



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS Y NATURALES

**Tesis**  
para optar a la titulación de posgrado correspondiente a la  
**Maestría en Ingeniería de Software**

**Formalización de Patrones de Comportamiento  
desde Perfiles UML y especificaciones OCL**

**Lic. Alberto Alejandro Cortez**

**Director: Dr. Daniel Riesco**  
**Co-Director: Mg. Ana Garis**

**San Luis**  
**2015**



## Agradecimientos

*"No se puede desatar un nudo sin saber cómo está hecho"*

*Aristóteles (384 AC-322 AC) Filósofo griego.*

**A todas las personas que me acompañaron en estos últimos años, alentándome y enriqueciéndome con amor y sabiduría. Estoy infinitamente agradecido de que Dios las pusiera en este camino.**

**Quiero dedicar esta tesis con profundo amor a mis hijos, Facundo y Gonzalo.**

**A todos mis amigos, que día a día compartieron este don de enseñar, a mi gran amiga Claudia por toda su colaboración y constancia.**

**Agradezco a mi Director de Tesis, Daniel y su Codirectora Ana, que me brindaron su dedicación, permanente asistencia y entrega total para poder finalizar este proyecto.**

**A todos los profesores de la Maestría que me aportaron un gran conocimiento para mi formación profesional.**

# Índice General

CAPITULO I.....	1
Introducción .....	1
1.1    Descripción del problema .....	3
1.2    Estado del arte .....	5
1.2.1    Trabajos relacionados .....	6
1.3    La Propuesta .....	17
1.4    Motivación, hipótesis y objetivos, contribuciones y publicaciones .....	18
1.4.1    Motivaciones.....	18
1.4.2    Hipótesis y objetivos.....	18
1.4.3    Contribuciones.....	20
1.4.4    Publicaciones derivadas .....	21
1.5    Estructura de la tesis .....	22
CAPITULO II.....	25
Modelado, Metamodelado en el contexto MDA. UML, Perfiles. OCL .....	25
2.1    El concepto de modelo en MDA.....	25
2.2    Lenguaje de modelado .....	26
2.3    Arquitectura .....	27
2.4    Relación entre modelos y metamodelos .....	28
2.5    UML.....	31
2.5.1    Introducción.....	31
2.5.2    Características.....	32
2.6    Perfiles .....	34
2.7    OCL.....	39
CAPITULO III.....	43
Especificación de Patrones de Diseño .....	43
3.1    Patrones de diseño.....	43
3.1.1    Concepto .....	43
3.1.2    Clasificación de Patrones de Diseño .....	44
3.2    Catálogo de patrones .....	45
3.3    Características de los patrones de Comportamiento:.....	47
3.4    Una arquitectura para patrones de diseño basada en Perfiles UML .....	49
3.4.1    Metodología.....	51
3.4.2    Técnica para definir el perfil de un patrón particular.....	51
CAPITULO IV .....	53
Perfil de Patrones Genérico .....	53
4.1    Conceptos Introductorios.....	53
4.1.1    Elementos del metamodelo UML utilizados .....	53
4.2    Descripción de elementos nivel 0 .....	56
4.2.1    Estereotipos .....	56

4.2.2	Restricciones en lenguaje OCL .....	58
CAPITULO V .....		65
Perfil de Comportamiento .....		65
5.1	Conceptos Introductorios.....	66
5.1.1	Elementos del metamodelo UML utilizados .....	66
5.2	Descripción de elementos nivel 1 .....	69
5.2.1	Estereotipos .....	69
5.2.2	Restricciones definidas en OCL.....	70
CAPITULO VI .....		73
Perfil Patrones Particulares.....		73
6.1	Patrón Observer .....	74
6.1.1	Descripción General .....	74
6.1.2	Descripción de elementos nivel 2 – Patrón Observer.....	77
6.1.3	Restricciones definidas en OCL para Observer .....	79
6.1.4	Aplicación de perfiles a un caso de estudio del Observer .....	88
6.1.5	Gestión del Framework.....	91
6.2	Patrón Command.....	95
6.2.1	Descripción General .....	95
6.2.2	Descripción de elementos nivel 2 – Patrón Command.....	97
6.2.3	Restricciones definidas en OCL para Command .....	98
6.2.4	Aplicación de perfiles a un caso de estudio del Command .....	104
6.2.5	Gestión del Framework.....	106
6.3	Patrón Memento .....	110
6.3.1	Descripción General .....	110
6.3.2	Descripción de elementos nivel 2 - Patrón Memento .....	113
6.3.3	Restricciones definidas en OCL para Memento .....	114
6.3.4	Aplicación de perfiles a un caso de estudio del Memento .....	118
6.3.5	Gestión del Framework.....	120
CAPITULO VII .....		123
Conclusiones y Trabajos Futuros.....		123
7.1	Conclusiones .....	123
7.2	Trabajos futuros.....	125
Bibliografía.....		127
Apéndice A .....		133
Especificaciones OMG.....		133
Apéndice B .....		147
OCL .....		147
Apéndice C .....		157
Métodos y atributos del metamodelo UML utilizados .....		157
Apéndice D .....		161
Uso de perfiles en Rational Software de IBM .....		161

## **Índice de tablas**

Tabla 2-1 : Notación gráfica de vínculos. ....	38
Tabla 2-2 : Notación gráfica de estereotipos, metaclasses y perfiles.....	38
Tabla 3-1: Clasificación de los patrones de diseño. ....	44
Tabla 6-1: Orden general Observer.....	85
Tabla 6-2: Orden general Command.....	103
Tabla 6-3: Orden general Memento. ....	116
Tabla A-1: Multiplicidad de una asociación.....	138
Tabla B-1: Tipos OCL Básicos y sus valores.....	152
Tabla B-2: Ejemplos de operaciones matemáticas en los tipos predefinidos.....	152
Tabla B-3: Ejemplos de operaciones de cadena en los tipos predefinidos.....	152

## Índice de figuras

Figura 2.1: Capas de arquitectura MDA.	28
Figura 2.2: Ejemplo aplicando niveles MDA.	29
Figura 2.3: Perfil: Sintaxis abstracta.	35
Figura 2.4: Ejemplo Perfil EJB.	39
Figura 3.1: Arquitectura de patrones de diseño.	50
Figura 4.1: Fragmento del metamodelo UML: características estructurales.	54
Figura 4.2: Fragmento del metamodelo UML: Interfaces.	55
Figura 4.3: Metaclasificación Class.	56
Figura 4.4: Estereotipos para modelos estáticos.	56
Figura 5.1: Fragmento del metamodelo - Características dinámicas.	66
Figura 5.2: Fragmento del metamodelo de UML - Líneas de vida.	67
Figura 5.3: Fragmento del metamodelo de UML - Mensajes.	68
Figura 5.4: Estereotipos de comportamiento de un modelo.	69
Figura 6.1: Diagrama de clases Patrón Observer.	74
Figura 6.2: Diagrama de secuencia Patrón Observer.	76
Figura 6.3: Características estructurales y dinámicas del Patrón Observer.	78
Figura 6.4: Diagrama de clases ejemplo Biblioteca.	89
Figura 6.5: Diagrama de secuencia ejemplo Biblioteca.	90
Figura 6.6: Diagrama de clases ejemplo Biblioteca mal formado.	92
Figura 6.7: Diagrama de secuencia ejemplo Biblioteca mal formado.	92
Figura 6.8: Errores producidos por verificación de Observer.	93
Figura 6.9: Diagrama de clases Patrón Command.	95
Figura 6.10: Diagrama de secuencia Patrón Command.	96
Figura 6.11: Características estructurales y dinámicas del Patrón Command.	97
Figura 6.12: Diagrama de clases ejemplo Servidores.	105
Figura 6.13: Diagrama de secuencia ejemplo Servidores.	106
Figura 6.14: Diagrama de clases ejemplo Servidores mal formado.	107
Figura 6.15: Diagrama de secuencia ejemplo Servidores mal formado.	108
Figura 6.16: Errores producidos por verificación de Command.	109
Figura 6.17: Diagrama de clases Patrón Memento.	110
Figura 6.18: Diagrama de secuencia Patron Memento.	112
Figura 6.19: Características estructurales y dinámicas del Patrón Memento.	113
Figura 6.20: Diagrama de clases ejemplo Memoria.	118
Figura 6.21: Diagrama de secuencia del ejemplo Memoria.	119
Figura 6.22: Diagrama de clases ejemplo Memoria mal formado.	120
Figura 6.23: Diagrama de secuencia ejemplo Memoria mal formado.	121
Figura 6.24: Mensajes de Error de mala formación Memento.	121
Figura A.1: Diagrama de clases del paquete Kernel.	134
Figura A.2: Notación gráfica de una clase.	136
Figura A.3: Ejemplo de clases.	136

Figura A.4: Notación gráfica de paquete.....	136
Figura A.5: Paquete con clases.....	137
Figura A.6: Citar clase de otro paquete.....	137
Figura A.7: Ejemplo gráfico de herencia.....	137
Figura A.8: Ejemplo de asociación bidireccional.....	138
Figura A.9: Ejemplo de asociación unidireccional.....	138
Figura A.10: Ejemplos de multiplicidad de una asociación.....	138
Figura A.11: Ejemplo gráfico de una interfaz.....	139
Figura A.12: Ejemplo gráfico implementación de una interfaz.....	139
Figura A.13: Elementos del diagrama de Interacción/Secuencia.....	140
Figura A.14: Ejemplo de fragmento combinado con operador LOOP.....	141
Figura A.15: Diagrama de estados.....	142
Figura B.1: Ejemplo Diagrama de Clase .....	147
Figura B.2: Uso de operador ocl AsType().....	155
Figura D.1: Creación de proyecto de Perfiles.....	161
Figura D.2: Proyecto de Perfil UML.....	162
Figura D.3: Extensión de Perfiles.....	162
Figura D.4: Paleta de elementos gráficos.....	162
Figura D.5: Elementos del metamodelo UML.....	163
Figura D.6: Ejemplo de Perfil.....	163
Figura D.7: Liberación de Perfil .....	163
Figura D.8: Aplicación de Perfiles .....	164
Figura D.9: Perfil Importado .....	165
Figura D.10: Perfil Nivel 0 aplicado al ejemplo .....	165