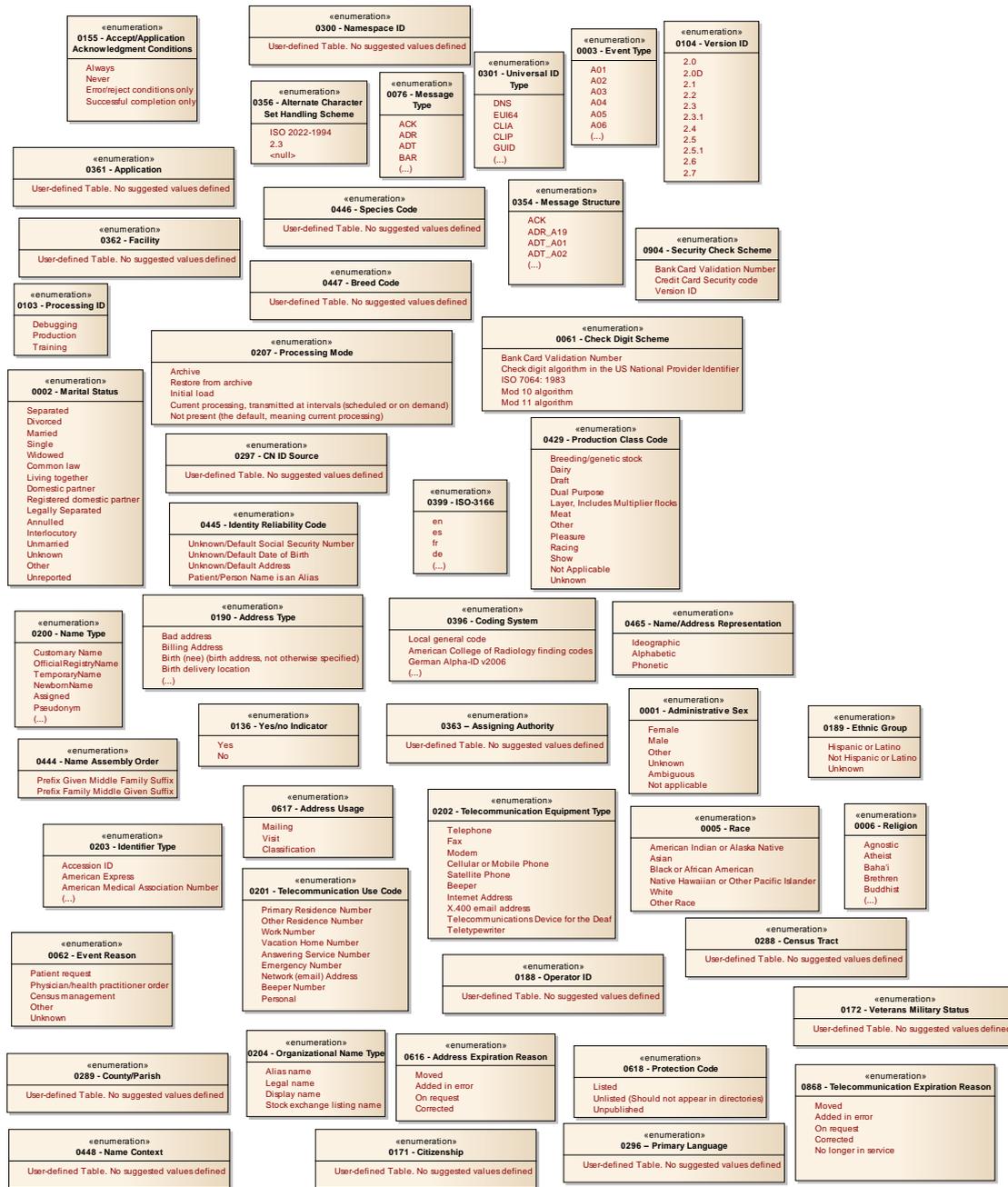
La siguiente figura (Figura 30) muestra la porción del metamodelo MoDHE v2.x que representa los tipos de datos que no tienen relación con ninguna otra entidad del metamodelo de MoDHE v2.x por no existir ningún campo múltiple de ese tipo de datos (sí existen campos sin multiplicidad de estos tipos, por eso es necesario incluirlos en el metamodelo).



**Figura 30.** Metamodelo de MoDHE v2.x, que corresponde al estándar HL7 v2.x. Tipos de datos

En el Anexo B, apartado 3, el lector podrá encontrar el detalle de cada elemento del metamodelo de MoDHE v2.x.

Por último, la siguiente figura (Figura 31) muestra la porción del metamodelo MoDHE v2.x que representa los valores enumerados.



**Figura 31.** Metamodelo de MoDHE v2.x, que corresponde al estándar HL7 v2.x. Enumerados

En el Anexo B, apartado 3, el lector podrá encontrar el detalle de cada elemento del metamodelo de MoDHE v2.x.

## 2. Conclusiones

A lo largo de este capítulo, se ha definido formalmente el lenguaje de modelado que forma parte del marco de referencia MoDHE, cuyo objetivo es el de gestionar el ciclo de vida del software sanitario basado en HL7 desde la perspectiva del paradigma MDE. Si el lector desea conocer el detalle de los elementos incluidos en dicho lenguaje de modelado, puede consultar el Anexo B.

A raíz de esta sintaxis abstracta de MoDHE, se ha definido una sintaxis concreta. Para ello, se han utilizado perfiles UML con el objetivo de definir nuevos conceptos a partir de constructores ya existentes en UML, consiguiendo así una semántica más precisa y concreta que sea capaz de modelar toda la riqueza existente en los estándares de HL7. A partir de cada metaclassa definida en los metamodelos de MoDHE, se define un estereotipo en el perfil UML, que extiende una metaclassa de UML, en concreto todos los estereotipos del perfil UML de MoDHE extienden la metaclassa Class de UML. Esto implica que todos los modelos de MoDHE se diseñen usando la misma notación visual que usan las clases de UML. El lector puede encontrar más información acerca del perfil UML de MoDHE en el apartado 2 del Capítulo VII, capítulo donde se detallan los aspectos más relevantes de la herramienta MoDHE Suite, herramienta creada para dar soporte práctico al marco de referencia MoDHE.

El siguiente capítulo (Capítulo VI) define formalmente el último pilar del marco de referencia definido: las transformaciones.



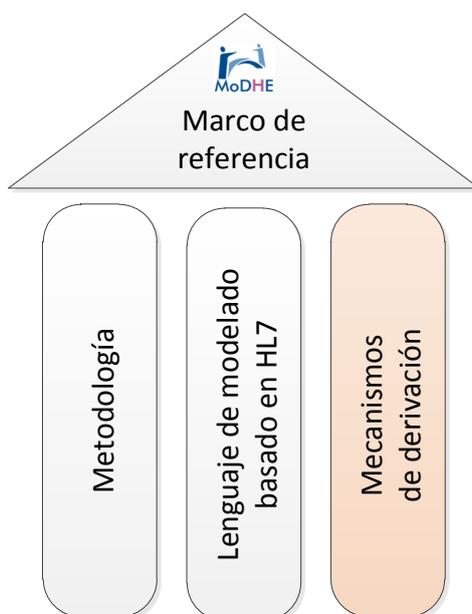
## Capítulo VI. Mecanismos de derivación

**E**n el Capítulo II, apartado 3, se definió el marco de referencia MoDHE sobre el que se ha trabajado en la presente Tesis Doctoral, formado por 3 pilares: metodología, lenguaje de modelado basado en HL7, y mecanismos de derivación.

El Capítulo IV describe la metodología de MoDHE (fases, actividades y modelos), primer pilar del marco de referencia. El Capítulo V describe el lenguaje de modelado basado en HL7 desarrollado en la presente Tesis Doctoral (metamodelos de MoDHE), segundo pilar del marco de referencia. El presente capítulo presenta los mecanismos de derivación utilizados para:

- (i) Relacionar metamodelo source con metamodelo target (apartado 1).
- (ii) Automatizar transformaciones entre diferentes modelos de MoDHE (apartado 2).

Una vez desarrollado este tercer pilar del marco de referencia, se consideran cubiertos todos los elementos necesarios para realizar un modelado según los principales estándares de HL7 que cubren los requisitos de información, gracias al marco de referencia MoDHE. La siguiente figura (Figura 32 **Figura 11**) identifica el pilar en el que nos centramos en el presente capítulo, dentro del marco de referencia.

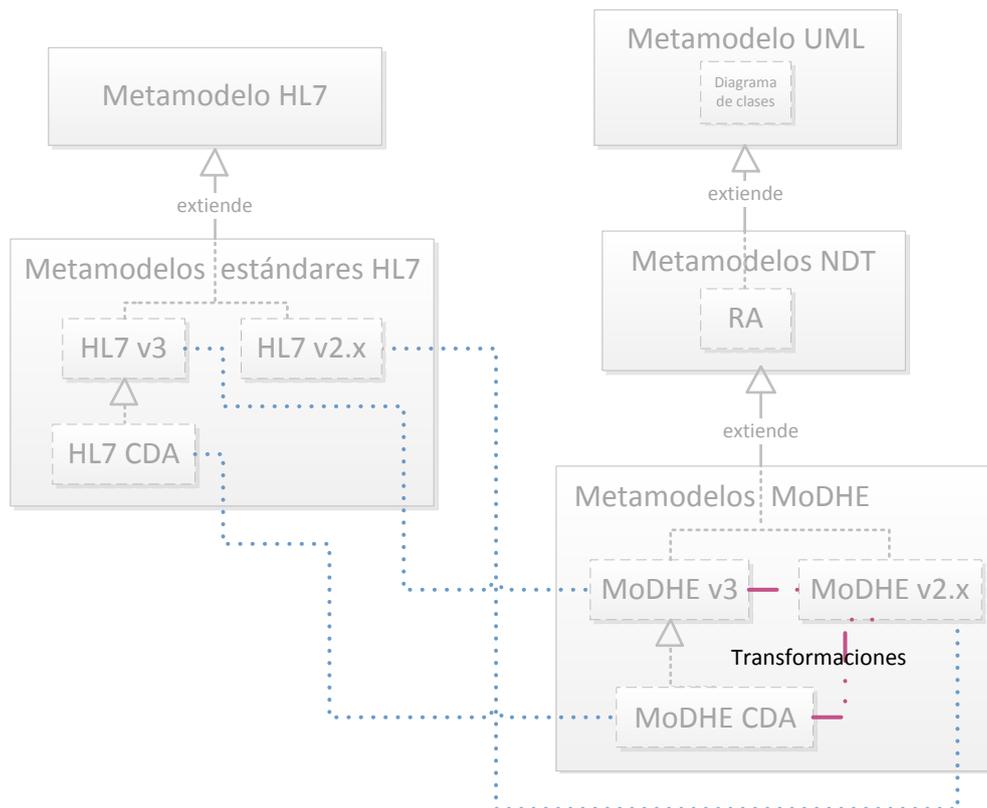


**Figura 32.** Marco de referencia. Pilar 'Mecanismos'

Tomando como base la definición formal de la propuesta representada en el Capítulo III, este apartado se centra en la parte del marco de referencia MoDHE correspondiente a los

mecanismos de derivación que hacen posible transformar modelos de un metamodelo a otro, ya sea entre un metamodelo de HL7 y un metamodelo de MoDHE (a través de relaciones 1 a 1), como entre diferentes modelos de MoDHE (a través de transformaciones).

La siguiente figura (Figura 33) refleja la parte de la propuesta sobre la que se profundiza en el presente capítulo, marcando en azul los mecanismos de derivación entre metamodelos de HL7 y de MoDHE (relaciones 1 a 1), y en morado los mecanismos de derivación entre diferentes partes del metamodelo de MoDHE (transformaciones).



**Figura 33.** Definición formal de la propuesta. Parte mecanismos de derivación

### 1. Derivación de los metamodelos de HL7 a los metamodelos de MoDHE. Relaciones 1 a 1

Los metamodelos de MoDHE son una extensión de los metamodelos de HL7. Para crear cada metamodelo de MoDHE, se ha ido estudiando cada metamodelo de HL7, y se han ido modelando elementos con una relación 1-1.

### 2. Derivación de un metamodelo de MoDHE a otro metamodelo de MoDHE. Transformaciones

Teniendo en cuenta que los estándares HL7 v3, HL7 CDA, HL7 v2.x presentan la característica común de que cubren la definición de requisitos de información de un

sistema sanitario, se identifican elementos comunes en dichos estándares. Estos elementos comunes permiten que se puedan definir transformaciones sencillas entre entidades de un estándar y otro, permitiendo así crear parcialmente la estructura del modelo basado en un estándar tomando como entrada el modelo basado en otro estándar.

El proceso sistemático de obtención de un modelo MoDHE derivado desde otro modelo MoDHE debe contemplar qué información se va a tomar desde el modelo source, cómo se va a transformar esa información, qué dependencias existen entre elementos de información, y qué información se genera en el modelo target. Es decir, se debe clarificar cómo se puede definir un modelo target a partir de un modelo source específico, así como el grado de automatización que se puede aplicar al proceso.

En este capítulo, basándose en la definición formal de los metamodelos que se ha realizado en el capítulo anterior (Capítulo V), se estudian y se formalizan las relaciones semánticas que se establecen, mediante las cuales se puede conseguir el modelo target a raíz de un modelo source específico.

Este proceso, teniendo en cuenta dichas relaciones semánticas, establece un mecanismo de transformación basado en reglas para obtener el modelo final. Gracias a dicho proceso de transformación, se establece una trazabilidad entre ambos metamodelos, permitiendo automatizar el desarrollo, así como mejorar la calidad y consistencia de los modelos. Por ejemplo: si el usuario ha modelado un modelo según el metamodelo de MoDHE v2.x, puede generar automáticamente parte del modelo MoDHE CDA con la misma información anteriormente modelada según el metamodelo de MoDHE v2.x.

En el presente apartado, se especifica formalmente el proceso sistemático para obtener modelos MoDHE a partir de otro modelo MoDHE. Para ello, es necesario definir el conjunto de reglas de derivación entre modelos que permitan sistematizar este proceso. Estas reglas son especificadas con el lenguaje estándar QVT [OMG 2015b], y comúnmente conocidas como reglas “model-to-model” (M2M).

En la presente Tesis Doctoral se ha optado por utilizar QVT frente a otros lenguajes de transformaciones como ATL (Atlas Transformation Language)<sup>40</sup> porque la propuesta presentada en la presente Tesis Doctoral se plantea como una extensión de la metodología NDT, que usan especificaciones de transformaciones en QVT, por tanto al utilizar QVT mejorará la compatibilidad entre ambos conjuntos de transformaciones (los propios de NDT, y los propios de MoDHE).

---

<sup>40</sup> <https://eclipse.org/atl/>

## **2.1. El lenguaje QVT**

El lenguaje QVT [OMG 2015b] es un lenguaje estándar propuesto por la OMG para la definición de transformaciones M2M. Este lenguaje nace a finales de 2005 como propuesta común de varias instituciones de investigación y empresas. Para la definición de la estructura y sintaxis de los metamodelos, este lenguaje se basa en las especificaciones de los estándares MOF [OMG 2015a] y OCL [OMG 2014] propuestos por la OMG.

El lenguaje QVT define 3 abstracciones fundamentales:

- Consultas (Query): Expresión que se evalúa sobre el modelo origen –instancia del metamodelo origen-, resultando una o varias instancias de tipos (del modelo fuente o en el lenguaje de consulta).
- Vistas (View): Modelo obtenido a partir de otro modelo base.
- Transformaciones (Transformation): Operación que, proyectando los resultados de las consultas sobre una vista, genera un modelo destino a partir de un modelo origen.

QVT es un lenguaje declarativo e imperativo a la vez. Está compuesto por 3 sublenguajes específicos de dominio:

- Relaciones (Relations): Lenguaje declarativo que representa el conjunto de relaciones que deben existir entre los modelos origen y destino. Estas relaciones se definen por 2 o más dominios, unas precondiciones y unas postcondiciones. Un dominio es un elemento de un tipo específico el cual podemos encontrar en el modelo. Una transformación puede ser de 2 tipos “ckeckonly” (solo chequea la consistencia) o “enforced” (modifica el modelo destino).
- Núcleo (Core): Lenguaje declarativo tan potente como el lenguaje de relaciones, pero a diferencia de éste, no utiliza patrones. Su semántica se define de forma más simple.
- Mapeos (Operational Mappings): Conocido como QVTo, este lenguaje es un lenguaje imperativo que extiende los lenguajes de relaciones y núcleo. Su sintaxis es similar a otros lenguajes imperativos como Java. A diferencia de los lenguajes declarativos, este lenguaje es unidireccional, es decir, existirá un solo modelo origen y uno o varios modelos destinos. Define operaciones que implementan una transformación completa o una parte de ésta.

De los 3 sublenguajes que componen QVT, el lenguaje imperativo QVTo es la opción elegida porque existen herramientas más potentes para trabajar con él, está mejor documentado y presenta una comunidad de usuarios más grande.

## **2.2. Contexto y planteamiento previo**

Antes de definir formalmente las reglas de transformación QVT para derivar elementos, resulta necesario establecer cuál es la correspondencia identificada entre elementos de cada metamodelos.

A continuación, la Tabla 12 muestra el listado de elementos comunes identificados en los estándares para la creación de requisitos de información de un sistema de información sanitario basado en HL7. Se trata de elementos relacionados con los datos demográficos de los pacientes.

**Tabla 12.** Correspondencia entre elementos de los metamodelos en estudio

HL7 CDA	HL7 v2.x	HL7 v3	Descripción del campo
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.id.extension	Message_v2-7.SegmentPID.PatientIdentifierList.IDNumber	Entity.id	Identificador del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.Patient.name.namePart.name [name.entityPartName = "GIV"]	Message_v2-7.SegmentPID.PatientName.GivenName	Entity.name.value [name.type = "GIV"]	Nombre del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.Patient.name.namePart.name [name.entityPartName = "FAM"]	Message_v2-7.SegmentPID.PatientName.FamilyName.Surname	Entity.name.value [name.type = "FAM"]	Apellido del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.Patient.birthTime	Message_v2-7.SegmentPID.DateTimeOfBirth	Entity.LivingSubject.birthTime	Fecha de nacimiento del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.Patient.administrativeGenderCode	Message_v2-7.SegmentPID.AdministrativeSex	Entity.LivingSubject.administrativeGenderCode	Sexo del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.Patient.raceCode	Message_v2-7.SegmentPID.Race	Entity.LivingSubject.Person.raceCode	Raza del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.addr.addressPart.city [addr.use = "H"]	Message_v2-7.SegmentPID.PatientAddress.City	Entity.LivingSubject.Person.addr.addressPart.city	Ciudad de la dirección del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.addr.addressPart.postalCode [addr.use = "H"]	Message_v2-7.SegmentPID.PatientAddress.ZipOrPostalCode	Entity.LivingSubject.Person.addr.addressPart.postalCode	Código postal de la dirección del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.addr.addressPart.country [addr.use = "H"]	Message_v2-7.SegmentPID.PatientAddress.Country	Entity.LivingSubject.Person.addr.addressPart.country	País de la dirección del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.addr.addressPart.streetName [addr.use = "H"]	Message_v2-7.SegmentPID.PatientAddress.StreetAddress.StreetName	Entity.LivingSubject.Person.addr.addressPart.streetName	Calle de la dirección del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.telecom.value [telecom.use = "H"]	Message_v2-7.SegmentPID.PhoneNumberHome.LocalNumber	Entity.telecom.value [telecom.use = "H"]	Teléfono de casa del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.telecom.value [telecom.use = "WP"]	Message_v2-7.SegmentPID.PhoneNumberBusiness.LocalNumber	Entity.telecom.value [telecom.use = "WP"]	Teléfono del trabajo del paciente

	ber		
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.Patient.maritalStatusCode	Message_v2-7.SegmentPID.MaritalStatus	Entity.LivingSubject.Person.maritalStatusCode	Estado civil del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.Patient.religiousAffiliationCode	Message_v2-7.SegmentPID.Religion	Entity.LivingSubject.Person.religiousAffiliationCode	Religión del paciente
ClinicalDocument.RecordTarget.PatientRole.Patient.ethnicGroupCode	Message_v2-7.SegmentPID.EthnicGroup	Entity.LivingSubject.Person.ethnicGroupCode	Etnia del paciente

Una vez especificado el listado de correspondencias en la anterior tabla (Tabla 12), el siguiente apartado especifica las reglas QVT necesarias para dar soporte a las transformaciones identificadas.

### **2.3. Especificación de la transformación MoDHE-CDA\_MoDHE-v2x\_M2M**

Esta sección detalla la transformación que convierte un modelo creado siguiendo el metamodelo de MoDHE CDA, en un modelo conforme al metamodelo de MoDHE v2.x, transformación representada por el término MoDHE-CDA\_MoDHE-v2x\_M2M. Dicha transformación toma como entrada los elementos identificados en el metamodelo de MoDHE CDA y genera todos los elementos necesarios para construir un modelo HL7 conforme al metamodelo de MoDHE v2.x.

Es decir, en este caso el metamodelo source es el metamodelo de MoDHE CDA, y el metamodelo target es el metamodelo de MoDHE v2.x.

La Expresión 1 se inicia mediante la directiva «transformation» de QVT formando la cabecera de la transformación. Dicha transformación toma como entrada un modelo conforme a MoDHE CDA indicado mediante la directiva «in», y genera como salida un modelo conforme a MoDHE v2.x indicado mediante la directiva «out».

Para definir el cuerpo principal se utiliza la directiva «main». Dentro de dicho cuerpo principal, mediante la directiva «key», se definen el conjunto de propiedades que actúan como identificadores unívocos del nuevo objeto destino.

## Expresión 1. Transformación para derivar el modelo MoDHE v2.x desde el modelo MoDHE CDA

---

```
transformation ModHE-CDA_ModHE-v2x_M2M (in source:ModHECDAMetamodel,
                                         out target:ModHEv2xMetamodel) {
  main() {
    /* Se define el conjunto de propiedades que actúan como
       identificadores unívocos del nuevo objeto. */

    key ModHEv2x_Messagev27 (id);
    key ModHEv2x_SegmentPID (id);

    // Se realizan las llamadas a las funciones de mapeo.

    source.objectsOfType(PatientRole) → map tov2xSegmentPID1();
    source.objectsOfType(Patient) → map tov2xSegmentPID2();
    source.rootObjects()[ClinicalDocument] → map toMessagev27();
  }
}
```

---

Una vez definidos el conjunto de propiedades que serán los identificadores unívocos del objeto destino, se realizan una serie de llamadas a funciones de mapeo que se describen en el siguiente subapartado.

Entre estas llamadas, se debe destacar la función de mapeo que permite transformar el «ClinicalDocument», elemento raíz del metamodelo de entrada. Esta transformación del elemento raíz se obtiene mediante la instrucción «rootObjects» de QVT. Esta función, cuyo objetivo es generar el elemento raíz «Messagev27» del metamodelo destino MoDHE v2.x, recibe el nombre de «toMessagev27».

A continuación, los siguientes subapartados describen de manera concreta todas las reglas de mapeo que conforman el protocolo de derivación del modelo MoDHE v2.x a partir del modelo MoDHE CDA.

### 2.3.1. Especificación del mapeo de las metaclases «ClinicalDocument», «PatientRole» y «Patient»

Para especificar las reglas de mapeo se utiliza la directiva «mapping» de QVT. La siguiente expresión describe cómo derivar cada «Messagev27», elemento raíz del modelo MoDHE v2.x, a partir de un «ClinicalDocument», elemento raíz del modelo MoDHE CDA.

En primer lugar, la Expresión 2 inicializa el nuevo elemento «Messagev27». En segundo lugar, las expresiones Expresión 3 y Expresión 4 generan todos los elementos que componen el modelo MoDHE v2.x a raíz de los elementos que componen el modelo MoDHE CDA.

## Expresión 2. Mapeo QVT de la metaclass «ClinicalDocument» a «Messagev27»

---

```
mapping ModHECDAMetamodel::ClinicalDocument:: toMessagev27 :
ModHEv2xMetamodel:: Messagev27 {
    /* Sin instrucciones de mapeo. */
}
```

---

## Expresión 3. Mapeo QVT de la metaclass «PatientRole» a «SegmentPID»

---

```
mapping ModHECDAMetamodel::PatientRole::tov2xSegmentPID1:
ModHEv2xMetamodel::SegmentPID {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con ModHE CDA con el
    homólogo dentro del modelo de ModHE v2.x. */

    PatientIdentifierList.IDNumber = self.id.extension;

    if (self.addr.use == 'H') then {
        PatientAddress.City = self.addr.addressPart.city;
        PatientAddress.ZipOrPostalCode =
            self.addr.addressPart.postalCode;
        PatientAddress.Country = self.addr.addressPart.country;
        PatientAddress.StreetAddress.StreetName =
            self.addr.addressPart.streetName;
    }

    if (self.telecom.use == 'H') then
        PhoneNumberHome.LocalNumber = self.telecom.value;
    else if (self.telecom.use == 'WP') then
        PhoneNumberBusiness.LocalNumber = self.telecom.value;
}
```

---

## Expresión 4. Mapeo QVT de la metaclass «Patient» a «SegmentPID»

---

```
mapping ModHECDAMetamodel::Patient::tov2xSegmentPID2:
ModHEv2xMetamodel::SegmentPID {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con ModHE CDA con el
    homólogo dentro del modelo de ModHE v2.x. */

    if (self.name.entityPartName == 'GIV') then
        PatientName.GivenName = self.name.namePart.name;
    else if (self.name.entityPartName == 'FAM') then
        PatientName.FamilyName.Surname = self.name.namePart.name;

    DateTimeOfBirth = self.birthTime;
    AdministrativeSex = self.administrativeGenderCode;
    Race = self.raceCode;
    MaritalStatus = self.maritalStatusCode;
    Religion = self.religiousAffiliationCode;
    EthnicGroup = self.ethnicGroupCode;

}
```

---

## 2.4. Especificación de la transformación ModHE-v2x\_ModHE-CDA\_M2M

Esta sección detalla la transformación que convierte un modelo creado siguiendo el metamodelo de ModHE v2.x, en un modelo conforme al metamodelo de ModHE CDA, transformación representada por el término ModHE-v2x\_ModHE-CDA\_M2M. Dicha transformación toma como entrada los elementos identificados en el metamodelo de ModHE v2.x y genera todos los elementos necesarios para construir un modelo HL7 conforme al metamodelo de ModHE CDA.

Es decir, en este caso el metamodelo source es el metamodelo de ModHE v2.x, y el metamodelo target es el metamodelo de ModHE CDA.

La Expresión 5 se inicia mediante la directiva «transformation» de QVT formando la cabecera de la transformación. Dicha transformación toma como entrada un modelo conforme a ModHE v2.x indicado mediante la directiva «in», y genera como salida un modelo conforme a ModHE CDA indicado mediante la directiva «out».

Para definir el cuerpo principal se utiliza la directiva «main». Dentro de dicho cuerpo principal, mediante la directiva «key», se definen el conjunto de propiedades que actúan como identificadores unívocos del nuevo objeto destino.

**Expresión 5.** Transformación para derivar el modelo ModHE CDA desde el modelo ModHE v2.x

---

```
transformation ModHE-v2x_ModHE-CDA_M2M (in source:ModHEv2xMetamodel,
                                     out target:ModHECDAMetamodel) {
  main() {
    /* Se define el conjunto de propiedades que actúan como
       identificadores unívocos del nuevo objeto. */
    key ModHECDA_ClinicalDocument (id);
    key ModHECDA_PatientRole (id);
    key ModHECDA_Patient (id);
    // Se realizan las llamadas a las funciones de mapeo.
    source.objectsOfType(SegmentPID) → map toPatient ();
    source.objectsOfType(SegmentPID) → map toPatientRole();
    source.rootObjects() [Messagev27] → map toClinicalDocument ();
  }
}
```

---

Una vez definidos el conjunto de propiedades que serán los identificadores unívocos del objeto destino, se realizan una serie de llamadas a funciones de mapeo que se describen en el siguiente subapartado.

Entre estas llamadas, se debe destacar la función de mapeo que permite transformar el «Messagev27», elemento raíz del metamodelo de entrada. Esta transformación del elemento raíz se obtiene mediante la instrucción «rootObjects» de QVT. Esta función, cuyo

objetivo es generar el elemento raíz «ClinicalDocument» del metamodelo destino MoDHE CDA, recibe el nombre de «toClinicalDocument».

A continuación, los siguientes subapartados describen de manera concreta todas las reglas de mapeo que conforman el protocolo de derivación del modelo MoDHE CDA a partir del modelo MoDHE v2.x.

#### 2.4.1. Especificación del mapeo de las metaclasses «Messagev27» y «SegmentPID»

Para especificar las reglas de mapeo se utiliza la directiva «mapping» de QVT. La siguiente expresión describe cómo derivar cada «ClinicalDocument», elemento raíz del modelo MoDHE CDA, a partir de un «Messagev27», elemento raíz del modelo MoDHE v2.x.

En primer lugar, la Expresión 6 inicializa el nuevo elemento «ClinicalDocument». En segundo lugar, las expresiones Expresión 7 y

**Expresión 8** generan todos los elementos que componen el modelo MoDHE CDA a raíz de los elementos que componen el modelo MoDHE v2.x.

##### **Expresión 6.** Mapeo QVT de la metaclass «Messagev27» a «ClinicalDocument »

---

```
mapping MoDHEv2xMetamodel:: Messagev27:: toClinicalDocument:
MoDHECDAMetamodel:: ClinicalDocument {
    /* Sin instrucciones de mapeo. */
}
```

---

##### **Expresión 7.** Mapeo QVT de la metaclass «SegmentPID» a «Patient»

---

```
mapping MoDHEv2xMetamodel:: SegmentPID:: toPatient:
MoDHECDAMetamodel:: Patient {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con MoDHE v2.x con el
    homólogo dentro del modelo de MoDHE CDA. */

    name[0].namePart.name = self.PatientName.GivenName;
    name[0].entityPartName = 'GIV';

    name[1].namePart.name = self.PatientName.Surname;
    name[1].entityPartName = 'RAM';

    birthTime = self.DateTimeOfBirth;
    administrativeGenderCode = self.AdministrativeSex;
    raceCode = self.Race;
    maritalStatusCode = self.MaritalStatus;
    religiousAffiliationCode = self.Religion;
    ethnicGroupCode = self.EthnicGroup;

}
```

---

## Expresión 8. Mapeo QVT de la metaclass «SegmentPID» a «PatientRole»

---

```
mapping ModHEv2xMetamodel::SegmentPID::toPatientRole: ModHECDAMetamodel::
PatientRole {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con ModHE v2.x con el
    homólogo dentro del modelo de ModHE CDA. */

    id.extension = self.PatientIdentifierList.IDNumber;

    addr.use = 'H';
    addr.addressPart.city = self.PatientAddress.City;
    addr.addressPart.postalCode = self.PatientAddress.ZipOrPostalCode;
    addr.addressPart.country = self.PatientAddress.Country;
    addr.addressPart.streetName =
        self.PatientAddress.StreetAddress.StreetName;

    telecom[0].value = self.PhoneNumberHome.LocalNumber;
    telecom[0].use = 'H';

    telecom[1].value = self.PhoneNumberBusiness.LocalNumber;
    telecom[1].use = 'WP';

}
```

---

### 2.5. Especificación de la transformación ModHE-v3\_MoDHE-v2x\_M2M

Esta sección detalla la transformación que convierte un modelo creado siguiendo el metamodelo de ModHE v3, en un modelo conforme al metamodelo de ModHE v2.x, transformación representada por el término ModHE-v3\_MoDHE-v2x\_M2M. Dicha transformación toma como entrada los elementos identificados en el metamodelo de ModHE v3 y genera todos los elementos necesarios para construir un modelo HL7 conforme al metamodelo de ModHE v2.x.

Es decir, en este caso el metamodelo source es el metamodelo de ModHE v3, y el metamodelo target es el metamodelo de ModHE v2.x.

La Expresión 9 se inicia mediante la directiva «transformation» de QVT formando la cabecera de la transformación. Dicha transformación toma como entrada un modelo conforme a ModHE v3 indicado mediante la directiva «in», y genera como salida un modelo conforme a ModHE v2.x indicado mediante la directiva «out».

Para definir el cuerpo principal se utiliza la directiva «main». Dentro de dicho cuerpo principal, mediante la directiva «key», se definen el conjunto de propiedades que actúan como identificadores unívocos del nuevo objeto destino.

## Expresión 9. Transformación para derivar el modelo MoDHE v2.x desde el modelo MoDHE v3

---

```
transformation MoDHE-v3_MoDHE-v2x_M2M (in source:MoDHECDAv3Metamodel,  
                                     out target:MoDHEv2xMetamodel) {  
    main() {  
        /* Se define el conjunto de propiedades que actúan como  
        identificadores unívocos del nuevo objeto. */  
  
        key MoDHEv2x_Messagev27 (id);  
        key MoDHEv2x_SegmentPID (id);  
  
        // Se realizan las llamadas a las funciones de mapeo.  
  
        source.objectsOfType(Entity) → map tov2xSegmentPID1();  
        source.objectsOfType(LivingSubject) → map tov2xSegmentPID2();  
        source.objectsOfType(Person) → map tov2xSegmentPID3();  
        source.rootObjects() [Entity] → map toMessagev27();  
    }  
}
```

---

Una vez definidos el conjunto de propiedades que serán los identificadores unívocos del objeto destino, se realizan una serie de llamadas a funciones de mapeo que se describen en el siguiente subapartado.

Entre estas llamadas, se debe destacar la función de mapeo que permite transformar el «Entity», elemento raíz del metamodelo de entrada. Esta transformación del elemento raíz se obtiene mediante la instrucción «rootObjects» de QVT. Esta función, cuyo objetivo es generar el elemento raíz «Messagev27» del metamodelo destino MoDHE v2.x, recibe el nombre de «toMessagev27».

A continuación, los siguientes subapartados describen de manera concreta todas las reglas de mapeo que conforman el protocolo de derivación del modelo MoDHE v2.x a partir del modelo MoDHE v3.

### 2.5.1. Especificación del mapeo de las metaclases «Entity», «LivingSubject» y «Person»

Para especificar las reglas de mapeo se utiliza la directiva «mapping» de QVT. La siguiente expresión describe cómo derivar cada «Messagev27», elemento raíz del modelo MoDHE v2.x, a partir de un «Entity», elemento raíz del modelo MoDHE v3.

En primer lugar, la Expresión 10 inicializa el nuevo elemento «Messagev27». En segundo lugar, las expresiones Expresión 11, Expresión 12 y Expresión 13 generan todos los elementos que componen el modelo MoDHE v2.x a raíz de los elementos que componen el modelo MoDHE v3.

### Expresión 10. Mapeo QVT de la metaclass «Entity» a «Messagev27»

---

```
mapping MoDHEv3Metamodel::Entity:: toMessagev27 : MoDHEv2xMetamodel::
Messagev27 {
    /* Sin instrucciones de mapeo. */
}
```

---

### Expresión 11. Mapeo QVT de la metaclass «Entity» a «SegmentPID»

---

```
mapping MoDHEv3Metamodel::Entity::tov2xSegmentPID1:
MoDHEv2xMetamodel::SegmentPID {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con MoDHE v3 con el
    homólogo dentro del modelo de MoDHE v2.x. */

    PatientIdentifierList.IDNumber = self.id;

    if (self.name.type == 'GIV') then {
        PatientName.GivenName = self.name.value;
    } else if (self.name.type == 'FAM') then {
        PatientName.FamilyName.Surname = self.name.value;
    }

    if (self.telecom.use == 'H') then {
        PhoneNumberHome.LocalNumber = self.telecom.value;
    } else if (self.telecom.use == 'WP') then {
        PhoneNumberBusiness.LocalNumber = self.telecom.value;
    }

}
```

---

### Expresión 12. Mapeo QVT de la metaclass «LivingSubject» a «SegmentPID»

---

```
mapping MoDHEv3Metamodel::LivingSubject::tov2xSegmentPID2:
MoDHEv2xMetamodel::SegmentPID {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con MoDHE v3 con el
    homólogo dentro del modelo de MoDHE v2.x. */

    DateTimeOfBirth = self.birthTime;
    AdministrativeSex = self.administrativeGenderCode;

}
```

---

### Expresión 13. Mapeo QVT de la metaclass «Person» a «SegmentPID»

---

```
mapping ModHEv3Metamodel::Person::tov2xSegmentPID2:
ModHEv2xMetamodel::SegmentPID {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con ModHE v3 con el
    homólogo dentro del modelo de ModHE v2.x. */

    Race = self.raceCode;
    PatientAddress.City = self.addr.addressPart.city;
    PatientAddress.ZipOrPostalCode = self.addr.addressPart.postalCode;
    PatientAddress.Country = self.addr.addressPart.country;
    PatientAddress.StreetAddress.StreetName =
        self.addr.addressPart.streetName;
    MaritalStatus = self.maritalStatusCode;
    Religion = self.religiousAffiliatinoCode;
    EthnicGroup = self.ethnicGroupCode;

}
```

---

#### 2.6. Especificación de la transformación ModHE-v2x\_ModHE-v3\_M2M

Esta sección detalla la transformación que convierte un modelo creado siguiendo el metamodelo de ModHE v2.x en un modelo conforme al metamodelo de ModHE v3, representada por el término ModHE-v2x\_ModHE-v3\_M2M. Dicha transformación toma como entrada los elementos identificados en el metamodelo de ModHE v2.x y genera todos los elementos necesarios para construir un modelo HL7 conforme al metamodelo de ModHE v3.

Es decir, en este caso el metamodelo source es el metamodelo de ModHE v2.x, y el metamodelo target es el metamodelo de ModHE v3.

La Expresión 14 se inicia mediante la directiva «transformation» de QVT formando la cabecera de la transformación. La transformación toma como entrada un modelo conforme a ModHE v2.x indicado mediante la directiva «in», y genera como salida un modelo conforme a ModHE v3 indicado mediante la directiva «out».

Para definir el cuerpo principal se utiliza la directiva «main». Dentro de dicho cuerpo principal, mediante la directiva «key», se definen el conjunto de propiedades que actúan como identificadores unívocos del nuevo objeto destino.

#### Expresión 14. Transformación para derivar el modelo MoDHE v3 desde el modelo MoDHE v2.x

---

```
transformation ModHE-v2x_ModHE-v3_M2M (in source:ModHECDAv2xMetamodel,
                                     out target:ModHEv3Metamodel) {
    main() {
        /* Se define el conjunto de propiedades que actúan como
           identificadores unívocos del nuevo objeto. */

        key ModHEv3_Entity (id);
        key ModHEv3_LivingSubject (id);
        key ModHEv3_Person (id);

        // Se realizan las llamadas a las funciones de mapeo.

        source.objectsOfType (SegmentPID) → map tov3Entity();
        source.objectsOfType (SegmentPID) → map tov3LivingSubject();
        source.objectsOfType (SegmentPID) → map tov3Person();
        source.rootObjects () [Messagev27] → map toEntity();
    }
}
```

---

Una vez definidos el conjunto de propiedades que serán los identificadores unívocos del objeto destino, se realizan una serie de llamadas a funciones de mapeo que se describen en el siguiente subapartado. Es imprescindible tener en cuenta el orden de invocación de estas funciones de mapeo, ya que permite consultar elementos generados previamente.

Entre estas llamadas, se debe destacar la función de mapeo que permite transformar el «Package», elemento raíz del metamodelo de entrada UML. Esta transformación del elemento raíz se obtiene mediante la instrucción «rootObjects» de QVT. Esta función, cuyo objetivo es generar el elemento raíz «Entity» del metamodelo destino MoDHE v3, recibe el nombre de «toEntity».

A continuación, los siguientes subapartados describen de manera concreta todas las reglas de mapeo que conforman el protocolo de derivación del modelo MoDHE v3 a partir del modelo MoDHE v2.x.

##### 2.6.1. Especificación del mapeo de las metaclasses «Messagev27» y «SegmentPID»

Para especificar las reglas de mapeo se utiliza la directiva «mapping» de QVT. La siguiente expresión describe cómo derivar cada «Entity», elemento raíz del modelo MoDHE v3, a partir de un «Messagev27», elemento raíz del modelo MoDHE v2.x.

En primer lugar, la Expresión 15 inicializa las propiedades del nuevo elemento «Entity». En segundo lugar, las expresiones Expresión 16, Expresión 17 y Expresión 18 generan todos los elementos que componen el modelo MoDHE v3 a raíz de los elementos que componen el modelo MoDHE v2.x.

---

#### Expresión 15. Mapeo QVT de la metaclass «Messagev27» a «Entity»

---

```
mapping MoDHEv2xMetamodel::Messagev27:: toEntity : MoDHEv3Metamodel::
Entity {
    /* Sin instrucciones de mapeo. */
}
```

---

---

#### Expresión 16. Mapeo QVT de la metaclass «SegmentPID» a «Entity»

---

```
mapping MoDHEv2xMetamodel::SegmentPID::tov3Entity: MoDHEv3Metamodel::
Entity {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con MoDHE v2.x con el
    homólogo dentro del modelo de MoDHE v3. */

    id = self.PatientIdentifierList.IDNumber;

    name[0].value = self.PatientName.GivenName;
    name[0].type = 'GIV';

    name[1].value = self.PatientName.FamilyName.Surname;
    name[1].type == 'FAM';

    telecom[0].value = self.PhoneNumberHome.LocalNumber;
    telecom[0].use = 'H';

    telecom[1].value = self.PhoneNumberBusiness.LocalNumber;
    telecom[1].use = 'WP';

}
```

---

---

#### Expresión 17. Mapeo QVT de la metaclass «SegmentPID» a «LivingSubject»

---

```
mapping MoDHEv2xMetamodel:: SegmentPID::tov3LivingSubject:
MoDHEv3Metamodel::LivingSubject {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con MoDHE v2.x con el
    homólogo dentro del modelo de MoDHE v3. */

    birthTime = self.DateTimeOfBirth;
    administrativeGenderCode = self.AdministrativeSex;

}
```

---

### Expresión 18. Mapeo QVT de la metaclass «SegmentPID» a «Person»

---

```
mapping MoDHEv2xMetamodel::SegmentPID::tov3Person: MoDHEv3Metamodel::
Person {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con MoDHE v2.x con el
    homólogo dentro del modelo de MoDHE v3. */

    raceCode = self.Race;
    addr.addressPart.city = self.PatientAddress.City;
    addr.addressPart.postalCode = self.PatientAddress.ZipOrPostalCode;
    addr.addressPart.country = self.PatientAddress.Country;
    addr.addressPart.streetName =
        self.PatientAddress.StreetAddress.StreetName;
    maritalStatusCode = self.MaritalStatus;
    religiousAffiliatinoCode = self.Religion;
    ethnicGroupCode = self.EthnicGroup;

}
```

---

### 3. Conclusiones

Los 3 últimos capítulos (Capítulo IV, Capítulo V, Capítulo VI) han definido formalmente el marco de referencia basado en los siguientes 3 pilares que sustentan la presente propuesta:

- La metodología de MoDHE fue detallada en el Capítulo IV.
- El lenguaje de modelado basado en HL7 ha sido presentados en el Capítulo V, modelando los metamodelos y las restricciones.
- Las transformaciones han sido presentadas en el presente capítulo.

El siguiente capítulo muestra las características más importantes de la herramienta MoDHE Suite, implementada en C# como un plugin para Enterprise Architect, dando soporte al marco de referencia anteriormente descrito.



## Capítulo VII. Herramienta MoDHE Suite

---

Los capítulos anteriores presentan el marco de referencia MoDHE, que permite diseñar modelos de dominio HL7 en base a UML, utilizando técnicas basadas en el paradigma MDE. Este marco de referencia está compuesto por la metodología y los metamodelos necesarios para realizar este diseño, así como las transformaciones necesarias para poder crear modelos tomando la información previamente modelada en otros modelos.

Para hacer posible el uso práctico de este marco teórico que nos permite generar modelos UML conformes a HL7, es necesario disponer de una herramienta CASE de soporte. El presente capítulo detalla los aspectos más relevantes de dicha herramienta, a la que hemos llamado MoDHE Suite, la cual ha sido implementada en C# como un plugin para Enterprise Architect.

El primer apartado del presente capítulo detalla algunas consideraciones que previamente se tuvieron en cuenta a la hora de modelar la sintaxis concreta de los metamodelos de MoDHE. El apartado 2 del presente capítulo describe la sintaxis concreta -basada en perfiles UML- a utilizar para los metamodelos descritos en el Capítulo V.

Integrando la definición de la sintaxis concreta de los metamodelos, y la automatización de reglas de transformación, obtenemos la herramienta MoDHE Suite. El apartado 3 describe los detalles más relevantes del diseño de dicha herramienta, que permite modelar sistemas de información sanitarios conforme a HL7, modelando con diagramas UML.

Por último, el apartado 4 cierra el capítulo con unas breves conclusiones.

### 1. Planteamiento previo

Antes de definir la sintaxis concreta de los metamodelos y comenzar a trabajar en la herramienta MoDHE Suite, se tuvieron en cuenta una serie de consideraciones, en relación a la herramienta de modelado a utilizar, y en relación al mecanismo a utilizar para modelar la sintaxis concreta. Estas consideraciones se describen a continuación.

#### 1.1. *Enterprise Architect como herramienta de modelado*

Para desarrollar la herramienta MoDHE Suite, en la presente Tesis Doctoral se ha utilizado como base EA, una herramienta de modelado ya existente que proporciona mecanismos de extensión a través de plugins.

En un estudio comparativo realizado por el grupo IWT2 y la Consejería de Educación, Cultura y Deporte (actuales Consejería de Educación y Consejería de Cultura) [ITW2 et al. 2008] y con supervisión de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empleo (actual Consejería de Empleo, Empresa y Comercio) de la Junta de Andalucía, se valoraron las siguientes 9 herramientas de modelado:

- ArgoUML<sup>41</sup>, herramienta de software libre propuesta por Tigris<sup>42</sup>.
- Poseidon for UML<sup>43</sup>, versión comercial de la herramienta ArgoUML.
- StarUML<sup>44</sup>, herramienta de software libre propuesta por la compañía coreana MKLab.
- Rational Rose<sup>45</sup>, herramienta de IBM para desarrollar sistemas modelando con UML.
- Rational Software Modeler<sup>45</sup>, herramienta de IBM que sustituye a la anterior (Rational Rose).
- Doors<sup>45</sup>, herramienta de IBM con capacidad para dar soporte a la especificación de requisitos.
- Enterprise Architect (EA)<sup>46</sup>, herramienta de modelado propuesta por Sparx Systems<sup>47</sup>.
- IRqA<sup>48</sup>, herramienta propuesta por Visure con capacidad para dar soporte a la especificación de requisitos.
- NDT-Suite<sup>49</sup>, herramienta software libre de la Universidad de Sevilla que da soporte práctico a la metodología NDT.

El esquema de caracterización utilizado para realizar el estudio comparativo, abarca las siguientes características:

---

<sup>41</sup><http://argouml.tigris.org/>

<sup>42</sup><http://www.tigris.org/>

<sup>43</sup><http://www.gentleware.com/>

<sup>44</sup><http://staruml.io/>

<sup>45</sup><http://www-03.ibm.com/software/products/>

<sup>46</sup><http://www.sparxsystems.com.au/products/ea/>

<sup>47</sup><http://www.sparxsystems.com.au/>

<sup>48</sup><http://www.visuresolutions.com/>

<sup>49</sup> <http://iwt2.org/actividad-grupo/investigacion/resultados/ndt/ndt-suite/>

- Soporte a mecanismos de extensión de UML para poder definir perfiles UML.
- Soporte a mecanismos para generar de forma sistemática modelos y código a partir de modelos.
- Soporte para generar documentación de forma automática, personalizada y flexible.
- Soporte para gestionar el ciclo de vida software de grandes proyectos.
- Soporte para gestionar de manera completa el ciclo de vida software teniendo cuenta las fases de: estudio de viabilidad, captura de requisitos, análisis, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento.
- Compatibilidad con UML.

Este estudio concluye que EA es la herramienta de modelado que más se adecua a las necesidades de la Consejería de la Junta de Andalucía con una mejor relación calidad/precio.

En la presente Tesis Doctoral se ha decidido utilizar EA por esta razón, así como porque esta herramienta de modelado es ampliamente conocida por las empresas y organizaciones en las que MoDHE Suite podrá ser validada y evaluada una vez puesta a punto.

## ***1.2. Perfiles UML como mecanismo para definir sintaxis concreta***

La definición de la sintaxis concreta se ha realizado mediante perfiles UML, más específicamente, se ha utilizado la versión 2.5 de UML [OMG 2015c]. Un perfil UML es una extensión formal del propio lenguaje UML con el objetivo de definir nuevos conceptos a partir de constructores ya existentes en UML, para dotarles de una semántica más precisa y concreta.

Para facilitar el uso de lenguajes basados en modelos dentro de entornos de explotación, la OMG propone definir sintaxis concretas utilizando una de las siguientes alternativas:

- Definir un nuevo lenguaje específico.
- Extender UML a través de la especialización de sus conceptos, definiendo otros nuevos conceptos que aprovechen la semántica (restricciones, propiedades y asociaciones) de los conceptos de UML.

La siguiente tabla (Tabla 13) presenta las ventajas e inconvenientes que se identifican en cada alternativa:

**Tabla 13.** Ventajas e inconvenientes de las alternativas para definir sintaxis concretas.

<b>Alternativa</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
Nuevo lenguaje específico	Mayor expresividad y correspondencia con los <u>conceptos de un dominio de aplicación particular.</u>	No es estándar.
	Permite definir lenguajes cuya semántica no coincide con la de UML.	Aplicación más compleja.
Extensión UML	Madurez, por tratarse de un estándar muy utilizado dentro del mundo empresarial.	
	El mecanismo de extensión es usable, expresivo y flexible.	
	El perfil UML del metamodelo de UML ya está modelado por la OMG.	

En la presente Tesis Doctoral se ha optado por utilizar una extensión de UML como mecanismo para definir la sintaxis concreta de los metamodelos de UML y HL7, ya que no se identifica ningún inconveniente frente al uso de un nuevo lenguaje específico (en cambio, si se identifican inconvenientes en esta otra alternativa).

El protocolo de extensión de UML está basado en 3 mecanismos:

- Estereotipos (stereotype). Gracias a los estereotipos es posible definir cada uno de los elementos de un dominio específico que a su vez extenderán metaclases UML específicas.
- Valores etiquetados (tagged value). Los valores etiquetados permiten añadir propiedades particulares sobre cualquier estereotipo definido dentro del perfil.
- Restricciones (constraint). Las restricciones definen las condiciones semánticas que aplican sobre los estereotipos del perfil y que condicionan la instanciación del metamodelo.

## **2. Sintaxis concreta de los metamodelos**

Tomando como base los metamodelos o sintaxis abstracta del marco de referencia MoDHE detallado en el Capítulo V, es necesario definir la sintaxis concreta de dichos metamodelos. Para ello, se ha decidido extender UML a través de estereotipos, valores etiquetados y restricciones, definiendo un perfil UML específico para MoDHE.

Para la definición del perfil UML, se ha utilizado la herramienta Enterprise Architect, siguiendo las siguientes pautas:

- Definir un estereotipo por cada elemento del metamodelo.
- Incluir valores etiquetados en cada estereotipo según su elemento homólogo en el metamodelo.
- Para cada estereotipo, elegir justificadamente qué metaclase o metaclases de UML se debe utilizar para extenderlo.

- Adaptar las restricciones semánticas del metamodelo para restringir el comportamiento de las metaclases de UML utilizadas.

Para mejorar la legibilidad del perfil UML que permite diseñar modelos de dominio HL7, éste se presenta en varias vistas, teniendo en cuenta el gran número de entidades (estereotipos al metamodelo, y metaclases de UML) que presenta este perfil.

En primer lugar, las siguientes 3 figuras (Figura 34, Figura 35, Figura 36) presentan los estereotipos relacionados con entidades, roles y participaciones, y actos, correspondientemente, elementos propios del estándar HL7 v3.

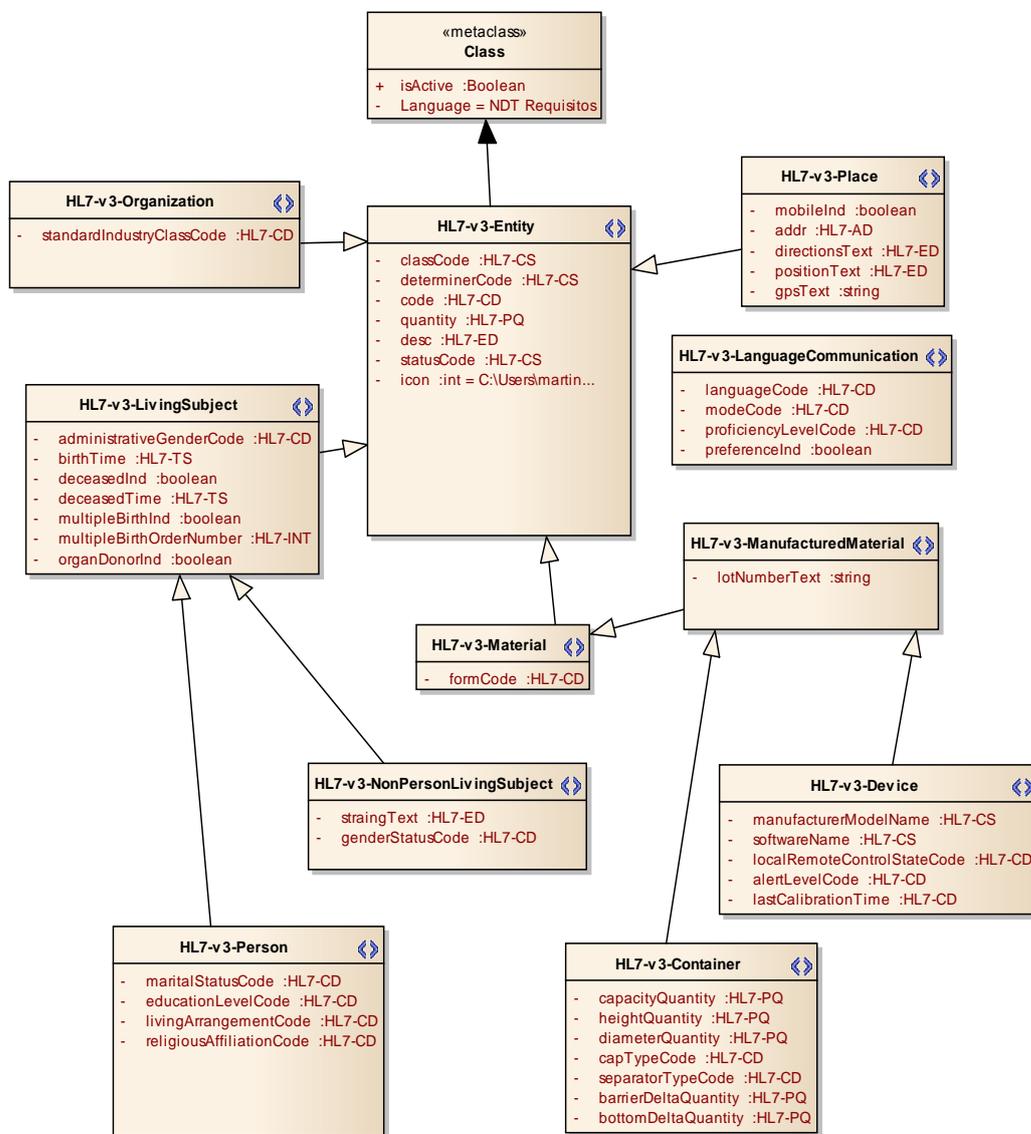


Figura 34. Perfil UML de ModHE en EA. Parte v3. Entidades relacionadas con Entity.

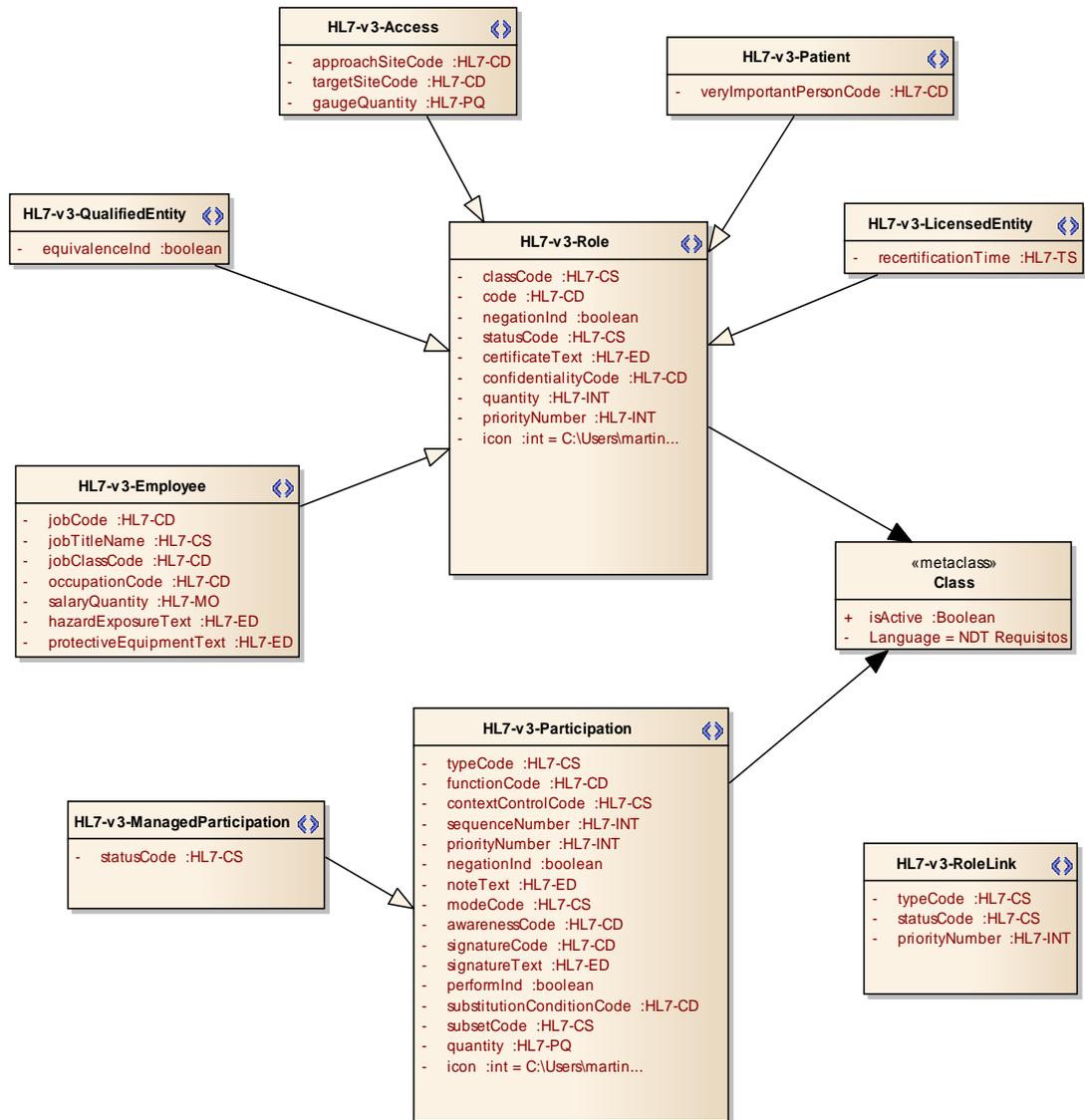


Figura 35. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte v3. Entidades relacionadas con Role y Participation.

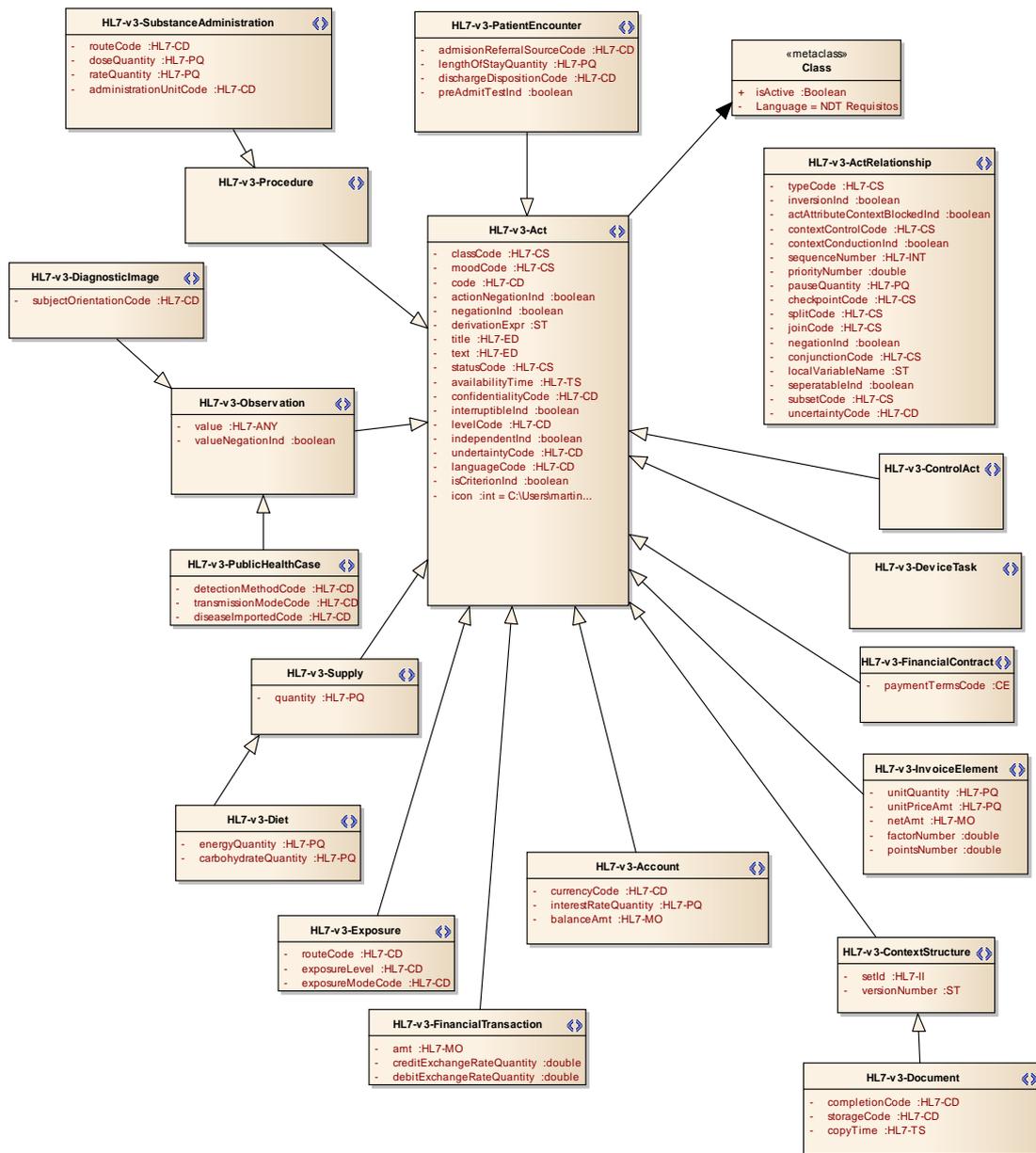
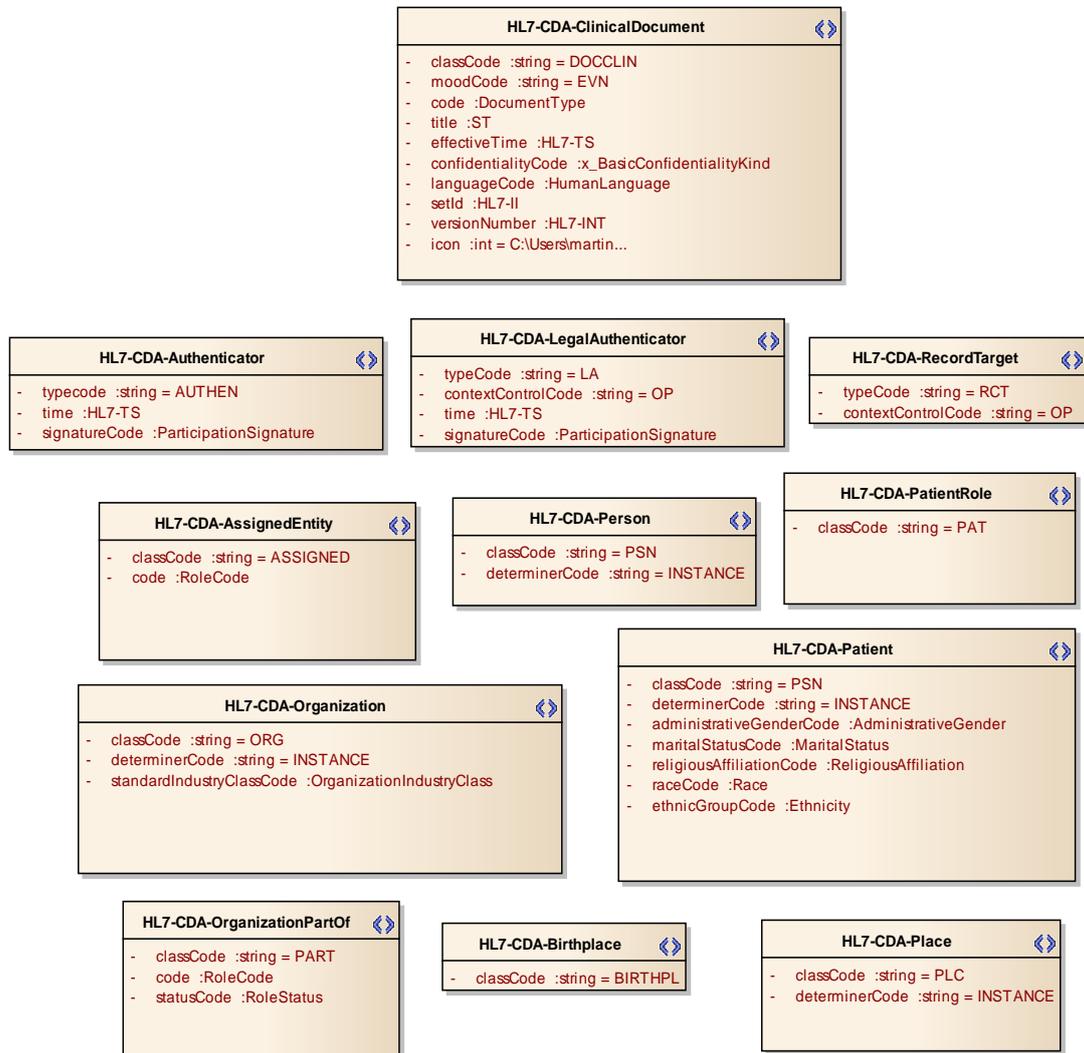


Figura 36. Perfil UML de MoDHE en EA. Parte v3. Entidades relacionadas con Act.

La siguiente figura (Figura 37) muestra los estereotipos relacionados con el estándar HL7 CDA.



**Figura 37.** Perfil UML de ModHE en EA. Parte CDA. Entidades.

En este caso, no aparece ninguna metaclass de UML porque estos estereotipos presentan relaciones de especialización con los estereotipos del estándar HL7 v3, los cuales si extienden metaclasses de UML. La siguiente figura (Figura 38) muestra dicha relación de especialización y extensión.

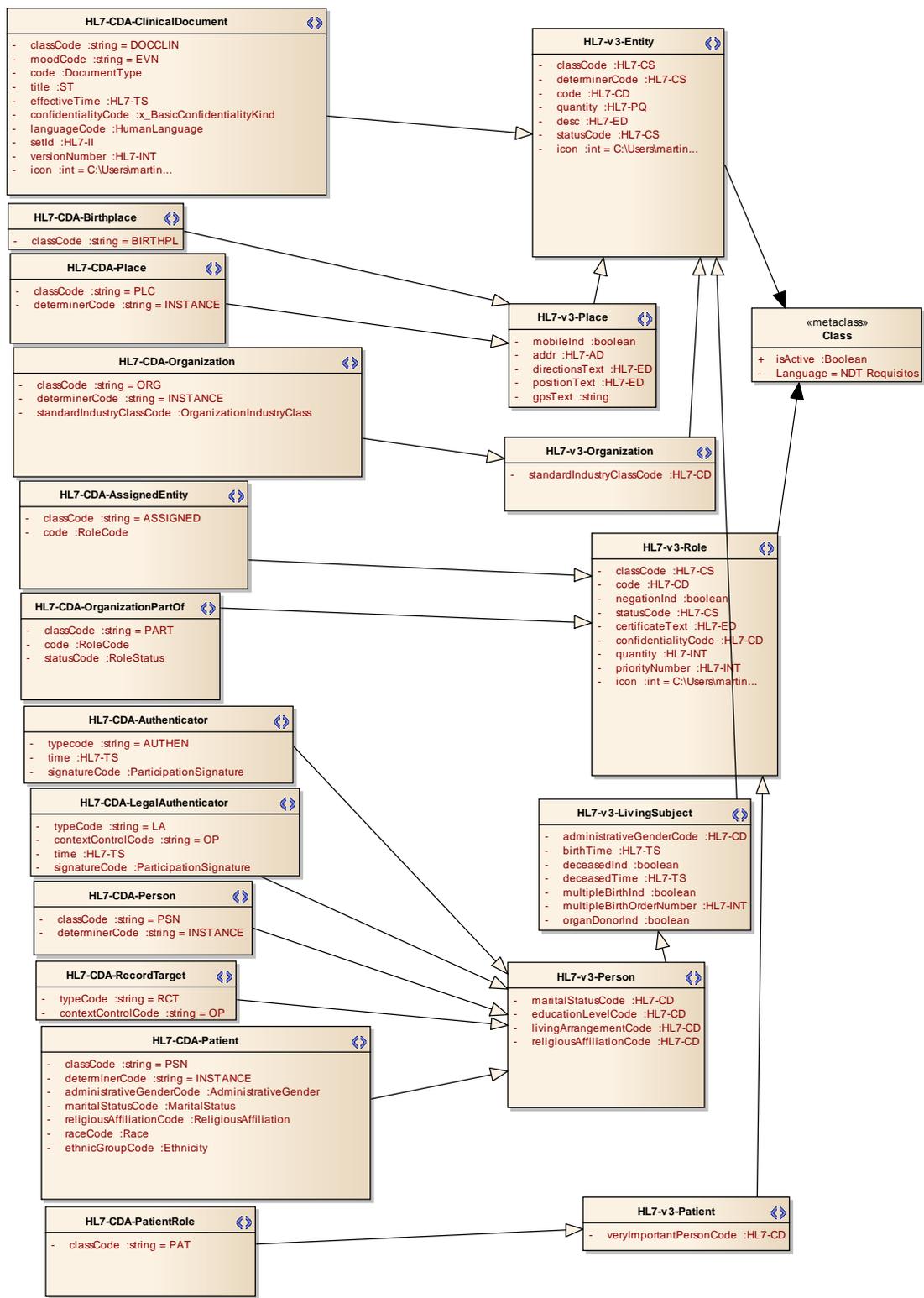


Figura 38. Perfil UML de ModHE en EA. Parte CDA-v3. Relación entre CDA y v3.

La siguiente figura (Figura 39) muestra los valores enumerados creados para dar soporte a las listas de valores predeterminados en el metamodelo de ModHE CDA. En el perfil, a diferencia del metamodelo, se ha decidido incluir códigos en vez de descripciones. Las descripciones se modelan en ficheros de configuración, permitiendo utilizar la herramienta en diferentes idiomas (en el prototipo desarrollado se incluye español e inglés).

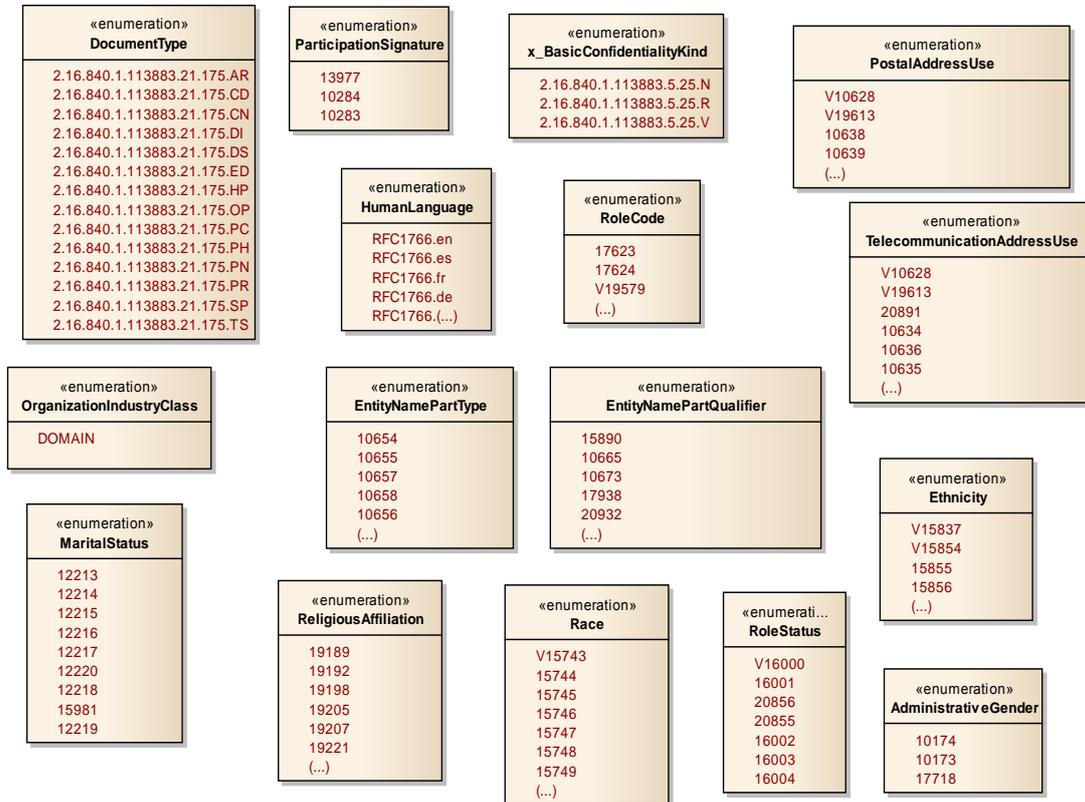
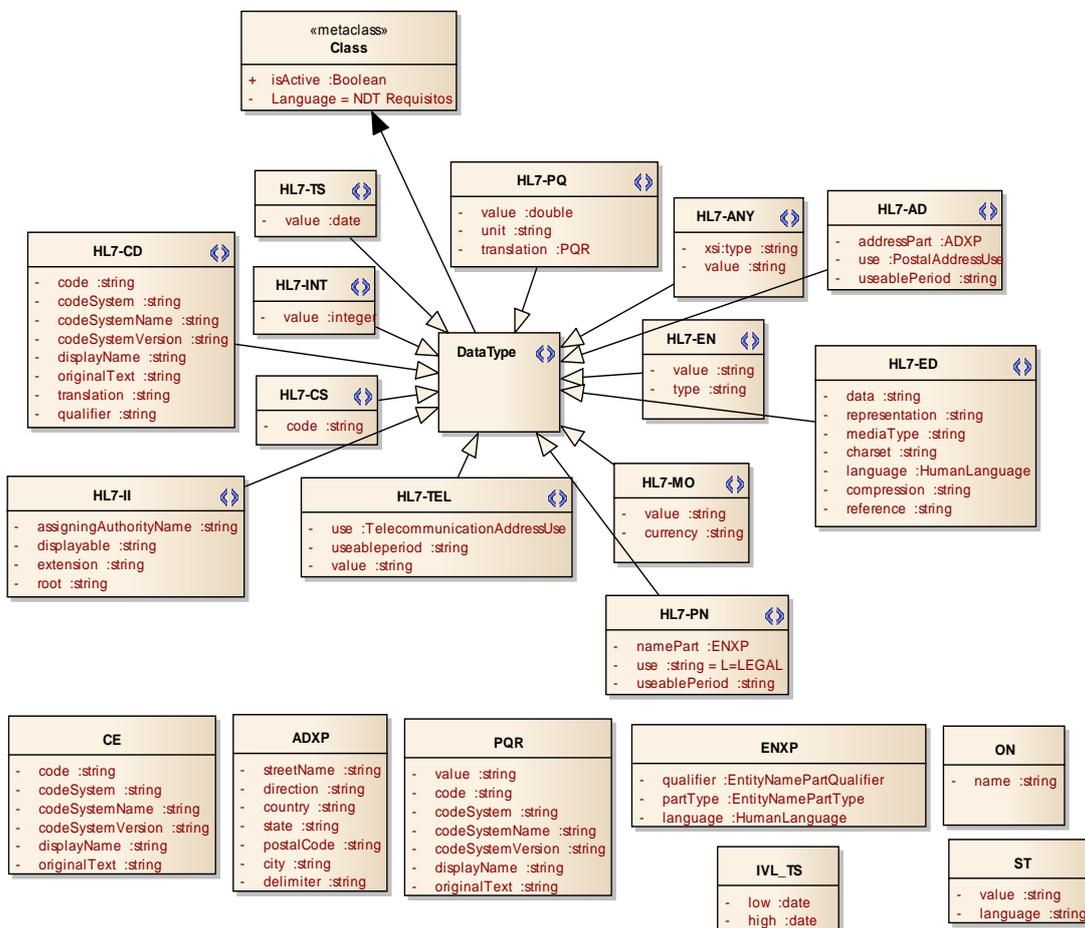


Figura 39. Perfil UML de ModHE en EA. Parte CDA. Valores enumerados.

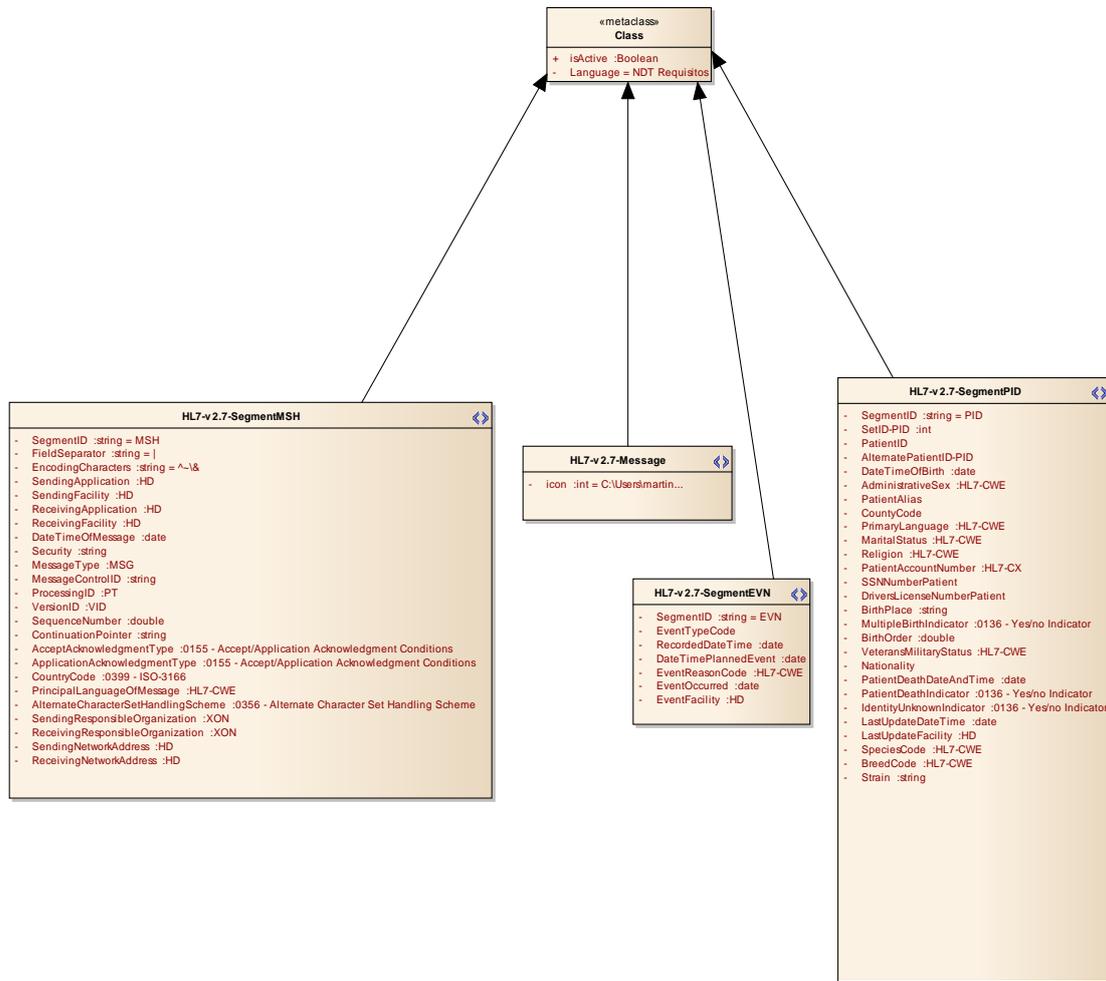
La siguiente figura (Figura 40) muestra los estereotipos y artefactos de los tipos de datos de los estándares HL7 CDA y HL7 v3. Encontramos 2 tipos de datos:

- Tipos de datos instanciables. Se trata de tipos de datos que se requieren instanciar en la herramienta, es decir, se requiere tener la posibilidad de arrastrar un nuevo elemento de la paleta de elementos. En este caso, se modelan como estereotipos. Se ha creado un estereotipo abstracto `DataType` para centralizar la extensión a la metaclass `Class`, simplificando así los diagramas.
- Tipos de datos no instanciables. Se trata de tipos de datos que no se necesitan instanciar en la herramienta, es decir, existen campos de dichos tipos de datos, pero no es necesario dar al usuario la posibilidad de arrastrar un nuevo elemento de la paleta de elementos.



**Figura 40.** Perfil UML de ModHE en EA. Parte CDA-v3. Tipos de datos.

La siguiente figura (Figura 41) muestra los estereotipos relacionados con el estándar HL7 v2.x.



**Figura 41.** Perfil UML de ModHE en EA. Parte v2.x. Entidades.

La siguiente figura (Figura 42) muestra los estereotipos relacionados con los tipos de datos del estándar HL7 v2.x. Al igual que en el caso anterior, encontramos 2 tipos de datos:

- Tipos de datos instanciables. Se trata de tipos de datos que se requieren instanciar en la herramienta, es decir, se requiere tener la posibilidad de arrastrar un nuevo elemento de la paleta de elementos. En este caso, se modelan como estereotipos. Se ha creado un estereotipo abstracto Instanciable para centralizar la extensión a la metaclass Class, simplificando así los diagramas.
- Tipos de datos no instanciables. Se trata de tipos de datos que no se necesitan instanciar en la herramienta, es decir, existen campos de dichos tipos de datos, pero no es necesario dar al usuario la posibilidad de arrastrar un nuevo elemento de la paleta de elementos.

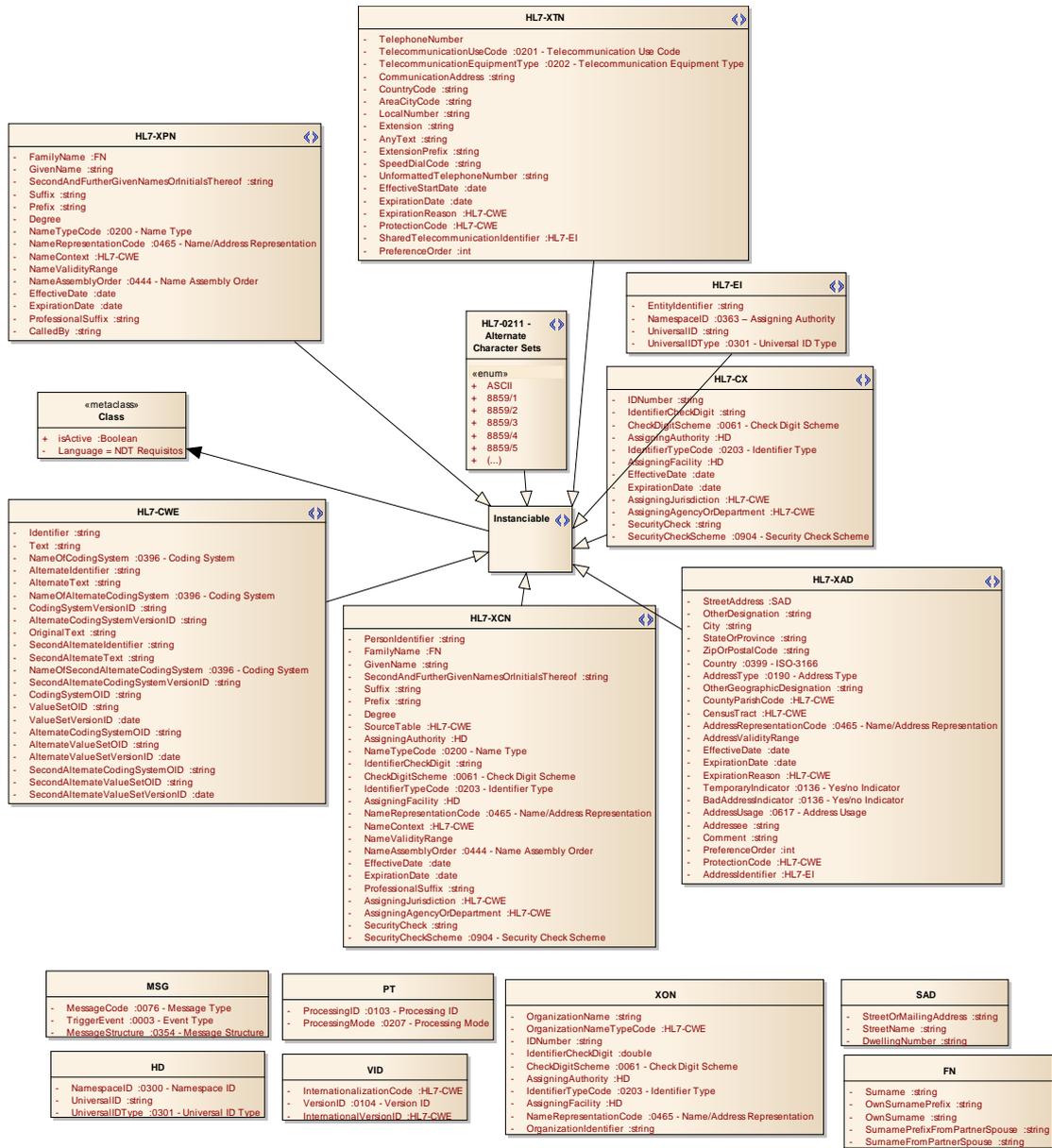


Figura 42. Perfil UML de ModHE en EA. Parte v2.x. Valores enumerados.

La siguiente figura (Figura 43) muestra los enumerados correspondientes al metamodelo de ModHE v2.x.

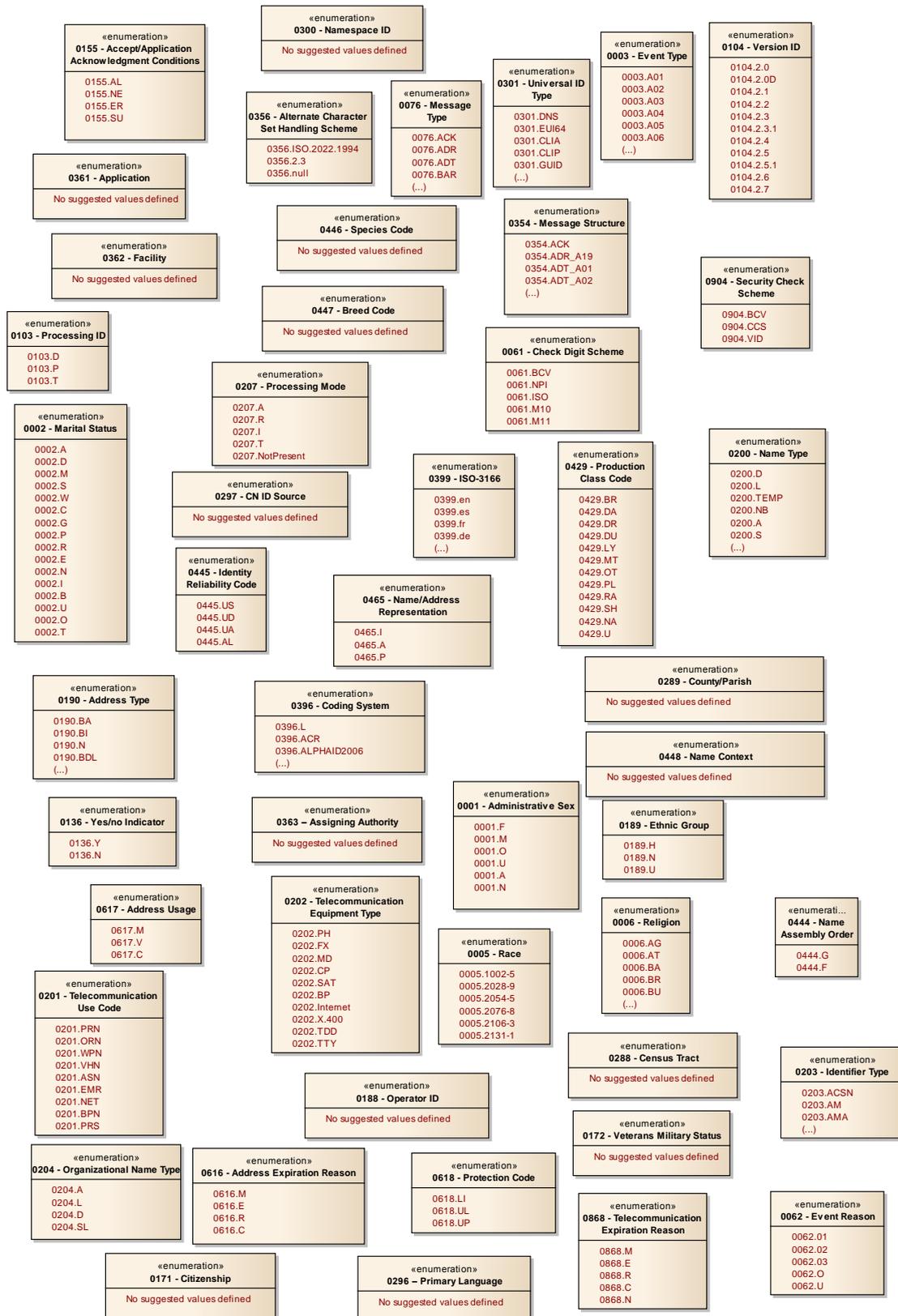


Figura 43. Perfil UML de ModHE en EA. Parte v2.x. Tipos de datos.

Como se puede visualizar en todas las vistas del perfil UML mostradas anteriormente, todos los estereotipos extienden la metaclassa Class de UML. Se ha optado por extender esta metaclassa UML en cuestión porque esta metaclassa tiene como objetivo especificar una clasificación de objetos y especificar sus propiedades (atributos, operaciones, asociaciones, etc.), caracterizando la estructura y el contexto de estos objetos.

De este modo, cuando se modele un elemento propio de HL7, se podrán definir los atributos, asociaciones, etc, usando una nomenclatura similar a la utilizada por la metaclassa Class de UML, reduciendo así la curva de aprendizaje en el uso de la metodología y de la herramienta, y mejorando la usabilidad de éstas.

### **3. MoDHE Suite: Herramienta CASE de soporte al marco de trabajo teórico**

Para hacer posible el uso práctico del marco de referencia definido en los apartados anteriores, que permite construir modelos UML conformes a los estándares de HL7, es necesario desarrollar una herramienta CASE que dé soporte a esta construcción y automatice las reglas de derivación anteriormente definidas.

El presente apartado describe los fundamentos de dicha herramienta, bautizada como MoDHE Suite. Gracias a esta herramienta, se podrán modelar sistemas de información sanitarios conformes a los estándares de HL7 sin tener un conocimiento profundo de los estándares propuestos por HL7.

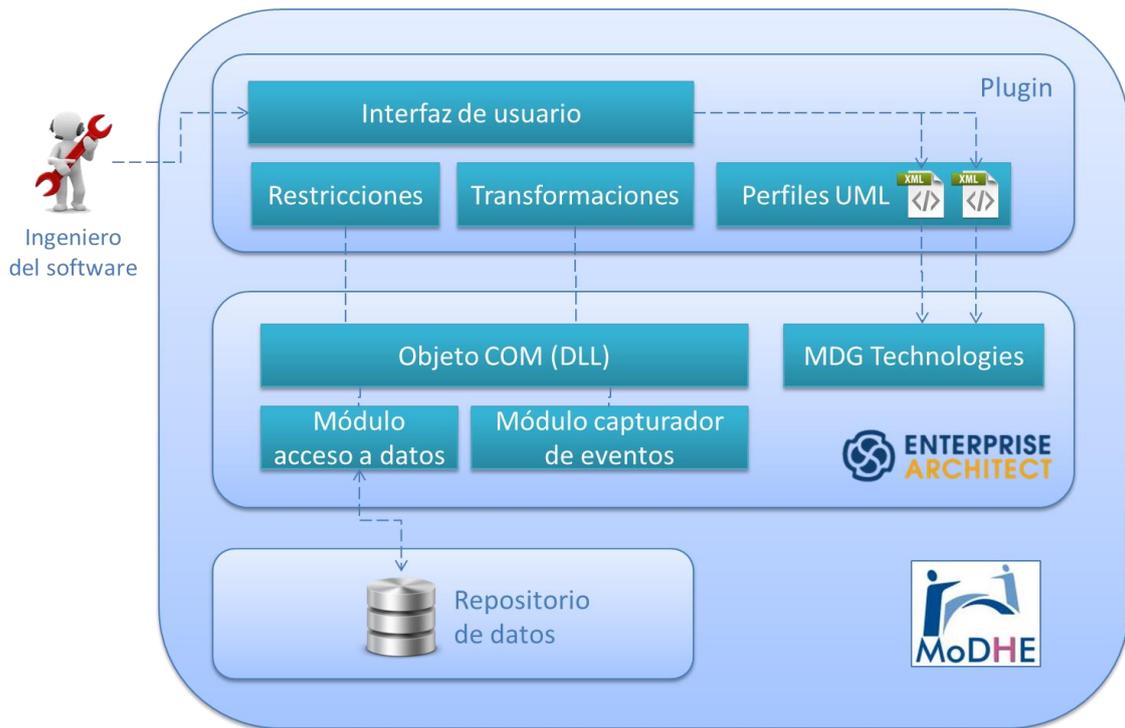
A continuación se describe cuál es la arquitectura del marco de trabajo MoDHE Suite dentro del entorno de EA, cómo se han implementado los perfiles UML definidos en el apartado 2 de este capítulo, y cómo se han implementado las reglas de derivación descritas en el Capítulo VI.

Si el lector está interesado, en el Anexo C de la presente memoria puede encontrar un manual de usuario de la herramienta MoDHE Suite.

#### **3.1. *Arquitectura de MoDHE Suite***

Teniendo en cuenta que la metodología de MoDHE extiende la metodología NDT, la herramienta MoDHE Suite toma como base la implementación de la herramienta NDT-Suite, que a su vez usa como base la arquitectura software que proporciona EA.

La siguiente figura (Figura 44) muestra la arquitectura de la herramienta MoDHE Suite vista como un plugin de EA.



**Figura 44.** Arquitectura de ModHE Suite.

A continuación, se detallan cada uno de los módulos internos de EA que utiliza la herramienta ModHE Suite, garantizando la capacidad de extensión a través de plugins:

- Objeto COM (DLL). Biblioteca de vínculos dinámicos con objetos COM que exponen un conjunto de métodos públicos para, entre otras funcionalidades, facilitar el control de acceso a datos y la captura de eventos.
- Acceso a datos. Conector al repositorio de datos donde se almacenan las instancias de los metamodelos definidos.
- Capturador de eventos. Controla los eventos que se producen en la interfaz de usuario.
- MDG (Model Driven Generation) Technologies. Módulo que permite definir: sintaxis concretas, perfiles UML, patrones de diseño, plantillas, y otros recursos.

En el nivel inferior del diagrama se identifica el repositorio de datos donde se almacenan instancias de los metamodelos involucrados. Esta base de datos relacional se puede implementar en diferentes entornos: Microsoft Access, MySQL, Oracle, PostgreSQL, SQL Server, etc. En el caso específico de ModHE Suite, la base de datos relacional se implementa en Microsoft Access, por ser la opción utilizada por NDT-Suite.

En el nivel superior del diagrama representado en la anterior Figura 44 se identifican los siguientes módulos funcionales que componen el plugin específico de ModHE Suite:

- Interfaz de usuario. Pantallas a disposición del usuario final para utilizar las funcionalidades de la herramienta ModHE Suite.

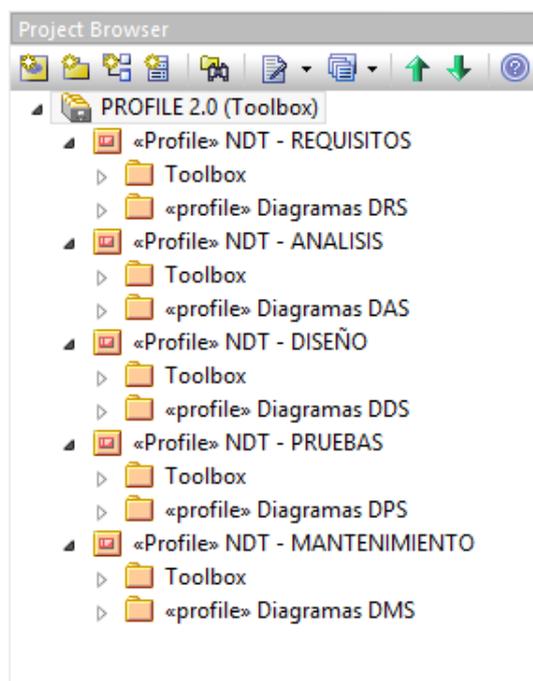
- Restricciones. Módulo encargado de implementar las restricciones OCL definidas como parte del detalle de los metamodelos de MoDHE definidos en el Capítulo V (detalle incluido en el Anexo B).
- Transformaciones. Módulo encargado de implementar las reglas de derivación definidas de forma teórica en el Capítulo VI.
- Perfiles UML. Módulo que implementa la sintaxis concreta de los metamodelos de MoDHE, definida de forma teórica en el apartado 2 del presente capítulo.

### 3.2. *Trasladando la sintaxis concreta definida a Enterprise Architect*

Uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de la herramienta MoDHE Suite es la traslación de la sintaxis concreta dentro de EA. Para ello, se ha utilizado el módulo MDG Technologies de EA.

El primer paso para definir la sintaxis concreta en EA es crear un proyecto del tipo “MDG Technology” utilizando el asistente de EA. En el caso de la herramienta MoDHE Suite, al ser una extensión de la herramienta NDT-Suite, no se ha creado un proyecto MDG Technology desde cero, en su defecto se han utilizado los 5 proyectos MDG Technology ya existentes para la implementación de la herramienta NDT-Suite, correspondientes a las siguientes fases de desarrollo de software: requisitos, análisis, diseño, pruebas, mantenimiento.

La siguiente figura (Figura 45) muestra la estructura de carpetas presente en los proyectos MDG Technology de MoDHE Suite.



**Figura 45.** Estructura de carpetas del proyecto “MDG Technology” de MoDHE Suite.

Como se puede ver en la anterior figura (Figura 45), para cada proyecto MDG Technology, EA crea por defecto 2 paquetes:

- Paquete Toolbox. Contiene el conjunto de estereotipos que componen el perfil UML, junto con sus valores etiquetados. Cada uno de estos estereotipos deben estar enlazados con la metaclassa UML oportuna a través de una relación «extend». Cada uno de los estereotipos contemplados se define por medio de un conjunto de valores etiquetados, que se corresponden con los atributos de los estereotipos definidos en el perfil UML.
- Paquete «profile». Contiene todos aquellos artefactos de EA necesarios para definir la creación de diagramas según determinados estereotipos definidos en el paquete anterior, y seleccionados previamente. A partir de este conjunto de artefactos, se le otorga al usuario la capacidad para modelar siguiendo un determinado perfil UML.

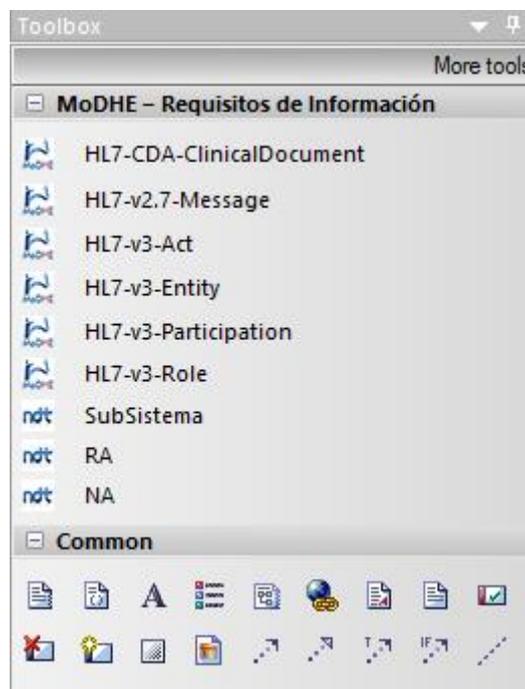
El siguiente paso llevado a cabo en el desarrollo de la herramienta MoDHE Suite, es crear e instalar el fichero «MDG Technology» desde EA. Para ello, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Crear una ruta de carpetas donde almacenar los ficheros de configuración, por ejemplo: "C:\MoDHE\Recursos\".
2. Generar el fichero de configuración del perfil.
  - a. En el árbol de navegación por proyectos, pulsar sobre "PROFILE 2.0 (Toolbox) | <<Profile>> NDT – REQUISITOS | Toolbox | <<profile>> DRS – Requisitos de Almacenamiento" con el botón derecho, y seleccionar la opción "Save package as UML Profile".
  - b. Indicar los siguientes parámetros de configuración (los parámetros no indicados se mantienen por defecto):
    - Profile Name: "MoDHE – Requisitos de Información"
    - Filename: "C:\MoDHE\Recursos\profile.xml"
    - Notes: "Toolbox de MoDHE con los artefactos para definir los Requisitos de Información"
3. Generar el fichero de configuración del diagrama.
  - a. En el árbol de navegación por proyectos, pulsar sobre "PROFILE 2.0 (Toolbox) | <<Profile>> NDT – REQUISITOS | <<profile>> Diagramas DRS" con el botón derecho, y seleccionar la opción "Save package as UML Profile".
  - b. Indicar los siguientes parámetros de configuración (los parámetros no indicados se mantienen por defecto):
    - Filename: "C:\MoDHE\Recursos\diagram.xml"
4. Generar el fichero de configuración MDG.
  - a. Pulsar sobre la siguiente opción en el menú superior "Tools | Generate MDG Technology File".
  - b. En la pantalla "Create", indicar los siguientes parámetros de configuración (los parámetros no indicados se mantienen en blanco):
    - Technology: UML Profile for MoDHE
    - Filename: "C:\MoDHE\Recursos\ProfileMoDHE.xml".
    - ID: ProfileMoDHE

- Version: 1
  - Notes: PERFIL UML PARA MoDHE
  - c. En la pantalla “Contents”, mantener marcadas exclusivamente las siguientes opciones: Profiles, Diagram Types.
  - d. En la pantalla “Profile files selection”, indicar los siguientes parámetros:
    - Directory: “C:\MoDHE\Recursos”
    - Selected files: profile.xml
  - e. En la pantalla “Diagram Types”, indicar los siguientes parámetros:
    - Directory: “C:\MoDHE\Recursos”
    - Selected files: diagram.xml
  - f. Este asistente finaliza generando un fichero XML llamado ProfileMoDHE con la configuración indicada, en la ruta especificada.
5. Para utilizar finalmente el perfil, se debe desplegar el fichero generado dentro de la carpeta “MDGTechnologies” situada en el directorio de instalación de EA.

Tras llevar a cabo estos pasos, ya está todo preparado para utilizar el plugin específico de la herramienta MoDHE Suite. Al ejecutar EA, nos aparece un nuevo menú que permite modelar en UML requisitos de información sanitarios conformes a los estándares de HL7.

La siguiente figura (Figura 46) muestra el resultado visual de este toolbox.



**Figura 46.** Toolbox de MoDHE Suite.

Cabe destacar que el toolbox de MoDHE Suite para modelar los requisitos de información, además de incluir los elementos propios de estándares de HL7, incluye los elementos necesarios para modelar requisitos de información no sanitarios (subsistemas, requisitos

de almacenamiento de información, nuevas naturalezas), elementos propios de la herramienta NDT-Suite.

Para más información acerca del uso de la herramienta ModHE Suite, el lector puede encontrar un manual de usuario detallado en el Anexo C.

### 3.3. Desarrollando el plugin específico de ModHE Suite

El plugin para EA de ModHE Suite incluye el perfil implementado en EA (descrito en el apartado anterior), e implementa los métodos necesarios para verificar que las restricciones especificadas en esta tesis se satisfacen. También implementa las transformaciones definidas en el capítulo anterior.

Las transformaciones han sido definidas de forma teórica en lenguaje QVT, y han sido finalmente implementadas en lenguaje C#. Estas transformaciones podrían haber sido implementadas en cualquier otro lenguaje de propósito general como Java, Python, etc.

A continuación, la Expresión 19 muestra un ejemplo de una regla QVT (porción de la Expresión 4) y su código C# correspondiente, evidenciando la correspondencia prácticamente directa entre ambos códigos.

#### Expresión 19. Correspondencia entre códigos QVT vs C#

---

```
QVT mapping ModHECDAMetamodel::Patient::tov2xSegmentPID2:
ModHEv2xMetamodel::SegmentPID {

    /* Se transforma cada elemento relacionado con ModHE CDA con el
    homólogo dentro del modelo de ModHE v2.x. */

    //...

    DateTimeOfBirth = self.birthTime;
    AdministrativeSex = self.administrativeGenderCode;
    Race = self.raceCode;
    MaritalStatus = self.maritalStatusCode;
    Religion = self.religiousAffiliationCode;
    EthnicGroup = self.ethnicGroupCode;
}

```

---

```
C# private int crear_HL7_v2x_SegmentPID (int idMessage, ArtefactoDTO
elem_HL7_CDA_Patient)
{

    ArtefactoDTO elem_HL7_v2x_SegmentPID = new ArtefactoDTO();

    // ...

    String name = "";
    for (int i = 0; i < elem_HL7_CDA_Patient.getTaggedValues().Count;
i++)
    {
        name =
        elem_HL7_CDA_Patient.getTaggedValues().ElementAt(i).getName();
        if (name.Equals("administrativeGenderCode"))
            String administrativeGenderCode =
            elem_HL7_CDA_Patient.getTaggedValues().ElementAt(i).getValue();
        else if (name.Equals("birthTime"))
            String birthTime =
            elem_HL7_CDA_Patient.getTaggedValues().ElementAt(i).getValue();
    }
}

```

---

---

```

else if (name.Equals("raceCode"))
    String raceCode =
        elem_HL7_CDA_Patient.getTaggedValues().ElementAt(i).getValue();
else if (name.Equals("maritalStatusCode"))
    String maritalStatusCode =
        elem_HL7_CDA_Patient.getTaggedValues().ElementAt(i).getValue();
else if (name.Equals("religiousAffiliationCode"))
    String religiousAffiliationCode =
        elem_HL7_CDA_Patient.getTaggedValues().ElementAt(i).getValue();
else if (name.Equals("ethnicGroupCode"))
    String ethnicGroupCode =
        elem_HL7_CDA_Patient.getTaggedValues().ElementAt(i).getValue();
}

String[] taggedValues = new String[] { "datetimeofbirth",
"administrativesex", "race", "maritalstatus", "religion",
"ethnicgroup" };

String[] taggedValuesValues = new String[] { birthTime,
administrativeGenderCode, raceCode, maritalStatusCode,
religiousAffiliationCode, ethnicGroupCode };

TaggedValuesDAO dao = new TaggedValuesDAO();
TaggedValueDTO tvDTO = new TaggedValueDTO();

try
{
    for (int i = 0; i < taggedValues.Length; i++)
    {
        tvDTO = new TaggedValueDTO();
        tvDTO.setName(taggedValues[i]);
        tvDTO.setParentID(elem_HL7_v2x_SegmentPID.getId());

        if (taggedValuesValues != null && taggedValuesValues[i]
            != null)
            tvDTO.setValue(taggedValuesValues[i]);

        dao.add(tvDTO);
        dao.finishTransaction();
    }
}
catch (DataAccessException)
{
    //...
}

// ...
}

```

---

#### 4. Conclusiones

El presente capítulo muestra los detalles más importantes del desarrollo de la herramienta MoDHE Suite. Para cubrir este desarrollo, en primer lugar se ha definido la sintaxis concreta de los metamodelos, y en segundo lugar se ha implementado un código C# que modela los conceptos de los metamodelos y las transformaciones anteriormente definidas en QVT. El Anexo C presenta un manual de la herramienta MoDHE Suite.

El siguiente capítulo presenta una validación funcional de la herramienta, que testea la herramienta con un caso real llevado a cabo en el HUVR, cubriendo toda la funcionalidad que ofrece la herramienta MoDHE Suite, confirmando así que la herramienta no presenta ningún bug y que se comporta según lo esperado.

## Capítulo VIII. Validación de la herramienta

---

**E**n la presente memoria de Tesis Doctoral, se presenta el diseño, desarrollo e implementación de la herramienta ModDHE Suite, que permite a un ingeniero del software diseñar sistemas de información sanitarios conformes a HL7, utilizando una interfaz basada en UML.

El último capítulo (Capítulo VII) ha presentado las características más importantes de cada uno de los elementos que forman la herramienta ModDHE Suite. Ha llegado el momento oportuno de validar dicha herramienta.

El presente capítulo presenta los resultados de una validación funcional, utilizando un proyecto en el que participó el grupo de investigación GIT del HUVR: el proyecto Prevensalud. En este proyecto se desarrolló un marco de interoperabilidad para facilitar el intercambio de documentos clínicos entre sistemas del HUVR y sistemas externos de centros concertados de hemodiálisis (para más información acerca de este proyecto, consultar el Anexo D).

Gracias a esta validación funcional, se cubre toda la funcionalidad que ofrece la herramienta ModDHE Suite, confirmando así que la herramienta no presenta ningún bug y que se comporta según lo esperado.

### 1. Validación funcional sobre un caso real: Proyecto Prevensalud

Como muestra de aplicabilidad de la propuesta desarrollada en la presente Tesis Doctoral, a continuación se aplica la herramienta ModDHE Suite en el marco del proyecto Prevensalud.

Dicho proyecto define una serie de diagramas de casos de uso, clases y actividades. Además, define una serie de modelos HL7 que se utilizaron para intercambiar documentos clínicos en formato HL7 CDA entre los diferentes sistemas interconectados.

La validación funcional que se ha realizado en el marco de la presente Tesis Doctoral, consiste en diseñar los modelos HL7 del escenario de Prevensalud utilizando la interfaz UML que ofrece la herramienta ModDHE Suite, y comparar el modelo HL7 CDA generado con el modelo HL7 CDA que se usó en el proyecto.

La siguiente figura (Figura 47) muestra un subconjunto de los modelos HL7 diseñados en el proyecto. Concretamente, esta imagen muestra el conjunto de datos que representarán los datos de los pacientes.

```

<!-- Información del paciente -->
<recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
  <patientRole classCode="PAT">
    <!-- DNI -->
    <id root = "1.3.6.1.4.1.19126.3" extension=""/>
    <!-- NHC -->
    <id root = "" extension=""/>
    <!-- NUHSA tarjeta sanitaria andalucia-->
    <id root = "" extension=""/>
    <!-- NUSS número de seguridad social-->
    <id root = "1.3.6.1.4.1.19126.4" extension=""/>
    <!-- Dirección del paciente-->
    <addr></addr>
    <telecom></telecom>
    <patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">
      <name>
        <given>NOMBRE</given> <!-- Nombre del paciente -->
        <family>APELLIDO 1</family> <!-- 1º apellido -->
        <family>APELLIDO 2</family> <!-- 2º apellido -->
      </name>
      <administrativeGenderCode code="M" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.1"/> <!-- Sexo -->
      <birthTime value="19691230"/> <!-- Fecha de nacimiento -->
    </patient>
    <providerOrganization> <!-- Centro donde se atiende al paciente -->
    </providerOrganization>
  </patientRole>
</recordTarget>

```

**Figura 47.** Porción de la guía de implementación HL7 modelada en el proyecto Prevensalud.

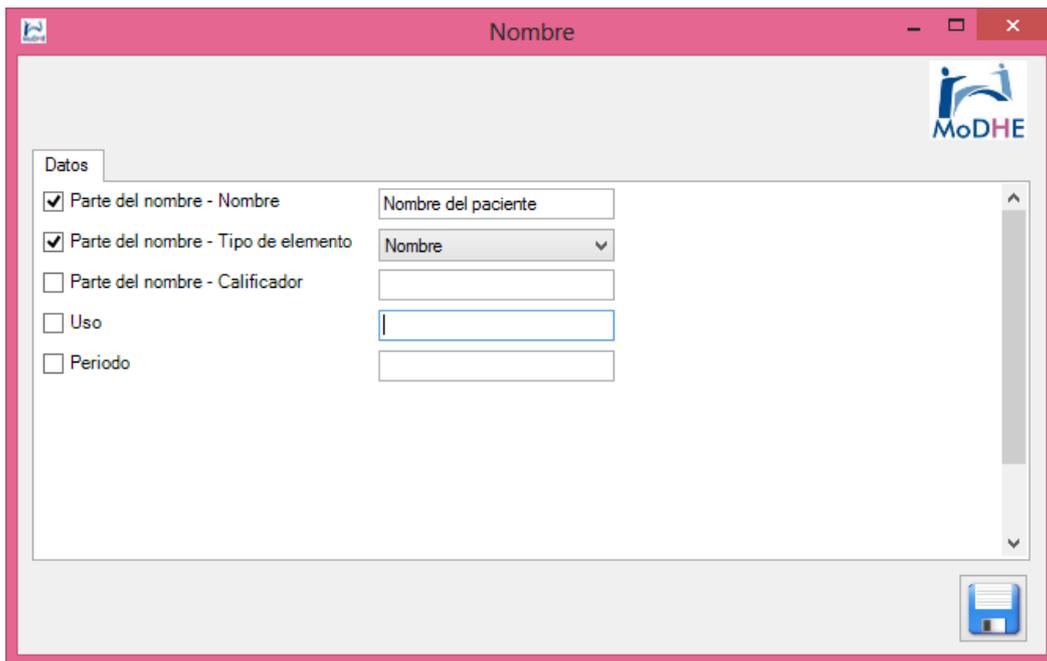
Las siguientes figuras (Figura 48, Figura 49, Figura 50, Figura 51, Figura 52) muestran la interfaz de usuario guiada de la herramienta MoDHE Suite que cubre la información modelada en la Figura 47 como parte de la documentación del proyecto Prevensalud. La Figura 48 muestra la interfaz que permite modelar datos del paciente tales como sexo, estado civil, afiliación religiosa, raza, etnia y fecha de nacimiento. La interfaz mostrada en la Figura 49 permite seleccionar opcionalmente la inclusión de nombre y lugar de nacimiento del paciente. Las figuras Figura 50, Figura 51 y Figura 52 corresponden con el mismo tipo de editor, el editor de nombres, que permite modelar tanto el campo que recogerá el nombre del paciente (Figura 50) como los campos que recogerán los apellidos del paciente (Figura 51, Figura 52).



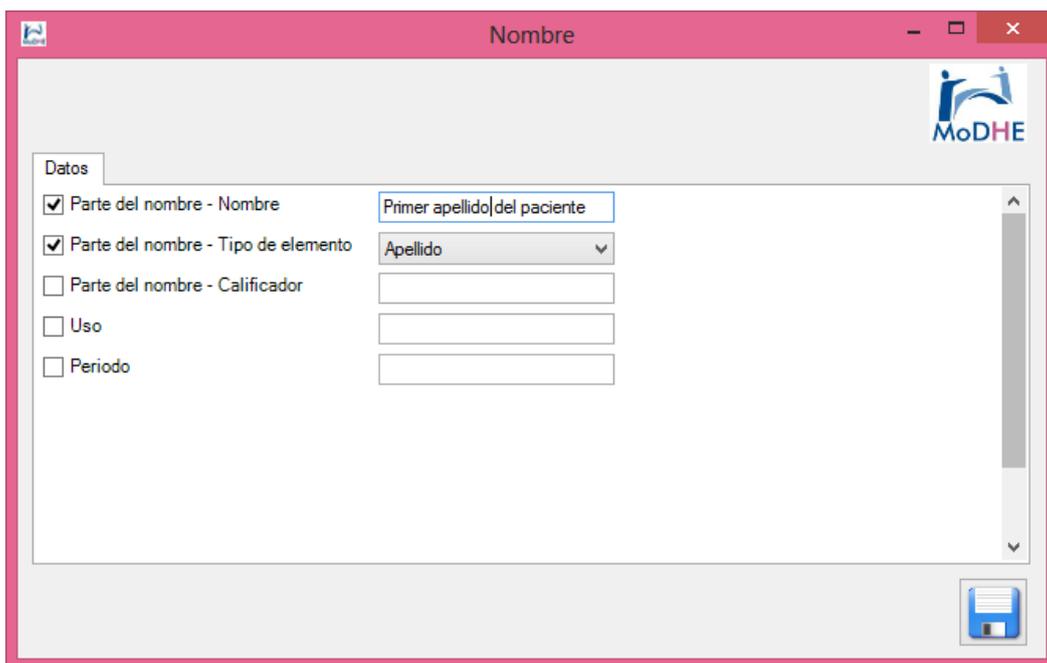
**Figura 48.** Aplicación práctica de MoDHE Suite sobre el proyecto Prevensalud (i).



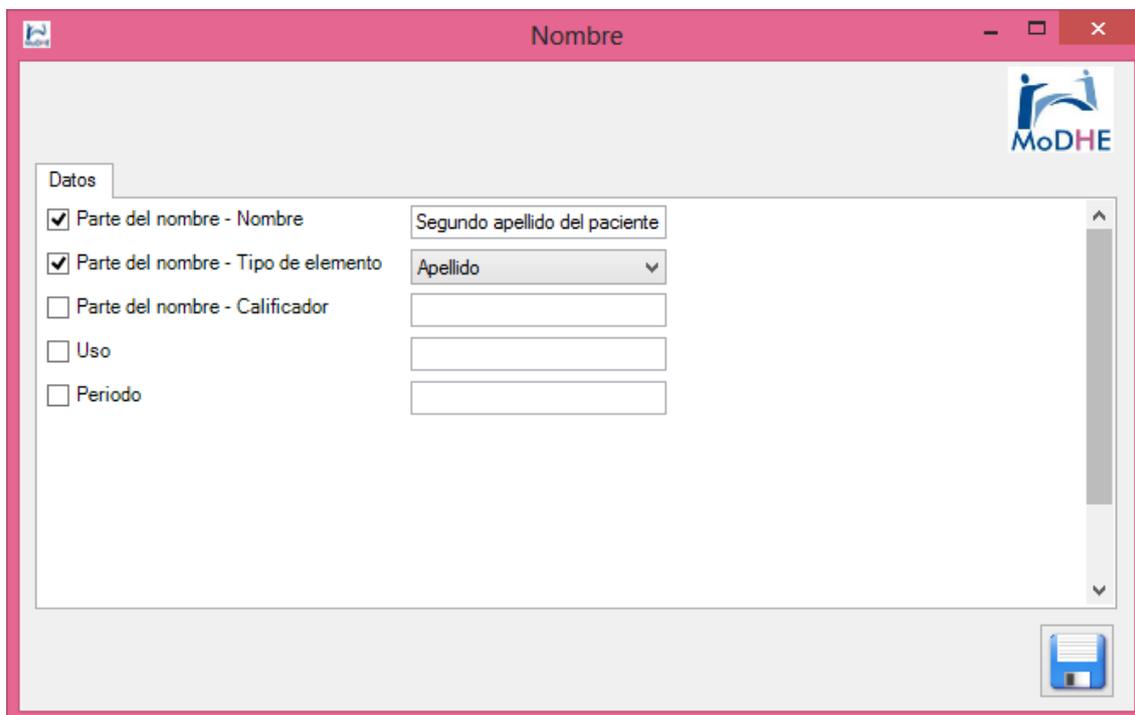
**Figura 49.** Aplicación práctica de MoDHE Suite sobre el proyecto Prevensalud (ii).



**Figura 50.** Aplicación práctica de MoDHE Suite sobre el proyecto Prevensalud (iii).



**Figura 51.** Aplicación práctica de MoDHE Suite sobre el proyecto Prevensalud (iv).



**Figura 52.** Aplicación práctica de ModHE Suite sobre el proyecto Prevensalud (v).

Al comparar el modelo CDA de Prevensalud con el resultado de modelar el escenario con la herramienta ModHE Suite, se identifican las siguientes diferencias (Tabla 14):

**Tabla 14.** Diferencias entre CDA de Prevensalud vs CDA modelado con ModHE Suite.

Clase	Atributo	Diferencias
ClinicalDocument	classCode	Este atributo está presente en el modelo que genera la herramienta ModHE Suite, pero no aparece en el modelo original de Prevensalud.
ClinicalDocument	moodCode	Este atributo está presente en el modelo que genera la herramienta ModHE Suite, pero no aparece en el modelo original de Prevensalud.

El siguiente paso ha sido revisar en profundidad el estándar CDA de HL7 para verificar qué modelo es más consistente con el estándar.

No se ha identificado ningún error comparando el modelo modelado por la herramienta ModHE Suite con la definición del estándar.

En cambio, se han identificado 3 tipos de errores en el modelo CDA de Prevensalud, los cuales se tipifican en la siguiente tabla (Tabla 15).

**Tabla 15.** Tipificación de errores identificados.

<b>Identificador</b>	<b>Error</b>
Error OBLIG	Elemento obligatorio en el estándar. No ha sido incluido en el modelo.
Error VALOR	Elemento con valor obligatorio en el estándar. Se ha utilizado un valor diferente al que marca el estándar.
Error MULTI	Elemento con multiplicidad máximo 1 en el estándar. Se ha definido con multiplicidad * (n repeticiones) en el modelo.

La siguiente tabla (Tabla 16) muestra los errores identificados en el modelo CDA de Prevensalud, clasificando el error en cuestión según la tipificación definida en la Tabla 15.

**Tabla 16.** Errores identificados en el modelo de Prevensalud por no cumplir el estándar.

<b>Clase</b>	<b>Atributo</b>	<b>Error</b>
ClinicalDocument	classCode	Error OBLIG.
ClinicalDocument	moodCode	Error OBLIG.
legalAuthenticator	-	Error MULTI.
OrganizationPartOf	classCode	Error OBLIG.
OrganizationPartOf	id	Error OBLIG.
AuthoringDevice	classCode	Error OBLIG.
AuthoringDevice	determinerCode	Error OBLIG.
ParentDocument	classCode	Error OBLIG.
ParentDocument	moodCode	Error OBLIG.
inFulfillmentOf	typeCode	Error OBLIG.
Order	classCode	Error OBLIG.
Order	moodCode	Error OBLIG.
ManufacturedProduct	classCode	Error OBLIG.
Material	classCode	Error OBLIG.
Material	determinerCode	Error OBLIG.
consumable	typeCode	Error OBLIG.
product	typeCode	Error OBLIG.
PlayingEntity	determinerCode	Error OBLIG.
PlayingEntity	classCode	Error VALOR. En el estándar establece valor obligatorio a "ENT". En la guía de implementación, define "PLC" o "MMAT".
participantRole	classCode	Error VALOR. En el estándar establece el valor obligatorio a "ROL". En la guía de implementación, define "SDLOC" o "MANU".

## **2. Conclusiones**

MoDHE permite desarrollar modelos UML conformes a HL7, gracias a un marco de referencia compuesto por 3 pilares: el método, el lenguaje de modelado basado en HL7, y las derivaciones entre modelos.

La herramienta MoDHE Suite, cuyos aspectos principales se detallan en el Capítulo VII, da soporte al marco de referencia MoDHE. En el presente capítulo se ha realizado una validación funcional sobre un caso real llevado a cabo en el HUVR: el proyecto Prevensalud.

El resultado de dicha validación evidencia que al desarrollar el modelo HL7 de Prevensalud se cometieron una serie de errores de incumplimiento del estándar que, utilizando la herramienta MoDHE Suite, se hubieran evitado.



## Capítulo IX. Aportación, trabajo futuro y conclusiones

---

**D**urante el desarrollo de la presente Tesis Doctoral se han ido abordando todos los elementos necesarios para completar el marco de referencia MoDHE que facilita el diseño de modelos de dominio basados en HL7 de sistemas de información sanitarios.

Inicialmente, se realizó un estudio del estado del arte exhaustivo para conocer la situación de partida y, una vez analizados los resultados obtenidos, se comenzó a trabajar en dicho marco de referencia, detallado en la presente memoria de Tesis Doctoral.

Para resolver el problema se optó por una solución basada en el paradigma MDE, cuyo marco de referencia se sustenta por 3 pilares principalmente: (i) La metodología de MoDHE, que ofrece al ingeniero del software un procedimiento para diseñar modelos de dominio HL7 como parte de un sistema de información sanitario, usando una interfaz UML. (ii) Un lenguaje de modelado basado en HL7, que extiende a UML modelando el espectro de conceptos existente en los estándares de HL7. (iii) Mecanismos de derivación, que hacen posible transformar modelos conformes a un estándar, en modelos conformes a otro estándar.

Además, como prueba de viabilidad práctica del marco de referencia teórico definido, se ha desarrollado la herramienta MoDHE Suite. Dicha herramienta ha sido validada en un escenario real del proyecto Prevensalud, un proyecto de investigación en el que se estuvo trabajando en el Hospital Universitario Virgen del Rocío.

En definitiva, todo este material constituye el trabajo realizado en la presente Tesis Doctoral. Para dejar constancia de las aportaciones que ofrece a la comunidad investigadora, este capítulo concluye describiendo el marco estratégico de investigación en el que se ha desarrollado la presente Tesis Doctoral (apartado 1) que ha influenciado los resultados obtenidos, describiendo las aportaciones específicas haciendo referencia a los objetivos planteados al inicio (apartado 2), y proponiendo un conjunto de líneas futuras de investigación en las que seguir trabajando relacionadas con la presente línea de investigación (apartado 3).

### **1. Marco estratégico en el que se desarrolla la presente Tesis Doctoral**

La presente Tesis Doctoral se ha desarrollado en el contexto de las líneas de investigación en las que trabajan los grupos de investigación IWT2 y GIT, influenciando en gran medida su desarrollo. Ambas relaciones se detallan a continuación.

### **1.1. Línea de investigación en el grupo IWT2**

El grupo IWT2 presenta, como una de sus principales líneas estratégicas, la combinación de forma satisfactoria del paradigma MDE con la gestión de la información en múltiples ámbitos, con el objetivo de resolver necesidades que se han ido identificando. El hecho de contar con una línea sobre la aplicación del paradigma MDE permite armonizar propuestas y planteamientos, provocando que los resultados de un trabajo de investigación apoyen las hipótesis de los siguientes, avanzando conjuntamente.

Dentro de los objetivos de esta línea de investigación se contempla la necesidad de ofrecer soluciones en el marco de la ingeniería de la salud, facilitando al ingeniero del software el desarrollo de sistemas de información sanitarios robustos y mantenibles, utilizando para ello el paradigma MDE.

Además, a raíz de la presente Tesis Doctoral, en el marco del grupo IWT2, se han iniciado Trabajos Fin de Grado en el ámbito del desarrollo de modelos de dominio HL7 usando el paradigma MDE, motivado por la incipiente trayectoria del grupo IWT2 en el sector sanitario.

### **1.2. Línea de investigación en el grupo GIT**

El grupo GIT presenta como una de sus principales líneas estratégicas el uso de estándares de informática sanitaria, con el objetivo de ofrecer nuevo conocimiento a la comunidad investigadora sobre la practicidad real que pueden tener estos estándares. En diversos proyectos han experimentado tanto con múltiples estándares de HL7 (v2.x, CDA, CCOW, FHIR, vMR, etc), como con otros estándares promovidos por otras organizaciones de estandarización (OpenEHR, ISO 13606, ISO 13940, etc).

El desarrollo del marco de referencia MoDHE ha sido un avance importante para esta línea de investigación del grupo GIT, ya que ofrece un soporte robusto para el desarrollo de modelos de dominio HL7 a través de una metodología basada en el paradigma MDE, que reduce la curva de aprendizaje de los ingenieros del software que necesiten desarrollar modelos de dominio HL7, y produce sistemas de información sanitarios mantenibles y adaptables, ya que ofrece una interfaz basada en modelos UML.

## **2. Aportaciones de este trabajo de tesis**

Este segundo apartado recapitula las principales aportaciones que ofrece la presente Tesis Doctoral a la comunidad científica, haciendo referencia a los objetivos que se plantearon al inicio de la investigación, comprobando que existe al menos una correspondencia para cada objetivo, concluyendo que todos los objetivos han sido cubiertos.

### **2.1. Estudio del estado del arte**

En el desarrollo de la investigación llevada a cabo en la presente Tesis Doctoral, era fundamental conocer la situación actual en cuanto al uso de MDE y HL7 de forma conjunta,

puesto que el planteamiento podría haber sido diferente en el caso de existir múltiples propuestas. Para conocer dicha situación actual, se realizó una revisión sistemática de la literatura sobre los trabajos que usaban estándares de HL7 de forma conjunta al paradigma MDE. En este estudio, se concluyó que la literatura científica aportaba pocas evidencias, por lo que se decidió realizar una revisión general en buscadores de propósito general.

Con esta aportación se cubre el primero de los objetivos planteados en el Capítulo III que consistía en *Realizar un estudio del estado del arte para identificar propuestas para el diseño de modelos de dominio basados en HL7 haciendo uso del paradigma de la ingeniería dirigida por modelos.*

## **2.2. Marco de referencia MoDHE para el diseño de modelos de dominio HL7**

La principal aportación realizada con el desarrollo de la presente Tesis Doctoral es el marco de referencia que permite diseñar modelos de dominio HL7 utilizando una interfaz basada en UML. Este marco hace posible que los ingenieros del software diseñen modelos de dominio HL7 con una herramienta usable, basada en UML, reduciendo la curva de aprendizaje, y consiguiendo sistemas fácilmente mantenibles y adaptables. Cabe destacar la gran influencia que ha tenido el paradigma MDE en el desarrollo de dicho marco de referencia, puesto que ha dirigido en gran medida las soluciones adoptadas.

Para desarrollar este marco de referencia al que hemos llamado MoDHE, se han definido y desarrollado 3 pilares fundamentales: una propuesta metodológica, un lenguaje de modelado basado en HL7, y las transformaciones necesarias para enriquecer MoDHE con la posibilidad de convertir modelos de un estándar a otro de HL7.

1. La metodología de MoDHE. Este método garantiza la posibilidad de definir modelos de dominio HL7 para facilitar el diseño de sistemas de información sanitarios. Destacar que con el desarrollo de esta metodología, queda cubierto el segundo objetivo planteado en el Capítulo III, que consistía en *Definir y desarrollar una propuesta metodológica para diseñar modelos de dominio HL7 de una manera sistemática, consiguiendo reducir los costes de aprendizaje.*

2. El lenguaje de modelado basado en HL7. Este lenguaje ha sido definido a través de los metamodelos de MoDHE para dar soporte al marco de referencia en su misión de definir modelos de dominio conformes a HL7. Para definirlo, se han tenido en cuenta los conceptos definidos en los estándares v3, CDA y v2.x de HL7. Con la definición de este lenguaje, se ha logrado el siguiente objetivo planteado en el Capítulo III: *Definir un metamodelo de diseño de modelos de dominio HL7 para poder modelar sistemas de información sanitarios en conformidad con los siguientes estándares de HL7: v3, CDA y v2.x.*

3. Los mecanismos de derivación. Además de la metodología y del lenguaje de modelado, para completar el marco de referencia, se han contemplado mecanismos de derivación que permiten transformar automáticamente modelos diseñados en base a un estándar de HL7, en modelos diseñados en base a otro estándar de HL7. Con el desarrollo de estos mecanismos de derivación, se ha cubierto el siguiente objetivo planteado en el Capítulo III: *Definir un conjunto de mecanismos de derivación sistemáticos que habiliten la trazabilidad entre diferentes modelos conformes a diferentes estándares de HL7.*

### **2.3. Herramienta MoDHE Suite para dar soporte al marco de referencia definido**

Unas de las pretensiones principales desde el inicio del desarrollo de la presente Tesis Doctoral, era que el marco de referencia pudiera llevarse a la práctica para poder utilizarlo en escenarios reales. Para ello, se planteó la necesidad de desarrollar una herramienta de soporte que implementa el marco de referencia abarcando los 3 pilares fundamentales que lo conforman. La herramienta resultante, bautizada como MoDHE Suite, fue desarrollada tomando como base el entorno de NDT-Suite, que a su vez toma como base la herramienta Enterprise Architect.

NDT permite diseñar los modelos necesarios para cubrir el ciclo de vida completo de un software (sin necesidad de ser software sanitario). Derivado del uso de NDT-Suite como base de la herramienta desarrollada en la presente Tesis Doctoral, la herramienta MoDHE Suite, además de permitir diseñar modelos de dominio HL7, permite diseñar el resto de modelos necesarios en otras fases del ciclo de vida del software, así como requisitos no sanitarios, si es necesario.

Una vez finalizado el desarrollo de MoDHE Suite, se considera cubierto el quinto objetivo planteado en el Capítulo III, que consistía en *Desarrollar una versión aplicable de los metamodelos y de los mecanismos de derivación mencionados en los objetivos OE3 y OE4, a través de la implementación de una herramienta CASE que dé soporte a estas definiciones y procesos.*

Para validar la herramienta MoDHE Suite, se ha utilizado un caso extraído de un escenario real: el proyecto Prevensalud, proyecto en el que participó el Hospital Universitario Virgen del Rocío, donde se creó una red de sistemas interoperables que hacían uso del estándar CDA de HL7. De esta forma se cubre el último objetivo planteado en el Capítulo III, que consistía en *Evaluar los resultados obtenidos en un escenario real basado en la instanciación de la solución en un entorno de producción cuya aplicación haya sido considerada como satisfactoria.*

## **3. Trabajos futuros y nuevas líneas de investigación**

Una vez recapituladas las principales aportaciones realizadas con el desarrollo de la presente Tesis Doctoral, es importante poner en valor que sus resultados propician la apertura de nuevas líneas de investigación que permitirán avanzar en la temática. A continuación se plantean algunos trabajos futuros representativos.

### **3.1. Metodología de ampliación**

Un aspecto complementario a la presente Tesis Doctoral, es definir la metodología de ampliación que permitirá a un ingeniero del software introducir más estándares de HL7 de cara a enriquecer la herramienta MoDHE Suite y que ésta ofrezca la capacidad de trabajar con cualquier estándar de HL7. A alto nivel, estos son los pasos que se incluirán en dicha metodología:

1. Identificar en qué fase del ciclo de vida del software de NDT se podría enmarcar el estándar de HL7 en cuestión.
2. Extender un metamodelo específico de NDT correspondiente a la fase del ciclo de vida del software donde se enmarca el estándar específico de HL7 a incluir. Extender el perfil UML correspondiente a dicho metamodelo en el mismo sentido.
3. Generar el XML de configuración para EA a raíz del perfil UML extendido.
4. Desplegar dicho XML para que el nuevo estándar aparezca en la paleta de modelado de EA en la fase correspondiente.

La metodología de MoDHE ha sido desarrollada intencionadamente con capacidad de ampliación. Definir la metodología de ampliación queda fuera del alcance de la presente Tesis Doctoral, y se plantea como una línea de investigación futura, necesaria para la evolución de la línea de investigación iniciada con la presente Tesis Doctoral.

### **3.2. Completitud del contexto de uso**

En el caso del estándar HL7 v3, se ha cubierto el espectro completo de conceptos que presenta su modelo de referencia.

En el caso de los estándares HL7 CDA y HL7 v2.x, solo se ha cubierto un porcentaje del amplio espectro que presentan sus modelos de referencia, por presentar una magnitud desproporcionada al alcance de esta Tesis Doctoral. En concreto se han cubierto los elementos que hacen referencia a los datos demográficos de pacientes.

El marco de referencia MoDHE se considera cubierto en su totalidad. El trabajo de campo correspondiente a la completitud de los estándares HL7 CDA y HL7 v2.x es un trabajo futuro que se puede articular como ampliaciones a la presente Tesis Doctoral.

### **3.3. Alinear estándares de HL7 con sistemas de conceptos estándares**

Existen sistemas de conceptos estándares en el ámbito sanitario, como la norma ISO 13940, que definen el listado de conceptos que se pueden identificar en un escenario concreto. Alinear los conceptos utilizados en los estándares de HL7 con este tipo de sistemas de conceptos, es una tarea ardua y tediosa.

En cambio, gracias a hecho de que el marco de referencia MoDHE está desarrollado siguiendo una metodología basada en MDE, se podrían identificar relaciones entre los conceptos utilizados en el lenguaje de modelado basado en HL7 y los conceptos incluidos en el sistema de conceptos, realizando la tarea de alinear los conceptos utilizados en los estándares de HL7 con un sistema de conceptos de un modo más sencillo y mantenible.

La alineación de los conceptos incluidos en los estándares de HL7 con un sistema de conceptos estándares, es una línea de investigación complementaria que podría abordarse en un futuro.

### ***3.4. Certificar la conformidad de modelos HL7 existentes***

A lo largo de los años, muchos sistemas de información sanitarios han sido desarrollados diseñando sus modelos de dominio basados en los estándares de HL7, sin utilizar ninguna metodología de soporte que asegurara la conformidad de dichos modelos de dominio en el uso de los estándares de HL7.

Una línea de investigación muy interesante que nace a raíz de la presente investigación, es la posibilidad de certificar la conformidad en el uso de los estándares de HL7, por parte de modelos de dominio ya existentes basados en HL7.

Es interesante para la propia organización HL7 contar con una metodología que permita validar un modelo de dominio diseñado siguiendo las pautas definidas en uno o más estándares de HL7, para así poder iniciar un proceso de certificación de los sistemas de información sanitarios ya existentes basados en HL7.

## **4. Conclusiones**

A lo largo de los diferentes capítulos que componen esta memoria de Tesis Doctoral, se ha presentado el trabajo realizado, desde la definición del problema, la propuesta de solución desde un punto de vista teórico a través del marco de referencia MoDHE, hasta la propuesta de solución desde un punto de vista más práctico a través de la herramienta de soporte MoDHE Suite, y la validación de su utilidad mediante su uso en el escenario real del proyecto Prevensalud.

En este capítulo, se refleja el contexto dentro de los grupos de investigación IWT2 y GIT en el que se ha desarrollado esta Tesis Doctoral, contexto que ha influido notablemente en el enfoque establecido en la ejecución de la investigación. Además, se han descrito las aportaciones que ofrecen los resultados de la presente Tesis Doctoral a la comunidad científica, así como el conjunto de líneas de investigación futuras que nacen de forma complementaria.

Como comentario final, el Anexo C describe la actividad investigadora de la doctoranda en los últimos 5 años.

## Capítulo X. Referencias Bibliográficas

---

**A** continuación se listan las referencias bibliográficas utilizadas a lo largo de la presente Tesis Doctoral, siguiendo el formato específico de la APA:

- [ANSI/HL7 2011] ANSI, HL7. Norma 'HL7 messaging standard version 2.7', an Application Protocol for Electronic Data Exchange in Healthcare Environments.
- [Beal *et al.* 2014] Beal, J., Wagner, T. E., Kitada, T., Azizgolshani, O., Parker, J. M., Densmore, D., & Weiss, R. (2014). Model-driven engineering of gene expression from RNA replicons. *ACS synthetic biology*.
- [Böckmann *et al.* 2013] Böckmann, B., & Heiden, K. (2013). Extracting and transforming clinical guidelines into pathway models for different hospital information systems. *Health Information Science and Systems*, 1(1), 13.
- [CEN/ISO 2006] CEN, ISO. Norma CEN/ISO EN13606. (2006). <http://www.en13606.org/the-ceniso-en13606-standard> (último acceso octubre 2016).
- [Curcin *et al.* 2014] Curcin, V., Woodcock, T., Poots, A. J., Majeed, A., & Bell, D. (2014). Model-driven approach to data collection and reporting for quality improvement. *Journal of biomedical informatics*, 52, 151-162.
- [Escalona *et al.* 2014] Escalona, M. J., García García, J. A., Dominguez-Mayo, F. J., & Ramos, I. (2014). Technical tool surveys and comparative studies: a systematical approach. 23rd International Conference on Information Systems Development.
- [Escalona *et al.* 2013] Escalona, M. J., García-García, J. A., Mas, F., Oliva, M., & Del Valle, C. (2013). Applying Model-Driven Paradigm: CALIPSOneo Experience. In *CAiSE Industrial Track* (pp. 25-32).
- [Escalona *et al.* 2010] Escalona, M. J., Gutiérrez, J. J., Morero, F., Parra, C. L., Nieto, J., Pérez, F., ...& Llergo, A. (2010). A Practical Environment to Apply Model-Driven Web Engineering. In *Information Systems Development* (pp. 249-258). Springer US.
- [Escalona *et al.* 2009] Escalona, M. J., Parra, C. L., Martín, F. M., Nieto, J., Llergo, A., & Pérez, F. (2009). A Practical Example for Model-Driven Web Requirements. In *Information Systems Development* (pp. 157-168). Springer US.
- [Escalona *et al.* 2008] Jose Escalona, M., & Aragón, G. (2008). NDT.A model-driven approach for web requirements. *Software Engineering, IEEE Transactions on*, 34(3), 377-390.
- [Escalona *et al.* 2007a] Escalona, M. J., Parra, C. L., Martín, F. M., Nieto, J., Llergo, A., & Pérez, F. (2007). Diraya Project. The power of metamodels in real experiences with Web Engineering. In *Proc. 16th Int'l Conf. Information Systems Development*.
- [Escalona *et al.* 2007b] Escalona, M. J., & Koch, N. (2007). Metamodeling the requirements of web systems. In *Web Information Systems and Technologies* (pp. 267-280). Springer Berlin Heidelberg.

- [Escalona 2004]** Escalona, M.J. (2004). Modelos y técnicas para la especificación y el análisis de la navegación en sistemas software. Ph. European Thesis. Department of Computer Language and Systems. University of Seville. Seville, Spain.
- [Escalona et al. 2003]** Escalona, M., Torres, J., Mejías, M., & Reina, A. (2003). NDT-Tool: A case tool to deal with requirements in web information systems. *Web Engineering*, 253-259.
- [Farkash et al. 2012]** Farkash, A., Timm, J. T., & Waks, Z. (2012). A model-driven approach to clinical practice guidelines representation and evaluation using standards. *Studies in health technology and informatics*, 192, 200-204.
- [García-García et al. 2015]** García-García, J.A., Escalona, M.J., Martínez-García, A., Aragón, G, Moreno-Conde, A., Parra, C. (2015) Improving patient care through a clinical process management based on the MDE paradigm. *The Scientific World Journal*. En revisión.
- [García-García et al. 2014]** García-García, J. A., Escalona, M. J., Domínguez-Mayo, F. J., & Salido, A. (2014). NDT-Suite: A Methodological Tool Solution in the Model-Driven Engineering Paradigm. *Journal of Software Engineering and Applications*, 2014 (7): 206-217.
- [Garde et al. 2007]** Garde, S., Knaup, P., Hovenga, E. J., & Heard, S. (2007). Towards Semantic Interoperability for Electronic Health Records--Domain Knowledge Governance for open EHR Archetypes. *Methods of information in medicine*, 46(3), 332-343.
- [Hernández-Orallo 2009]** Hernández-Orallo, E. (2009). El Lenguaje Unificado de Modelado (UML).
- [HL7 International 2016]** HL7 International (2016). Affiliate Spotlight: HL7 Spain. The official publication of Health Level Seven International News. Page 19.
- [HL7 International 2012]** HL7 International (2012). HL7 2012 Strategic Initiatives. Accesible en: [http://www.hl7.org/documentcenter/public\\_temp\\_E814768C-1C23-BA17-0CA9B494E21E6889/strategic/roadmap/HL7\\_2012\\_Strategic\\_Initiatives%20FINAL.pdf](http://www.hl7.org/documentcenter/public_temp_E814768C-1C23-BA17-0CA9B494E21E6889/strategic/roadmap/HL7_2012_Strategic_Initiatives%20FINAL.pdf) (último acceso octubre 2016).
- [HL7 International 2011]** HL7 International (2011). Model Interchange Format, Release 1. Informative Document - August 2011
- [HL7 International 2002]** HL7 International (2002). HL7\_V3\_Meta-Model. Versión 1-16. <http://www.hl7.org/library/committees/mnm/hdf/met0116l.pdf> (último acceso octubre 2016).
- [HL7 Spain 2012]** HL7 Spain (2012, octubre). Guía de Implementación CDA R2. Informe de Espirometría. Versión Versión3.0.2. Accesible en: [http://www.hl7spain.org/documents/comTec/espirometria/CDA\\_Espirometria\\_V3.0.2.pdf](http://www.hl7spain.org/documents/comTec/espirometria/CDA_Espirometria_V3.0.2.pdf) (último acceso octubre 2016).
- [ISO/HL7 2009]** ISO, HL7. Norma ISO / HL7 27932 : 2009. [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=44429](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=44429) (último acceso octubre 2016).
- [ISO/IEC 2007]** ISO, IEC. Norma ISO/IEC TR 24744. (2007). [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=38854](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=38854) (último acceso octubre 2016).
- [ITW2 et al. 2008]** IWT2, Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. (2008). Comparativa de herramientas de modelado. Proyecto Calidad.

- [Kitchenham *et al.* 2007]** Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Keele University and Durham University Joint Report. Reference number EBSE-2007-01.
- [Kushniruk *et al.* 2010]** Kushniruk, A. W., Borycki, E. M., Kuwata, S., & Kannry, J. (2010). Emerging approaches to usability evaluation of health information systems: towards in-situ analysis of complex healthcare systems and environments. *Studies in health technology and informatics*, 169, 915-919.
- [Leau *et al.* 2012]** Leau, Y. B., Loo, W. K., Tham, W. Y., & Tan, S. F. (2012). Software development life cycle AGILE vs traditional approaches. In *International Conference on Information and Network Technology* (Vol. 37, No. 1, pp. 162-167).
- [Loniewski *et al.* 2010]** Loniewski, G., Insfran, E., & Abrahão, S. (2010). A systematic review of the use of requirements engineering techniques in model-driven development. In *Model driven engineering languages and systems* (pp. 213-227). Springer Berlin Heidelberg.
- [Maier *et al.* 2015]** Maier, E. J., Haynes, B. C., Gish, S. R., Wang, Z. A., Skowyra, M. L., Marulli, A. L., ... & Brent, M. R. (2015). Model-driven mapping of transcriptional networks reveals the circuitry and dynamics of virulence regulation. *Genome research*, gr-184101.
- [Martínez-García *et al.* 2015]** MARTÍNEZ-GARCÍA, A., ESCALONA, M.J., GARCÍA-GARCÍA, J.A., ARAGÓN, G., MORENO-CONDE, A., & PARRA, C. (2015, mayo) Using Model-Driven Engineering and Health Standards for Improving Healthcare Processes Management. 26th Medical Informatics Europe Conference, MIE2015. Madrid, España.
- [Martínez-García *et al.* 2014]** Martínez-García, A., Escalona, M. J., & Parra-Calderón, C. L. (2014, enero). Connecting HL7 with Software Analysis: A Model-Based Approach. In *XIII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2013* (pp. 1282-1285). Springer International Publishing.
- [Martínez-García *et al.* 2013a]** Martínez-García, A., Escalona, M.J., & Parra-Calderón, C.L. (2013, abril). El Metamodelo de HL7 en el contexto de la Ingeniería Dirigida por Modelos. XV Congreso Nacional de Informática Médica. Madrid, España.
- [Martínez-García *et al.* 2013b]** Martínez-García, A., Moreno-Conde, A., Jódar-Sánchez, F., Leal, S., & Parra, C. (2013, diciembre). Sharing clinical decisions for multimorbidity case management using social network and open-source tools. *Journal of biomedical informatics*, 46(6), 977-984.
- [Martínez-García 2013]** Martínez-García, A. (2013, Julio). El metamodelo de HL7 en el contexto de la Ingeniería Dirigida por Modelos. Trabajo Fin de Máster. Máster en Ingeniería y Tecnología del Software. Universidad de Sevilla.
- [Menárguez-Tortosa *et al.* 2012]** Menárguez-Tortosa, M., Martínez-Costa, C., & Fernández-Breis, J. T. (2012). A generative tool for building health applications driven by iso 13606 archetypes. *Journal of medical systems*, 36(5), 3063-3075.
- [Moreno *et al.* 2012]** Moreno, A., Martínez, A., Núñez, F., & Parra, C. (2012). Testing a New CDA Development Strategy in a Standardized Infrastructure for Continuity of Care in Chronic Kidney Disease Patients. *EJBI*, 8(3), 31-36.

- [Moreno et al. 2008]** Moreno, N., Romero, J. R., & Vallecillo, A. (2008). An overview of model-driven web engineering and the mda. In *Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications* (pp. 353-382). Springer London.
- [Núñez-Benjumea et al. 2014]** Núñez-Benjumea, F., Moreno-Conde, A., Jódar-Sánchez, F., Martínez-García, A., & Parra-Calderón, C. L. (2014). Improving Integrated Care in Chronic Kidney Failure Patients with a Standard-Based Interoperability Framework. *Studies in health technology and informatics*, 205, 617.
- [OMG 2015a]** OMG (2015, junio). Meta Object Facility (MOF) Core, v2.5. Accesible en: <http://www.omg.org/spec/MOF/> (último acceso octubre 2016).
- [OMG 2015b]** OMG (2015, febrero). Documents Associated with Meta Object Facility (MOF) 2.0 Query/View/Transformation, v1.3. Accesible en: <http://www.omg.org/spec/QVT/> (último acceso octubre 2016).
- [OMG 2015c]** OMG (2015, marzo). OMG Unified Modeling Language, v2.5. Accesible en: <http://www.omg.org/spec/UML/> (último acceso octubre 2016).
- [OMG 2014]** OMG (2014, febrero). Object Constraint Language, v2.4. Accesible en: <http://www.omg.org/spec/OCL/> (último acceso octubre 2016).
- [Ortiz et al. 2011a]** Ortiz, D., Villegas, A., Sancho, M. R., Olivé, A., & Vilalta, J. (2011). Automatic transformation of HL7 v3 information models into equivalent UML models. HL7 Spain Technical Report.
- [Ortiz et al. 2011b]** Ortiz-López, D., Olive, A., & Villegas, A. (2011). Transformación de modelos del estándar de salud HL7 a UML/OCL. Memoria de Proyecto Fin de Carrera. Accesible en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/12477/1/73562.pdf> (último acceso octubre 2016).
- [Renly et al. 2012]** Renly, S., Altamore, R., Nelson, L., Orlova, A., Patterson, K., Quaynor, S., Reed-Fourquet, L., & Timm, J. (2012). A New Model for Collaboration: Building CDA Documents in MDHT. In *AMIA Annual Symposium Proceedings* (Vol. 2012, p. 763). American Medical Informatics Association.
- [Santiago et al. 2012]** Santiago, I., Jiménez, Á., Vara, J. M., De Castro, V., Bollati, V. A., & Marcos, E. (2012). Model-Driven Engineering as a new landscape for traceability management: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 54(12), 1340-1356.
- [Schmidt 2006]** Schmidt D.C. (2006). Model-Driven Engineering. *Computer*, 39(2), 25-31.
- [Shaver 2012]** Shaver, D. (2012). The HL7 Evolution-Comparing HL7 Versions 2 and 3. Corepoint Health. <http://www.corepointhealth.com/sites/default/files/whitepapers/hl7-v2-v3-evolution.pdf>. Retrieved, 16.
- [Shaver 2007]** Shaver, D. (2007). HL7 101: A Beginner's Guide. *For the Record*, 19(1), 22-25.
- [Sinha et al. 2012]** Sinha, P. K., Sunder, G., Bendale, P., Mantri, M., & Dande, A. (2012). Electronic health record: standards, coding systems, frameworks, and infrastructures. John Wiley & Sons.
- [Smith et al. 2010]** Smith, C. U., Lladó, C. M., & Puigjaner, R. (2010). Performance Model Interchange Format (PMIF 2): A comprehensive approach to queuing network model interoperability. *Performance Evaluation*, 67(7), 548-568.
- [Spronk et al. 2010]** Spronk, R., & Ringholm, C. (2010, febrero). The HL7 MIF-Model Interchange Format.

**[Van Der Straeten *et al.* 2009]** Van Der Straeten, R., Mens, T., & Van Baelen, S. (2009). Challenges in model-driven software engineering. In *Models in Software Engineering* (pp. 35-47). Springer Berlin Heidelberg.



## Anexo A. Glosario de Términos

---

**E**ste primer anexo ofrece al lector un glosario de términos, definiendo términos y acrónimos frecuentemente utilizados en la presente memoria de Tesis Doctoral, definiendo una breve descripción para cada uno.

**CASE.** Computer Aided Software Engineering. Aplicaciones o programas informáticos destinados a aumentar la productividad en el desarrollo del software, reduciendo tiempos de desarrollo y costes.

**CDA.** Clinical Document Architecture. Estándar de HL7 para el marcado de documentos clínicos con el propósito de intercambiarlos entre sistemas sanitarios.

**EA.** Enterprise Architect. Herramienta de pago que ofrece un amplio conjunto de características para ayudar a gestionar información en los entornos complejos que encontramos a día de hoy, a través del uso de herramientas de modelado y construcción.

**GIT.** Grupo de Innovación Tecnológica. Grupo de investigación relacionado con la I+D+i y las nuevas tecnologías, compuesto por un equipo multidisciplinar de investigadores, que ejecuta proyectos de financiación competitiva en estrecha colaboración con las Unidades de Gestión Clínica y las Unidades no Asistenciales del HUVR, en especial con el Servicio de Tecnologías de la Información.

**HL7.** Health Level Seven International. Organización internacional sin ánimo de lucro que promueve y define estándares relacionados con los sistemas de información sanitarios.

**HUVR.** Hospital Universitario Virgen del Rocío. Hospital público del Servicio Andaluz de Salud, que presta asistencia especializada a una población básica superior al millón de habitantes en la provincia de Sevilla.

**IWT2.** Ingeniería Web y Testing Temprano. Grupo de investigación de la Universidad de Sevilla referenciado en el Plan Andaluz de Investigación como PAIDI TIC021.

**M2M.** Model to Model. Denominación por la cual se conoce comúnmente a las reglas de derivación entre modelos dentro de la terminología del paradigma MDE.

**Mapeos.** Término utilizado en esta Tesis Doctoral para hacer referencia al lenguaje Operational Mapping de QVT (también llamado QVTo), que implementa transformaciones o partes de éstas.

**MDE.** Model Driven Engineering. Ingeniería guiada por modelos. Paradigma que se centra en la creación y explotación de modelos de dominio, permitiendo a los ingenieros del software independizarse de la representación y focalizarse en los conceptos.

**Metamodelo.** Lenguaje que describe los conceptos utilizados en un modelo de dominio concreto.

**MIF.** Model Interchange Format. Metamodelo de HL7. Modelo de todos los modelos que mantiene HL7. Incluye todos los elementos que pueden aparecer en cualquier modelo de dominio de HL7.

**Modelo.** Término utilizado en esta Tesis Doctoral para hacer referencia a la representación mediante un lenguaje concreto de conceptos que forman parte de un sistema de información sanitario.

**MoDHE.** MOdel Driven Health Engineering. Representa el marco de referencia definido en la presente Tesis Doctoral, que permite realizar el diseño de los sistemas de información sanitarios en base a UML, obteniendo automáticamente el diseño de dichos sistemas en base a HL7, a través de técnicas MDE.

**MoDHE Suite.** Representa la herramienta CASE que da soporte al marco de trabajo definido en la presente Tesis Doctoral. Esta herramienta materializa y automatiza la metodología, metamodelos, restricciones y transformaciones que forman parte del marco de referencia MoDHE.

**MOF.** Meta Object Facility. Estándar de la OMG que proporciona las bases para realizar definición y manipulación de metamodelos, incluyendo las capacidades necesarias para gestionar sus correspondientes modelos.

**NDT.** Navigational Development Techniques. Metodología basada en MDE que proporciona un soporte completo para gestionar el ciclo de vida del software (estudio de viabilidad, requisitos, análisis, diseño, implementación, mantenimiento, pruebas).

**NDT-Suite.** Conjunto de herramientas CASE que dan soporte a la metodología NDT.

**OCL.** Object Constraint Language. Lenguaje para la descripción formal de expresiones incluidas en los modelos UML, permitiendo representar invariantes, precondiciones, postcondiciones, inicializaciones, guardias, reglas de derivación, así como consultas a objetos.

**OMG.** Object Management Group. Organización sin ánimo de lucro, formada por diversas compañías y organizaciones, que promueve el uso de tecnologías orientadas a objetos mediante la creación y mantenimiento de guías, estándares y especificaciones.

**Perfil UML.** Herramienta de extensión del lenguaje UML con la que es posible describir, a través de un conjunto de extensiones, un problema de modelado en un dominio particular, facilitando la construcción de modelos en dicho dominio.

**QVT.** Query/View/Transformation. Lenguaje estándar propuesto por la OMG para la definición de transformaciones M2M.

**Sintaxis abstracta.** Término utilizado en esta Tesis Doctoral para hacer referencia al término metamodelo, ya que los metamodelos nos permiten definir de forma abstracta la sintaxis utilizada en un sistema de información sanitario.

**Sintaxis concreta.** Término utilizado en esta Tesis Doctoral para hacer referencia a la definición de cómo los elementos de los metamodelos aparecen en una notación visual entendible por las personas.

**SLR.** Systematic Literature Review. Revisión Sistemática de la Literatura. Revisión de la literatura enfocada en una pregunta de investigación cuyo objetivo es identificar, evaluar, seleccionar y sintetizar toda la evidencia relevante de alta calidad relacionada con dicha pregunta de investigación.

**Transformación.** Término utilizado en esta Tesis Doctoral para hacer referencia a la especificación de cómo construir un modelo (modelo destino) conforme a un metamodelo (metamodelo destino) tomando como entrada otro modelo (modelo origen) conforme a otro metamodelo (metamodelo origen).

**UML.** Unified Modeling Language. Lenguaje gráfico de modelado de sistemas software ampliamente conocido y utilizado, con el cual un ingeniero del software puede visualizar, especificar, construir y documentar un sistema.



## Anexo B. Elementos del metamodelo

---

**E**l presente Anexo presenta el detalle de los elementos del metamodelo presentado en el Capítulo V. Tal y como se justificó en dicho capítulo, en la presente Tesis Doctoral se ha cubierto en su totalidad el estándar HL7 v3, a diferencia de HL7 CDA y HL7 v2.x que se cubren parcialmente dada su magnitud (para más información, ver el apartado 1.1 del Capítulo V).

Para describir en detalle los elementos del metamodelo, se ha seguido el estilo y la plantilla de organización de documentación utilizado por la OMG para la documentación de sus estándares y normas (como es el caso de UML). En primer lugar se ofrece una breve descripción del elemento. A continuación, se indican sus generalizaciones, asociaciones y atributos, si existen. Posteriormente, se describen las restricciones a los valores de los atributos en lenguaje OCL, si las hubiera.

### 1. HL7 v3

#### 1.1. *Metaclass «Access»*

**Descripción:** Esta metaclassa representa el rol desempeñado por un dispositivo cuando éste se utiliza para administrar medicamentos o elementos vitales, o para drenar fuera del cuerpo material como aire, sangre, orina, etc.

**Generalización:** Metaclassa «Role»

**Atributos:**

- approachSiteCode:CD [0..1]

Lugar anatómico donde el dispositivo entra en el cuerpo.

- targetSiteCode:CD [0..1]

Lugar anatómico donde el dispositivo está administrando o recogiendo el material.

- gaugeQuantity:PQ [0..1]

Diámetro que ocupa el dispositivo.

**Asociaciones:** Ninguna.

## Restricciones:

### Expresión 20. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Access

---

*context Access inv:*  
*self.super.classCode = "ACCESS"*

---

## 1.2. Metaclase «Account»

**Descripción:** Conjunto de transacciones financieras con un único fin.

**Generalización:** Metaclase «Act»

### Atributos:

- balanceAmt:MO [0..1]

Suma total de las transacciones de débito y de crédito que se han registrado en la cuenta.

- currencyCode:CD [0..1]

Tipo de moneda con la cual se gestiona la cuenta.

- interestRateQuantity1:MO [0..1]

Tasa de interés al que la cuenta está sujeta.

- interestRateQuantity2:PQ.TIME [0..1]

Periodicidad de la tasa de interés.

### Asociaciones:

- allowedBalanceQuantity:MO [0..2]

Intervalo que describe los saldos mínimo y máximo permitidos para la cuenta.

## Restricciones:

### Expresión 21. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Account

---

*context Account inv:*  
*self.super.classCode = "ACCT"*

---

### 1.3. Metaclase «Act»

**Descripción:** Esta metaclase representa el registro de algo que se está haciendo, se ha hecho, se puede hacer, o está previsto hacer.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- classCode:CS [1]

Atributo que debe tomar el mismo valor para todas las instancias de una metaclase Act en cuestión, permitiendo identificar que una instancia determinada pertenece a dicha metaclase.

- moodCode:CS [0..1]

Tipo de uso planificado para una instancia de la metaclase: hecho, posibilidad, objetivo, etc.

- code:CD [0..1]

Tipo específico de entidad a la cual una instancia de Act pertenece.

- actionNegationInd:BL [0..1]

Indicador que especifica si el acto en cuestión es una negación.

- negationInd:BL [0..1]

Atributo obsoleto.

- derivationExpr:ST [0..1]

Atributo obsoleto.

- title:ED [0..1]

Palabra o frase por la cual el acto es conocido.

- text:ED [0..1]

Texto o descripción multimedia de la información completa que describe el acto.

- statusCode:CS [0..1]

Representa si la información asociada a un acto está actualmente activa o inactiva.

- availabilityTime:TS [0..1]

Momento desde el cual el acto está disponible.

- confidentialityCode:CD [0..1]

Confidencialidad del acto teniendo en cuenta las políticas de privacidad aplicables y los riesgos que pueden resultar si se revela a personas o entidades no autorizadas.

- interruptibleInd:BL [0..1]

Indicador que recoge si el acto no se puede interrumpir por eventos asíncronos.

- levelCode:CD [0..1]

Nivel dentro de una estructura jerárquica de actos.

- independentInd:BL [0..1]

Indicador que especifica si el acto se puede manipular de forma independiente de otros actos.

- uncertaintyCode:CD [0..1]

Indicador que representa si el acto actúa como un todo con componentes subordinados.

- languageCode:CD [0..1]

Idioma principal en el que se especifica este acto, particularmente el idioma utilizado para detallar el atributo text.

- isCriterionInd:BL [0..1]

Indicador booleano que representa si el acto representa criterios de un acto a más alto nivel (en ese caso el presente acto sería un acto no real).

#### **Asociaciones:**

- id:II [0..\*]

Representa el listado de identificadores únicos que puede tener el acto.

- effectiveTime:TS [0..1]

Momentos en los cuales el acto se produce.

- activityTime:TS [0..1]

Momentos en los cuales el acto se produce, incluyendo tiempos de preparación, limpieza, etc.

- priorityCode:CD [0..\*]

Lista de urgencias con las cuales el acto sucedió, puede suceder, está sucediendo, o ha sido solicitado que suceda.

- repeatNumber:INT [0..2]

Número de repeticiones mínimas y máximas que puede presentar el acto.

- reasonCode:CD [0..\*]

Lista de motivaciones o causas que hacen o hicieron que el acto suceda.

### Restricciones:

#### Expresión 22. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Act

---

```
context Act inv:  
  self.classCode.size() >= 1  
  and self.moodCode.size() >= 1  
  and self.classCode= "ACT"  
  and self.outboundRelationship -> size() = 1  
  and self.inboundRelationship -> size() = 1  
  and self.participation -> size() = 1
```

---

### 1.4. Metaclass «ActRelationship»

**Descripción:** Asociación entre un acto origen y un acto destino.

**Generalización:** Ninguna.

#### Atributos:

- typeCode:CS [1]

Significado y finalidad de la instancia de relación entre actos.

- inversionInd:BL [0..1]

Indicador que especifica si el atributo typeCode es válido en el caso de que los actos origen y destino se inviertan.

- actAttributeContextBlockedInd:BN [0..1]

Si este atributo tiene el valor true, significa que los atributos de los actos origen y destino pueden tener valor diferente para sus atributos.

- contextControlCode:CS [0..1]

Atributo obsoleto.

- contextConductionInd:BL [0..1]

Atributo obsoleto.

- sequenceNumber:INT [0..1]

Orden de secuencia que tiene esta relación entre otras relaciones con el mismo acto origen.

- priorityNumber:REAL [0..1]

Orden de preferencia de esta relación entre otras relaciones que tienen el mismo acto origen.

- pauseQuantity:PQ [0..1]

Tiempo que transcurre o se debe dejar transcurrir entre el acto origen y el acto destino.

- checkpointCode:CS [0..1]

Momento exacto en el transcurso de un acto en el cual se debe evaluar la precondition definida (antes de que la primera instancia se inicie, antes de cada repetición, después de cada repetición, durante todo el tiempo, etc).

- splitCode:CS [0..1]

Forma en la cual una rama en un plan de acción se selecciona entre otras ramas.

- joinCode:CS [0..1]

Forma en la cual 2 actos concurrentes se resincronizan en ramas paralelas.

- negationInd:BL [0..1]

Indicador que representa si el enlace está negado.

- conjunctionCode:CS [0..1]

Conjunción lógica que se debe utilizar al relacionar el enlace con otros enlaces (y, o, o exclusivo, etc).

- localVariableName:ST [0..1]

Nombre por el cual el acto origen de la relación deriva alguno de sus atributos.

- seperatableInd:BL [0..1]

Indicador que representa si el acto origen debe interpretarse de forma independiente al acto destino.

- subsetCode:CS [0..1]

Relación del acto destino con respecto el resto de actos destinos del acto origen

- uncertaintyCode:CD [0..1]

Indicador que representa si la entidad actúa como un todo con componentes subordinados.

#### **Asociaciones:**

- sourceAct:Act [1]

Acto origen.

- targetAct:Act [1]

Acto destino.

- blockedContextActRelationshipType:CS [0..\*]

Tipos de relaciones que no están permitidos en esta relación entre actos.

- blockedContextParticipationType:CS [0..\*]

Tipos de participaciones que no están permitidos en esta relación entre actos.

#### **Restricciones:**

**Expresión 23.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre ActRelationship

---

*context ActRelationship inv:  
self.typeCode.size() >= 1*

---

### **1.5. Metaclass «Container»**

**Descripción:** Entidad que contiene otras entidades.

**Generalización:** Metaclass «ManufacturedMaterial»

**Atributos:**

- capacityQuantity:PQ [0..1]

Capacidad funcional de la entidad contenedora.

- heightQuantity:PQ [0..1]

Altura de la entidad contenedora.

- diameterQuantity:PQ [0..1]

Diámetro exterior de la entidad contenedora.

- capTypeCode:CD [0..1]

Tipo de tapa asociado a la entidad contenedora.

- separatorTypeCode:CD [0..1]

Tipo de material añadido al recipiente para crear una separación física de los componentes de diferente densidad.

- barrierDeltaQuantity:PQ [0..1]

Distancia desde el punto de referencia al material separador dentro de la entidad contenedora.

- bottomDeltaQuantity:PQ [0..1]

Distancia desde el punto de referencia a la parte inferior del exterior de la entidad contenedora.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 24.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Container

---

*context Container inv:*  
*self.super.classCode = "CONT"*

---

**1.6. Metaclass «ContextStructure»**

**Descripción:** Contenedor dentro de un documento.

**Generalización:** Metaclass «Act»

**Atributos:**

- setId:II [0..1]

Identificador único del documento.

- versionNumber:ST [0..1]

Identificador único de la versión del documento

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 25.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre ContextStructure

---

*context ContextStructure inv:*  
*self.super.classCode = "COMPOSITION"*

---

**1.7. Metaclass «ControlAct»**

**Descripción:** Acto de control que representa cambios en el estado de una clase, eventos de usuario o eventos de sistema.

**Generalización:** Metaclass «Act»

**Atributos:** Ninguno.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 26.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre ControlAct

---

*context ControlAct inv:*  
*self.super.classCode = "CACT"*

---

**1.8. Metaclass «Device»**

**Descripción:** Dispositivo (material que se utiliza en una actividad sin alterarse sustancialmente a través de dicha actividad).

**Generalización:** Metaclass «ManufacturedMaterial»

**Atributos:**

- manufacturerModelName:CS [0..1]

Nombre asignado por el fabricante.

- softwareName:CS [0..1]

Nombre y versión que utiliza el dispositivo.

- localRemoteControlStateCode:CD [0..1]

Estado de control del dispositivo.

- alertLevelCode:CD [0..1]

Estado funcional actual del dispositivo.

- lastCalibrationTime:CD [0..1]

Fecha y hora en la que el dispositivo fue calibrado por última vez.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 27.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Device

---

```
context Device inv:  
  self.super.classCode = "DEV"
```

---

**1.9. Metaclass «DeviceTask»**

**Descripción:** Actividad de un dispositivo.

**Generalización:** Metaclass «Act»

**Atributos:** Ninguno.

**Asociaciones:**

- parameterValue:ANY [0..\*]

Parámetros que se envían al dispositivo tras la emisión de un comando.

**Restricciones:**

### Expresión 28. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre DeviceTask

---

*context DeviceTask inv:*  
*self.super.classCode = "CONTREG"*

---

#### 1.10. Metaclase «DiagnosticImage»

**Descripción:** Imagen diagnóstica (representación visual de un objeto físico).

**Generalización:** Metaclase «Observation»

**Atributos:**

- subjectOrientationCode:CD [0..1]

Relación espacial entre el objeto y la imagen.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

### Expresión 29. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre DiagnosticImage

---

*context DiagnosticImage inv:*  
*self.super.classCode = "DGIMG"*

---

#### 1.11. Metaclase «Diet»

**Descripción:** Metaclase obsoleta.

**Generalización:** Metaclase «Supply»

**Atributos:**

- energyQuantity:PQ [0..1]

Atributo obsoleto.

- carbohydrateQuantity:PQ [0..1]

Atributo obsoleto.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:****Expresión 30.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Diet

---

*context Diet inv:*  
*self.super.classCode = "DIET"*

---

**1.12. Metaclass «Document»**

**Descripción:** Documento (especialización de acto que ofrece soporte a las características de gestión de documentos).

**Generalización:** Metaclass «ContextStructure»

**Atributos:**

- completionCode:CD [0..1]

Estado de finalización del documento.

- storageCode:CD [0..1]

Estado de almacenamiento del documento.

- copyTime:TS [0..1]

Momento en el que se dio a conocer el documento a partir del sistema de gestión de documentos que se encarga del mantenimiento de las diferentes revisiones del documento.

**Asociaciones:**

- bibliographicDesignationText:ED [0..\*]

Citas que permitan la identificación, localización y recuperación de colecciones comunes de un documento en cuestión.

**Restricciones:****Expresión 31.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Document

---

*context Document inv:*  
*self.super.classCode = "DOC"*

---

### 1.13. Metaclase «Employee»

**Descripción:** Empleado (rol desempeñado por una persona asociado a una organización para recibir un salario).

**Generalización:** Metaclase «Role»

**Atributos:**

- jobCode:CD [0..1]

Categoría del empleado.

- jobTitleName:CS [0..1]

Trabajo específico que el empleado lleva a cabo.

- jobClassCode:CD [0..1]

Frecuencia o periodicidad del empleo.

- occupationCode:CD [0..1]

Tipo de trabajo, basado en la tipificación de la industria o de la jurisdicción.

- salaryQuantity:MO [0..1]

Salario del empleado.

- hazardExposureText:ED [0..1]

Peligros asociados al trabajo realizado por el empleado.

- protectiveEquipmentText:ED [0..1]

Equipos de protección que debe utilizar el empleado para realizar el trabajo asignado.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 32.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Employee

---

*context Employee inv:*  
*self.super.classCode = "EMP"*

---

### 1.14. Metaclase «Entity»

**Descripción:** Objeto físico, grupo de objetos físicos, u organización capaz de participar en actos desempeñando un papel.

**Generalización:** Ninguna.

#### **Atributos:**

- classCode:CS [1]

Atributo que debe tomar el mismo valor para todas las instancias de una Entity en cuestión, permitiendo identificar que una instancia determinada pertenece a dicha Entity.

- determinerCode:CS [1]

Código que especifica si el objeto Entity representa un conjunto con propiedades comunes (en este caso, se debe especificar el código KIND) frente a un elemento particular (código INSTANCE).

- code:CD [0..1]

Tipo específico de entidad a la cual una instancia de Entity pertenece.

- quantity:PQ [0..1]

Cantidad física que especifica el total representado por el objeto Entidad, ya sea como un conjunto de miembros de un grupo, o como alguna otra magnitud física.

- desc:ED [0..1]

Descripción textual o multimedia de la entidad.

- statusCode:CS [0..1]

Representa si la información asociada a una entidad está actualmente activa o inactiva para participar en actos.

#### **Asociaciones:**

- handlingCode:CD [0..\*]

Listado de requisitos especiales a tener en cuenta a la hora de utilizar la entidad.

- riskCode:CD [0..\*]

Listado de peligros o amenazas asociados a la entidad.

- id:II [0..\*]

Representa el listado de identificadores únicos que puede tener la entidad.

- existenceTime:TS [0..2]

Período en el cual la entidad existe físicamente.

- languageCommunication:LanguageCommunication [0..\*]

Listado de idiomas en los cuales puede comunicarse la entidad.

- name:EN [0..\*]

Lista de apodos o identificadores textuales no únicos de la entidad.

- telecom:TEL [0..\*]

Listado de información de telecomunicaciones de la entidad.

- juega:Role [0..1]

Rol asociado a la entidad, si existe.

#### **Restricciones:**

##### **Expresión 33.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Entity

---

*context Entity inv:*  
*self.classCode.size() >= 1*  
*and self.determinerCode.size() >= 1*  
*and self.classCode = "ENT"*  
*and self.languageCommunication -> size() = 1*

---

### **1.15. Metaclass «Exposure»**

**Descripción:** Exposición (interacción entre entidades que permite la transmisión de un producto químico, un agente físico o un agente biológico, de una entidad origen de la exposición a una entidad destino de la exposición).

**Generalización:** Metaclass «Act»

#### **Atributos:**

- routeCode:CD [0..1]

Ruta fisiológica para transmitir el producto del origen al destino.

- exposureLevel:CD [0..1]

Grado de exposición del agente causal.

- exposureModeCode:CD [0..1]

Mecanismo por el cual se produce la exposición.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 34.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Exposure

---

```
context Exposure inv:  
  self.super.classCode = "EXPOS"
```

---

### **1.16. Metaclass «FinancialContract»**

**Descripción:** Contrato financiero.

**Generalización:** Metaclass «Act»

**Atributos:**

- paymentTermsCode:CE [0..1]

Condiciones de pago.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 35.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre FinancialContract

---

```
context FinancialContract inv:  
  self.super.classCode = "FCNTRCT"
```

---

### **1.17. Metaclass «FinancialTransaction»**

**Descripción:** Movimiento de una cantidad monetaria entre 2 cuentas.

**Generalización:** Metaclass «Act»

**Atributos:**

- amt:MO [0..1]

Cantidad monetaria que se transfiere de una cuenta origen a una cuenta destino.

- creditExchangeRateQuantity:REAL [0..1]

Tipo de cambio para convertir una cantidad monetaria específica al importe neto de la transacción de crédito.

- debitExchangeRateQuantity:REAL [0..1]

Tipo de cambio para convertir una cantidad monetaria específica al importe neto de la transacción de débito.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.18. Metaclass «InvoiceElement»**

**Descripción:** Factura.

**Generalización:** Metaclass «Act»

**Atributos:**

- unitQuantity1:PQ [0..1]

Numerador del ratio de productos que están siendo facturados.

- unitQuantity2:PQ [0..1]

Denominador del ratio de productos que están siendo facturados.

- unitPriceAmt1:MO [0..1]

Coste por unidad. Por ejemplo, 25€.

- unitPriceAmt2:PQ [0..1]

Forma de medir una unidad para calcular el coste por unidad. Por ejemplo, por miligramo o por día. Si nos encontramos con una situación que una sustancia tiene un coste de 25€ cada miligramo, la variable unitPriceAmt1 tomará el valor: 25, mientras que la variable unitPriceAmt2 tomará el valor: miligramo.

- netAmt:MO [0..1]

Coste total de la factura. Sumatorio de todos los elementos que la componen.

- factorNumber:REAL [0..1]

Factor utilizado para calcular el precio total de los servicios prestados y/o los bienes recibidos.

- pointsNumber:REAL [0..1]

Ponderación basada en la dificultad y/o coste de los recursos.

**Asociaciones:**

- modifierCode:CD [0..\*]

Listado de clasificadores para la factura.

**Restricciones:**

**Expresión 36.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre InvoiceElement

---

*context InvoiceElement inv:*  
*self.super.classCode = "INVE"*

---

**1.19. Metaclass «LanguageCommunication»**

**Descripción:** Idioma que es capaz de utilizar una entidad para comunicarse.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- languageCode:CD [0..1]

Idioma en cuestión.

- modeCode:CD [0..1]

Método de expresión.

- proficiencyLevelCode:CD [0..1]

Nivel de la entidad en el idioma en cuestión.

- preferenceInd:boolean [0..1]

Indicador que especifica si el idioma es el preferido por la entidad para comunicarse.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 37.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre LanguageCommunication

---

*context LanguageCommunication inv:*  
*self.entity -> size() = 1*

---

### **1.20. Metaclass «LicensedEntity»**

**Descripción:** Entidad acreditada con una licencia o calificación que certifica la capacidad de realizar una serie de funciones específicas.

**Generalización:** Metaclass «Role»

**Atributos:**

— recertificationTime:TS [0..1]

Fecha en la cual la entidad debe recertificarse.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 38.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre LicensedEntity

---

*context LicensedEntity inv:*  
*self.super.classCode = "LIC"*

---

### **1.21. Metaclass «LivingSubject»**

**Descripción:** Sujeto u organismo (vivo o no vivo).

**Generalización:** Metaclass «Entity»

**Atributos:**

— administrativeGenderCode:CD [0..1]

Sexo del sujeto.

- birthTime:TS [0..1]

Fecha de nacimiento del sujeto.

- deceasedInd:boolean [0..1]

Indicador de defunción.

- deceasedTime:TS [0..1]

Fecha y hora en la que se produjo la defunción, si procede.

- multipleBirthInd:boolean [0..1]

Indicador sobre si el sujeto formó parte de un parto múltiple.

- multipleBirthOrderNumber:INT [0..1]

Orden en el cual el sujeto nació en el parto múltiple, si procede.

- organDonorInd:boolean [0..1]

Indicador sobre si el sujeto es donante de órganos.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 39.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre LivingSubject

---

*context LivingSubject inv:  
and self.super.classCode = "LIV"*

---

### **1.22. Metaclass «ManagedParticipation»**

**Descripción:** Participación que requiere gestionarse.

**Generalización:** Metaclass «Participation»

**Atributos:**

- statusCode:CS [0..1]

Representa si la información asociada a una participación en cuestión está actualmente activa o inactiva.

**Asociaciones:**

- id:II [0..\*]

Representa el listado de identificadores únicos que puede tener la participación.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.23. Metaclase «ManufacturedMaterial»**

**Descripción:** Material manufacturado, entidad o combinación de entidades transformadas con un fin determinado en un proceso de fabricación.

**Generalización:** Metaclase «Material»

**Atributos:**

- lotNumberText:string [0..1]

Número de lote.

**Asociaciones:**

- expirationTime:TS [0..2]

Momento a partir del cual el fabricante no garantiza la calidad, seguridad o funcionamiento adecuado del material.

- stabilityTime:TS [0..2]

Duración de tiempo durante el cual se considera el material usable una vez haya sido activado.

**Restricciones:**

**Expresión 40.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre ManufacturedMaterial

---

```
context ManufacturedMaterial inv:  
  self.super.classCode = "MMAT"
```

---

### **1.24. Metaclase «Material»**

**Descripción:** Tipo de entidad inanimado e independiente.

**Generalización:** Metaclase «Entity»

**Atributos:**

- formCode:CD [0..1]

Estado físico del material.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 41.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Material

---

*context Material inv:*  
*self.super.classCode = "MAT"*

---

### **1.25. Metaclase «NonPersonLivingSubject»**

**Descripción:** Subtipo de sujeto / organismo que incluye todos los seres vivos menos la especie homopiens (animales, plantas, bacterias, mohos, hongos, etc).

**Generalización:** Metaclase «LivingSubject»

**Atributos:**

- straingText:ED [0..1]

Fenotipo o genotipo específico.

- genderStatusCode:CD [0..1]

Estado de los órganos reproductores.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 42.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre NonPersonLivingSubject

---

*context NonPersonLivingSubject inv:*  
*self.super.classCode = "NLIV"*

---

### **1.26. Metaclase «Observation»**

**Descripción:** Observación, acto que ofrece nueva información acerca de un tema.

**Generalización:** Metaclase «Act»

**Atributos:**

- value:ANY [0..1]

Resultado de la observación.

- valueNegationInd:BL [0..1]

Indicador que se activa si la observación no ha encontrado el hallazgo buscado.

**Asociaciones:**

- interpretationCode:CD [0..\*]

Interpretación/es cualitativa/s de la observación.

- methodCode:CD [0..\*]

Técnicas utilizadas para realizar la observación.

- targetSideCode:CD [0..\*]

Parte o partes anatómicas donde la observación se centra.

**Restricciones:**

**Expresión 43.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Observation

---

*context Observation inv:*  
*self.super.classCode = "OBS"*

---

### **1.27. Metaclase «Organization»**

**Descripción:** Organización, entidad que representa un grupo de personas u otras organizaciones con un propósito común.

**Generalización:** Metaclase «Entity»

**Atributos:**

- standardIndustryClassCode:CD [0..1]

Categoría industrial de la organización.

**Asociaciones:**

- addr:AD [0..\*]

Dirección o direcciones de la organización.

**Restricciones:**

**Expresión 44.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Organization

---

*context Organization inv:*  
*self.super.classCode = "ORG"*

---

**1.28. Metaclass «Participation»**

**Descripción:** Participación, asociación entre un acto y un rol.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- typeCode:CS [1]

Significado y finalidad de la instancia de participación.

- functionCode:CD [0..1]

Detalles adicionales sobre la finalidad de la participación, si dichos detalles no fueron incluidos explícita o implícitamente en el atributo typeCode.

- contextControlCode:CS [0..1]

Atributo obsoleto.

- sequenceNumber:INT [0..1]

Orden de secuencia que tiene esta participación entre otras participaciones.

- priorityNumber:INT [0..1]

Orden de preferencia de esta participación entre otras participaciones.

- negationInd:BL [0..1]

Indicador que representa si la participación está negada.

- noteText:ED [0..1]

Texto o contenido multimedia relacionado con la participación.

- modeCode:CS [0..1]

Modalidad.

- awarenessCode:CD [0..1]

Grado en el cual la entidad que participa en la asociación es consciente del acto asociado.

- signatureCode:CD [0..1]

Modo de firma, en el caso de ser necesaria una firma.

- signatureText:ED [0..1]

Representación de la firma.

- performInd:BL [0..1]

Indicador que indica si el recurso debe ser observado antes de su uso.

- substitutionConditionCode:CD [0..1]

Condiciones que debe cumplir un elemento para ser sustituido por otro.

- quantity:PQ [0..1]

Cantidad que se administra, consume, proporciona, crea, aplica, etc.

#### **Asociaciones:**

- role:Role [1]

Rol que participa en la asociación.

- tiene:Act [1]

Acto que participa en la asociación.

- time:TS [0..2]

Intervalo de tiempo durante el cual el participante está involucrado en el acto a través de esta participación.

## Restricciones:

### Expresión 45. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Participation

---

*context Participation inv:*  
*self.typeCode.size() >= 1*

---

#### 1.29. Metaclass «Patient»

**Descripción:** Paciente, beneficiario de servicio de atención sanitaria por parte de un proveedor sanitario.

**Generalización:** Metaclass «Role»

#### Atributos:

- veryImportantPersonCode:CD [0..1]

Condición especial de un paciente otorgada por una organización.

**Asociaciones:** Ninguna.

## Restricciones:

### Expresión 46. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Patient

---

*context Patient inv:*  
*self.super.classCode = "PAT"*

---

#### 1.30. Metaclass «PatientEncounter»

**Descripción:** Visita médica, interacción entre paciente y proveedor sanitario con el propósito de facilitar servicios sanitarios.

**Generalización:** Metaclass «Act»

#### Atributos:

- admisionReferralSourceCode:CD [0..1]

Organización responsable del paciente antes de la visita médica.

- lengthOfStayQuantity:PQ [0..1]

Duración de la visita médica.

- dischargeDispositionCode:CD [0..1]

Situación del paciente al alta.

- preAdmitTestInd:BL [0..1]

Indicador que representa si es necesario hacer pruebas antes de admitir al paciente.

**Asociaciones:**

- specialCourtesiesCode:CD [0..\*]

Consideraciones a tener en cuenta en la visita médica.

- specialArrangementCode:CD [0..\*]

Provisiones requeridas para la visita médica.

**Restricciones:**

**Expresión 47.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre PatientEncounter

---

*context PatientEncounter inv:*  
*self.super.classCode = "ENC"*

---

**1.31. Metaclase «Person»**

**Descripción:** Persona, ser humano.

**Generalización:** Metaclase «LivingSubject»

**Atributos:**

- educationLevelCode:CD [0..1]

Mayor nivel de educación de la persona.

- livingArrangementCode:CD [0..1]

Atributo obsoleto.

- maritalStatusCode:CD [0..1]

Estado civil de la persona.

- religiousAffiliationCode:CD [0..1]

Religión de la persona.

**Asociaciones:**

- addr:AD [0..\*]

Direcciones postales de la persona.

- disabilityCode:CD [0..\*]

Discapacidades de la persona.

- raceCode:CD [0..\*]

Raza/s de la persona.

- ethnicGroupCode:CD [0..\*]

Étnia/s de la persona.

**Restricciones:**

**Expresión 48.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Person

---

*context Person inv:*  
*self.super.classCode = "PSN"*

---

### **1.32. Metaclass «Place»**

**Descripción:** Lugar físico.

**Generalización:** Metaclass «Entity»

**Atributos:**

- addr:AD [0..1]

Dirección del lugar.

- directionsText:ED [0..1]

Texto adicional sobre la dirección del lugar.

- gpsText:string [0..1]

Atributo obsoleto.

- positionText:ED [0..1]

Conjunto de códigos que localizan el lugar.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 49.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Place

---

*context Place inv:*  
*self.super.classCode = "PLC"*

---

### **1.33. Metaclass «Procedure»**

**Descripción:** Procedimiento, acto cuyo resultado es la alteración de la condición física de un sujeto.

**Generalización:** Metaclass «Act»

**Atributos:** Ninguno.

**Asociaciones:**

- methodCode:CD [0..\*]

Técnica o técnicas utilizadas para llevar a cabo el procedimiento.

- approachSiteCode:CD [0..\*]

Lugar anatómico a través del cual el procedimiento accede a su destino.

- targetSiteCode:CD [0..\*]

Lugar anatómico donde se produce el foco del procedimiento.

**Restricciones:**

**Expresión 50.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Procedure

---

*context Procedure inv:*  
*self.super.classCode = "PROC"*

---

### 1.34. Metaclass «PublicHealthCase»

**Descripción:** Metaclass obsoleta.

**Generalización:** Metaclass «Observation»

**Atributos:**

- detectionMethodCode:CD [0..1]

Atributo obsoleto.

- diseaseImportedCode:CD [0..1]

Atributo obsoleto.

- transmissionModeCode:CD [0..1]

Atributo obsoleto.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 51.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre PublicHealthCase

---

*context PublicHealthCase inv:*  
*self.super.classCode = "CASE"*

---

### 1.35. Metaclass «QualifiedEntity»

**Descripción:** Entidad cualificada para realizar una determinada actividad.

**Generalización:** Metaclass «Role»

**Atributos:**

- equivalenceInd:boolean [0..1]

Indicador que representa si el ámbito de aplicación cubre una combinación de calificaciones equivalentes.

**Asociaciones:** Ninguna.

## Restricciones:

### Expresión 52. Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre QualifiedEntity

---

```
context QualifiedEntity inv:  
  self.super.classCode = "QUAL"
```

---

#### 1.36. Metaclase «Role»

**Descripción:** Rol, competencia de una entidad que desempeña un papel.

**Generalización:** Ninguna.

#### Atributos:

- certificateText:ED [0..1]

Texto o información multimedia que certifica que el papel es desempeñado por la entidad relacionada.

- classCode:CS [1]

Atributo que debe tomar el mismo valor para todas las instancias de una metaclase Role en cuestión, permitiendo identificar que una instancia determinada pertenece a dicha metaclase.

- code:CD [0..1]

Tipo específico de entidad a la cual una instancia de Role pertenece.

- confidentialityCode:CD [0..1]

Confidencialidad del rol teniendo en cuenta las políticas de privacidad aplicables y los riesgos que pueden resultar si se revela a personas o entidades no autorizadas.

- priorityNumber:INT [0..1]

Orden de preferencia de este rol entre otros roles.

- quantity:INT [0..1]

Cantidad de entidades que desempeñan el rol.

- statusCode:CS [0..1]

Representa si la información asociada a un rol está actualmente activa o inactiva.

**Asociaciones:**

- id:II [0..\*]

Representa el listado de identificadores únicos que puede tener el rol.

- name:EN [0..\*]

Listado de textos que identifican el rol.

- addr:AD [0..\*]

Dirección o direcciones postales de la entidad mientras desempeña el rol.

- telecom:TEL [0..\*]

Teléfonos de contacto de la entidad mientras desempeña el rol.

- effectiveTime:TS [0..\*]

Momentos en los cuales el rol se produce.

**Restricciones:**

**Expresión 53.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Role

---

*context Role inv:*  
*self.participation -> size() = 1*  
*and self.inboundLink -> size() = 1*  
*and self.outboundLink -> size() = 1*  
*and self.classCode.size() = 1*  
*and self.classCode = "ROL"*

---

**1.37. Metaclass «RoleLink»**

**Descripción:** Relación entre 2 roles.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- priorityNumber:INT [0..1]

Orden de preferencia de esta relación entre otras relaciones que tienen el mismo rol origen.

- statusCode:CS [0..1]

Representa si la información asociada al enlace entre roles está actualmente activa o inactiva.

- typeCode:CS [1]

Significado y finalidad de la instancia de relación entre roles.

**Asociaciones:**

- sourceRole:Role [1]

Rol origen en la relación.

- targetRole:Role [1]

Rol destino en la relación.

- id:II [0..\*]

Representa el listado de identificadores únicos que puede tener el enlace entre roles.

- effectiveTime:TS [0..2]

Momentos en los cuales el enlace entre roles se produce.

**Restricciones:**

**Expresión 54.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre RoleLink

---

*context RoleLink inv:*  
*self.typeCode -> size() = 1*

---

**1.38. Metaclass «SubstanceAdministration»**

**Descripción:** Procedimiento de administración de sustancias.

**Generalización:** Metaclass «Procedure»

**Atributos:**

- administrationUnitCode:CD [0..1]

Unidad utilizada para medir la sustancia a administrar.

- doseQuantity:PQ [0..1]

Dosis suministrada.

- rateQuantity:PQ [0..1]

Velocidad con la que se administra la sustancia.

- routeCode:CD [0..1]

Ruta fisiológica para administrar la sustancia.

**Asociaciones:**

- doseCheckQuantity1:PQ [0..\*]

Cantidad suministrada hasta el momento.

- doseCheckQuantity2:PQ [0..\*]

Total de sustancia a suministrar.

**Restricciones:**

**Expresión 55.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre SubstanceAdministration

---

*context SubstanceAdministration inv:  
self.super.classCode= "SBADM"*

---

**1.39. Metaclass «Supply»**

**Descripción:** Provisión de un material de una entidad a otra.

**Generalización:** Metaclass «Act»

**Atributos:**

- quantity:PQ [0..1]

Cantidad de material a proveer.

**Asociaciones:**

- expectedUseTime:TS [0..2]

Periodo de tiempo durante el cual se espera que el material sea utilizado.

**Restricciones:**

**Expresión 56.** Restricciones OCL de HL7 v3. Restricción sobre Supply

---

*context Supply inv:*  
*self.super.classCode= "SPLY"*

---

**1.40. Metaclass «AD»**

**Descripción:** Esta metaclass representa las direcciones postales.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- addressPart:ADXP [0..\*]

Listado de partes de dirección que forman la dirección postal.

- use:PostalAddressUse [0..\*]

Listado de códigos que representan el tipo de usos que aplican a la dirección postal en cuestión.

- useablePeriod:string [0..1]

Periodo de tiempo en el cual la dirección debe ser usada.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

**1.41. Metaclass «ADXP»**

**Descripción:** Partes de dirección.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- city:string [0..1]

Ciudad.

- country:string [0..1]

País.

- delimiter:string [0..1]

Delimitador entre direcciones. Si no se especifica valor, el delimitador será un salto de línea.

- direction:string [0..1]

Dirección.

- postalCode:string [0..1]

Código postal.

- state:string [0..1]

Estado.

- streetName:string [0..1]

Nombre de la calle.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.42. Metaclase «ANY»**

**Descripción:** Tipo de datos abstracto predecesor a cualquier tipo de datos. Debe usarse cuando se quiere representar un dato que a priori no se sabe si es un número, texto, etc.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- value:string [0..1]

Valor.

- xsitype:string [0..1]

Tipo de dato específico.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.43. Metaclase «CD»**

**Descripción:** Descriptor de conceptos.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- code:string [0..1]

Código.

- codeSystem:string [0..1]

Identificación de la tabla de donde surge el código.

- codeSystemName:string [0..1]

Nombre de la tabla de donde surge el código.

- codeSystemVersion:string [0..1]

Versión de la tabla de donde surge el código.

- displayName:string [0..1]

Descripción asociada al código, no puede modificar el significado.

- originalText:string [0..1]

Texto original o referencia si lo hubiera.

- qualifier:string [0..\*]

Calificadores o modificadores del concepto.

- translation:string [0..\*]

Traducciones a otros sistemas de codificación.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

#### **1.44. Metaclase «CE»**

**Descripción:** Descriptor de conceptos con equivalentes.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- code:string [0..1]

Código.

- codeSystem:string [0..1]

Identificación de la tabla de donde surge el código.

- codeSystemName:string [0..1]

Nombre de la tabla de donde surge el código.

- codeSystemVersion:string [0..1]

Versión de la tabla de donde surge el código.

- displayName:string [0..1]

Descripción asociada al código. No puede modificar su significado.

- originalText:string [0..1]

Texto original o referencia si lo hubiera.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

#### **1.45. Metaclase «CS»**

**Descripción:** Descriptor de conceptos simple, el sistema de codificación viene dado por el contexto.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- code:string [0..1]

Código.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

**1.46. Metaclase «EN»**

**Descripción:** Nombre de entidad.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- type:string [0..1]

Tipo de entidad.

- value:string [0..1]

Valor.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

**1.47. Metaclase «ENXP»**

**Descripción:** Parte de un nombre.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- calificador:EntityNamePartQualifier [0..1]

Calificador (alias, sobrenombre, etc).

- entityPartName:EntityNamePartType [0..1]

Parte del nombre que se está representando (nombre, apellido, prefijo, sufijo, etc).

- name:string [0..1]

Parte del nombre.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.48. Metaclass «II»**

**Descripción:** Identificador unívoco para un objeto o cosa.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- assigningAuthorityName:string [0..1]

Cadena de caracteres que ayuda a determinar el responsable de generar al identificador. No es computable, es solo a efectos de facilitar la lectura humana del mensaje o documento.

- displayable:string [0..1]

Especifica si el identificador está o no pensado para ser mostrado a seres humanos (true) o no (false).

- extension:string [0..1]

Una cadena de caracteres que hace de identificador dentro del alcance del *root*.

- root:string [1]

Identificador que garantiza la unicidad global del identificador de instancia.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.49. Metaclass «INT»**

**Descripción:** Cadena de dígitos decimales sin punto.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- value:integer [0..1]

Valor.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

**1.50. Metaclase «IVL\_TS»**

**Descripción:** Intervalo de fechas.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- high:date [0..1]

Fecha superior del intervalo.

- low:date [0..1]

Fecha inferior del intervalo.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

**1.51. Metaclase «MO»**

**Descripción:** Cantidad expresada en una moneda determinada.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- currency:string [0..1]

Unidad, según ISO 4217.

- value:string [0..1]

Magnitud del importe medido en la moneda en la que se expresa.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.52. Metaclase «ON»**

**Descripción:** Nombre de una organización.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- name:string [0..1]

Nombre.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.53. Metaclase «PN»**

**Descripción:** Nombre de persona.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- namePart:ENXP [0..\*]

Lista de partes de nombre.

- use:string [0..1]

Código de uso.

- useablePeriod:string [0..1]

Periodo de validez de la dirección.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.54. Metaclase «PQ»**

**Descripción:** Cantidad dimensionada en una unidad estandarizada, que expresa el resultado de un acto de medición.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- translation:PQR [0..1]

Representación alternativa de la cantidad en un sistema de medición diferente.

- unit:string [0..1]

Código correspondiente a la unidad especificada por el UCM (Unified Code of Measure).

- value:double [0..1]

Magnitud de la cantidad medida en función de la unidad en la que se expresa.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.55. Metaclase «PQR»**

**Descripción:** Traducción de unidad.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- code:string [0..1]

Código de la unidad en la que se expresa.

- codeSystem:string [0..1]

Identificación de la tabla de donde surge el código.

- codeSystemName:string [0..1]

Nombre de la tabla de donde surge el código.

- codeSystemVersion:string [0..1]

Versión de la tabla de donde surge el código.

- displayName:string [0..1]

Descripción asociada al código, no puede modificar su significado.

- originalText:string [0..1]

Texto original o referencia si lo hubiera.

- value:string [0..1]

Magnitud de la cantidad medida en función de la unidad en la que se expresa.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.56. Metaclase «ST»**

**Descripción:** Texto en formato plain/text sin compresión e incluido in-line.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- language:string [0..1]

Lenguaje.

- value:string [0..1]

Texto.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.57. Metaclase «TEL»**

**Descripción:** Permite especificar un número de teléfono, incluyendo periodo de tiempo de validez y uso del dispositivo.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- use:TelecommunicationAddressUse [0..1]

Uso.

- useableperiod:string [0..1]

Período durante el cual es válido el número de teléfono.

- value:string [0..1]

Valor.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.58. Metaclase «TS»**

**Descripción:** Punto en el tiempo.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- value:date [0..1]

Valor.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:** Ninguna.

### **1.59. Enumerado «AdministrativeGender»**

**Descripción:** Sexo.

**Literales:**

- Female
- Male
- Undifferentiated

### **1.60. Enumerado «DocumentType»**

**Descripción:** Tipo de documento.

**Literales:**

- Autopsy report
- Cardiodiagnostics
- Consultation
- Diagnostic imaging

- Discharge summary
- Emergency department report
- History and physical examination
- Operative report
- Psychiatric consultation
- Psychiatric history and physical examination
- Procedure note
- Progress note
- Surgical pathology
- Transfer summary

### **1.61. Enumerado «EntityNamePartQualifier»**

**Descripción:** Calificador de las partes de entidad.

**Literales:**

- Apellido del cónyuge
- Nombre preferido por la persona
- Se trata solo de la Inicial
- Título

### **1.62. Enumerado «EntityNamePartType»**

**Descripción:** Tipo de parte de entidad.

**Literales:**

- Delimiter
- Family
- Given
- Prefix
- Suffix

### **1.63. Enumerado «Ethnicity»**

**Descripción:** Etnicidad.

**Literales:**

- Central American
- Costa Rican
- Guatemalan
- Hispanic or Latino
- (...)

#### **1.64. Enumerado «HumanLanguage»**

**Descripción:** Idioma.

**Literales:**

- de
- en
- es
- fr
- (...)

#### **1.65. Enumerado «MaritalStatus»**

**Descripción:** Estado civil.

**Literales:**

- Annulled
- Divorced
- Domestic partner
- Interlocutory
- Legally Separated
- Married
- Never Married
- Polygamous
- Widowed

#### **1.66. Enumerado «OrganizationIndustryClass»**

**Descripción:** Tipo de organización.

**Literales:** Lista de literales dependiente del dominio.

#### **1.67. Enumerado «ParticipationSignature»**

**Descripción:** Tipo de firma.

**Literales:**

- intended
- required
- signed

### **1.68. Enumerado «PostalAddressUse»**

**Descripción:** Uso de una dirección postal.

**Literales:**

- Hogar
- Oficina
- Para visitarlo
- Solo para enviar correo

### **1.69. Enumerado «Race»**

**Descripción:** Raza.

**Literales:**

- Asian
- Asian Indian
- Bangladeshi
- Bhutanese
- Burmese
- Cambodian
- Chinese
- (...)

### **1.70. Enumerado «ReligiousAffiliation»**

**Descripción:** Afiliación religiosa.

**Literales:**

- Agnosticism
- Atheism
- Christian (non-Catholic, non-specific)
- Hinduism
- Independent
- Orthodox
- (...)

### **1.71. Enumerado «RoleCode»**

**Descripción:** Tipo de rol.

**Literales:**

- Billing Contact
- Family Member
- Payor Contact
- (...)

**1.72. Enumerado «RoleStatus»**

**Descripción:** Estado de un rol.

**Literales:**

- active
- cancelled
- normal
- nullified
- pending
- suspended
- terminated

**1.73. Enumerado «TelecommunicationAddressUse»**

**Descripción:** Uso de una dirección de telecomunicaciones.

**Literales:**

- Busca
- Contacto emergencia
- Directo
- Hogar
- Móvil
- Oficina

**1.74. Enumerado «x\_BasicConfidentialityKind»**

**Descripción:** Tipo de nivel de confidencialidad.

**Literales:**

- normal
- restricted
- Very restricted

## 2. HL7 CDA

### 2.1. *Metaclass «AssignedEntity»*

**Descripción:** Entidad designada por una organización encargada para desempeñar un rol.

**Generalización:** Metaclass «Role»

**Atributos:**

- classCode:string [1]

Código de clase. En este caso, debe tomar el valor: ASSIGNED.

- code:RoleCode [0..1]

Rol específico que desempeña la entidad.

**Asociaciones:**

- person:Person [0..1]

Relación opcional con una persona, para modelar personas designadas por una organización encargada para desempeñar un rol.

- organization:Organization [0..1]

Relación opcional con la organización que designa el rol a la entidad.

**Restricciones:**

**Expresión 57.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre AssignedEntity

---

```
context AssignedEntity inv:  
  self.classCode = "ASSIGNED"  
  and self.classCode.size() >= 1  
  and self.id.size() >= 1
```

---

### 2.2. *Metaclass «Authenticator»*

**Descripción:** Participante que certifica que el documento es correcto, pero que no tiene privilegios para autenticar legalmente el documento.

**Generalización:** Metaclass «Person»

**Atributos:**

- signatureCode:ParticipationSignature [0..1]

Estado de la certificación del documento (previsto, firmado, etc).

- time:TS [0..1]

Fecha en la que el participante avala el documento.

- typecode:string [1]

Código que representa el tipo de clase que se está representando. En este caso, debe tomar el valor: AUTHEN.

**Asociaciones:**

- assignedEntity:AssignedEntity [1]

Entidad asignada relacionada.

**Restricciones:**

**Expresión 58.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Authenticator

---

```
context Authenticator inv:  
  self.classCode = "AUTHEN"  
  and self.typeCode.size() >= 1  
  and self.time.size() >= 1  
  and self.signatureCode.size() >= 1  
  and exist (a : ParticipationSignature | a = self.signatureCode)  
  and self.assignedEntity -> notEmpty()
```

---

### 2.3. Metaclass «Birthplace»

**Descripción:** Lugar de nacimiento del paciente.

**Generalización:** Metaclass «Place»

**Atributos:**

- classCode:string [1]

Código de clase. En este caso, debe tomar el valor: BIRTHPL

**Asociaciones:**

- place:Place [1]

Relación con una entidad que representa el lugar en cuestión.

**Restricciones:**

**Expresión 59.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Birthplace

---

```
context Birthplace inv:  
  self.classCode = "BIRTHPL"  
  and self.classCode.size() >= 1
```

---

## 2.4. Metaclass «ClinicalDocument»

**Descripción:** Documento Clínico, nodo raíz de todo documento CDA.

**Generalización:** Metaclass «Entity»

**Atributos:**

- classCode:string [1]

Código de clase. En este caso, debe tomar el valor: DOCCLIN

- code:DocumentType [0..1]

Tipo de documento.

- confidentialityCode:x\_BasicConfidentialityKind [0..1]

Nivel de confidencialidad.

- effectiveTime:TS [0..1]

Fecha efectiva.

- languageCode:HumanLanguage [0..1]

Idioma.

- moodCode:string [0..1]

Atributo estructural que indica el tipo de clase representada. En este caso, debe tomar el valor EVN, indicando que la clase representa un evento.

- setId:II [0..1]

Identificador del conjunto al que puede pertenecer el documento.

- title:ST [0..1]

Título textual.

- versionNumber:INT [0..1]

Número de versión.

#### **Asociaciones:**

- authenticator:Authenticator [0..\*]

Relación opcional con uno o varios participantes que certifican que el documento es correcto.

- legalAuthenticator:LegalAuthenticator [0..1]

Relación opcional con un autenticador legal.

- recordTarget:RecordTarget [1..\*]

Relación obligatoria con uno o varios pacientes. El documento debe tratar obligatoriamente sobre al menos un paciente, ya que el estándar se centra en el paciente. Se ofrece la posibilidad de asociar un documento a varios pacientes para poder modelar documentos que aplican a un grupo de pacientes.

#### **Restricciones:**

##### **Expresión 60.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre ClinicalDocument

---

```
context ClinicalDocument inv:  
  self.classCode = "DOCCLIN"  
  and self.moodCode = "EVN"  
  and self.classCode.size() >= 1  
  and self.moodCode.size() >= 1  
  and self.id.size() >= 1  
  and self.code.size() >= 1  
  and self.effectiveTime.size() >= 1  
  and self.confidentialityCode.size() >= 1  
  and exist (a : HumanLanguage | a = self.languageCode)  
  and self.recordTarget -> notEmpty()
```

---

## 2.5. Metaclass «LegalAuthenticator»

**Descripción:** Autenticador legal, participante que ha autenticado legalmente el documento.

**Generalización:** Metaclass «Person»

### Atributos:

- contextControlCode:string [1]

Atributo de contexto que indica si el contexto se propaga a los actos descendientes. En este caso, toma inicialmente el valor: OP, indicando que el contexto se propaga.

- signatureCode:ParticipationSignature [0..1]

Estado de la certificación del documento (previsto, firmado, etc).

- time:TS [0..1]

Fecha en la que el participante avala el documento.

- typeCode:string [1]

Código que representa el tipo de clase que se está representando. En este caso, debe tomar el valor: LA

### Asociaciones:

- assignedEntity:AssignedEntity [1]

Entidad asignada relacionada.

### Restricciones:

**Expresión 61.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre LegalAuthenticator

---

```
context LegalAuthenticator inv:  
  self.typeCode = "LA"  
  and self.contextControlCode = "OP"  
  and self.typeCode.size() >= 1  
  and self.contextControlCode.size() >= 1  
  and self.time.size() >= 1  
  and self.signatureCode.size() >= 1  
  and exist (a : ParticipationSignature | a = self.signatureCode)  
  and self.assignedEntity -> notEmpty()
```

---

## 2.6. Metaclass «Organization»

**Descripción:** Organización.

**Generalización:** Metaclase «Organization»

**Atributos:**

- classCode:string [1]

Código de clase. En este caso, debe tomar el valor: ORG.

- determinerCode:string [0..1]

Código que representa si la entidad representa instancias, o tipos de instancias. En este caso, toma por defecto el valor INSTANCE, significando que el documento clínico representa instancias.

- standardIndustryClassCode:OrganizationIndustryClass [0..1]

Categoría industrial de la organización.

**Asociaciones:**

- organizationPartOf:OrganizationPartOf [0..1]

Relación opcional de la organización con otra organización de la cual forma parte.

**Restricciones:**

**Expresión 62.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Organization

---

```
context Organization inv:  
  self.classCode = "ORG"  
  and self.determinerCode = "INSTANCE"  
  and self.classCode.size() = 1  
  and self.determinerCode.size() = 1
```

---

## 2.7. Metaclase «OrganizationPartOf»

**Descripción:** Esta metaclase permite representar el hecho de que una organización hija pueda formar parte de otra organización padre.

**Generalización:** Metaclase «Role»

**Atributos:**

- classCode:string [1]

Código de clase. En este caso, debe tomar el valor: PART

- code:RoleCode [0..1]

Rol de la organización.

- statusCode:RoleStatus [0..1]

Estado de la relación.

**Asociaciones:**

- organization:Organization [0..1]

Organización que forma parte de otra organización.

**Restricciones:**

**Expresión 63.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre OrganizationPartOf

---

```
context OrganizationPartOf inv:  
  self.classCode = "PART"  
  and self.classCode.size() >= 1  
  and self.id.size() >= 1  
  and exist (a : RoleStatus | a = self.statusCode)
```

---

## 2.8. Metaclass «Patient»

**Descripción:** Paciente, sujeto de la asistencia.

**Generalización:** Metaclass «Person»

**Atributos:**

- administrativeGenderCode:AdministrativeGender [0..1]

Sexo del paciente.

- classCode:string [1]

Código de clase. En este caso, debe tomar el valor: PSN.

- determinerCode:string [0..1]

Código que representa si la entidad representa instancias, o tipos de instancias. En este caso, toma por defecto el valor INSTANCE, significando que la metaclass Patient representa instancias.

- ethnicGroupCode:Ethnicity [0..1]

Grupo étnico al que pertenece el paciente.

- maritalStatusCode:MaritalStatus [0..1]

Estado civil del paciente.

- raceCode:Race [0..1]

Raza del paciente.

- religiousAffiliationCode:ReligiousAffiliation [0..1]

Afiliación religiosa del paciente.

#### **Asociaciones:**

- birthplace:Birthplace [0..1]

Relación con el lugar donde se produjo el nacimiento del paciente.

- name:PN [0..\*]

Nombre/s del paciente.

#### **Restricciones:**

**Expresión 64.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Patient

---

```
context Patient inv:  
  self.classCode = "PSN"  
  and self.determinerCode = "INSTANCE"  
  and self.classCode.size() >= 1  
  and self.determinerCode.size() >= 1
```

---

### **2.9. Metaclass «PatientRole»**

**Descripción:** Paciente designado por una organización encargada para desempeñar un rol.

**Generalización:** Metaclass «Patient»

#### **Atributos:**

- classCode:string [1]

Código de clase. En este caso, debe tomar el valor: PAT.

**Asociaciones:**

- patient:Patient [0..1]

Paciente en cuestión.

- organization:Organization [0..1]

Organización que ha designado al paciente en cuestión.

**Restricciones:**

**Expresión 65.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre PatientRole

---

```
context PatientRole inv:  
  self.classCode = "PAT"  
  and self.classCode.size() >= 1
```

---

**2.10. Metaclase «Person»**

**Descripción:** Persona designada por una organización encargada para desempeñar un rol.

**Generalización:** Metaclase «Person»

**Atributos:**

- classCode:string [1]

Código de clase. En este caso, debe tomar el valor: PSN

- determinerCode:string [0..1]

Código que representa si la entidad representa instancias, o tipos de instancias. En este caso, toma por defecto el valor INSTANCE, significando que la metaclase Person representa instancias.

**Asociaciones:**

- name:PN [0..\*]

Nombre/s de la persona.

## Restricciones:

**Expresión 66.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Person

---

```
context Person inv:  
  self.classCode = "PSN"  
  and self.determinerCode = "INSTANCE"  
  and self.classCode.size() = 1  
  and self.determinerCode.size() = 1
```

---

### 2.11. Metaclase «Place»

**Descripción:** Lugar.

**Generalización:** Metaclase «Place»

#### Atributos:

- classCode:string [1]

Código de clase. En este caso, debe tomar el valor: PLC

- determinerCode:Tipo [0..1]

Código que representa si la entidad representa instancias, o tipos de instancias. En este caso, toma por defecto el valor INSTANCE, significando que la metaclase Place representa instancias.

**Asociaciones:** Ninguna.

## Restricciones:

**Expresión 67.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre Place

---

```
context Place inv:  
  self.classCode = "PLC"  
  and self.determinerCode = "INSTANCE"  
  and self.classCode.size() >= 1  
  and self.determinerCode.size() >= 1
```

---

### 2.12. Metaclase «RecordTarget»

**Descripción:** Objetivo del documento.

**Generalización:** Metaclass «Person»

**Atributos:**

- contextControlCode:string [1]

Atributo de contexto que indica si el contexto se propaga a los actos descendientes. En este caso, toma inicialmente el valor: OP, indicando que el contexto se propaga.

- typeCode:string [1]

Código que representa el tipo de clase que se está representando. En este caso, debe tomar el valor: RCT

**Asociaciones:**

- patientRole:PatientRole [1]

Relación con el paciente que desempeña un rol asignado por una organización.

**Restricciones:**

**Expresión 68.** Restricciones OCL de HL7 CDA. Restricción sobre RecordTarget

---

```
context RecordTarget inv:  
  self.typeCode = "RCT"  
  and self.contextControlCode = "OP"  
  and self.typeCode.size() >= 1  
  and self.contextControlCode.size() >= 1  
  and self.patientRole -> notEmpty()
```

---

### 3. HL7 v2.x

#### 3.1. Metaclass «Message\_v2-7»

**Descripción:** Metaclass abstracta que agrupa todos los tipos de mensajes que se pueden encontrar en el estándar HL7 v2.x.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:** Ninguno.

**Asociaciones:**

- segmentMSH:SegmentMSH [1]

Segmento que recoge información de cabecera.

- segmentEVN:SegmentEVN [1]

Segmento que recoge información sobre el evento que provoca el lanzamiento del mensaje.

- segmentPID:SegmentPID [1]

Segmento que representa la información del paciente.

**Restricciones:** Ninguna.

### **3.2. Metaclase «SegmentMSH»**

**Descripción:** Segmento de cabecera.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- AcceptAcknowledgmentType:0155 - Accept/Application Acknowledgment Conditions [0..1]

Define si es necesario devolver un mensaje de ACK como respuesta a este mensaje.

- AlternateCharacterSetHandlingScheme:0356 - Alternate Character Set Handling Scheme [0..1]

Esquema utilizado en el caso de que se estén utilizando conjuntos de caracteres alternativos.

- ApplicationAcknowledgmentType:0155 - Accept/Application Acknowledgment Conditions [0..1]

Define si es necesario devolver un mensaje de ACK de aplicación como respuesta a este mensaje.

- ContinuationPointer:string [0..1]

Define el punto de continuación en el caso de que el mensaje haya sido fragmentado.

- CountryCode:0399 - ISO-3166 [0..1]

País de origen del mensaje.

- DateTimeOfMessage:date [0..1]

Fecha y hora en la que el sistema emisor generó el mensaje.

- EncodingCharacters:string [0..1]

Este campo contiene 4 caracteres en el siguiente orden: (i) separador de componentes. (ii) separador de repetición. (iii) carácter de escape. (iv) separador de subcomponentes. Se ha incluido como valor por defecto el texto “^~\&” por ser el valor recomendado por HL7.

- FieldSeparator:string [0..1]

Define el separador entre campos. El valor recomendado por HL7 es “|”.

- MessageControlID:string [0..1]

Identificador único de mensaje.

- MessageType:MSG [0..1]

Tipo de mensaje.

- PrincipalLanguageOfMessage:CWE [0..1]

Idioma principal utilizado en el mensaje.

- ProcessingID:PT [0..1]

Define si el mensaje debe ser procesado según las reglas de procesamiento a nivel de aplicación.

- ReceivingApplication:HD [0..1]

Identificador único para la aplicación receptora.

- ReceivingFacility:HD [0..1]

Permite identificar la aplicación receptora entre múltiples instancias de la aplicación que podrían estar ejecutándose en otras organizaciones.

- ReceivingNetworkAddress:HD [0..1]

Identificador de la red destinataria.

- ReceivingResponsibleOrganization:XON [0..1]

Organización destinataria.

- Security:string [0..1]

Campo opcional que permite implementar características de seguridad.

- SegmentID:string [0..1]

Identificador del tipo de segmento, en este caso debe tomar el valor MSH.

- SendingApplication:HD [0..1]

Identificador único para la aplicación emisor.

- SendingFacility:HD [0..1]

Permite identificar la aplicación emisor entre múltiples instancias de la aplicación que podrían estar ejecutándose en otras organizaciones.

- SendingNetworkAddress:HD [0..1]

Identificador de la red origen.

- SendingResponsibleOrganization:XON [0..1]

Organización emisora.

- SequenceNumber:double [0..1]

Si este campo toma un valor, implica que se está utilizando el protocolo de números de secuencia. Para cada nuevo valor, este campo numérico se incrementa en 1.

- VersionID:VID [0..1]

Identificador de versión.

#### **Asociaciones:**

- CharacterSet:0211 [0..\*]

Conjunto de caracteres utilizado.

- MessageProfileIdentifier:EI [0..\*]

Identificador del perfil de mensajes utilizados, si aplica.

## Restricciones:

### Expresión 69. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre SegmentMSH

---

```
context SegmentMSH inv:
  self.SegmentID = "MSH"
  and self.DateTimeOfMessage.size() >= 1
  and self.MessageType.size() >= 1
  and self.ProcessingID.size() >= 1
  and self.VersionID.size() >= 1
  and self.FieldSeparator.size() = 1
  and self.EncodingCharacters.size() >= 4 and self.EncodingCharacters.size() <= 5
  and (self.Security.size() = 0 or self.Security.size() = 40)
  and (self.MessageControlID.size() >= 1 and self.MessageControlID.size() <= 199)
  and (self.ContinuationPointer.size() = 0 or self.ContinuationPointer.size() = 180)
  and (self.AcceptAcknowledgmentType.size() = 0
    or self.AcceptAcknowledgmentType.size() = 2)
  and (self.ApplicationAcknowledgmentType.size() = 0
    or self.ApplicationAcknowledgmentType.size() = 2)
  and (self.CountryCode-> size() = 0 or self.CountryCode-> size() = 3)
  and (self.CharacterSet.size() = 0 or (self.CharacterSet.size() >= 5
    and self.CharacterSet.size() <= 15))
  and (self.AlternateCharacterSetHandlingScheme.size() = 0
    or (self.AlternateCharacterSetHandlingScheme.size() >= 3
    and self.AlternateCharacterSetHandlingScheme.size() <= 13))
  and exist (a : 0361 | a = self.SendingApplication)
  and exist (a : 0362 | a = self.SendingFacility)
  and exist (a : 0361 | a = self.ReceivingApplication)
  and exist (a : 0362 | a = self.ReceivingFacility)
  and exist (a : 0155 | a = self.AcceptAcknowledgmentType)
  and exist (a : 0155 | a = self.ApplicationAcknowledgmentType)
  and exist (a : 0399 | a = self.CountryCode)
  and exist (a : 0211 | a = self.CharacterSet)
  and exist (a : 0356 | a = self.AlternateCharacterSetHandlingScheme)
```

---

### 3.3. Metaclase «SegmentEVN»

**Descripción:** Segmento de evento.

**Generalización:** Ninguna.

#### Atributos:

- DateTimePlannedEvent:date [0..1]

Fecha y hora en la que se planificó el evento.

- EventFacility:HD [0..1]

Organización gestora del evento.

- EventOccurred:date [0..1]

Fecha y hora en la que se llevó a cabo el evento.

- EventReasonCode:CWE [0..1]

Motivo por el cual se produce el evento.

- EventTypeCode [0..1]

Tipo de evento.

- RecordedDateTime:date [0..1]

Fecha y hora en la que se registró el evento.

- SegmentID:string [0..1]

Identificador del tipo de segmento, en este caso debe tomar el valor EVN.

#### **Asociaciones:**

- OperatorID:XCN [0..\*]

Identificador de los operadores involucrados.

#### **Restricciones:**

**Expresión 70.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre SegmentEVN

---

```
context SegmentEVN inv:  
  self.SegmentID = "EVN"  
  and self.RecordedDateTime.size() >= 1  
  and exist (a : 0062 | a = self.EventReasonCode)  
  and exist (a : 0188 | a = self.OperatorID)
```

---

### **3.4. Metaclase «SegmentPID»**

**Descripción:** Segmento de datos de pacientes.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- AdministrativeSex:CWE [0..1]

Sexo del paciente.

- AlternatePatientID-PID [0..1]

Identificador alternativo para el paciente.

- BirthOrder:double [0..1]

Orden de nacimiento, en el caso de partos múltiples.

- BirthPlace:string [0..1]

Lugar de nacimiento.

- BreedCode:CWE [0..1]

Raza del paciente.

- CountyCode [0..1]

País donde reside el paciente.

- DateTimeOfBirth:date [0..1]

Fecha y hora de nacimiento del paciente.

- DriversLicenseNumberPatient [0..1]

Número de licencia del permiso de conducir del paciente.

- IdentityUnknownIndicator:0136 - Yes/no Indicator [0..1]

Define si la identidad del paciente es conocida o no.

- LastUpdateDateTime:date [0..1]

Última actualización de los datos del paciente.

- LastUpdateFacility:HD [0..1]

Sistema que realizó la última actualización sobre los datos del paciente.

- MaritalStatus:CWE [0..1]

Estado civil.

- MultipleBirthIndicator:0136 - Yes/no Indicator [0..1]

Define si el paciente nació como parte de un parto múltiple o no.

- Nationality [0..1]

Nacionalidad.

- PatientAccountNumber:CX [0..1]

Número de cuenta bancaria del paciente.

- PatientAlias [0..1]

Alias por el cual se conoce al paciente.

- PatientDeathDateAndTime:date [0..1]

Fecha y hora de defunción, si procede.

- PatientDeathIndicator:0136 - Yes/no Indicator [0..1]

Indicador de si el paciente ha fallecido o no.

- PatientID [0..1]

Identificador único del paciente.

- PrimaryLanguage:CWE [0..1]

Idioma principal.

- Religion:CWE [0..1]

Afiliación religiosa.

- SegmentID:string [0..1]

Identificador del tipo de segmento, en este caso debe tomar el valor PID.

- SetID-PID:int [0..1]

Número de transacción. En la primera ocurrencia del segmento, este campo debe tomar el valor 1. Para la segunda ocurrencia, debe tomar el valor 2. Etc.

- SpeciesCode:CWE [0..1]

Especie a la que pertenece el paciente.

- SSNNumberPatient [0..1]

Atributo obsoleto.

- Strain:string [0..1]

Cepa del individuo, en el caso de que se trate de un virus o similar.

- VeteransMilitaryStatus:CWE [0..1]

Estado militar.

#### **Asociaciones:**

- PatientIdentifierList:CX [1..\*]

Lista de identificadores del paciente.

- PatientName:XPN [1..\*]

Lista de nombres del paciente.

- MothersMaidenName:XPN [0..\*]

Apellido/s de la madre antes de contraer matrimonio.

- Race:CWE [0..\*]

Raza/s del paciente.

- PatientAddress:XAD [0..\*]

Dirección o direcciones del paciente.

- PhoneNumberHome:XTN [0..\*]

Listado de números de teléfono del domicilio del paciente.

- PhoneNumberBusiness:XTN [0..\*]

Listado de números de teléfono del trabajo del paciente.

- MothersIdentifier:CX [0..\*]

Identificador de la madre del paciente (este campo se utiliza típicamente para recién nacidos).

- EthnicGroup:CWE [0..\*]

Grupos étnicos a los que pertenece el paciente.

- Citizenship:CWE [0..\*]

Información relacionada con la ciudadanía del país o los países de los cuales el paciente es ciudadano.

- IdentityReliabilityCode:CWE [0..\*]

Fiabilidad de los datos de identificación del paciente.

- ProductionClassCode:CWE [0..2]

Uso principal para el cual el paciente fue criado.

- TribalCitizenship:CWE [0..\*]

Listado de nacionalidades de un paciente.

- PatientTelecommunicationInformation:XTN [0..\*]

Información de telecomunicación del paciente.

### Restricciones:

#### Expresión 71. Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre SegmentPID

---

```

context SegmentPID inv:
  self.SegmentID = "PID"
  and self.PatientIdentifierList.size() >= 1
  and self.PatientName.size() >= 1
  and (self.SetIDPID.size() = 0 or (self.SetIDPID.size() >= 1 and self.SetIDPID.size()
    <= 4))
  and (self.BirthPlace.size() = 0 or self.BirthPlace.size() <= 250)
  and (self.MultipleBirthIndicator.size() = 0 or self.MultipleBirthIndicator.size() = 1)
  and (self.BirthOrder.size() = 0 or self.BirthOrder.size() = 2)
  and (self.PatientDeathIndicator.size() = 0 or self.PatientDeathIndicator.size() = 1)
  and (self.IdentityUnknownIndicator.size() = 0 or self.IdentityUnknownIndicator.size()
    = 1)
  and (self.Strain.size() = 0 or self.Strain.size() = 80)
  and exist (a : 0200 | a = self.PatientName)
  and exist (a : 0001 | a = self.AdministrativeSex)
  and exist (a : 0005 | a = self.Race)
  and exist (a : 0296 | a = self.PrimaryLanguage)
  and exist (a : 0002 | a = self.MaritalStatus)
  and exist (a : 0006 | a = self.Religion)
  and exist (a : 0061 | a = self.PatientAccountNumber)
  and exist (a : 0061 | a = self.MothersIdentifier)
  and exist (a : 0189 | a = self.EthnicGroup)
  and exist (a : 0136 | a = self.MultipleBirthIndicator)
  and exist (a : 0171 | a = self.Citizenship)
  and exist (a : 0172 | a = self.VeteransMilitaryStatus)

```

---

---

*and exist (a : 0136 | a = self:PatientDeathIndicator)*  
*and exist (a : 0136 | a = self:IdentityUnknownIndicator)*  
*and exist (a : 0445 | a = self:IdentityReliabilityCode)*  
*and exist (a : 0446 | a = self:SpeciesCode)*  
*and exist (a : 0447 | a = self:BreedCode)*  
*and exist (a : 0429 | a = self:ProductionClassCode)*  
*and exist (a : 0171 | a = self:TribalCitizenship)*

---

### **3.5. Metaclass «CWE»**

**Descripción:** Metaclass que representa el tipo de dato utilizado por los campos codificados con extensiones.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- Identifier:string [0..1]

Identificador del elemento.

- Text:string [0..1]

Texto.

- NameOfCodingSystem:0396 - Coding System [0..1]

Sistema de codificación al cual pertenece el elemento.

- AlternateIdentifier:string [0..1]

Identificador alternativo.

- AlternateText:string [0..1]

Texto alternativo.

- NameOfAlternateCodingSystem:0396 - Coding System [0..1]

Sistema de codificación alternativo.

- CodingSystemVersionID:string [0..1]

Identificador de versión del sistema de codificación.

- AlternateCodingSystemVersionID:string [0..1]

Identificador de versión del sistema de codificación alternativo.

- OriginalText:string [0..1]

Texto original.

- SecondAlternateIdentifier:string [0..1]

Segundo identificador alternativo.

- SecondAlternateText:string [0..1]

Segundo texto alternativo.

- NameOfSecondAlternateCodingSystem:0396 - Coding System [0..1]

Nombre del segundo sistema de codificación alternativo.

- SecondAlternateCodingSystemVersionID:string [0..1]

Identificador de versión del segundo sistema de codificación alternativo.

- CodingSystemOID:string [0..1]

OID del sistema de codificación.

- ValueSetOID:string [0..1]

Conjunto al que pertenece el OID anteriormente definido.

- ValueSetVersionID:date [0..1]

Conjunto al que pertenece el identificador de versión.

- AlternateCodingSystemOID:string [0..1]

OID del sistema de codificación alternativo.

- AlternateValueSetOID:string [0..1]

Conjunto al que pertenece el OID anteriormente definido.

- AlternateValueSetVersionID:date [0..1]

Conjunto al que pertenece el identificador de versión alternativo.

- SecondAlternateCodingSystemOID:string [0..1]

OID del segundo sistema de codificación alternativo.

- SecondAlternateValueSetOID:string [0..1]

Conjunto al que pertenece el OID anteriormente definido.

- SecondAlternateValueSetVersionID:date [0..1]

Conjunto al que pertenece el segundo identificador de versión alternativo.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 72.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre CWE

*context CWE inv:*

```
(self.NameOfCodingSystem.size() = 0 or (self.NameOfCodingSystem.size() >= 1 and
self.NameOfCodingSystem.size() <= 12))
and (self.NameOfAlternateCodingSystem.size() = 0 or (self.NameOfAlternateCodingSystem -
> size() >= 1 and self.NameOfAlternateCodingSystem.size() <= 12))
and (self.NameOfSecondAlternateCodingSystem.size() = 0 or
(self.NameOfSecondAlternateCodingSystem.size() >= 1 and
self.NameOfSecondAlternateCodingSystem.size() <= 12))
and (self.Identifier-> size() = 0 or self.Identifier-> size() = 20)
and (self.Text.size() = 0 or self.Text.size() <= 199)
and (self.AlternateIdentifier.size() = 0 or self.AlternateIdentifier.size() = 20)
and (self.AlternateText.size() = 0 or self.AlternateText.size() <= 199)
and (self.CodingSystemVersionID.size() = 0 or self.CodingSystemVersionID.size() = 10)
and (self.AlternateCodingSystemVersionID.size() = 0 or
self.AlternateCodingSystemVersionID.size() = 10)
and (self.OriginalText.size() = 0 or self.OriginalText.size() <= 199)
and (self.SecondAlternateIdentifier.size() = 0 or self.SecondAlternateIdentifier.size() =
20)
and (self.SecondAlternateText.size() = 0 or self.SecondAlternateText.size() <= 199)
and (self.SecondAlternateCodingSystemVersionID.size() = 0 or
self.SecondAlternateCodingSystemVersionID.size() = 10)
and (self.CodingSystemOID.size() = 0 or self.CodingSystemOID.size() = 199)
and (self.ValueSetOID.size() = 0 or self.ValueSetOID.size() = 199)
and (self.ValueSetVersionID.size() = 0 or self.ValueSetVersionID.size() = 8)
and (self.AlternateCodingSystemOID.size() = 0 or self.AlternateCodingSystemOID.size()
= 199)
and (self.AlternateValueSetOID.size() = 0 or self.AlternateValueSetOID.size() = 199)
and (self.AlternateValueSetVersionID.size() = 0 or self.AlternateValueSetVersionID.
size() = 8)
and (self.SecondAlternateCodingSystemOID.size() = 0 or
self.SecondAlternateCodingSystemOID.size() = 199)
and (self.SecondAlternateValueSetOID.size() = 0 or self.SecondAlternateValueSetOID.
size() = 199)
and (self.SecondAlternateValueSetVersionID.size() = 0 or
self.SecondAlternateValueSetVersionID.size() = 8)
and exist (a : 0396 | a = self.NameOfCodingSystem)
and exist (a : 0396 | a = self.NameOfAlternateCodingSystem)
and exist (a : 0396 | a = self.NameOfSecondAlternateCodingSystem)
```

### 3.6. Metaclass «CX»

**Descripción:** Metaclass que representa el tipo de dato utilizado por los identificadores con dígito de control.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- IDNumber:string [0..1]

Identificador.

- IdentifierCheckDigit:string [0..1]

Dígito de control.

- CheckDigitScheme:0061 - Check Digit Scheme [0..1]

Esquema utilizado por el dígito de control.

- AssigningAuthority:HD [0..1]

Autoridad encargada de mantener los dígitos de control.

- IdentifierTypeCode:0203 - Identifier Type [0..1]

Tipo de identificador.

- AssigningFacility:HD [0..1]

Organización asignadora.

- EffectiveDate:date [0..1]

Fecha efectiva.

- ExpirationDate:date [0..1]

Fecha de expiración.

- AssigningJurisdiction:CWE [0..1]

Jurisdicción asignada.

- AssigningAgencyOrDepartment:CWE [0..1]

Agencia o departamento asignador.

- SecurityCheck:string [0..1]

Dígito de seguridad.

- SecurityCheckScheme:0904 - Security Check Scheme [0..1]

Esquema del dígito de seguridad.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 73.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre CX

---

*context CX inv:*

```
self.IDNumber.size() = 15
and (self.IdentifierCheckDigit.size() = 0 or self.IdentifierCheckDigit.size() = 4)
and (self.CheckDigitScheme.size() = 0 or self.CheckDigitScheme.size() = 3)
and (self.IdentifierTypeCode.size() >= 2 and self.IdentifierTypeCode.size() <= 5)
and (self.SecurityCheck.size() = 0 or self.SecurityCheck.size() = 4)
and (self.SecurityCheckScheme.size() = 0 or self.SecurityCheckScheme.size() = 3)
and exist (a : 0061 | a = self.CheckDigitScheme)
and exist (a : 0363 | a = self.AssigningAuthority)
and exist (a : 0203 | a = self.IdentifierTypeCode)
and exist (a : 0904 | a = self.SecurityCheckScheme)
```

---

### 3.7. **Metaclase «EI»**

**Descripción:** Metaclase que representa el tipo de dato utilizado por los identificadores de entidad.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- EntityIdentifier:string [0..1]

Identificador de la entidad.

- NamespaceID:0363 – Assigning Authority [0..1]

Conjunto al cual pertenece el identificador.

- UniversalID:string [0..1]

Identificador universal de la entidad.

- UniversalIDType:0301 - Universal ID Type [0..1]

Conjunto al cual pertenece el identificador universal.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 74.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre EI

---

*context EI inv:*

```
(self.EntityIdentifier.size() = 0 or self.EntityIdentifier.size() = 199)
and (self.NamespaceID.size() = 0 or self.NamespaceID.size() = 20)
and (self.UniversalID.size() = 0 or self.UniversalID.size() = 199)
and (self.UniversalIDType.size() = 0 or (self.UniversalIDType.size() >= 1 and self.
  UniversalIDType.size() <= 6))
and exist (a : 0363 | a = self.NamespaceID)
and exist (a : 0301 | a = self.UniversalIDType)
```

---

### 3.8. Metaclass «FN»

**Descripción:** Metaclass que representa el tipo de dato utilizado por los apellidos.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- Surname:string [0..1]

Apellido actual.

- OwnSurnamePrefix:string [0..1]

Prefijo del apellido actual.

- OwnSurname:string [0..1]

Apellido propio.

- SurnamePrefixFromPartnerSpouse:string [0..1]

Prefijo del apellido del esposo.

- SurnameFromPartnerSpouse:string [0..1]

Apellido del esposo.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 75.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre FN

---

*context FN inv:*

```
self.Surname.size() = 50
and (self.OwnSurnamePrefix.size() = 0 or self.OwnSurnamePrefix.size() = 20)
and (self.OwnSurname.size() = 0 or self.OwnSurname.size() = 50)
and (self.SurnamePrefixFromPartnerSpouse.size() = 0 or self.
    SurnamePrefixFromPartnerSpouse.size() = 20)
and (self.SurnameFromPartnerSpouse.size() = 0 or self.SurnameFromPartnerSpouse.
    size() = 50)
```

---

### 3.9. Metaclase «HD»

**Descripción:** Metaclase que representa el tipo de dato utilizado por los identificadores jerárquicos.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- NamespaceID:0300 - Namespace ID [0..1]

Identificador.

- UniversalID:string [0..1]

Identificador universal.

- UniversalIDType:0301 - Universal ID Type [0..1]

Tipo de identificador universal.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 76.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre HD

---

*context HD inv:*

```
(self.NamespaceID.size() = 0 or self.NamespaceID.size() = 20)
and (self.UniversalID.size() = 0 or self.UniversalID.size() = 199)
and (self.UniversalIDType.size() = 0 or (self.UniversalIDType.size() >= 1 and self.
    UniversalIDType.size() <= 6))
and exist (a : 0300 | a = self.NamespaceID)
and exist (a : 0301 | a = self.UniversalIDType)
```

---

### 3.10. Metaclase «MSG»

**Descripción:** Metaclase que representa el tipo de dato utilizado por los mensajes.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- MessageCode:0076 - Message Type [0..1]

Tipo de mensaje.

- TriggerEvent:0003 - Event Type [0..1]

Evento que produce que se lance el mensaje.

- MessageStructure:0354 - Message Structure [0..1]

Estructura que debe cumplir el mensaje.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 77.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre MSG

---

*context MSG inv:*

```
self.MessageCode.size() = 3  
and self.TriggerEvent.size() = 3  
and (self.MessageStructure.size() = 3 or self.MessageStructure.size() = 7)  
and exist (a : 0076 | a = self.MessageCode)  
and exist (a : 0003 | a = self.TriggerEvent)  
and exist (a : 0354 | a = self.MessageStructure)
```

---

### 3.11. Metaclase «PT»

**Descripción:** Metaclase que representa el tipo de dato utilizado para representar tipos de procesamiento.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- ProcessingID:0103 - Processing ID [0..1]

Identificador de procesamiento.

- ProcessingMode:0207 - Processing Mode [0..1]

Modo de procesamiento.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 78.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre PT

---

*context PT inv:*

```
self.ProcessingID.size() = 1  
and (self.ProcessingMode.size() = 0 or self.ProcessingMode.size() = 1)  
and exist (a : 0103 | a = self.ProcessingID)  
and exist (a : 0207 | a = self.ProcessingMode)
```

---

### 3.12. Metaclass «SAD»

**Descripción:** Metaclass que representa el tipo de dato utilizado por el componente calle dentro de una dirección.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- StreetOrMailingAddress:string [0..1]

Si la dirección pertenece a una institución, en este campo se almacena el nombre de la institución.

- StreetName:string [0..1]

Nombre de la calle.

- DwellingNumber:string [0..1]

Número de vivienda dentro de la calle.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 79.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre SAD

---

*context SAD inv:*

```
(self.StreetOrMailingAddress.size() = 0 or self.StreetOrMailingAddress.size() = 120)  
and (self.StreetName.size() = 0 or self.StreetName.size() = 50)  
and (self.DwellingNumber.size() = 0 or self.DwellingNumber.size() = 12)
```

---

### 3.13. Metaclase «VID»

**Descripción:** Metaclase que representa el tipo de dato utilizado por los identificadores de versión.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- InternationalizationCode:CWE [0..1]

Código de internacionalización.

- VersionID:0104 - Version ID [0..1]

Identificador de versión.

- InternationalVersionID:CWE [0..1]

Identificación de versión internacional.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 80.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre VID

---

*context VID inv:*  
*(self.VersionID.size() >= 3 and self.VersionID.size() <= 5)*  
*and exist (a : 0104 | a = self.VersionID)*  
*and exist (a : 0399 | a = self.InternationalizationCode)*

---

### 3.14. Metaclase «XAD»

**Descripción:** Metaclase que representa el tipo de dato utilizado por las direcciones completas.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- StreetAddress:SAD [0..1]

Nombre de la calle.

- OtherDesignation:string [0..1]

Otras designaciones a la misma dirección.

- City:string [0..1]

Ciudad.

- StateOrProvince:string [0..1]

Provincia.

- ZipOrPostalCode:string [0..1]

Código postal.

- Country:0399 - ISO-3166 [0..1]

País.

- AddressType:0190 - Address Type [0..1]

Tipo de dirección.

- OtherGeographicDesignation:string [0..1]

Otros datos geográficos.

- CountyParishCode:CWE [0..1]

Condado.

- CensusTract:CWE [0..1]

Sección censal.

- AddressRepresentationCode:0465 - Name/Address Representation [0..1]

Tipo de representación.

- AddressValidityRange [0..1]

Atributo obsoleto.

- EffectiveDate:date [0..1]

Fecha efectiva.

- ExpirationDate:date [0..1]

Fecha de expiración.

- ExpirationReason:CWE [0..1]

Motivo por el cual la dirección ha expirado.

- TemporaryIndicator:0136 - Yes/no Indicator [0..1]

Indicador sobre si la dirección temporal (o permanente).

- BadAddressIndicator:0136 - Yes/no Indicator [0..1]

Indicador sobre si la dirección es errónea.

- AddressUsage:0617 - Address Usage [0..1]

Uso.

- Addressee:string [0..1]

Persona u organización que debe aparecer como parte de la dirección.

- Comment:string [0..1]

Comentarios.

- PreferenceOrder:int [0..1]

Orden de preferencia.

- ProtectionCode:CWE [0..1]

Código de protección.

- AddressIdentifier:EI [0..1]

Identificador.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 81.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre XAD

---

*context XAD inv:*

*(self.OtherDesignation.size() = 0 or self.OtherDesignation.size() = 120)  
and (self.City.size() = 0 or self.City.size() = 50)  
and (self.StateOrProvince.size() = 0 or self.StateOrProvince.size() = 50)  
and (self.ZipOrPostalCode.size() = 0 or self.ZipOrPostalCode.size() = 12)  
and (self.Country.size() = 0 or self.Country.size() = 3)*

---

---

```

and (self.AddressType.size() = 0 or (self.AddressType.size() >= 1 and self.AddressType
.size() <= 3))
and (self.OtherGeographicDesignation.size() = 0 or self.OtherGeographicDesignation.
.size() = 50)
and (self.AddressRepresentationCode.size() = 0 or self.AddressRepresentationCode.
.size() = 1)
and (self.EffectiveDate.size() = 0 or self.EffectiveDate.size() = 8)
and (self.ExpirationDate.size() = 0 or self.ExpirationDate.size() = 8)
and (self.TemporaryIndicator.size() = 0 or self.TemporaryIndicator.size() = 1)
and (self.BadAddressIndicator.size() = 0 or self.BadAddressIndicator.size() = 1)
and (self.AddressUsage.size() = 0 or self.AddressUsage.size() = 1)
and (self.Addressee.size() = 0 or self.Addressee.size() = 199)
and (self.Comment.size() = 0 or self.Comment.size() = 199)
and (self.PreferenceOrder.size() = 0 or self.PreferenceOrder.size() = 2)
and exist (a : 0399 | a = self.Country)
and exist (a : 0190 | a = self.AddressType)
and exist (a : 0289 | a = self.CountyParishCode)
and exist (a : 0288 | a = self.CensusTract)
and exist (a : 0465 | a = self.AddressRepresentationCode)
and exist (a : 0616 | a = self.ExpirationReason)
and exist (a : 0136 | a = self.TemporaryIndicator)
and exist (a : 0136 | a = self.BadAddressIndicator)
and exist (a : 0617 | a = self.AddressUsage)
and exist (a : 0618 | a = self.ProtectionCode)

```

---

### 3.15. Metaclass «XCN»

**Descripción:** Metaclass que representa el tipo de dato utilizado para representar nombre e identificador de una persona.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- PersonIdentifier:string [0..1]

Identificador de la persona.

- FamilyName:FN [0..1]

Apellidos.

- GivenName:string [0..1]

Nombre.

- SecondAndFurtherGivenNamesOrInitialsThereof:string [0..1]

Segundo nombre de la persona.

- Suffix:string [0..1]

Sufijo.

- Prefix:string [0..1]

Prefijo.

- Degree [0..1]

Atributo obsoleto.

- SourceTable:CWE [0..1]

Tabla origen.

- AssigningAuthority:HD [0..1]

Autoridad asignadora.

- NameTypeCode:0200 - Name Type [0..1]

Tipo de nombre.

- IdentifierCheckDigit:string [0..1]

Dígito de control.

- CheckDigitScheme:0061 - Check Digit Scheme [0..1]

Esquema del dígito de control.

- IdentifierTypeCode:0203 - Identifier Type [0..1]

Tipo de identificador.

- AssigningFacility:HD [0..1]

Aplicación asignadora.

- NameRepresentationCode:0465 - Name/Address Representation [0..1]

Tipo de representación del nombre.

- NameContext:CWE [0..1]

Contexto.

- NameValidityRange [0..1]

Atributo obsoleto.

- NameAssemblyOrder:0444 - Name Assembly Order [0..1]

Orden de visualización preferido para los componentes del nombre.

- EffectiveDate:date [0..1]

Fecha efectiva.

- ExpirationDate:date [0..1]

Fecha de expiración.

- ProfessionalSuffix:string [0..1]

Sufijo profesional.

- AssigningJurisdiction:CWE [0..1]

Jurisdicción asignadora.

- AssigningAgencyOrDepartment:CWE [0..1]

Departamento asignador.

- SecurityCheck:string [0..1]

Dígito de seguridad.

- SecurityCheckScheme:0904 - Security Check Scheme [0..1]

Esquema del dígito de seguridad.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 82.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre XCN

---

*context XCN inv:*

```
(self.PersonIdentifier.size() = 0 or self.PersonIdentifier.size() = 15)
and (self.GivenName.size() = 0 or self.GivenName.size() = 30)
and (self.SecondAndFurtherGivenNamesOrInitialsThereof.size() = 0 or self.
    SecondAndFurtherGivenNamesOrInitialsThereof.size() = 30)
and (self.Suffix.size() = 0 or self.Suffix.size() = 20)
and (self.Prefix.size() = 0 or self.Prefix.size() = 20)
and (self.NameTypeCode.size() = 0 or (self.NameTypeCode.size() >= 1 and self.
    NameTypeCode.size() <= 5))
and (self.IdentifierCheckDigit.size() = 0 or (self.IdentifierCheckDigit.size() >= 1 and
```

---

---

```

self.IdentifierCheckDigit.size() <= 4)
and (self.CheckDigitScheme.size() = 0 or self.CheckDigitScheme.size() = 3)
and (self.IdentifierTypeCode.size() = 0 or (self.IdentifierTypeCode.size() >= 2 and self.
IdentifierTypeCode.size() <= 5))
and (self.NameRepresentationCode.size() = 0 or self.NameRepresentationCode.size()
= 1)
and (self.NameAssemblyOrder.size() = 0 or self.NameAssemblyOrder.size() = 1)
and (self.EffectiveDate.size() = 0 or self.EffectiveDate.size() = 8)
and (self.ExpirationDate.size() = 0 or self.ExpirationDate.size() = 8)
and (self.ProfessionalSuffix.size() = 0 or self.ProfessionalSuffix.size() = 199)
and (self.SecurityCheck.size() = 0 or self.SecurityCheck.size() = 4)
and (self.SecurityCheckScheme.size() = 0 or self.SecurityCheckScheme.size() = 3)
and exist (a : 0297 | a = self.SourceTable)
and exist (a : 0363 | a = self.AssigningAuthority)
and exist (a : 0200 | a = self.NameTypeCode)
and exist (a : 0061 | a = self.CheckDigitScheme)
and exist (a : 0203 | a = self.IdentifierTypeCode)
and exist (a : 0465 | a = self.NameRepresentationCode)
and exist (a : 0448 | a = self.NameContext)
and exist (a : 0444 | a = self.NameAssemblyOrder)
and exist (a : 0904 | a = self.SecurityCheckScheme)

```

---

### 3.16. Metaclass «XON»

**Descripción:** Metaclass que representa el tipo de dato utilizado para representar nombre e identificador de una organización.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- OrganizationName:string [0..1]

Nombre de la organización.

- OrganizationNameTypeCode:CWE [0..1]

Tipo de organización.

- IDNumber:string [0..1]

Número de identificador.

- IdentifierCheckDigit:double [0..1]

Dígito de control.

- CheckDigitScheme:0061 - Check Digit Scheme [0..1]

Esquema del dígito de control.

- AssigningAuthority:HD [0..1]

Autoridad asignadora.

- IdentifierTypeCode:0203 - Identifier Type [0..1]

Tipo de identificador.

- AssigningFacility:HD [0..1]

Aplicación asignadora.

- NameRepresentationCode:0465 - Name/Address Representation [0..1]

Tipo de representación.

- OrganizationIdentifier:string [0..1]

Identificador de la organización.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 83.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre XON

---

*context XON inv:*

```
(self.OrganizationName.size() = 0 or self.OrganizationName.size() = 50)
and (self.IdentifierCheckDigit.size() = 0 or self.IdentifierCheckDigit.size() = 4)
and (self.CheckDigitScheme.size() = 0 or self.CheckDigitScheme.size() = 3)
and (self.IdentifierTypeCode.size() = 0 or (self.IdentifierTypeCode.size() >= 2 and self.
IdentifierTypeCode.size() <= 5))
and (self.NameRepresentationCode.size() = 0 or self.NameRepresentationCode.size()
= 1)
and (self.OrganizationIdentifier.size() = 0 or self.OrganizationIdentifier.size() = 20)
and exist (a : 0204 | a = self.OrganizationNameTypeCode)
and exist (a : 0061 | a = self.CheckDigitScheme)
and exist (a : 0363 | a = self.AssigningAuthority)
and exist (a : 0203 | a = self.IdentifierTypeCode)
and exist (a : 0465 | a = self.NameRepresentationCode)
```

---

### 3.17. Metaclase «XPN»

**Descripción:** Metaclase que representa el tipo de dato utilizado para representar nombres extendidos de personas.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- FamilyName:FN [0..1]

Apellidos.

- GivenName:string [0..1]

Nombre.

- SecondAndFurtherGivenNamesOrInitialsThereof:string [0..1]

Segundo nombre.

- Suffix:string [0..1]

Sufijo.

- Prefix:string [0..1]

Prefijo.

- Degree [0..1]

Atributo obsoleto.

- NameTypeCode:0200 - Name Type [0..1]

Tipo de nombre.

- NameRepresentationCode:0465 - Name/Address Representation [0..1]

Tipo de representación.

- NameContext:CWE [0..1]

Contexto.

- NameValidityRange [0..1]

Atributo obsoleto.

- NameAssemblyOrder:0444 - Name Assembly Order [0..1]

Orden de visualización preferido para los componentes del nombre.

- EffectiveDate:date [0..1]

Fecha efectiva.

- ExpirationDate:date [0..1]

Fecha de expiración.

- ProfessionalSuffix:string [0..1]

Sufijo profesional.

- CalledBy:string [0..1]

Apodo.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 84.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre XPN

---

*context XPN inv:*

```
(self.GivenName.size() = 0 or self.GivenName.size() = 30)
and (self.SecondAndFurtherGivenNamesOrInitialsThereof.size() = 0 or self.
    SecondAndFurtherGivenNamesOrInitialsThereof.size() = 30)
and (self.Suffix.size() = 0 or self.Suffix.size() = 20)
and (self.Prefix.size() = 0 or self.Prefix.size() = 20)
and (self.NameTypeCode.size() = 0 or (self.NameTypeCode.size() >= 1 and self.
    NameTypeCode.size() <= 5))
and (self.NameRepresentationCode.size() = 0 or self.NameRepresentationCode.size()
    = 1)
and (self.NameAssemblyOrder.size() = 0 or self.NameAssemblyOrder.size() = 1)
and (self.ProfessionalSuffix.size() = 0 or self.ProfessionalSuffix.size() = 199)
and (self.CalledBy.size() = 0 or self.CalledBy.size() = 30)
and exist (a : 0200 | a = self.NameTypeCode)
and exist (a : 0465 | a = self.NameRepresentationCode)
and exist (a : 0448 | a = self.NameContext)
and exist (a : 0444 | a = self.NameAssemblyOrder)
```

---

### **3.18. Metaclass «XTN»**

**Descripción:** Metaclass que representa el tipo de dato utilizado para representar números de telecomunicaciones.

**Generalización:** Ninguna.

**Atributos:**

- TelephoneNumber [0..1]

Número de teléfono.

- TelecommunicationUseCode:0201 - Telecommunication Use Code [0..1]

Tipo de uso.

- TelecommunicationEquipmentType:0202 - Telecommunication Equipment Type [0..1]

Tipo de equipamiento.

- CommunicationAddress:string [0..1]

Dirección de comunicación.

- CountryCode:string [0..1]

País.

- AreaCityCode:string [0..1]

Área.

- LocalNumber:string [0..1]

Número local.

- Extension:string [0..1]

Extensión.

- AnyText:string [0..1]

Texto.

- ExtensionPrefix:string [0..1]

Prefijo.

- SpeedDialCode:string [0..1]

Dial.

- UnformattedTelephoneNumber:string [0..1]

Número de teléfono sin formatear.

- EffectiveStartDate:date [0..1]

Fecha efectiva.

- ExpirationDate:date [0..1]

Fecha de expiración.

- ExpirationReason:CWE [0..1]

Razón de expiración.

- ProtectionCode:CWE [0..1]

Código de protección.

- SharedTelecommunicationIdentifier:EI [0..1]

Identificador compartido.

- PreferenceOrder:int [0..1]

Orden de preferencia.

**Asociaciones:** Ninguna.

**Restricciones:**

**Expresión 85.** Restricciones OCL de HL7 v2.x. Restricción sobre XTN

---

*context XTN inv:*

```
(self.TelecommunicationUseCode.size() = 0 or self.TelecommunicationUseCode.size() = 3)
and (self.TelecommunicationEquipmentType.size() >= 2 and self.TelecommunicationEquipmentType.size() <= 8)
and (self.CommunicationAddress.size() = 0 or self.CommunicationAddress.size() = 199)
and (self.CountryCode.size() = 0 or self.CountryCode.size() = 3)
and (self.AreaCityCode.size() = 0 or self.AreaCityCode.size() = 3)
and (self.LocalNumber.size() = 0 or self.LocalNumber.size() = 9)
and (self.Extension.size() = 0 or self.Extension.size() = 5)
and (self.AnyText.size() = 0 or self.AnyText.size() = 199)
and (self.ExtensionPrefix.size() = 0 or self.ExtensionPrefix.size() = 4)
and (self.SpeedDialCode.size() = 0 or self.SpeedDialCode.size() = 6)
and (self.UnformattedTelephoneNumber.size() = 0 or self.UnformattedTelephoneNumber -> size() = 199)
and (self.PreferenceOrder.size() = 0 or self.PreferenceOrder.size() = 2)
and exist (a : 0201 | a = self.TelecommunicationUseCode)
and exist (a : 0202 | a = self.TelecommunicationEquipmentType)
```

---

---

*and exist (a : 0868 | a = self.ExpirationReason)*  
*and exist (a : 0618 | a = self.ProtectionCode)*

---

### **3.19. Enumerado «0001 - Administrative Sex»**

**Descripción:** Sexo.

**Literales:**

- Female
- Male
- Other
- Unknown
- Ambiguous
- Not applicable

### **3.20. Enumerado «0002 - Marital Status»**

**Descripción:** Estado civil.

**Literales:**

- Separated
- Divorced
- Married
- Single
- Widowed
- Common law
- Living together
- Domestic partner
- Registered domestic partner
- Legally Separated
- Annulled
- Interlocutory
- Unmarried
- Unknown
- Other
- Unreported

### **3.21. Enumerado «0003 - Event Type»**

**Descripción:** Tipo de evento.

**Literales:**

- A01
- A02
- A03
- A04
- A05
- A06
- (...)

**3.22. Enumerado «0005 - Race»**

**Descripción:** Raza.

**Literales:**

- American Indian or Alaska Native
- Asian
- Black or African American
- Native Hawaiian or Other Pacific Islander
- White
- Other Race

**3.23. Enumerado «0006 - Religion»**

**Descripción:** Afiliación religiosa.

**Literales:**

- Agnostic
- Atheist
- Baha'i
- Brethren
- Buddhist
- (...)

**3.24. Enumerado «0061 - Check Digit Scheme»**

**Descripción:** Esquema del dígito de control.

**Literales:**

- Bank Card Validation Number
- Check digit algorithm in the US National Provider Identifier
- ISO 7064: 1983
- Mod 10 algorithm

- Mod 11 algorithm

### **3.25. Enumerado «0062 - Event Reason»**

**Descripción:** Causa del evento.

**Literales:**

- Patient request
- Physician/health practitioner order
- Census management
- Other
- Unknown

### **3.26. Enumerado «0076 - Message Type»**

**Descripción:** Tipo de mensaje.

**Literales:**

- ACK
- ADR
- ADT
- BAR
- (...)

### **3.27. Enumerado «0103 - Processing ID»**

**Descripción:** Tipo de procesado.

**Literales:**

- Debugging
- Production
- Training

### **3.28. Enumerado «0104 - Version ID»**

**Descripción:** Versión.

**Literales:**

- 2.0

- 2.0D
- 2.1
- 2.2
- 2.3
- 2.3.1
- 2.4
- 2.5
- 2.5.1
- 2.6
- 2.7

### **3.29. Enumerado «0136 - Yes/no Indicator»**

**Descripción:** Indicador booleano.

**Literales:**

- Yes
- No

### **3.30. Enumerado «0155 - Accept/Application Acknowledgment Conditions»**

**Descripción:** Condiciones en las que se debe enviar un ACK como respuesta.

**Literales:**

- Always
- Never
- Error/reject conditions only
- Successful completion only

### **3.31. Enumerado «0171 - Citizenship»**

**Descripción:** Nacionalidad.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.32. Enumerado «0172 - Veterans Military Status»**

**Descripción:** Estado militar.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.33. Enumerado «0188 - Operator ID»**

**Descripción:** Identificadores de operadores.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.34. Enumerado «0189 - Ethnic Group»**

**Descripción:** Grupo étnico.

**Literales:**

- Hispanic or Latino
- Not Hispanic or Latino
- Unknown

### **3.35. Enumerado «0190 - Address Type»**

**Descripción:** Tipo de dirección.

**Literales:**

- Bad address
- Billing Address
- Birth (nee) (birth address, not otherwise specified)
- Birth delivery location
- (...)

### **3.36. Enumerado «0200 - Name Type»**

**Descripción:** Tipo de nombre.

**Literales:**

- Customary Name
- OfficialRegistryName
- TemporaryName
- NewbornName
- Assigned
- Pseudonym
- (...)

### **3.37. Enumerado «0201 - Telecommunication Use Code»**

**Descripción:** Código de uso de un número de telecomunicaciones.

**Literales:**

- Primary Residence Number
- Other Residence Number
- Work Number
- Vacation Home Number
- Answering Service Number
- Emergency Number
- Network (email) Address
- Beeper Number
- Personal

### **3.38. Enumerado «0202 - Telecommunication Equipment Type»**

**Descripción:** Tipo de equipamiento disponible para las telecomunicaciones.

**Literales:**

- Telephone
- Fax
- Modem
- Cellular or Mobile Phone
- Satellite Phone
- Beeper
- Internet Address
- X.400 email address
- Telecommunications Device for the Deaf
- Teletypewriter

### **3.39. Enumerado «0203 - Identifier Type»**

**Descripción:** Tipo de identificador.

**Literales:**

- Accession ID
- American Express
- American Medical Association Number
- (...)

### **3.40. Enumerado «0204 - Organizational Name Type»**

**Descripción:** Tipo de nombre.

**Literales:**

- Alias name
- Legal name
- Display name
- Stock exchange listing name

### **3.41. Enumerado «0207 - Processing Mode»**

**Descripción:** Modo de procesamiento.

**Literales:**

- Archive
- Restore from archive
- Initial load
- Current processing, transmitted at intervals (scheduled or on demand)
- Not present (the default, meaning current processing)

### **3.42. Enumerado «0211 - Alternate Character Sets»**

**Descripción:** Conjunto de caracteres alternativo.

**Literales:**

- ASCII
- 8859/1
- 8859/2
- 8859/3
- 8859/4
- 8859/5
- (...)

### **3.43. Enumerado «0288 - Census Tract»**

**Descripción:** Sección dentro del censo.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.44. Enumerado «0289 - County/Parish»**

**Descripción:** Condado.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.45. Enumerado «0296 - Primary Language»**

**Descripción:** Idioma.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.46. Enumerado «0297 - CN ID Source»**

**Descripción:** Origen de los identificadores.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.47. Enumerado «0300 - Namespace ID»**

**Descripción:** Identificador del conjunto de nombres.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.48. Enumerado «0301 - Universal ID Type»**

**Descripción:** Tipo de identificador universal.

**Literales:**

- DNS
- EUI64
- CLIA
- CLIP
- GUID
- (...)

### **3.49. Enumerado «0354 - Message Structure»**

**Descripción:** Estructura del mensaje.

**Literales:**

- ACK
- ADR\_A19
- ADT\_A01
- ADT\_A02
- (...)

**3.50. Enumerado «0356 - Alternate Character Set Handling Scheme»**

**Descripción:** Esquema del conjunto de caracteres alternativo.

**Literales:**

- ISO 2022-1994
- 2.3
- <null>

**3.51. Enumerado «0361 - Application»**

**Descripción:** Listado de aplicaciones disponibles para enviar o recibir mensajes.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

**3.52. Enumerado «0362 - Facility»**

**Descripción:** Listado de instalaciones disponibles para enviar o recibir mensajes.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

**3.53. Enumerado «0363 - Assigning Authority»**

**Descripción:** Listado de autoridades asignadoras.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

**3.54. Enumerado «0396 - Coding System»**

**Descripción:** Sistema de codificación.

**Literales:**

- Local general code
- American College of Radiology finding codes
- German Alpha-ID v2006
- (...)

**3.55. Enumerado «0399 - ISO-3166»**

**Descripción:** Idioma.

**Literales:**

- en
- es
- fr
- de
- (...)

**3.56. Enumerado «0429 - Production Class Code»**

**Descripción:** Tipo de código.

**Literales:**

- Breeding/genetic stock
- Dairy
- Draft
- Dual Purpose
- Layer, Includes Multiplier flocks
- Meat
- Other
- Pleasure
- Racing
- Show
- Not Applicable
- Unknown

**3.57. Enumerado «0444 - Name Assembly Order»**

**Descripción:** Orden de cada componente dentro de un nombre compuesto.

**Literales:**

- Prefix Given Middle Family Suffix
- Prefix Family Middle Given Suffix

### **3.58. Enumerado «0445 - Identity Reliability Code»**

**Descripción:** Fiabilidad de un código.

**Literales:**

- Unknown/Default Social Security Number
- Unknown/Default Date of Birth
- Unknown/Default Address
- Patient/Person Name is an Alias

### **3.59. Enumerado «0446 - Species Code»**

**Descripción:** Especie.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.60. Enumerado «0447 - Breed Code»**

**Descripción:** Raza.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.61. Enumerado «0448 - Name Context»**

**Descripción:** Contexto.

**Literales:** Tabla a definir por el usuario dependiendo del escenario en cuestión. No existe un listado de valores predefinidos.

### **3.62. Enumerado «0465 - Name/Address Representation»**

**Descripción:** Representación de nombres y direcciones.

**Literales:**

- Ideographic
- Alphabetic
- Phonetic

### **3.63. Enumerado «0616 - Address Expiration Reason»**

**Descripción:** Motivos por los cuales una dirección ha dejado de ser válida.

**Literales:**

- Moved
- Added in error
- On request
- Corrected

### **3.64. Enumerado «0617 - Address Usage»**

**Descripción:** Tipos de uso para una dirección.

**Literales:**

- Mailing
- Visit
- Classification

### **3.65. Enumerado «0618 - Protection Code»**

**Descripción:** Código de protección.

**Literales:**

- Listed
- Unlisted (Should not appear in directories)
- Unpublished

### **3.66. Enumerado «0868 - Telecommunication Expiration Reason»**

**Descripción:** Razón por la cual un teléfono de telecomunicaciones ya no es válido.

**Literales:**

- Moved
- Added in error
- On request
- Corrected
- No longer in service

### **3.67. Enumerado «0904 - Security Check Scheme»**

**Descripción:** Esquema del dígito de seguridad.

**Literales:**

- Bank Card Validation Number
- Credit Card Security code
- Version ID



# Anexo C. Manual de la Herramienta MoDHE Suite

En el Capítulo VII se detallaron los aspectos principales de la herramienta MoDHE Suite, incluyendo la sintaxis concreta realizada en base los metamodelos de MoDHE. Dicha herramienta ha sido implementada en C# utilizando como base la herramienta EA. Este Anexo describe el uso de esta herramienta.

La herramienta MoDHE Suite ofrece una interfaz gráfica de usuario integrada en la propia interfaz de EA, ofreciendo una herramienta versátil y flexible en cuanto a su uso. A continuación, se propone una metodología de trabajo para explicar el modo en el que la herramienta se debe utilizar.

## 1. Creando requisitos de información sanitarios

Al ejecutar la herramienta MoDHE Suite, nos encontramos la siguiente pantalla inicial de EA (Figura 53):

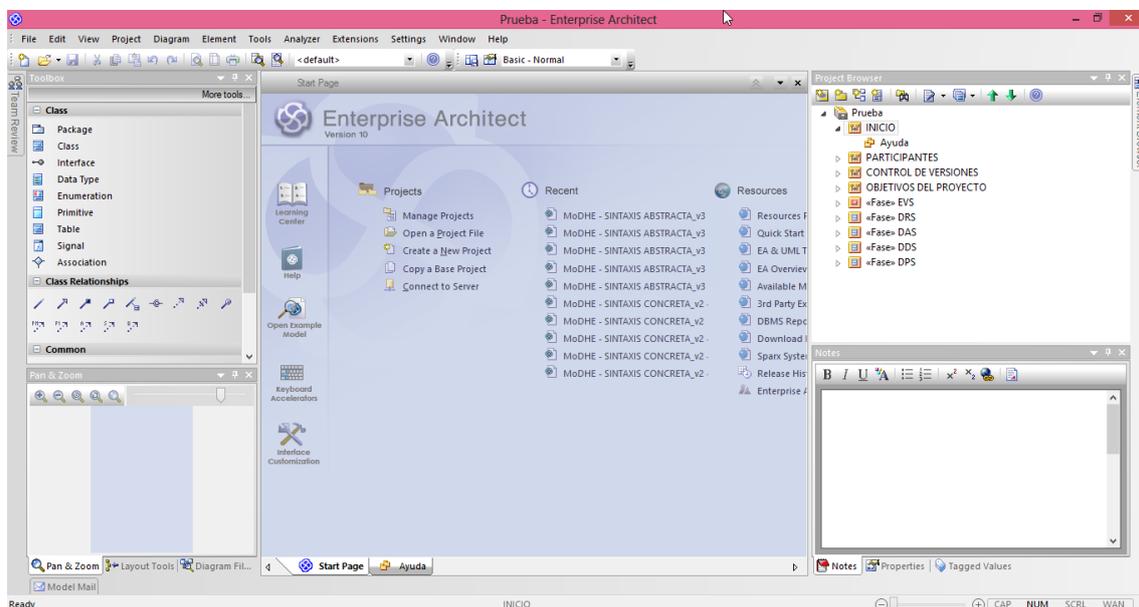
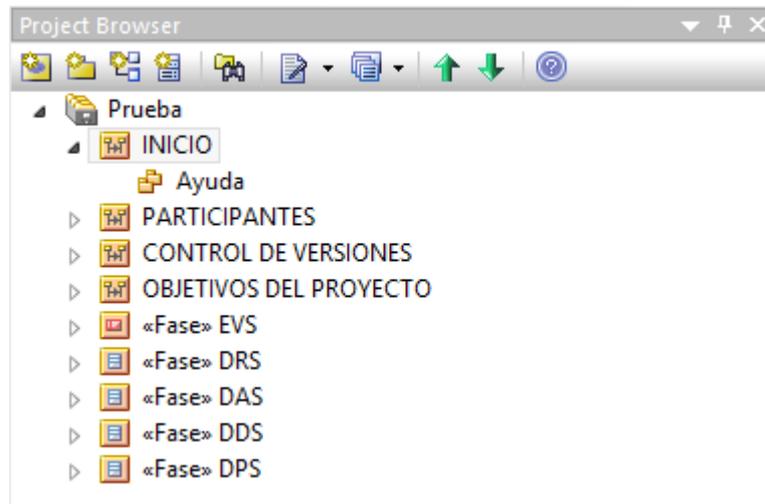


Figura 53. Manual de usuario MoDHE Suite. Pantalla inicial

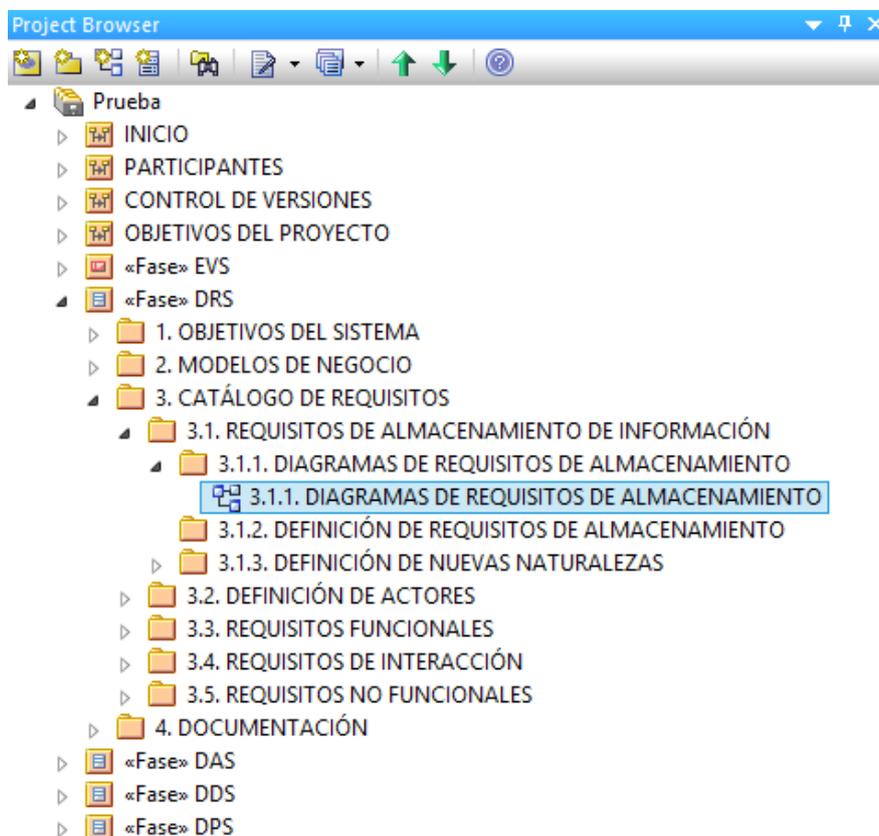
Cabe destacar el contenido de la ventana del navegador de proyecto (Figura 54).



**Figura 54.** Manual de usuario ModHE Suite. Navegador de proyecto

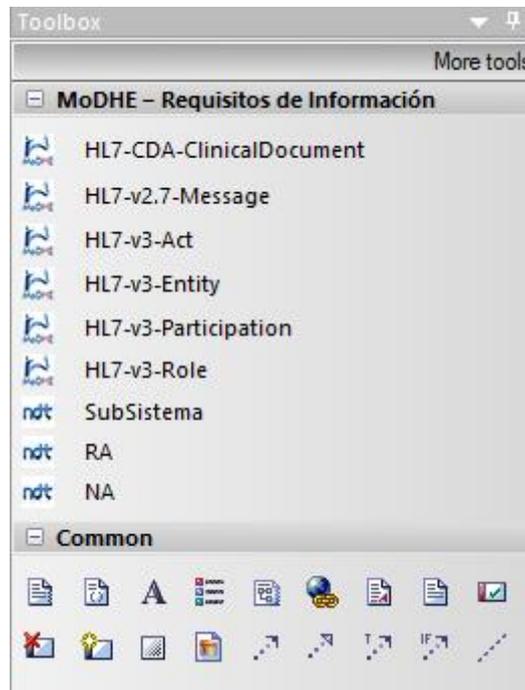
Por defecto aparece un sistema de carpetas con una estructura base que permite elaborar documentación de los proyectos software. Esta estructura inicial permite eliminar carpetas referentes a fases específicas del ciclo de vida del software, en el caso de que nos encontremos en un proyecto donde una fase en cuestión no aplique.

Para empezar a modelar requisitos de información sanitarios, debemos navegar dentro de la fase DRS hasta localizar el diagrama de requisitos de información (Figura 55).



**Figura 55.** Manual de usuario ModHE Suite. Diagrama de requisitos de información

Al abrir el diagrama “3.1.1 DIAGRAMAS DE REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO”, se habilita la paleta de herramientas correspondiente a los requisitos de información (Figura 56).



**Figura 56.** Manual de usuario ModHE Suite. Paleta

En esta paleta de herramientas, las opciones representadas con el icono de ModHE son requisitos sanitarios, y las opciones representadas con el icono de NDT, son requisitos aplicables a cualquier sistema software (sea sanitario o no). Estas últimas son heredadas de NDT-Suite.

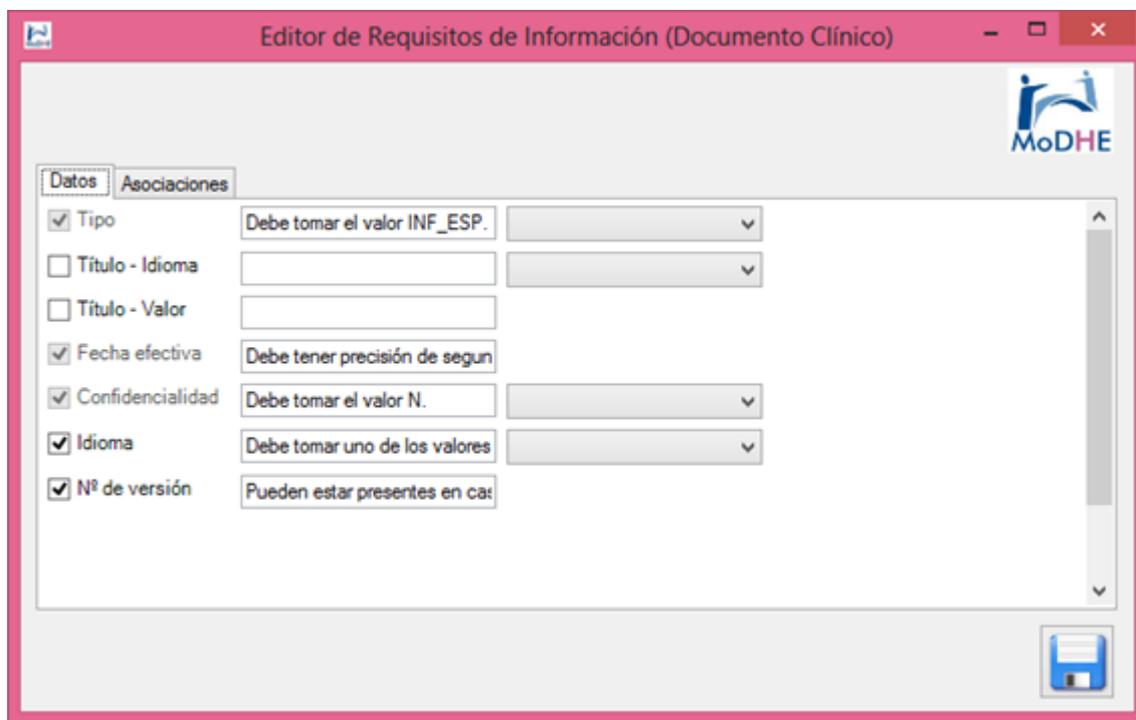
Llegados a este punto, debemos decidir si queremos trabajar con un estándar u otro. Si queremos diseñar un modelo conforme al estándar CDA de HL7, debemos utilizar la opción 'HL7-CDA-ClinicalDocument'. Si queremos diseñar un modelo conforme al estándar v2.x de HL7, debemos utilizar la opción 'HL7-v2.7-Message'. Si queremos diseñar un modelo conforme al estándar v3 de HL7, debemos utilizar una de las opciones 'HL7-v3-Act', 'HL7-v3-Entity', 'HL7-v3-Participation', 'HL7-v3-Role', dependiendo de si queremos modelar un acto, una entidad, una participación o un rol, respectivamente.

Para comenzar a diseñar el modelo en cuestión, debemos arrastrar el elemento elegido en la paleta, al diagrama que aparece inicialmente vacío en la parte central de la herramienta.

En este momento, se mostrará a primera pantalla para modelar el elemento raíz, y se iniciará un procedimiento guiado de creación de elementos, que tiene en cuenta la obligatoriedad y multiplicidad de cada elemento del estándar.

Como ejemplo, se muestra la creación de modelos en base al estándar CDA de HL7.

Al arrastrar la opción 'HL7-CDA-ClinicalDocument', la herramienta muestra la interfaz de usuario correspondiente al Editor de Requisitos de Información (Documento Clínico) (Figura 57).

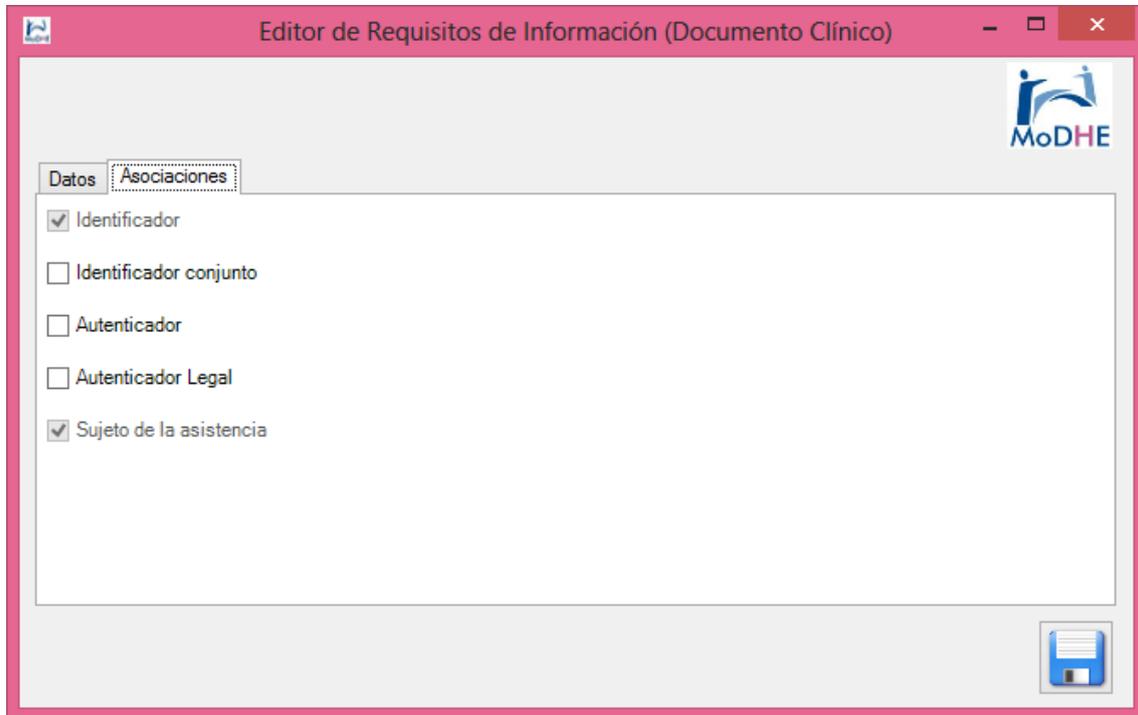


**Figura 57.** Manual de usuario MoDHE Suite. Editor de documentos clínicos. Datos

La primera pestaña del editor, muestra los campos disponibles para modelar el elemento en cuestión, en este caso el documento clínico. En este punto, para cada campo, el usuario tiene disponibles las siguientes opciones:

- El check que aparece a la izquierda del nombre del campo, permite al usuario decidir cuales campos desea incluir en su implementación específica del estándar, y cuáles no. Los campos obligatorios aparecen marcados por defecto, y desactivados para que el usuario no pueda desmarcarlos.
- A la derecha del nombre del campo, aparece un campo de texto donde el usuario puede indicar comentarios al campo, por ejemplo si debe tomar un valor en cuestión, u otras apreciaciones.
- Los campos para los cuales el estándar marca un listado de valores posibles, incluyen un desplegable a la derecha del campo de texto. Este listado solo es informativo, para que el usuario conozca el listado de valores definido por HL7 para un campo en cuestión, listado que debe incluirse en el modelo diseñado.

La siguiente figura (Figura 58) muestra la segunda pestaña de la ventana de edición de elementos:



**Figura 58.** Manual de usuario MoDHE Suite. Editor de documentos clínicos. Asociaciones

En esta segunda pestaña, se deben marcar las asociaciones que se quieren añadir en el modelo. Se pueden modelar 2 tipos de asociaciones:

- Elementos múltiples. En la primera pestaña del editor, aparecen los elementos que solo pueden aparecer una vez. En esta pestaña, aparecen los elementos que se pueden crear más de una vez (en el ejemplo de la Figura 58, Identificador e Identificador conjunto).
- Asociaciones con otros elementos. En esta segunda pestaña, aparecen las asociaciones con las que el elemento en cuestión debe o puede relacionarse (en el ejemplo de la Figura 58, Autenticador, Autenticador Legal y Sujeto de la asistencia).

Nuevamente, las asociaciones obligatorias según el estándar aparecen marcadas por defecto y desactivadas para que el usuario no pueda crear un modelo sin incluirlas.

Una vez detallados los elementos simples, elementos compuestos y asociaciones con otros elementos, el usuario debe pulsar el botón guardar (Figura 59).



**Figura 59.** Manual de usuario MoDHE Suite. Botón guardar

Una vez almacenada la información cumplimentada, la herramienta automáticamente activará los elementos relacionados a través de las asociaciones marcadas. En el ejemplo, tras guardar el elemento Documento Clínico, se mostrarán a disposición del usuario los editores de Identificador (Figura 60) y Sujeto de la Asistencia.



**Figura 60.** Manual de usuario MoDHE Suite. Editor de identificador

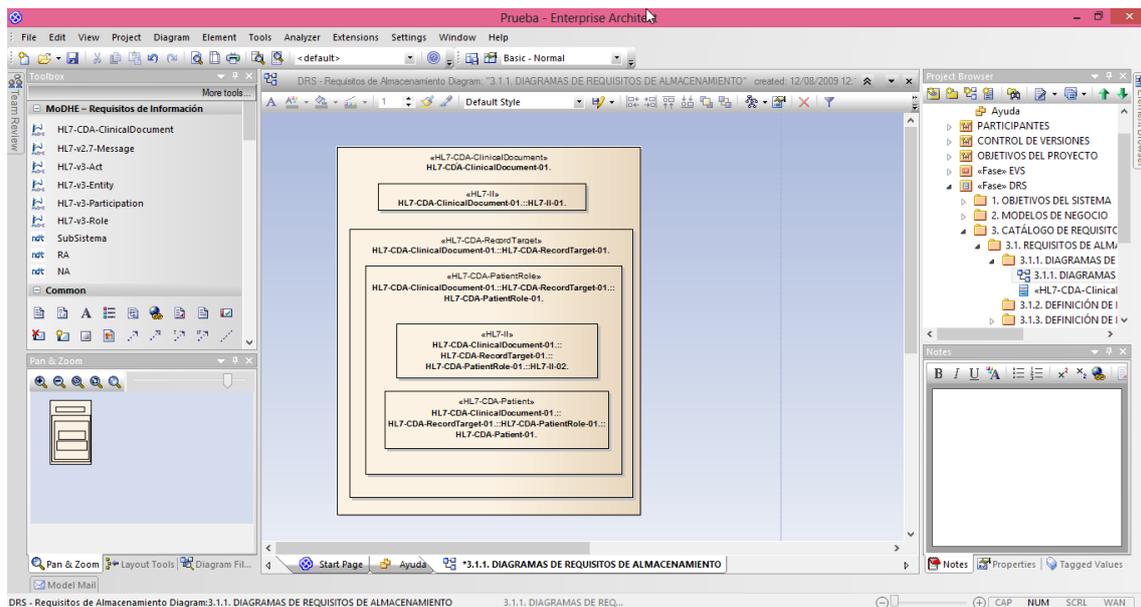
El editor de Sujeto de la Asistencia invoca el editor de Rol de paciente, y éste a su vez invoca el editor de Paciente (Figura 61).



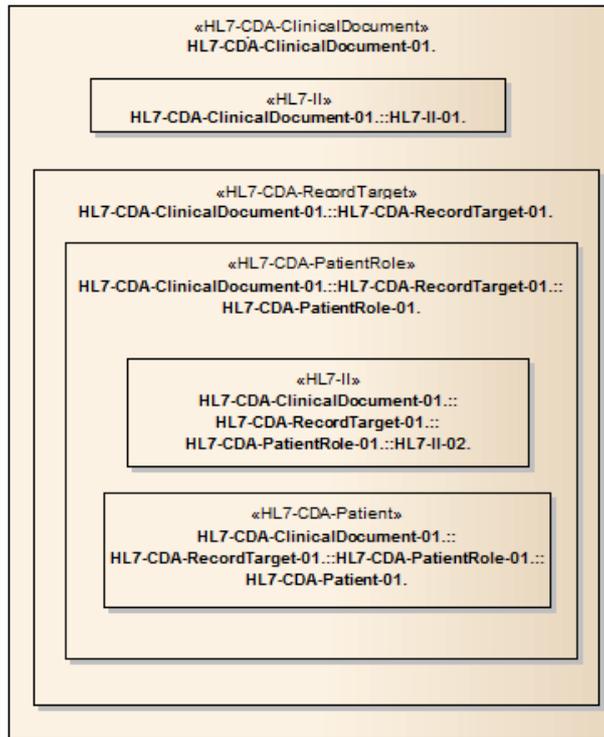
**Figura 61.** Manual de usuario MoDHE Suite. Editor de paciente

Todos los editores se utilizan del mismo modo. Si en algún editor no aparece la pestaña de campos, es porque el elemento en cuestión no tiene ningún campo a cumplimentar. Si en algún editor no aparece la pestaña de asociaciones, es porque el elemento en cuestión no presenta asociaciones.

En el diagrama de requisitos de información, al crear los elementos mencionados anteriormente, se irá creando una agrupación de elementos similar a la que muestran las siguientes figuras (Figura 62, Figura 63).



**Figura 62.** Manual de usuario MoDHE Suite. Diagrama de requisitos de información (i)

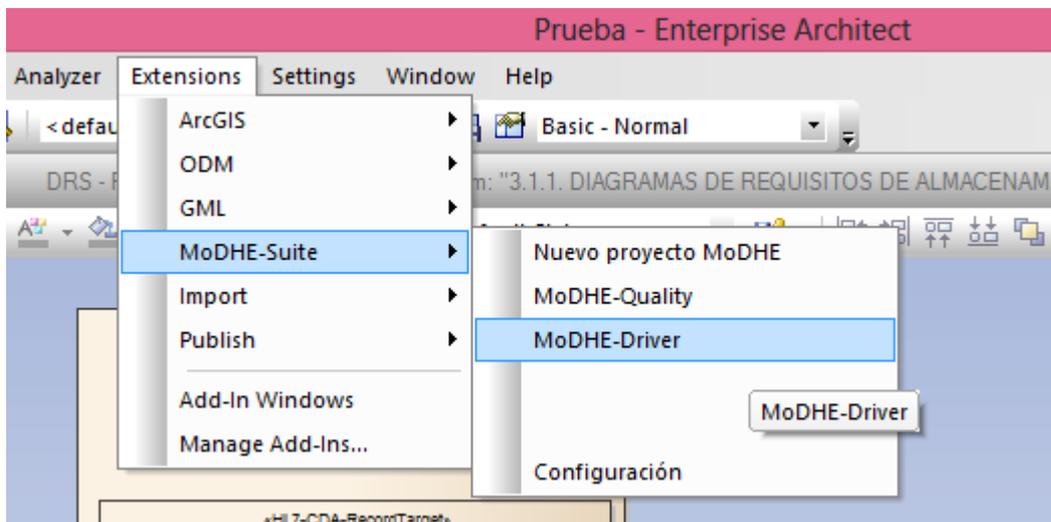


**Figura 63.** Manual de usuario MoDHE Suite. Diagrama de requisitos de información (ii)

## 2. Transformando modelos en base a un estándar de HL7, en modelos en base a otro estándar de HL7

Una vez modelado un conjunto de elementos en base a un estándar, se pueden ejecutar transformaciones automáticas para obtener unos modelos tomando como entrada los datos previamente especificados en otros modelos.

Para iniciar una transformación, se debe seleccionar la opción: 'Extensions > MoDHE-Suite > MoDHE-Driver' en la interfaz de EA (Figura 64).



**Figura 64.** Manual de usuario MoDHE Suite. Menú de transformaciones

Al pulsar la opción ModDHE-Driver, aparece la pantalla de configuración de transformaciones (Figura 65).



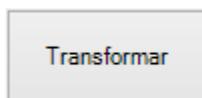
**Figura 65.** Manual de usuario ModDHE Suite. Configuración de transformaciones

Las transformaciones que aparecen bajo la etiqueta “ENTRE DIFERENTES FASES” son transformaciones heredadas de NDT-Suite. Las transformaciones que aparecen bajo la etiqueta “DENTRO DE LA FASE DE REQUISITOS” son transformaciones propias de ModDHE Suite. Encontramos 4 transformaciones propias de ModDHE Suite, entre diferentes modelos dentro de la fase de requisitos:

- HL7 CDA – HL7 v2.x. Esta transformación toma como entrada los modelos de HL7 CDA diseñados en el diagrama de requisitos de información, y genera nuevos modelos HL7 v2.x con la información contenida en los modelos HL7 CDA.
- HL7 v2.x – HL7 CDA. Esta transformación toma como entrada los modelos de HL7 v2.x diseñados en el diagrama de requisitos de información, y genera nuevos modelos HL7 CDA con la información contenida en los modelos HL7 v2.x.
- HL7 v3 – HL7 v2.x. Esta transformación toma como entrada los modelos de HL7 v3 diseñados en el diagrama de requisitos de información, y genera nuevos modelos HL7 v2.x con la información contenida en los modelos HL7 v3.
- HL7 v2.x – HL7 v3. Esta transformación toma como entrada los modelos de HL7 v2.x diseñados en el diagrama de requisitos de información, y genera nuevos modelos HL7 v3 con la información contenida en los modelos HL7 v2.x.

Como ejemplo, se muestra el modo de uso para el caso de la transformación HL7 CDA – HL7 v2.x.

Una vez seleccionada la opción 'HL7 CDA - HL7 v2.x' de la lista de posibles transformaciones, se debe pulsar el botón Transformar (Figura 66).



**Figura 66.** Manual de usuario MoDHE Suite. Botón para iniciar la transformación

Una vez la barra de progreso alcance el 100% (Figura 67), se podrán encontrar en el árbol los 4 elementos autogenerados junto con el documento clínico que el usuario había modelado manualmente (Figura 68).



**Figura 67.** Manual de usuario MoDHE Suite. Progreso de la transformación

- ▲ «HL7-CDA-ClinicalDocument» HL7-CDA-ClinicalDocument-01.
- ▲ «HL7-CDA-RecordTarget» HL7-CDA-RecordTarget-01.
  - ▲ «HL7-CDA-PatientRole» HL7-CDA-PatientRole-01.
    - «HL7-CDA-Patient» HL7-CDA-Patient-01.
    - «HL7-II» HL7-II-02.
    - «HL7-II» HL7-II-01.
- ▲ «HL7-v2.7-Message» Autogenerated\_HL7-v2.7-Message-01.
  - «HL7-v2.7-SegmentEVN» Autogenerated\_HL7-v2.7-SegmentEVN-01.
  - «HL7-v2.7-SegmentMSH» Autogenerated\_HL7-v2.7-SegmentMSH-01.
  - «HL7-v2.7-SegmentPID» Autogenerated\_HL7-v2.7-SegmentPID-01.

**Figura 68.** Manual de usuario MoDHE Suite. Elementos autogenerados

Al hacer doble click sobre el elemento SegmentPID, se puede observar cómo la información cumplimentada en el editor de pacientes (Figura 61) aparece automáticamente cumplimentada en el campo correspondiente (Figura 69).

Datos	
<input type="checkbox"/> Identificador de conjunto	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Lista de identificadores	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Nombre	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Nombre de soltera	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Fecha de nacimiento	Debe estar informado con prec
<input checked="" type="checkbox"/> Sexo	Debe pertenecer al vocabulari
<input type="checkbox"/> Raza	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Dirección	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Teléfono del domicilio	<input type="text"/>

**Figura 69.** Manual de usuario MoDHE Suite. Editor Segmento información del paciente

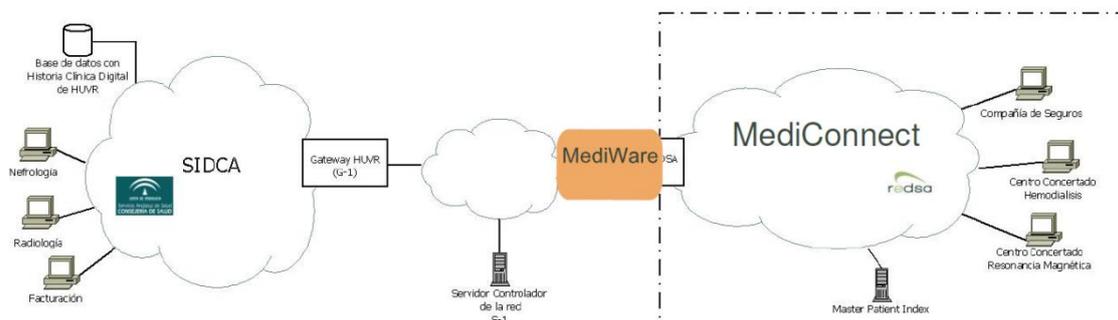


## Anexo D. Caso Práctico: Prevensalud

El proyecto Prevensalud tiene como objetivo principal la creación de un sistema inteligente de prevención de riesgos de salud a partir de historiales clínicos electrónicos distribuidos, a través de la creación de una red de interoperabilidad semántica entre diversos sistemas sanitarios, tanto públicos como privados.

Se trata de un proyecto que se llevó a cabo desde 2009 a 2011, liderado por la empresa REDSA, patrocinado por el Living Lab Salud de Andalucía y cofinanciado por la Corporación Tecnológica de Andalucía. El HUVR participó en el proyecto para llevar a cabo un piloto donde demostrar la funcionalidad y usabilidad de la tecnología. La herramienta estuvo funcionando en un entorno productivo hasta diciembre de 2014.

La siguiente figura (Figura 70) muestra la estructura general de la red de interoperabilidad semántica que diseñó e implementó el proyecto.



**Figura 70.** Escenario proyecto Prevensalud. Estructura general de la red de interoperabilidad

El proyecto cubría 3 casos de uso:

- Hemodiálisis. Interconexión con sistemas de centros concertados de hemodiálisis.
- Facturación a terceros. Interconexión con sistemas de compañías de seguros.
- Derivaciones de resonancias magnéticas. Interconexión con centros concertados de resonancias magnéticas.

De estos 3 casos de uso, por limitar el alcance del caso de prueba que se va utilizar para validar la herramienta ModHE Suite en la presente Tesis Doctoral, solo vamos a profundizar en el primero: Hemodiálisis.

En la Unidad de Nefrología del HUVR, y más específicamente en la atención a pacientes con necesidad de hemodiálisis, frecuentemente necesitan aplicar tratamientos para la

insuficiencia renal crónica. Debido a la alta demanda, en el caso de algunos pacientes el HUVR necesita derivar a centro concertados la aplicación de este tratamiento, dependiendo de las características del paciente en cuestión. Si el nefrólogo determina que el paciente puede continuar el tratamiento en un centro concertado, realiza un informe clínico de derivación y especifica la prescripción que se debe seguir aplicando al paciente en cuestión. De este modo, el paciente continúa su tratamiento en un centro externo al HUVR. En el caso de que aumentara la gravedad del paciente, si el nefrólogo así lo considera, el paciente podría volver a tratarse en el HUVR.

En este proceso, es necesario que mucha información navegue entre el HUVR y el centro concertado en cuestión:

- Informe de derivación. Informe que el nefrólogo cumplimenta cuando decide derivar al paciente a un centro concertado.
- Hoja de prescripción. Tratamiento que se debe administrar al paciente en el centro concertado.
- Hoja de sesión. Cada vez que el paciente reciba una sesión, el profesional sanitario deberá cumplimentar una hoja de sesión. Se podrán crear hojas de sesión tanto en el hospital como en el centro concertado.
- Pruebas complementarias. Todas las analíticas, radiografías, y otras pruebas complementarias, que se realicen al paciente tanto en el HUVR como en el centro concertado, deben compartirse con el otro sistema sanitario para que estén disponibles si algún día el paciente necesita recibir tratamiento en el otro centro.

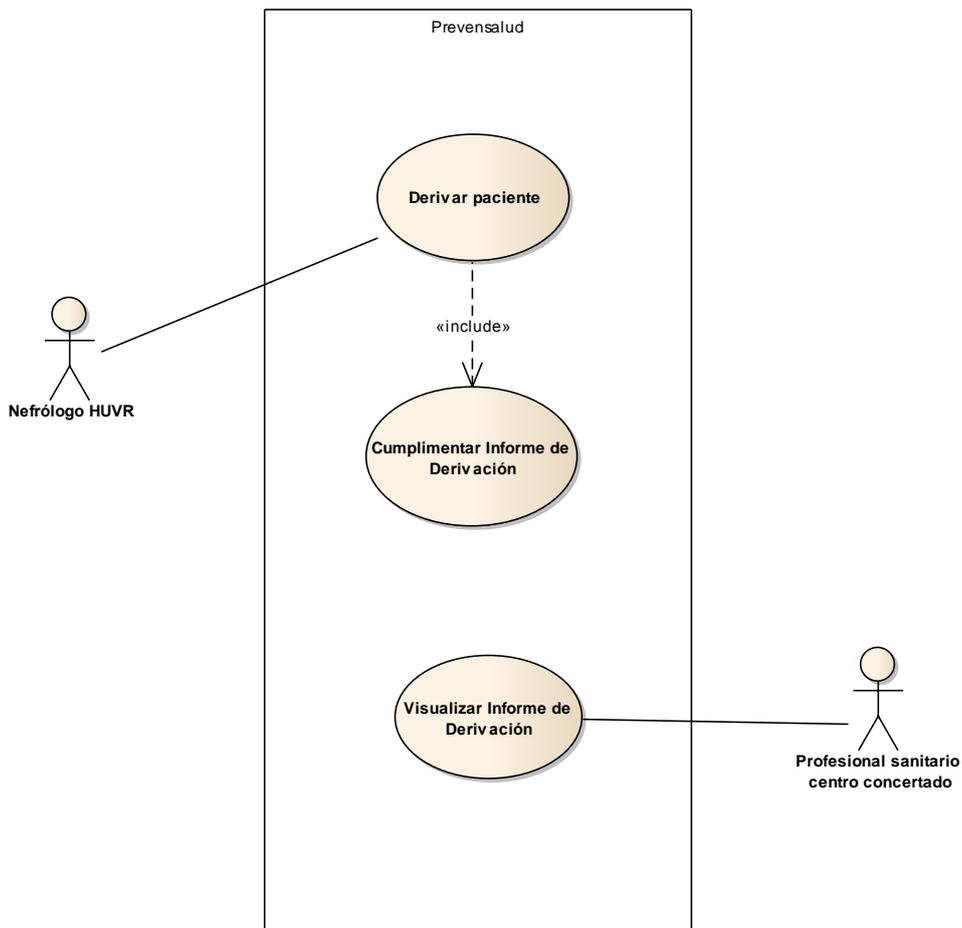
Para abarcar esta interoperabilidad, en el marco del proyecto se definió una guía de interoperabilidad CDA que define la estructura común de todo informe o documento clínico que use el formato CDA de HL7 y desee ser interoperable con los sistemas de Prevensalud. Esta guía define una primera parte común a todos los documentos que se intercambien en el marco del proyecto, y una segunda parte específica para los diferentes documentos (informe de derivación, hoja de prescripción, etc.) [Núñez-Benjumea *et al.* 2014] [Moreno *et al.* 2012].

En el marco de la presente Tesis Doctoral, se ha utilizado el Informe de derivación de Prevensalud como caso de prueba y validación de la herramienta MoDHE Suite. El apartado 1 del Capítulo VIII presenta el resultado de la validación de la herramienta MoDHE Suite haciendo uso de este caso práctico. La validación consistió en utilizar la herramienta MoDHE Suite para modelar los diagramas UML conformes a HL7 CDA del escenario hemodiálisis del proyecto Prevensalud, y comparar el resultado del uso de la herramienta con el modelo HL7 CDA que se implementó y puso en producción en el marco del proyecto.

A continuación se muestran los diagramas de clases, casos de uso y actividades solamente para el conjunto de información representado en el informe de derivación, así como algunas capturas de pantalla del sistema en producción. También se muestra el modelo HL7 CDA que se ha utilizado en el proyecto para intercambiar informes de derivación entre el HUVR y los centros concertados.

### 3. Diagramas de casos de uso

A continuación, la Figura 71 muestra los diagramas de casos de uso que representan el escenario del informe de derivación del proyecto Prevensalud.



**Figura 71.** Escenario proyecto Prevensalud. Diagrama de casos de uso

#### 4. Diagramas de clases

A continuación, la Figura 72 muestra los diagramas de clases que representan el escenario del informe de derivación del proyecto Prevensalud.

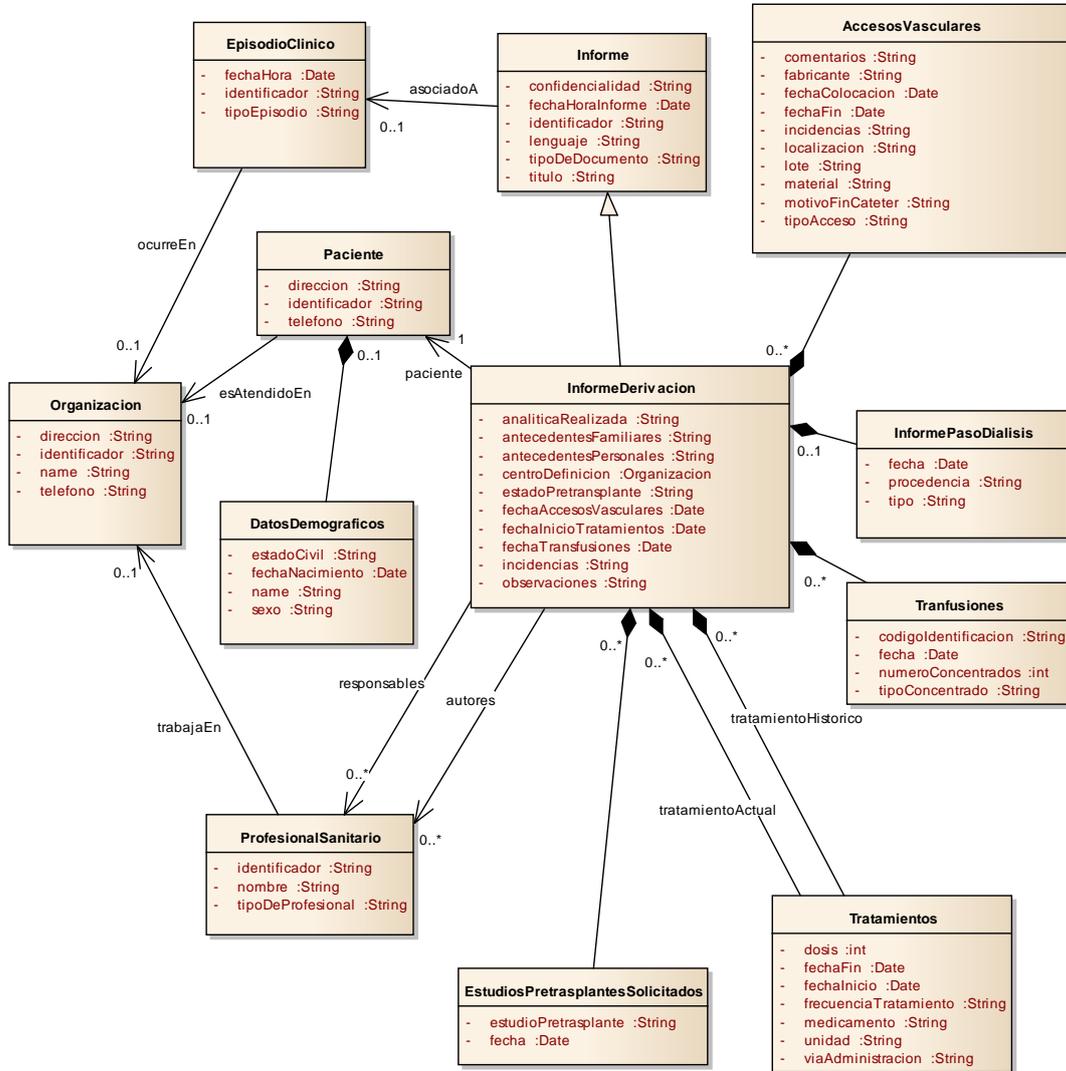
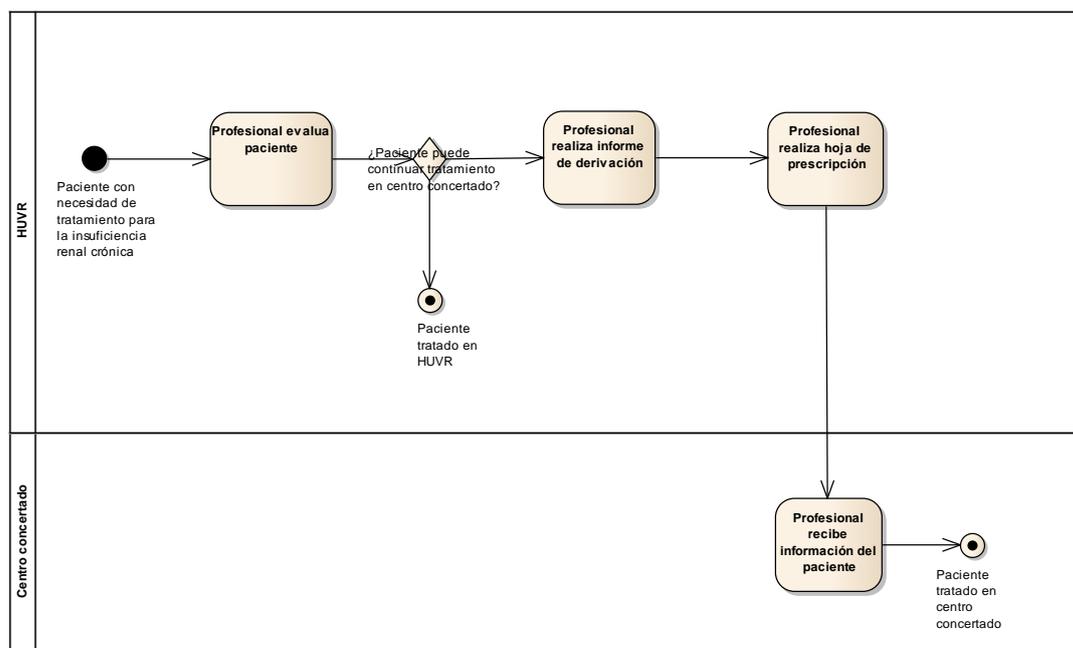


Figura 72. Escenario proyecto Prevensalud. Diagrama de clases

## 5. Diagramas de actividades

A continuación, la Figura 73 muestra los diagramas de actividades que representan el escenario del informe de derivación del proyecto Prevensalud.



**Figura 73.** Escenario proyecto Prevensalud. Diagrama de actividades

Se ha incluido la actividad “Profesional realiza hoja de prescripción” porque forma parte del flujo principal de actividades y, si se prescinde de él, el escenario queda incongruente (no tiene sentido una derivación sin que el Nefrólogo establezca la prescripción), pero sus casos de uso y clases no han sido recogidos en las anteriores figuras.

## 6. Capturas de pantalla del sistema en producción

A continuación, las siguientes figuras (Figura 74, Figura 75, Figura 76, Figura 77, Figura 78) muestran capturas de pantalla del sistema informático que utilizaban los médicos en el HUVR para cumplimentar el informe de derivación. En estas capturas se pueden identificar todos los elementos de información definidos en el diagrama de clases anteriormente expuesto (Figura 72).

Una vez el profesional cumplimenta el informe de derivación y lo guarda como definitivo, la información cumplimentada en dicho informe, se transforma en un documento CDA y se envía al centro concertado donde se va a continuar el tratamiento del paciente.



**Figura 74.** Plataforma donde el profesional cumplimenta los informes de derivación

- Datos Informe de Derivación
- Evolución del Paciente en Hemodiálisis
- Resumen de Historia Clínica
- Inicio Estudio Pretrasplante

Identificación del Paciente

Nombre:	<input type="text"/>	Primer apellido:	<input type="text"/>	Segundo apellido:	<input type="text"/>
Nuhsa:	<input type="text"/>	NIF:	<input type="text"/>	Fecha Nacimiento:	<input type="text"/>
Nuss:	<input type="text"/>	Teléfono:	<input type="text"/>	Sexo:	<input type="text"/>
Provincia:	<input type="text"/>	Localidad:	<input type="text"/>	Dirección:	<input type="text"/>
CP:	<input type="text"/>	Nº SICATA:	<input type="text"/>		

Datos Informe Derivación

Fecha Informe de Derivación:

---

Responsables del Informe de Derivación:

Listado de Responsables de Informe de Derivación: [Responsables Informes](#)  
No se han especificado Responsables

---

Autores del Informe de Derivación:

Listado de Autores de Informe de Derivación: [Autores Informes](#)  
No se han especificado Autores

---

Centro de Definición del Documento: Hospital Universitario Virgen del Rocío

---

Motivos del Traslado:

Listado de Motivos: [Motivos](#)  
No se han especificado Motivos de Traslado

---

Informe de Paso a Diálisis

Fecha Informe:  Tipo de Informe:

Procedencia:

---

Observaciones:

**GUARDAR PROVISIONAL** **GUARDAR DEFINITIVO**

Figura 75. Informe de derivación. Datos generales

ANDALUZ6 ANDALUZ6 ANDALUZ6

Historial del Paciente Estación Médica

Datos Informe de Derivación
  Evolución del Paciente en Hemodiálisis
  Resumen de Historia Clínica
  Inicio Estudio Pretrasplante

---

**Identificación del Paciente**

▫ Nombre:	▫ Primer apellido:	▫ Segundo apellido:
▫ Nuhsa:	▫ NIF:	▫ Fecha Nacimiento:
▫ Nuss:	▫ Teléfono:	▫ Sexo:
▫ Provincia:	▫ Localidad:	▫ Dirección:
▫ CP:	▫ N° SICATA:	

---

**Historia de Accesos Vasculares**

▫ Fecha Acceso:

Fecha Colocación	Tipo Acceso	Localización	Material	Fabricante	Lote	Motivo Fin Cateter	Fecha Fin	Comentarios	Incidencias
------------------	-------------	--------------	----------	------------	------	--------------------	-----------	-------------	-------------

---

**Historia de Transfusiones**

▫ Fecha Transfusión:

Fecha	Numero Concentrados	Tipo Concentrado	Código Identificación
-------	---------------------	------------------	-----------------------

---

**Historia de Tratamientos**

▫ Fecha Inicio Tratamiento:

Fecha Inicio	Fecha Fin	Medicamento	Dosis	Unidad	Frecuencia Tratamiento	Via Administración
--------------	-----------	-------------	-------	--------	------------------------	--------------------

**Figura 76.** Informe de derivación. Evolución del paciente en hemodiálisis

Historial del Paciente
Estación Médica

»»
Inicio Estudio Pretrasplante

**Identificación del Paciente**

<input type="checkbox"/> Nombre:	<input type="checkbox"/> Primer apellido:	<input type="checkbox"/> Segundo apellido:
<input type="checkbox"/> Nuhsa:	<input type="checkbox"/> NIF:	<input type="checkbox"/> Fecha Nacimiento:
<input type="checkbox"/> Nuss:	<input type="checkbox"/> Teléfono:	<input type="checkbox"/> Sexo:
<input type="checkbox"/> Provincia:	<input type="checkbox"/> Localidad:	<input type="checkbox"/> Dirección:
<input type="checkbox"/> CP:	<input type="checkbox"/> N° SICATA:	

**Antecedentes Familiares**

**Antecedentes Personales**

**Incidencias desde la Entrada en Diálisis**

Incidencias:

**Incidencias**  
 No se han especificado Incidencias

**Tratamiento Actual**

Fecha Inicio	Fecha Fin	Medicamento	Dosis	Unidad	Frecuencia Tratamiento	Vía Administración
--------------	-----------	-------------	-------	--------	------------------------	--------------------

**Analíticas Realizadas**

Fecha Inicio:  FILTRAR

Analítica: Seleccionar.. +

GUARDAR PROVISIONAL
GUARDAR DEFINITIVO

**Figura 77.** Informe de derivación. Resumen de Historia Clínica

ANDALUZ6 ANDALUZ6 ANDALUZ6

Historial del Paciente Estación Médica

Datos Informe de Derivación
  Evolución del Paciente en Hemodiálisis
  Resumen de Historia Clínica
  Inicio Estudio Pretrasplante

**Identificación del Paciente**

Nombre:	<input type="text"/>	Primer apellido:	<input type="text"/>	Segundo apellido:	<input type="text"/>
Nuhsa:	<input type="text"/>	NIF:	<input type="text"/>	Fecha Nacimiento:	<input type="text"/>
Nuss:	<input type="text"/>	Teléfono:	<input type="text"/>	Sexo:	<input type="text"/>
Provincia:	<input type="text"/>	Localidad:	<input type="text"/>	Dirección:	<input type="text"/>
CP:	<input type="text"/>	Nº SICATA:	<input type="text"/>		

Estado pretrasplante

**Estudios Pretrasplantes Solicitados**

Fecha Solicitud  Estudios pretrasplante

Fecha	Estudio Solicitado
No se han especificado Estudios	

**Figura 78.** Informe de derivación. Inicio estudio Pretrasplante

## 7. Modelo CDA utilizado en el proyecto

A continuación, las siguientes figuras (Figura 79, Figura 80) muestran el modelo HL7 CDA utilizado en el proyecto Prevensalud. Como cualquier modelo CDA, toma como modelo inicial el modelo completo<sup>50</sup> que define el estándar CDA de HL7, y le realiza restricciones o extensiones a través de una guía de implementación CDA definida en el marco del proyecto.

Las clases existentes en el modelo inicial de CDA pero no incluidas en el modelo (restringidas), se han eliminado del modelo. Los atributos existentes en el modelo inicial de CDA pero no incluidas en el modelo (restringidas), se han tachado del modelo.

<sup>50</sup>[http://www.vico.org/CDAR22005\\_HL7SP/infrastructure/cda/graphics/L-POCD\\_RM000040.gif](http://www.vico.org/CDAR22005_HL7SP/infrastructure/cda/graphics/L-POCD_RM000040.gif)



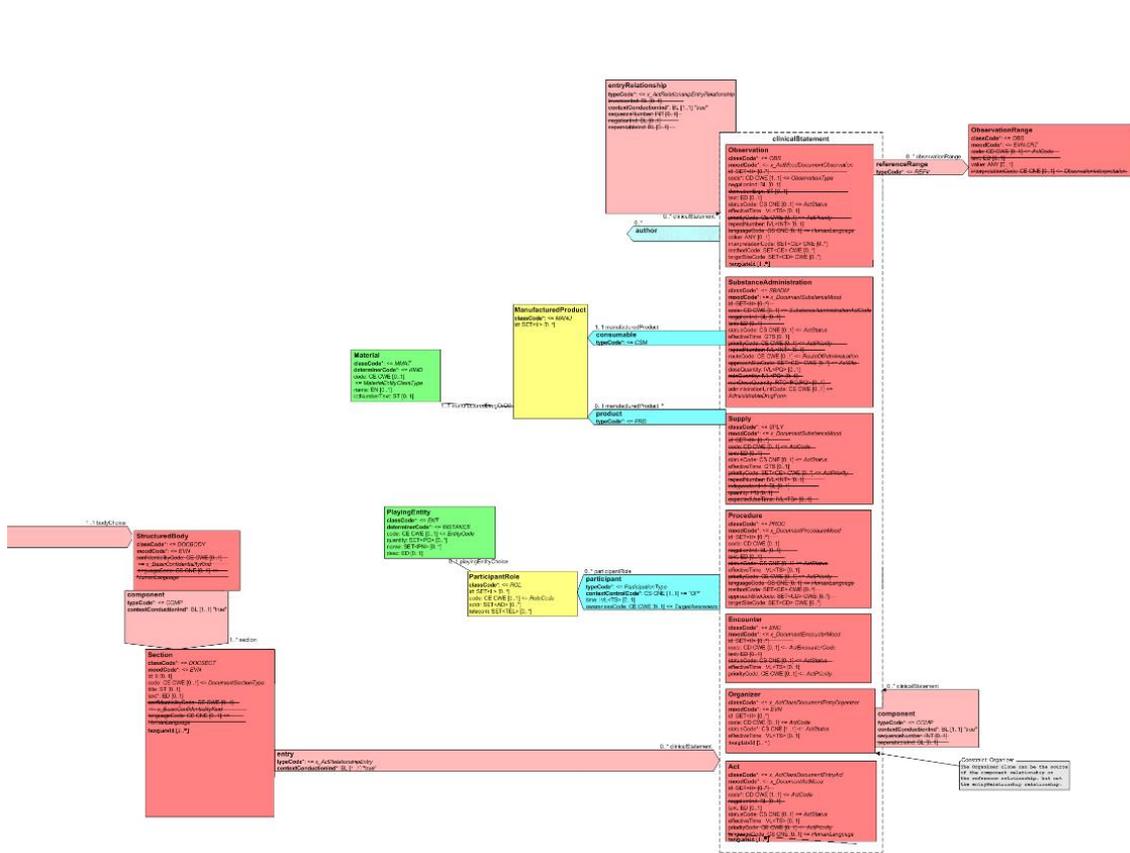


Figura 80. Modelo CDA de Prevensalud. Parte 2

## Anexo E. Actividad Investigadora

---

A continuación se presenta la actividad investigadora que ha realizado la doctoranda en los últimos 5 años, haciendo especial hincapié en las publicaciones y participación en proyectos de investigación, así como en certificaciones, realización de estancias de investigación, y participación en comités y cursos relacionados con la presente Tesis Doctoral.

### 1. Líneas de investigación

Ingeniería guiada por modelos, estándares en informática médica (HL7, IHE, ISO 13606, ISO 13940), ingeniería del software, telemedicina, eSalud, interoperabilidad semántica, herramientas de apoyo a la decisión clínica.

### 2. Estancias

Destino: Department of Biomedical Informatics, School of Medicine, University of Utah<sup>51</sup>

Trabajo a desarrollar: Familiarización y despliegue de la nueva generación de la herramienta OpenCDS<sup>52</sup>, incluyendo la migración de HL7 vMR a HL7 FHIR

Fecha: Del 13 al 28 de Octubre de 2016

Lugar: Salt Lake City, Utah, EEUU

---

<sup>51</sup> <http://medicine.utah.edu/dbmi/>

<sup>52</sup> <http://www.opencds.org/>

### 3. Publicaciones

#### 3.1. Capítulos de libro

Autores: Carlos L. Parra, **A. Martínez-García**, F. Jódar-Sánchez, A. Moreno-Conde and S. Leal

Título: Hospital Universitario Virgen del Rocío: Results in Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Multimorbidity and Headache Patients Scenarios

Capítulo: 4 Páginas, inicial: 64 final: 75 Fecha: Abril 2014

Editorial: INSTITUTO DE SALUD CARLOS III – MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Lugar de publicación: Madrid: Unidad de Investigación en Telemedicina y e-Salud – Instituto de Salud Carlos III

#### 3.2. Revistas

Autores (p.o. de firma): **A. Martínez-García**, J.A. García-García, M.J. Escalona, C.L. Parra-Calderón

Título: Working with the HL7 metamodel in a Model Driven Engineering context

Volumen: 57(2015) Páginas, inicial: 415 final: 424 Fecha: Octubre 2015

Lugar de publicación: Journal of Biomedical Informatics

Índice de impacto: 2.126

Autores (p.o. de firma): **Alicia Martínez-García**, Carlos Luís Parra Calderón

Título: Perfil de integración de IHE para movilidad: Mobile access to Health Documents

Volumen: 110 Páginas, inicial: 14 final: 17 Fecha: Abril 2015

Lugar de publicación: Revista Informática y Salud (I+S) de la Sociedad Española de Informática y Salud (SEIS)

Autores (p.o. de firma): **Alicia Martínez-García**, Jordi Gabaldá i Azofra, Ana Moraga Ferreira

Título: CONTRATACIÓN EFECTIVA A TRAVÉS DEL DIÁLOGO COMPETITIVO

Volumen: 108 Páginas, inicial: 18 final: 20 Fecha: Diciembre 2014

Lugar de publicación: Revista Informática y Salud (I+S) de la Sociedad Española de Informática y Salud (SEIS)

Autores: **Alicia Martínez-García**, Carlos Luís Parra Calderón

Título: Experiencia del CTN 139 de AENOR en la revisión de la norma ISO 13940 "CONTSYS"

Volumen: 107 Páginas, inicial: 7 final: 9 Fecha: Octubre 2014

Lugar de publicación: Revista Informática y Salud (I+S) de la Sociedad Española de Informática y Salud (SEIS)

Autores (p.o. de firma): **Alicia Martínez-García**, Alberto Moreno, Francisco Jódar-Sánchez, Sandra Leal, Carlos Parra

Título: Sharing clinical decisions for multimorbidity case management using social network and open-source tools

Volumen: 46(6) Páginas, inicial: 977 final: 984 Fecha: Diciembre 2013

Lugar de publicación: Journal of Biomedical Informatic

Índice de impacto: 2.131

Autores (p.o. de firma): R. González-Otal J. L. López C. L. Parra, **A. Martínez**, V. Suarez, J. Peinado, A. Moreno, M. J. Ortiz

Título: Estudio preliminar sobre extracción automática del tamaño tumoral para la estadificación del cáncer de mama a partir de texto libre de informes clínicos

Volumen: 26 (2) Páginas, inicial: 41 final: 46 Fecha: Marzo 2013

Lugar de publicación: Revista de Senología y Patología Mamaria

#### **4. Contribuciones a congresos**

##### **4.1. Ponencias**

Título: Proyectos de innovación del Grupo de Innovación Tecnológica

Jornadas: ADAE, Acortando Distancias entre Alumnos y Empresas<sup>53</sup>

Lugar celebración: Sevilla, España

Fecha: 25 de noviembre de 2016

Título: Introducción a los Estándares de Referencia en Informática Sanitaria: HL7 CDA, mensajería HL7 y CONTSYS

Asignatura: Proyectos en Informática Clínica de cuarto curso, en la Mención de Informática Clínica del Grado de Ingeniería de la Salud.

Lugar celebración: Sevilla, España

Fechas: 26 de marzo de 2015, 1 de abril de 2016

---

<sup>53</sup> <http://iwt2.org/jornadas-adae/>

Título: ISO 13940 (ContSys)

Jornada Técnica: Interoperabilidad, la base para una atención integrada del paciente crónico

Lugar celebración: Sevilla, España

Fecha: 20 de marzo de 2013

#### **4.2. Congresos internacionales / europeos**

Autores: Santiago Rodríguez-Suarez, **Alicia Martínez-García**, Salvador García-Morillo, Georgia Karanasiou, Yorgos Goletsis, Dimitris Fotiadis, Carlos Luís Parra Calderón

Título: Prospective data gathering to set-up a knowledge management system to target adherence and management of Heart Failure (HF) patients

Tipo de participación: Póster

Congreso: 15th European Congress of Internal Medicine

Lugar celebración: Amsterdam, Países bajos

Fecha: 2 al 3 de septiembre de 2016

Autores: **Alicia Martínez-García**, Salvador García Morillo, Santiago Rodriguez Suarez, Georgia Karanasiou, Dimitris Fotiadis, Roger Fuoco, Wolfram Miekisch, Carlos Luís Parra Calderón

Título: Proyecto HEARTEN: ecosistema mHealth para pacientes con Insuficiencia Cardíaca Crónica

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: SALUD CONECTADA: II Congreso Iberoamericano de Telesalud y Telemedicina, XIII Reunión del Foro de Telemedicina de la SEIS, XII Reunión del Fórum Ibérico de Telemedicina

Lugar celebración: Sevilla, España

Fecha: 23 al 25 de noviembre de 2015

Autores: **Alicia Martínez-García**, María Asunción Martínez Brocca, Francisco Jódar Sánchez, Raquel Guerrero Vázquez, Carlos Luís Parra Calderón

Título: Plataforma de Atención Telemática en Movilidad del Paciente con Diabetes Mellitus Tipo 1

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: SALUD CONECTADA: II Congreso Iberoamericano de Telesalud y Telemedicina, XIII Reunión del Foro de Telemedicina de la SEIS, XII Reunión del Fórum Ibérico de Telemedicina

Lugar celebración: Sevilla, España

Fecha: 23 al 25 de noviembre de 2015

Autores: Georgia S. Karanasiou, Fanis G. Kalatzis, Evanthia E. Tripoliti, Abdelhamid Errachid, Maria Giovanna Trivella, Roger Fuoco, Fabio Di Francesco, **Alicia Martínez-García**, Carlos Luís Parra-Calderón, Jochen K Schubert, Wolfram Miekisch, Joan R. Bausells, Themis P. Exarchos, Dimitrios I. Fotiadis

Título: A preliminary presentation of a mobile co-operative platform for Heart Failure self-management

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: 15th IEEE International Conference on Bioinformatics & Bioengineering

Lugar celebración: Belgrado, Serbia

Fecha: 2 al 4 de noviembre de 2015

Autores: Julián Alberto García García, María José Escalona Cuaresma, **Alicia Martínez-García**, Carlos Parra, Tomasz Wojdyński

Título: Clinical Process Management: A model-driven & tool-based proposal

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: 24th International Conference on Information Systems Development

Lugar celebración: China

Fecha: 25 al 27 de agosto de 2015

Autores: E Murillo Espejo, MC González Oria, MM Sánchez Calle, **A Martínez García**, F Núñez Benjumea, D Jiménez Hernández

Título: EHMTI-0391. Use of telemedicine in the management of headache: a new tool between general practitioners and neurologists

Tipo de participación: Póster

Congreso: EHMTIC 2014: 4th European Headache and Migraine Trust International Congress

Publicación: The Journal of Headache and Pain, 2014;15(Suppl 1):J9.

Lugar celebración: Copenhagen, Denmark

Fecha: 18-21 September 2014

Autores: J. Moreno Conde, J.L. Lopez Guerra, A. Moreno Conde, C.L. Parra Calderon, **A. Martínez García**, F. Nuñez Benjumea, M.J. Ortiz Gordillo

Título: Infrastructure to integrate translational research into clinical decision making for patients with lung cancer.

Tipo de participación: Póster

Congreso: 3rd European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) Forum

Publicación: Journal of the European Society for Radiotherapy and Oncology, 2015;115(1):S633.

Lugar celebración: Barcelona, España

Fecha: 24 al 28 de abril de 2015

Autores: **Alicia MARTÍNEZ-GARCÍA**, María José ESCALONA, Julián Alberto GARCÍA-GARCÍA, Gustavo ARAGÓN, Alberto MORENO-CONDE and Carlos PARRA

Título: Using Model-Driven Engineering and Health Standards for Improving Healthcare Processes Management

Tipo de participación: Póster

Congreso: 26th Medical Informatic Europe Conference, MIE2015

Publicación: Studies in health technology and informatics, 2015;210:986-986.

Lugar celebración: Madrid, España

Fecha: Del 27 al 29 de mayo 2015

Autores: Germán-Antonio ESCOBAR-RODRÍGUEZ, **Alicia MARTÍNEZ-GARCÍA**, Patricia BONACHELA-SOLAS, Antonio FORNELINO-DÍEZ and Carlos-Luis PARRA-CALDERÓN.  
Título: Process Management Tool for Planning Surgical Activity

Tipo de participación: Póster

Congreso: 26th Medical Informatics Europe Conference, MIE2015

Publicación: Studies in health technology and informatics, 2015;210:1033.

Lugar celebración: Madrid, España

Fecha: Del 27 al 29 de mayo 2015

Autores: Alba GARCIA-JIMENEZ, Alberto MORENO-CONDE, **Alicia MARTÍNEZ-GARCÍA**, Ignacio MARÍN-LEÓN, Francisco Javier MEDRANO-ORTEGA and Carlos L. PARRA-CALDERÓN

Título: Clinical Decision Support using a Terminology Server to improve Patient Safety

Tipo de participación: Comunicación Oral

Congreso: 26th Medical Informatics Europe Conference, MIE2015

Publicación: Studies in health technology and informatics. 2015; 210:150-4.

Lugar celebración: Madrid, España

Fecha: Del 27 al 29 de mayo 2015

Autores: **Alicia Martínez García**, María Asunción Martínez Brocca, Alfonso Soto Moreno, Raquel Guerrero Vázquez, Francisco Jodar Sánchez, Carlos Luis Parra Calderón

Título: Development and Assessment of a Telematic Platform for Diabetic Patients Care Delivery

Tipo de participación: Póster

Congreso: Medicine 2.0: Social Media, Mobile Apps, and Internet/Web 2.0 in Health, Medicine and Biomedical Research

Lugar celebración: Málaga, España.

Fecha: 9 al 10 de octubre de 2014

Autores: FJ Núñez Benjumea, A Moreno Conde, F Jódar Sánchez, **A Martínez García**, C Parra

Título: Improving Integrated Care in Chronic Kidney Failure Patients with a Standard-Based Interoperability Framework

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: 25th European Medical Informatics Conference

Publicación: Stud Health Technol Inform. Volume 205, Pages 617-621. 2014.

Lugar celebración: Estambul, Turquía.

Fecha: 30 de agosto al 3 de septiembre de 2014

Autores: S. Tortajada, J.L. Lopez Guerra, D. Palacios, A. Pérez-González, J.M. García-Gómez, R. González Otal, C.L. Parra Calderón, **A. Martínez García**, A. Moreno Conde, M.J. Ortiz Gordillo

Título: Naïve Bayes Models for Predicting the Risk of Loco-regional Relapse in Breast Cancer Patients.

Tipo de participación: Póster

Congreso: Congreso de la European Society for Radiotherapy & Oncology (ESTRO).

Publicación: Radiotherapy and Oncology

Lugar celebración: Austria, Viena.

Fecha: 4 al 8 de abril de 2014.

Autores: D. Palacios, J.L. Lopez Guerra, S. Tortajada, E. Casitas, A. Pérez-González, R. González Otal, **A. Martínez**, A. Moreno, C.L. Parra Calderon, M.J. Ortiz Gordillo

Título: A clinical decision support system for breast cancer treatment planning.

Tipo de participación: Póster

Congreso: Congreso de la European Society for Radiotherapy & Oncology (ESTRO)

Publicación: Radiotherapy and Oncology

Lugar celebración: Austria, Viena.

Fecha: 4 al 8 de abril de 2014.

Autores: **A. Martínez-García**, M.J. Escalona and C.L. Parra-Calderón

Título: Connecting HL7 with software analysis. A model-based approach

Tipo de participación: Póster

Congreso: XIII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing

Lugar celebración: Sevilla

Fecha: 25 al 28 de septiembre de 2013

Autores: J. L. López Guerra, R. González Otal, C. L. Parra Calderón, **A. Martínez García**, V. Suarez Gironzini, J. Peinado Serrano, A. Moreno Conde, E. Rivin y M. J. Ortiz Gordillo

Título: Application of artificial intelligence for breast cancer classification before adjuvant radiation therapy

Tipo de participación: Póster

Congreso: 2nd ESTRO Forum

Lugar celebración: Geneva

Fecha: 19 al 23 de abril de 2013

Autores: R. González Otal, J. L. López Guerra, C. L. Parra Calderón, **A. Martínez García**, V. Suarez Gironzini, J. Peinado Serrano, A. Moreno Conde, J. M. Praena-Fernandez and M. J. Ortiz Gordillo

Título: Breast Cancer Size Determination Using Automated Data Algorithms

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: EFMI SpecialTopicConference: Data and Knowledgefor Medical DecisionSupport

Lugar celebración: Praga

Fecha: Abril de 2013

Autores: R. González Otal, J. L. López Guerra, C. L. Parra Calderón, **A. Martínez García**, V. Suarez Gironzini, J. Peinado Serrano, A. Moreno Conde y M. J. Ortiz Gordillo

Título: Application of Artificial Intelligence in Tumors Sizing Classification for Breast Cancer

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: International Work-ConferenceonBioinformatics and BiomedicalEngineering

Lugar celebración: Granada

Fecha: Marzo de 2013

Autores: J. Galindo-Ocaña, S. García-Morillo, **A. Martínez-García**, F. Jódar, R. Solís-López, C. Aguilera-González, A. Fernández-López, M. Ollero-Baturone

Título: Telemonitoring in Patients with Advanced Heart Failure. Health@Home Extension Study Preliminary Data

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: 11TH Congress of the European Federation of Internal Medicine, XXXIII National Congress of Spanish Society of Internal Medicine

Lugar celebración: Madrid

Fecha: Octubre de 2012

Autores: A. Moreno, **A. Martínez**, F. Nuñez, C. Parra

Título: Testing a New CDA Development Strategy in a Standardized Infrastructure for Continuity of Care in Chronic Kidney Disease Patients

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: International HL7 Interoperability Conference

Publicación: European Journal of Biomedical Informatics, volume 8, no 3, pages 31-36 (2012).

Lugar celebración: Vienna      Fecha: Septiembre de 2012

Autores: **Alicia Martínez García**, Alberto Moreno Conde, Carlos Parra Calderón, Francisco Javier Galindo Ocaña, Manuel Ollero Baturone

Título: Clinical Wall applied for Polypathological Patient Care

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: eTELEMED 2012: The Fourth International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine

Lugar celebración: Valencia, Spain

Fecha: 30 de enero al 4 de febrero de 2012

### **4.3. Congresos nacionales / autonómicos**

Autores: Carlos Luís Parra Calderón, **Alicia Martínez-García**, María José García Lozano, Francisco Núñez Benjumea, Bosco Barón Franco, Lourdes Moreno Gaviño, Jose María de la Higuera, Manuel Ollero Baturone

Título: PITeS-TIiSS: Soporte a la Decisión Personalizada al Paciente Crónico Complejo

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: VIII Congreso Nacional de Atención Sanitaria al Paciente Crónico

Lugar celebración: Madrid, España

Fecha: 7 al 8 de abril de 2016

Autores: Germán Antonio Escobar Rodríguez, Pilar Osborne Sánchez-Arjona, **Alicia Martínez García**, Carlos Luis Parra Calderón

Título: Correspondencia entre el proceso asistencial integrado y la ISO/DIS 13940 de continuidad asistencial

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XIX Congreso Nacional de Informática de la Salud

Lugar celebración: Madrid, España

Fecha: 8 al 10 de marzo de 2016

Autores: J. Moreno Conde, C. L. Parra Calderón, B. David Delgado León, **A. Martínez García**, A. Moreno Conde, F. Núñez Benjumea, J. L. López Guerra

Título: Sistema de soporte a la decisión para Oncología Neumológica (S31)

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: IV Reunión de la Plataforma Tecnológica para la Innovación en Salud

Lugar celebración: Sevilla, España

Fecha: 25 al 26 de noviembre de 2015

Autores: Francisco José Núñez Benjumea, **Alicia Martínez García**, Alberto Moreno Conde, Jesús Moreno Conde, Carlos L. Parra Calderón

Título: Plataforma ITC-Bio: Infraestructura de apoyo a la investigación traslacional y clínica

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: IV Reunión de la Plataforma Tecnológica para la Innovación en Salud

Lugar celebración: Sevilla, España

Fecha: 25 al 26 de noviembre de 2015

Autores: S. García Morillo, **A. Martínez-García**, S. Rodriguez Suarez, G. Karanasiou, D. Fotiadis, R. Fuoco, W. Miekisch, M. Sideri

Título: ANÁLISIS DE LOS REQUISITOS FUNCIONALES PARA EL DESARROLLO DE UN ENTORNO M-HEALTH EN LA ATENCIÓN DE PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA. PROYECTO HEARTEN

Tipo de participación: Póster

Congreso: XXXVI Congreso Nacional de la Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI)

Lugar celebración: Sevilla, España

Fecha: 11 al 13 de noviembre de 2015

Autores: José Luis López Guerra, David Blas Delgado León, Jesús Moreno Conde, Alberto Moreno Conde, Carlos Luis Parra Calderón, **Alicia Martínez García** y María José Ortiz Gordillo

Título: PROYECTO S31: UNA HERRAMIENTA INNOVADORA QUE CONTRIBUYE AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS BÁSICAS EN INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA CLÍNICA ONCOLÓGICA

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XII FORO INTERNACIONAL SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN Y DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Lugar celebración: Sevilla. España

Fecha: 9 al 11 de julio de 2015

Autores: J. Moreno; J.L. López; A. Moreno; **A. Martínez**; F. Núñez; C. L. Parra; M, Ortiz

Título: Semantic Support System for Lung Cancer Management

Tipo de participación: Póster

Congreso: XVIII congreso de SEOR

Lugar celebración: Valencia, España

Fecha: 4 al 6 de junio de 2015

Autores: Raquel Guerrero Vázquez, **Alicia Martínez-García**, Francisco Jódar Sánchez, Mónica Enríquez Macías, Carmen Ruiz Trillo, Carlos Parra Calderón, María Asunción Martínez Brocca

Título: DISEÑO, IMPLANTACIÓN Y VALIDACIÓN CLÍNICA DE UNA PLATAFORMA DE ATENCIÓN TELEMÁTICA PARA PACIENTES CON DIABETES MELLITUS 1 (E-SALUD-DIABETES): RESULTADOS DEL ESTUDIO PILOTO

Tipo de participación: Póster

Congreso: XXVI Congreso Nacional de la Sociedad Española de Diabetes

Lugar celebración: Valencia, España

Fecha: 15 al 17 de abril de 2015

Autores: Jacinto Mata Vázquez, Noa Patricia Cruz Díaz, Juan Luis Domínguez Olmedo, Victoria Pachón Álvarez, Manuel de la Villa Cordero, Alberto Moreno Conde, **Alicia Martínez García**, Carlos Luis Parra Calderón

Título: BIDAMIR: BIomedical DAta Mining and Information Retrieval

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XVIII Congreso Nacional de Informática de la Salud, INFORSALUD 2015

Lugar celebración: Madrid, España

Fecha: 16 al 18 de febrero de 2015

Autores: J. Moreno Conde, J.L. López Guerra, A. Moreno Conde, **A. Martínez García**, F. Núñez Benjumea, M, Ortiz Gordillo, C. L. Parra Calderón

Título: Ayuda a la toma de decisiones mediante la integración de resultados de investigación traslacional

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XVIII Congreso Nacional de Informática de la Salud, INFORSALUD 2015

Lugar celebración: Madrid, España

Fecha: 16 al 18 de febrero de 2015

Autores: J. Moreno Conde, J.L. López Guerra, A. Moreno Conde, C. L. Parra Calderón, **A. Martínez García**, M, Ortiz Gordillo

Título: INFRAESTRUCTURA PARA LA INTEGRACION DE LA INVESTIGACION TRASLACIONAL EN LAS DECISIONES CLINICAS EN EL CÁNCER DE PULMÓN

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XIX CONGRESO DE LA SOCIEDAD ANDALUZA DE CANCEROLOGÍA

Lugar celebración: Granada, España

Fecha: 13 al 14 de noviembre de 2014

Autores: R. De Haro –Piedra, J.L. López Guerra, A. Moreno Conde, C. L. Parra Calderón, **A. Martínez García**, M, Ortiz Gordillo

Título: HERRAMIENTA INFORMATICA INTUITIVA, RAPIDA Y EFICAZ, PARA EL SOPORTE A LA DECISION TERAPEÚTICA EN EL CANCER DE MAMA

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XIX CONGRESO DE LA SOCIEDAD ANDALUZA DE CANCEROLOGÍA

Lugar celebración: Granada, España.

Fecha: 13 al 14 de noviembre de 2014

Autores: **A. MARTÍNEZ-GARCÍA**, M.A. MARTÍNEZ-BROCCA, A. SOTO-MORENO, R. GUERRERO-VÁZQUEZ, F. JODAR-SÁNCHEZ, C.L. PARRA-CALDERÓN

Título: DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE ATENCIÓN TELEMÁTICA DEL PACIENTE CON DIABETES MELLITUS TIPO 1

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XII Reunión del Foro de Telemedicina

Lugar celebración: Valladolid, España

Fecha: 18 al 19 de noviembre de 2014

Autores: **A. MARTÍNEZ-GARCÍA**, MC. GONZALEZ-ORIA, MM. SANCHEZ-CALLE, F. JODAR-SÁNCHEZ, F. NÚÑEZ-BENJUMEA, D. JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ, C. PARRA

Título: DISEÑO, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN eSERVICIO DE SOPORTE A LA ASISTENCIA INTEGRADA EN PACIENTES CON CEFALEA

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XVI Congreso Nacional de Informática Médica

Lugar celebración: Madrid, España.

Fecha: 11 al 13 de marzo de 2014

Autores: J. MORENO-CONDE, J. L. LOPEZ-GUERRA, A. MORENO-CONDE, **A. MARTÍNEZ-GARCÍA**, R. GONZALEZ-OTAL, M. J. ORTIZ GORDILLO, C. PARRA.

Título: PROPUESTA DE PLATAFORMA PARA LA INVESTIGACIÓN TRASLACIONAL ONCOLÓGICA.

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XVII CONGRESO NACIONAL DE INFORMÁTICA DE LA SALUD.

Lugar celebración: Madrid, España.

Fecha: 11 al 13 de marzo de 2014

Autores: J. Lopez Guerra, A. Moreno, C. Parra, R. Gonzalez, **A. Martínez**, J. de Leon, B. Vieites, M. Ruiz, M. Lopez, J. Nieto, M. Fernandez, E. Rodriguez, B. Quintana, M. Ortiz

Título: Machine learning techniques to improve therapeutic decision-making in breast cancer

Tipo de participación: Video

Congreso: XVII Congreso Nacional de la SEOR

Publicación: Reports of Practical Oncology & Radiotherapy, Volume 18, Supplement 1, June 2013, Page S126.

Lugar celebración: Vigo

Fecha: 18 al 21 de junio de 2013

Autores: J. L. López, R. González, C. L. Parra , **A. Martínez**, J. Peinado, V. Suarez, B. Quintana, M.C. Fernández, A. Moreno, M. J. Ortiz

Título: Application of Artificial Intelligence for Breast Cancer Classification before Radiotherapy

Tipo de participación: Póster

Congreso: XVII Congreso Nacional Sociedad Española de Radioterapia y Oncología

Publicación: Reports of Practical Oncology & Radiotherapy, Volume 18, Supplement 1, June 2013, Pages S391-S392.

Lugar celebración: Vigo

Fecha: 18 al 21 de junio de 2013

Autores: R. González Otal, J. L. López Guerra, C. L. Parra Calderón , **A. Martínez García**, V. Suarez Gironzini , J. Peinado Serrano , A. Moreno Conde, A. García Escudero y M. J. Ortiz Gordillo

Título: Estudio sobre Extracción Automática del Tamaño Tumoral en el Cáncer de Mama a partir de Informes Clínicos de Anatomía Patológica

Tipo de participación: Póster

Congreso: XXVI Congreso de la Sociedad Española de Anatomía Patológica y División Española de la Academia Internacional de Patología

Lugar celebración: Cádiz

Fecha: 22 al 24 de mayo de 2013

Autores: **A. Martínez-García**, M.J. Escalona, C.L. Parra-Calderón

Título: El metamodelo de HL7 en el contexto de la Ingeniería Dirigida por Modelos

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XV Congreso Nacional de Informática Médica

Lugar celebración: Madrid

Fecha: Abril de 2013

Autores: J. L. López Guerra, R. González Otal, C. L. Parra Calderón, **A. Martínez García**, V. Suarez Gironzini, J. Peinado Serrano, A. Moreno Conde y M. J. Ortiz Gordillo

Título: Aplicación de Inteligencia Artificial en la Clasificación por Tamaño Tumoral en Cáncer de Mama

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XVIII Congreso de la Sociedad Andaluza de Cancerología

Lugar celebración: Jaén

Fecha: Noviembre de 2012

Autores: J. L. López Guerra, R. González Otal, C. L. Parra Calderón, **A. Martínez García**, V. Suarez Gironzini, J. Peinado Serrano, A. Moreno Conde y M. J. Ortiz Gordillo

Título: Aplicación de Inteligencia Artificial en la Clasificación por Tamaño Tumoral en Cáncer de Mama

Tipo de participación: Póster

Congreso: Congreso de la Sociedad Española de Senología y Patología Mamaria

Publicación: Revista de Senología y Patología Mamaria. ISSN 0214-1582. Página 87.

Lugar celebración: Barcelona

Fecha: 18 al 20 de octubre de 2012

Autores: F. Jódar Sánchez, C. Parra Calderón, **A. Martínez García**, A. Moreno Conde y S. Leal González

Título: Muro clínico: herramienta 2.0 aplicada a la asistencia de pacientes pluripatológicos

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: XXXII Jornadas de Economía de la Salud: El reto de la gestión eficiente de la cronicidad

Publicación: GacSanit. 2012; 26(EspecCongr 1):29. ISSN: 0213-9111.

Lugar celebración: Bilbao

Fecha: 15 al 18 de mayo de 2012

Autores: **A. Martínez-García**, C.L. Parra-Calderón, A. Moreno-Conde, F.J. Galindo-Ocaña, V. Rodríguez-Pappalardo, M. Ollero-Baturone, S. Leal-González

Título: Muro Clínico aplicado a la asistencia de Pacientes Pluripatológicos

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: INFORSALUD 2012: XV Congreso Nacional de Informática de la Salud

Publicación: Libro de Comunicaciones INFORSALUD 2012. XV Congreso Nacional de Informática de la Salud. ISBN: 978-84-695-2722-1.

Lugar celebración: Palacio de Congresos de Madrid

Fecha: 20 al 22 de marzo de 2012

Autores: M. A. Ortiz Camúñez, V. Rodríguez Pappalardo, P. Bohórquez Colombo, D. Nieto Martín, **A. Martínez García** y M. Ollero Baturone

Título: Desarrollo de un proyecto de telemedicina para la atención a Pacientes Pluripatológicos

Tipo de participación: Póster

Congreso: IV Congreso Nacional de Atención Sanitaria al Paciente Crónico

Lugar celebración: Auditorio de la Diputación de Alicante

Fecha: 8 al 10 de marzo de 2012

## **5. Participación en proyectos de I+D+i**

### **5.1. Financiados en convocatorias públicas**

Título del proyecto: KNOWBED: Sistema de apoyo a la decisión clínica en movilidad basado en la integración del conocimiento científico a pie de cama

Número de expediente: PIN-0213-2016

Entidad financiadora: Consejería de Salud

Entidades participantes: GIT del HUVR, UGC Pediatría del HUVM, Servicio de Coordinación de Sistemas de Información del SAS, Digitalica Salud S.L.

Duración, desde: 01/01/2017 hasta: 30/06/2018

Investigador responsable: **Alicia Martínez García**

Título del proyecto: POLOLAS: Explorando soluciones guiadas para sistematizar el aseguramiento temprano de la calidad del software

Número de expediente: TIN2016-76956-C3-2-R

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad

Entidades participantes: Universidad de Sevilla, Universidad de Oviedo, Universidad de Cádiz

Duración, desde: 2016 hasta: 2019

Investigador responsable: María José Escalona Cuaresma, Manuel Mejías Risoto

Título del proyecto: IDE4ICDS: Integrated Development Environment for Improving Clinical Decision Support based on Clinical Guidelines

Número de expediente: SRTC1600C004793XV0

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad

Entidades participantes: Sotel, Universidad de Sevilla, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Serviguide

Duración, desde: 01/05/2016 hasta: 30/04/2019

Investigador responsable: **Alicia Martínez García**

Título del proyecto: SmokeFreeBrain: Multidisciplinary tools for improving the efficacy of public prevention measures against smoking

Número de expediente: 400200100800

Entidad financiadora: Comisión Europea

Duración, desde: 01/11/2015 hasta: 31/10/2018

Investigador responsable: Carlos Luís Parra Calderón

Título del proyecto: PITES TliS. Soporte a la Decisión Personalizada al Paciente Crónico Complejo.

Número de expediente: PI15/01213

Entidad financiadora: Instituto de Salud Carlos III

Entidades participantes: Hospital Universitario Virgen del Rocío

Duración, desde: 01/01/2016 hasta: 31/12/2018

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: SmartICU, Desarrollo experimental de un Sistema Inteligente para la Ayuda a la Toma de Decisiones Clínicas en escenarios de Cuidados Críticos y Reanimación

Número de expediente: 78131

Entidad financiadora: Agencia IDEA

Entidades participantes: everis, FISEVI

Duración, desde: 01/01/2015 hasta: 30/06/2015

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: Plataforma ITC-Bio. Infraestructura para la Investigación Traslacional y Clínica basada en la Normalización, Integración, Análisis Avanzado y Visualización de Información Biomédica.

Número de expediente: FPAP13-1E-2429

Entidad financiadora: MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Entidades participantes: Hospital Universitario Virgen del Rocío

Duración, desde: 01/01/2015 hasta: 31/12/2015

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: m2PHEAR. Diseño, Desarrollo y Prototipado de un Sistema de Gestión en Movilidad del Registro Personal de Salud.

Entidad financiadora: Agencia IDEA

Entidades participantes: Aptus, Sopra, FISEVI (OPI subcontratada)

Duración, desde: 15/06/2014 hasta: 15/12/2014

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: AID-ictus. Plataforma de Abordaje Integral del ictus en Fase Aguda.

Número de expediente: DTS14/0143

Entidad financiadora: MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Entidades participantes: Hospital Universitario Virgen del Rocío, Hospital San Juan de Dios

Duración, desde: 01/01/2015 hasta: 31/12/2016

Investigador responsable: M<sup>a</sup> Dolores Jiménez Hernández

Título del proyecto: HEARTEN. A co-operative mHEALTH environment targeting adherence and management of patients suffering from Heart Failure.

Número de expediente: 643694.

Entidad financiadora: Comisión Europea

Entidades participantes: UNIVERSITE LYON 1 CLAUDE BERNARD, LYON INGENIERIE PROJETS, EVERIS SPAIN SL, AppArt SA, FOUNDATION FOR RESEARCH AND TECHNOLOGY HELLAS, AGENCIA ESTATAL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, UNIVERSITATSMEDIZIN ROSTOCK, UNIVERSITA DI PISA, SERVICIO ANDALUZ DE SALUD, YOUR DATA SRL, CaredomePatientSupport and HealthcareSolutions Portugal Uniplda, Software e SistemiAvanzatiS.p.A.

Duración, desde: 01/01/2015 hasta: 31/12/2017

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: BIDAMIR: Biomedical Data Mining and Information Retrieval

Número de expediente: TIC-7629

Entidad financiadora: Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa

Entidades participantes: Universidad de Huelva, Hospital Universitario Virgen del Rocío

Duración, desde: 01/01/2013 hasta: 31/12/2015

Investigador responsable: Jacinto Mata Vázquez

Título del proyecto: MeGUS, Mecanismos Guiados en Etapas Tempranas para la Mejora del Software

Número de expediente: TIN2013-46928-C3-3-R

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación

Entidades participantes: Universidad de Sevilla, Universidad de Oviedo, Universidad de Cádiz

Duración, desde: 2014 hasta: 2015

Investigador responsable: María José Escalona Cuaresma

Título del proyecto: Plataforma ITEMAS: Plataforma de innovación en tecnologías médicas y sanitarias

Número de expediente: PT13/0006/0036

Entidad financiadora: Instituto de Salud Carlos III, Ministerio de Ciencia e Innovación.

Entidades participantes: 29 de los Hospitales más importantes en materia de Innovación en tecnologías médicas y sanitarias.

Duración, desde: 01/01/2014 hasta: 31/12/2017

Investigador responsable: Sandra Leal González

Título del proyecto: Procur@: Plataforma abierta de soporte a la prevención y rehabilitación de enfermedades neurodegenerativas

Número de expediente: IPT-2011-1038-900000

Entidad financiadora: Ministerio de economía y competitividad

Entidades participantes: FISEVI, Flowlab, Solutio, Universidad de Sevilla, Universidad de Zaragoza, AIJU

Duración, desde: 2011 hasta: 2014

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: S31. Sistema Semántico de Soporte para Oncología Neumológica

Número de expediente: PI13/01155

Entidad financiadora: Instituto de Salud Carlos III

Entidades participantes: Hospital Universitario Virgen del Rocío

Duración, desde: 01/01/2014 hasta: 31/12/2017

Investigador responsable: José Luis López Guerra

Título del proyecto: mTelesalud-Diabetes: Desarrollo, implantación y evaluación de una plataforma de atención telemática en movilidad del paciente con diabetes

Número de expediente: PI-0070-2013

Entidad financiadora: Consejería de Salud

Entidades participantes: Hospital Universitario Virgen del Rocío

Duración, desde: 01/01/2014 hasta: 30/06/2016

Investigador responsable: María Asunción Martínez Brocca

Título del proyecto: OncoInves: Plataforma de gestión de información para la investigación oncológica

Número de expediente: PI-0116-2012

Entidad financiadora: Consejería de Salud

Entidades participantes: Hospital Universitario Virgen del Rocío, Universidad de Sevilla, IBM

Duración, desde: 2013 hasta: 2015

Investigador responsable: María José Ortiz Gordillo

Título del proyecto: PITeS ISA: Definición, diseño y desarrollo de herramientas y servicios basados en estándares para el apoyo a la decisión clínica y medicina personalizada

Número de expediente: PI12/01571

Entidad financiadora: Instituto de Salud Carlos III (ISCIII)

Entidades participantes: Hospital Universitario Virgen del Rocío

Duración, desde: 2013 hasta: 2015

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: HEDECAMA. Modelo semántico y algoritmos de Data Mining aplicados al tratamiento del Cáncer de Mama en centros de Atención Especializada

Número de expediente: IPT-2011-1126-900000

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN)

Entidades participantes: Álamo Consulting, BITAC, Universidad de Alcalá, Universidad Politécnica de Valencia, FISEVI.

Duración, desde: 2011 hasta: 2013

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: PITeS: Métodos y Herramientas para el Diseño e Implementación de Servicios de Telemedicina y eSalud para la Atención de Pacientes Crónicos.

Número de expediente: PI09/90518

Entidad financiadora: Instituto de Salud Carlos III (ISCIII)

Entidades participantes: Hospital Universitario Virgen del Rocío

Duración, desde: 2010 hasta: 2012 Cuantía de la subvención: 167.585€

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: Red Integral de Servicios Asistenciales Digitales (REDSER)

Número de expediente: TSI-020302-2010-26

Entidad financiadora: Plan Avanza, Ministerio de Industria, Energía y Turismo

Entidades participantes: Telvent, Alcatel-Lucent, Planet Media, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Aragón Salud, CTB-UPM.

Duración, desde: 2010 hasta: 2012

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: Health at Home (H@H)

Número de expediente: PI08/90937 AAL 08/004

Entidad financiadora: C.E. (Comisión Europea)

Entidades participantes: Consorzio Pisa Ricerche, CaribelProgrammazioneSrl, Aurelia MicroelettronicaSrl, Mediasoft Ltd., Fundación CITIC, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Fondazione Gabriele Monasterio, ZdravstveniDomKoper.

Duración, desde: 2010 hasta: 2011

Investigador responsable: Jose María de la Higuera

## 5.2. *Financiados en convocatorias privadas*

Título del proyecto: Semagnition

Número de expediente: 00087865 / ITC-20151099

Entidad financiadora: CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial)

Entidades participantes: Hospital Universitario Virgen del Rocío, IECISA, Treelogic Yerbabuena Software

Duración, desde: 01/01/2015 hasta: 31/12/2017

Investigador responsable: Jose Manuel Raposo Villamor

Título del proyecto: BigData T-Systems. Prueba de concepto de cálculo y visualización de indicadores complejos de gestión hospitalaria basado en Big Data.

Entidad financiadora: T-Systems

Entidades participantes: T-Systems, HUVR

Duración, desde: 2015 hasta: 2016

Investigador responsable: Carlos Luis Parra Calderón

Título del proyecto: Creación de un sistema inteligente de prevención de riesgos de salud a partir de historiales clínicos electrónicos distribuidos (Prevensalud)

Entidad financiadora: Corporación Tecnológica de Andalucía

Entidades participantes: Hospital Universitario Virgen del Rocío, REDSA.

Duración, desde: 2009 hasta: 2011

Investigador responsable: Sandra Leal González

## 6. Registros de propiedad intelectual de software

Inventores: **Alicia Martínez García**, Maria Jose Escalona Cuaresma, Francisco José Domínguez Mayo, Carlos Luis Parra Calderon

Título: MODHE SUITE –HERRAMIENTA SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE MODELOS DE INFORMACIÓN SANITARIA BASADOS EN LOS ESTÁNDARES DE HL7

N. de solicitud: Pendiente de concesión

Fecha: Pendiente de concesión

Entidad titular: UNIVERSIDAD DE SEVILLA, SERVICIO ANDALUZ DE SALUD

Inventores: Julian Alberto Garcia Garcia, Maria Jose Escalona Cuaresma, Gustavo Aragón Serrano, **Alicia Martínez García**, Carlos Luis Parra Calderon, Alberto Moreno Conde

Título: ADAPTACIÓN DE LA PLATAFORMA DE eSALUD A UNA ARQUITECTURA DE PROCESOS BASADA EN SOA

N. de solicitud: SE-319-15 (número de concesión 201599900539332)

Fecha: 06/04/2015

Entidad titular: SERVICIO ANDALUZ DE SALUD

Inventores: **Alicia Martínez García**, Ricardo Gonzalez Ota, María José Ortiz Gordillo, Carlos Luis Parra Calderón, Jose Luis Lopez Guerra, Alberto Moreno Conde

Título: SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ASISTENCIA INTEGRADA ONCOLÓGICA DE PACIENTES CON CÁNCER DE MAMA.

N. de solicitud: SE-315-14 (número de concesión 201499900444870)

Fecha: 28/03/2014

Entidad titular: SERVICIO ANDALUZ DE SALUD. FUNDACIÓN PÚBLICA ANDALUZA PARA LA GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN SALUD DE SEVILLA (FISEVI).

## 7. Participación en comités

Título del Comité: AEN/CTN139/GT2 Plataformas de telesalud y teleasistencia

Entidad de la que depende: AENOR

Tema: Definir los requisitos funcionales que debe tener una plataforma de telemedicina.

Fecha: Desde abril 2013 hasta Actualidad

Título del Comité: AEN/CTN139/GT1 Interoperabilidad organizativa

Entidad de la que depende: AENOR

Temas: Entre otros, revisión de la norma ISO 13940, traducción de la norma ISO 13940.

Fecha: Desde enero 2013 hasta Actualidad

Título del Comité: Comité Técnico HL7 SPAIN: Grupo de Trabajo Guía de CDA de Espirometría

Entidad de la que depende: HL7 SPAIN

Tema: Definición de una guía de implementación CDA de Espirometría

Fecha: Desde Julio 2011 hasta agosto 2012

## 8. Revisión de artículos científicos

Congreso: European Federation for Medical Informatics, Special Topic Conference 2016

Organización: European Federation for Medical Informatics

Fecha colaboración: Desde octubre 2015.

Revista: Journal of Biomedical Informatics

Editorial: El Sevier

Fecha colaboración: Desde septiembre 2015.

Revista: Applied Computing and Informatics

Editorial: El Sevier

Fecha: Desde septiembre 2014.

## **9. Experiencia en organización de actividades de I+D**

Título: SALUD CONECTADA. II Congreso Iberoamericano de Telesalud y Telemedicina. XIII Reunión Foro de Telemedicina de la SEIS. XII Reunión del Fórum Ibérico de Telemedicina

Tipo de actividad: Moderadora en una sesión

Fecha: 23 al 25 de noviembre 2015

Título: 2ª Asamblea anual de la Plataforma ITEMAS

Tipo de actividad: Secretaria Científica

Fecha: 24 al 25 de noviembre 2014

Título: Órgano Técnico de trabajo de normalización CTN139 de AENOR

Tipo de actividad: Portavoz designado en representación a FISEVI

Fecha: Desde el 6 de octubre de 2014 hasta la actualidad

Título: XXI Jornadas Nacionales de Informática Sanitaria en Andalucía. "Hacia una guía efectiva para la contratación y financiación de proyectos TIC"

Tipo de actividad: Secretaria Científica

Fecha: 11 al 13 de junio 2014

Título: XII Feria de la Ciencia

Tipo de actividad: Divulgador de proyectos de innovación

Fecha: Mayo 2014

Título: XI Feria de la Ciencia

Tipo de actividad: Divulgador de proyectos de innovación

Fecha: Mayo 2013

## **10. Certificaciones**

Certificación: Certified HL7 V2.7 Chapter 2 Control Specialists

Entidad certificadora: HL7 International

Fecha: Junio 2012

Certificación: Certified HL7 CDA Specialists

Entidad certificadora: HL7 International

Fecha: Junio 2011

## **11. Cursos**

Curso: La transferencia de tecnología en Ciencias de la Salud

Entidad: Fundación Progreso y Salud

Número de horas: 35 horas

Fecha: Septiembre 2015 – noviembre 2015

Curso: Propiedad industrial e intelectual

Entidad: Fundación Progreso y Salud

Número de horas: 45 horas

Fecha: Junio 2015 – agosto 2015

Curso: Curso de UML para HL7 “Practitioners”

Entidad: HL7 Spain

Número de horas: 50 horas

Fecha: Octubre 2011 – enero 2012