



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MEJORA DEL PROCESO DE GESTIÓN DEL APRENDIZAJE PERSONALIZADO A
TRAVÉS DEL REDISEÑO DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN Y PRODUCCIÓN DE
CURSOS EN LÍNEA**

*PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN
INGENIERÍA DE NEGOCIOS CON TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN*

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

LEÓN MONTERO RETAMAL

PROFESOR GUÍA:
OSCAR BARROS VERA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
SEBASTIÁN RÍOS PÉREZ
EZEQUIEL MUÑOZ KRSULOVIC
ROBERTO HOJMAN GUIÑERMAN

SANTIAGO DE CHILE

2015

Resumen Ejecutivo

En este trabajo de tesis se postula una lógica que permite gestionar el aprendizaje de los estudiantes de forma personalizada. Esta lógica se cimienta sobre un modelo de los conceptos que permiten gestionar los contenidos digitales de un curso de forma eficiente.

El modelo fue validado en el curso PSU-Matemáticas, con un estudiante de prueba, el cual arrojó una alta tasa de efectividad en la detección de debilidades del estudiante. Por otro lado, para lograr la detección de los vacíos de aprendizaje fue necesario clasificar correctamente los contenidos evaluativos del curso, lo que generó un ahorro en la creación de nuevos cursos relacionados.

La creación del curso se realizó sobre la base de nuevos procesos de negocio diseñados para los procesos de gestión y producción de cursos, lo que genera un ahorro de horas hombre dentro de la organización, específicamente en la búsqueda y selección de contenidos digitales educativos, a partir de un diseño inicial del curso.

Como resultado del trabajo se validó que la implementación de un modelo educativo apoyado por tecnologías de información genera grandes oportunidades de eficiencia, tanto en la obtención de aprendizajes por parte del estudiante, como también, en la gestión de los recursos educativos por parte de docentes.

Agradecimientos

A mi madre y hermanos, por su comprensión, apoyo, aliento y motivación. Les estoy infinitamente agradecido.

A Valeria Echeverría, quien me apoyó y me alentó permanentemente, durante el largo tiempo de trabajo.

A Jorge Walters y Roberto Hojman, quienes me orientaron y ayudaron en muchas ocasiones de dudas.

Al profesor Oscar Barros, por la guía rigurosa de trabajo, por la entrega de conocimientos, por la formación de carácter, todo a través del ejemplo.

A todo el equipo de Gal&Leo, quienes colaboraron en el proceso de aprendizaje necesario para la tesis y me ayudaron a comprender una parte de lo que significa educación.

A Ana María Valenzuela y Laura Sáez, quienes me alentaron a culminar este trabajo, además de toda la ayuda administrativa que me dieron.

A mis amigos que siempre me motivaron y me dieron ánimo para seguir adelante.

Tabla de Contenido

Introducción.....	1
Parte 1: Antecedentes Generales	3
1 Antecedentes del sector Educación.....	3
2 Oportunidades en el sector Educación	4
Parte 2: La Organización y su Entorno.....	6
3 La organización “Gal&Leo S.A.”	6
3.1 Lógica de Gestión del Aprendizaje.....	7
3.2 Evolución de la empresa	7
3.3 Productos y servicios de Gal&Leo	9
3.4 Análisis del Entorno.....	10
3.4.1 Entorno Externo.....	11
3.4.2 Entorno Interno	17
3.4.3 Conclusión del análisis del entorno	21
4 Planteamiento Estratégico de la Organización	21
4.1 Misión.....	21
4.2 Visión	22
4.3 Estrategia Corporativa.....	22
4.4 Estrategia de negocios.....	23
4.5 Mapa Estratégico	24
4.6 El Modelo Delta para Gal&Leo.....	27
5 Modelo de Negocio de Gal&Leo	31
5.1 Líneas de Negocio	32
5.2 Propuesta de valor para educación escolar	33
5.3 Recursos Clave.....	33

5.4	Procesos Clave	34
5.5	Formula de Utilidades	34
5.6	Propuesta de valor para educación universitaria	34
5.7	Propuesta de valor para capacitación laboral	35
6	Diagnóstico de la Organización	35
Parte 3: Marco Metodológico y Teórico Conceptual.....		38
7	Marco Metodológico	38
7.1	Metodología de Ingeniería de Negocios.....	38
7.2	Metodología diseño e implementación de una ontología	40
8	Marco Teórico Conceptual.....	41
8.1	Ontología para la gestión del aprendizaje personalizado.....	42
8.1.1	Concepto de Ontología.....	42
8.1.2	Componentes para el diseño de una ontología para GAP.....	43
8.2	Ontologías de Objetivo de Aprendizaje.....	48
8.3	Ontologías de Objeto de Aprendizaje.....	52
8.4	Modelo del Alumno y del Dominio	58
8.5	Modelo de detección de vacíos de aprendizaje	59
Parte 4: Patrón de Negocio y Arquitectura de Procesos		63
9	Patrones para el Diseño	63
9.1	Capacidades	64
9.2	Patrón de Negocio.....	65
10	Arquitectura de Macro-procesos.....	66
10.1	Macro-procesos	68
10.2	Macro-procesos de Gal&Leo	70
10.2.1	Cadena de Valor de Gal&Leo.....	72
Parte 5: Oportunidades de mejora en Gal&Leo.....		94

11	Análisis de la dirección de cambio.....	94
11.1	Estructura de la Empresa y Mercados	95
11.2	Anticipación.....	97
11.3	Coordinación.....	98
11.4	Prácticas de Trabajo	98
11.5	Integración de Procesos Conexos	99
11.6	Mantenimiento Consolidado de Estado	99
12	Proyecto	100
12.1	Objetivo del proyecto	100
12.2	Alcance del proyecto.....	101
12.3	Resultados esperados	101
12.4	Producto final del proyecto.....	102
12.5	Impacto del proyecto en el modelo de negocio.....	102
	Parte 6: Diseño de la ontología	103
13	Diseño de una Ontología para la Gestión del Aprendizaje Personalizado	103
13.1	Dominio y ámbito de la ontología.....	104
13.2	Intención de uso de la ontología	104
13.3	Ontologías existentes	105
13.4	Términos importantes del dominio de la ontología.....	106
13.5	Jerarquía de Clases de la ontología	107
13.5.1	Objetivo de Aprendizaje	109
13.5.2	Objeto de Aprendizaje	113
13.5.3	Modelo del Usuario	118
13.5.4	Modelo del Dominio.....	120
13.6	Instancia de la ontología	121
	Parte 7: Rediseño de procesos y Lógicas de Negocio	137

14	Rediseño de Procesos y Diseño de Lógicas de Negocio	137
14.1	Gestión del Aprendizaje	137
14.1.1	Lógicas para la Gestión del Aprendizaje Personalizado.....	138
14.2	Gestión de Producción y Entrega de Cursos Online	154
14.2.1	Planificar Capacidad de Producción de Cursos	156
14.2.2	Diseño de Curso Online	157
14.2.3	Determinar Necesidad de Producción de Contenido.....	165
14.3	Producción y Entrega de Cursos Online	167
14.3.1	Elaboración de Evaluaciones	170
14.3.2	Producción de Componentes de Objetos de Aprendizaje	171
14.3.3	Elaboración de Objetos de Aprendizaje	179
14.3.4	Elaboración de Lecciones	179
	Parte 8: Diseño de Aplicación de Apoyo e Implementación	180
15	Diseño de Aplicación de Apoyo	180
15.1	Diagrama de Paquetes	180
15.2	Casos de Uso y Diagramas de Secuencia.....	182
15.2.1	Gestión del Aprendizaje	182
15.2.2	Planificar Producción de Cursos en línea.....	191
15.2.3	Producción de Contenido	207
15.3	Diagrama de Clases	220
16	Proyecto de Implementación	222
16.1	Implementación de Ontología	222
16.2	Implementación de lógicas para la gestión del aprendizaje	223
16.2.1	Uso de LMS Moodle	224
16.2.2	Implementación de front – end	225
16.2.3	Plan piloto.....	228

17	Gestión del cambio.....	233
17.1	Contexto de la organización.....	234
17.2	Sentido de Urgencia	234
17.3	El poder dentro de la organización	235
17.4	Coalición conductora del cambio	236
17.5	Narrativas para la organización	237
17.6	Aspectos a conservar	238
17.7	Estrategia comunicacional	238
17.8	Gestión de clima, relaciones y habilidades	239
17.9	Evaluación y cierre del proceso de cambio.....	240
18	Evaluación económica del proyecto	241
18.1	Beneficios	242
18.2	Costos.....	245
18.3	Otras Consideraciones.....	246
18.4	Flujo de Caja del Proyecto	246
	Parte 9: Generalización de la experiencia y proyectos futuros.....	249
19	Generalización de la experiencia.....	249
19.1	Dominio de la generalización	249
19.2	Lógica de Negocio Genérica.....	250
19.3	Diagrama de Clases Genérico	252
20	Proyectos futuros.....	256
21	Conclusiones	256
22	Bibliografía.....	259

Índice de Figuras

Figura 1. Evolución empresa Gal&Leo	8
Figura 2. Modelo de las Cinco Fuerzas de Porter	16
Figura 3. Actividades Cadena de Valor	19
Figura 4. Estructura Organizacional de Gal&Leo	20
Figura 5. Mapa Estratégico de Gal&Leo	25
Figura 6. El Modelo Delta	29
Figura 7. Posicionamiento Estratégico de Mejor Producto	31
Figura 8. Modelo de Negocio de Gal&Leo	32
Figura 9. Metodología de Ingeniería de Negocios	39
Figura 10. Dimensión del Conocimiento [15, 2001, pp. 46]	44
Figura 11. La dimensión del proceso cognitivo [15, 2001, pp. 67-68]	45
Figura 12. Modelo para el manejo de Objetivos de Aprendizaje [26]	46
Figura 13. Comparación de Modelos de Objeto de Aprendizaje con la ontología ALOCoM [22].....	48
Figura 14. Ontología Objetivo de Aprendizaje.....	49
Figura 15. Detalle de Taxonomía de Clasificación de un Objetivo de Aprendizaje ...	49
Figura 16. Diagrama de Alto nivel de la Ontología Competencias [31]	50
Figura 17. Extensión de Habilidades en la Ontología de Competencias [31]	51
Figura 18. Extensión de Indicador de Rendimiento en la Ontología de Competencia [31]	52
Figura 19. Estructura ALOCoM [29]	54
Figura 20. Clase Objeto de Aprendizaje.....	55
Figura 21. Clase Objeto de Contenido	56
Figura 22. Clase Fragmento de Contenido	57
Figura 23. Ontología del Modelo de Alumno [40]	58
Figura 24. Ontología del Modelo del Dominio [40]	59
Figura 25. Entorno del Objeto de Aprendizaje [40].....	59
Figura 26. Definición de parámetros de una Evaluación [39]	60
Figura 27. Tabla rendimiento según cantidad de aprendizajes esperados logrados [39]	61

Figura 28 Gráfico de rendimiento según cantidad de aprendizajes esperados logrados [39].....	62
Figura 29. Entidades básicas y relaciones en un negocio.....	64
Figura 30. Patrón de Negocio 3 Aprendizaje interno para el mejoramiento de procesos.....	66
Figura 31. Primer nivel Arquitectura de Macro-procesos Gal&Leo.....	71
Figura 32. Macro-procesos Líneas de Negocio.....	73
Figura 33. Macro-proceso Servicios Compartidos.....	74
Figura 34. Macro-proceso Administración de Relación con IE Escolares.	76
Figura 35. Macro-proceso Gestión de Producción y Entrega de Cursos Online	78
Figura 36. Macro-proceso Planificación y Control de Producción de Cursos Online.	79
Figura 37. Macro-procesos Planificar Capacidad de Producción de Cursos Online .	80
Figura 38. Macro-proceso Planificar Producción de Cursos Online	82
Figura 39. Macro-proceso Planificar Producción de Curso	83
Figura 40. Macro-proceso Diseño de la Estructura de Cursos Online.....	84
Figura 41. Macro-proceso Producción y Entrega de Cursos Online.....	86
Figura 42. Macro-proceso Producción de Cursos	87
Figura 43. Macro-proceso Producción de Contenido	89
Figura 44. Macro-proceso Producción de Componente de Objeto de Aprendizaje...	91
Figura 45. Macro-procesos de Gestión de Producción	92
Figura 46. Macro-procesos Producción y Entrega de Cursos	93
Figura 47. Variables de la Dirección de Cambio	95
Figura 48. Variable Estructura empresa y mercado	97
Figura 49. Variable Anticipación.....	97
Figura 50. Variable Coordinación	98
Figura 51. Variable Prácticas de Trabajo	99
Figura 52 Variable Integración de Procesos Conexos	99
Figura 53. Variable Mantenimiento Consolidada de Estado.....	100
Figura 54. Primer nivel Ontología para GAP	108
Figura 55. Ontología de Objetivo de Aprendizaje.....	110
Figura 56. Slots de Clase Objetivo de Aprendizaje	111
Figura 57. Slots de Clase Definición	111

Figura 58. Slots de Clase Indicador de Rendimiento	112
Figura 59. Slots de Clase Nivel de Competencia	112
Figura 60. Subclases de Taxonomía de Clasificación.....	113
Figura 61. Ontología de Objeto de Aprendizaje	114
Figura 62. Slots de Clase Objeto de Aprendizaje.....	115
Figura 63. Slots de Clase Objeto de Contenido	116
Figura 64. Slots de Clase Fragmento de Contenido.....	116
Figura 65. Subclases de la Clase Objeto de Contenido	117
Figura 66. Subclases de la Clase Fragmento de Contenido	117
Figura 67. Ontología Modelo del Usuario	118
Figura 68. Slots de Clase Usuario.....	119
Figura 69. Subclases de la Clase Usuario	119
Figura 70. Slots Clase Estudiante	119
Figura 71. Slots Clase Docente.....	120
Figura 72. Modelo del Dominio.....	121
Figura 73. Instancia de Clase Curso	123
Figura 74. Instancia de Clase Asignatura.....	123
Figura 75. Instancia de Clase Nivel.....	123
Figura 76. Extracto Objetivos de Aprendizaje Temario PSU	125
Figura 77. Instancias de Clase Objetivo de Aprendizaje	126
Figura 78. Instancias de Clase Definición	126
Figura 79. Instancias de Clase Indicador de Logro	127
Figura 80. Contenidos Mínimos PSU [48]	128
Figura 81. Instancias de Clase Contenido.....	129
Figura 82. Instancia de Clase Eje.....	129
Figura 83. Instancia de Clase Componente de OA	130
Figura 84. Instancia de Clase Objeto de Contenido	131
Figura 85. Facetas de slot tipo de objeto de contenido.....	131
Figura 86. Instancia de Clase Componente de OA	132
Figura 87. Instancia de Clase Objeto de Evaluación.....	133
Figura 88. Instancia de Objeto de Aprendizaje.....	134
Figura 89. Instancia de Clase Estudiante.....	135

Figura 90. Instancia de Clase Estudia Objeto de Aprendizaje.....	135
Figura 91. Instancia de Clase Rinde Evaluación	135
Figura 92. Instancia de Clase Estado de Habilidades	136
Figura 93. Instancia de Clase Objetivos Logrados	136
Figura 94. Gestión del Aprendizaje Interacción usuario-sistema.....	137
Figura 95. Matriz de Aprendizaje.....	141
Figura 96. Matriz de Aprendizaje con Resultado.....	142
Figura 97. Matriz de Aprendizaje solo con Aprendizajes Logrados.....	143
Figura 98. Tasa de Logro de Aprendizajes	143
Figura 99. Tasa de logro de cada Aprendizaje Esperado	144
Figura 100. Parte de Ontología para la Gestión del Aprendizaje	145
Figura 101. Tasa de logro de Indicadores.....	146
Figura 102. Indicadores ordenados según tasa de logro	147
Figura 103. Contenidos asociados a Indicadores.....	148
Figura 104. Determinación de ruta de aprendizaje.....	148
Figura 105. Lógica para la práctica de aprendizajes estudiados.....	151
Figura 106. Variables para monitoreo de práctica de aprendizajes.....	153
Figura 107. Variables para el monitoreo del estudio	154
Figura 108. Arquitectura de Macro-procesos “ <i>Gestión de Producción y Entrega de Cursos Online</i> ”	155
Figura 109. Proceso Planificar Capacidad de Producción de Contenido Educativo	157
Figura 110. Proceso Diseñar Objetivos de Curso	160
Figura 111. Proceso Diseñar Estructura de Curso	161
Figura 112. Parámetros de diseño de evaluación	162
Figura 113. Proceso Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes del Curso.....	163
Figura 114. Estructura para diseño de evaluaciones	164
Figura 115. Complejidad de Objetos de Evaluación.....	165
Figura 116. Determinar Necesidad de Contenido Educativo.....	166
Figura 117. Arquitectura Macro-procesos Producción y Entrega de Cursos Online	169
Figura 118. Proceso Elaboración de Evaluaciones	170
Figura 119. Definir Requerimientos de Componente de Objeto	171
Figura 120. Definir requerimientos audiovisuales.....	172

Figura 121. Requerimientos para Objeto de Evaluación	173
Figura 122. Requerimientos Objeto de Contenido	173
Figura 123. Proceso Producción de Componente de Objeto	174
Figura 124. Ejemplo de Categoría de Pregunta Parametrizada	175
Figura 125. Ejemplo de uso de Lenguaje de Dominio Específico [34]	177
Figura 126. Proceso Asegurar Calidad de Componente de Objeto.....	179
Figura 127. Diagrama de Paquetes.....	181
Figura 128. Gestión del Aprendizaje	182
Figura 129. Casos de Uso Gestión del Aprendizaje – Estudiante	183
Figura 130. Caso de Uso Gestión del Aprendizaje – Docente	184
Figura 131. Diagrama de Secuencia Sistema Rendir Evaluación Diagnóstica.....	185
Figura 132. Diagrama de Secuencia Extendido Rendir Evaluación Diagnóstica.....	186
Figura 133. Diagrama de Secuencia Sistema Practicar Aprendizajes	187
Figura 134. Diagrama de Secuencia Extendido Practicar Aprendizajes	188
Figura 135. Diagrama de Secuencia Sistema Monitorear Avances de Aprendizajes	189
Figura 136. Diagrama de Secuencia Extendido Monitorear Avances	190
Figura 137. Diagrama de Secuencia Sistema Adquirir Aprendizajes	191
Figura 138. Diagrama de Secuencia Extendido Adquirir Aprendizajes	191
Figura 139. Proceso Diseñar Objetivos de Curso	192
Figura 140. Caso de Uso Diseñar Objetivos de Curso	193
Figura 141. Diagrama de Secuencia Sistema Diseñar Objetivos de Curso	194
Figura 142. Diagrama de Secuencia Extendido Diseñar Objetivos de Curso	195
Figura 143. Proceso Diseñar Estructura de Curso	196
Figura 144. Caso de Uso Diseñar Estructura de Curso	196
Figura 145. Diagrama de Secuencia Sistema Diseñar Objetivos de Curso	197
Figura 146. Diagrama de Secuencia Extendido Diseñar Estructura de Curso	198
Figura 147. Proceso Diseñar Sección de Evaluación.....	198
Figura 148. Caso de Uso Diseñar Sección de Evaluación	199
Figura 149. Diagrama de Secuencia Sistema Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes	201

Figura 150. Diagrama de Secuencia Extendido Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes.....	202
Figura 151. Proceso Determinar Necesidad de Objetos	203
Figura 152. Caso de Uso Determinar necesidad de Contenido	205
Figura 153. Diagrama de Secuencia Sistema Determinar Necesidad de Contenido	206
Figura 154. Diagrama de Secuencia Extendido Determinar Necesidad de Contenido	207
Figura 155. Proceso Elaboración de Evaluaciones	208
Figura 156. Caso de Uso Elaboración de Evaluaciones	208
Figura 157. Diagrama de Secuencia Sistema Elaborar Evaluaciones de Aprendizaje	209
Figura 158. Diagrama de Secuencia Extendido Elaboración de Evaluaciones	210
Figura 159. Caso de Uso Definir requerimientos de Componente de OA.....	211
Figura 160. Diagrama de Secuencia Sistema Definir Requerimientos de Componente de Objeto.....	213
Figura 161. Diagrama de Secuencia Extendido Definir Requerimientos de Componente de Objeto	214
Figura 162. Caso de Uso Producir Componente de Objeto	215
Figura 163. Diagrama de Secuencia Sistema Producir Componente de Objetos ...	215
Figura 164. Diagrama de Secuencia Extendido Producir Componente de Objeto..	216
Figura 165. Caso de Uso Asegurar Calidad de Componente de Objeto	217
Figura 166. Diagrama de Secuencia Sistema Asegurar Calidad de Componente de Objeto.....	218
Figura 167. Diagrama de Secuencia Extendido Asegurar Calidad de Componente de Objeto.....	219
Figura 168. Diagrama de Clases para Gestión del Aprendizaje.....	220
Figura 169. Diagrama de Clases para la Gestión de Producción de Cursos	221
Figura 170. Diagrama de Clases para la Producción de Contenido.....	221
Figura 171. Clases de la ontología	223
Figura 172. Interfaz del curso PSU	225
Figura 173. Ruta de Aprendizaje.....	226

Figura 174. Interfaz de retroalimentación de evaluación rendida	227
Figura 175. Interfaz de reporte de retroalimentación de evaluación.....	227
Figura 176. Porcentaje de objetos de evaluación redundantes.....	230
Figura 177. Gráfico de Rendimiento de Estudiante.....	232
Figura 178. Ruta de Aprendizaje de Estudiante.....	233
Figura 179. Estrategia de Gestión del Cambio.....	234
Figura 180. Mapa de Poder Proyecto.....	235
Figura 181. Coalición Conductora del Cambio	236
Figura 182. Estados de ánimo para el proyecto.....	240
Figura 183. Prácticas para el proyecto.....	240
Figura 184. Frecuencia y actores para prácticas del proyecto	240
Figura 185. Hitos del Proyecto	241
Figura 186. Reducción de tiempos promedio por actividad.....	242
Figura 187. Reducción de Días en Diseño de Diez Cursos	243
Figura 188. Reducción Estimada de Costos	243
Figura 189. Reducción de Tiempos Promedio por Actividad.....	243
Figura 190. Reducción de Días en Elaboración de un Curso.....	244
Figura 191. Reducción Estimada de Costos	244
Figura 192. Reducción estimada de costo total.....	244
Figura 193. Estructura Organizacional del Proyecto	245
Figura 194. Flujo de Caja del Proyecto	248
Figura 195. Proceso de Gestión del Aprendizaje	250
Figura 196. Lógica para la práctica de aprendizajes estudiados.....	251
Figura 197. Ontología Objetivo de Aprendizaje.....	253
Figura 198. Ontologia Objeto de Aprendizaje	254
Figura 199. Modelo del Dominio.....	255
Figura 200. Modelo del Usuario	255

Introducción

En este trabajo se describe la ejecución de un proyecto en el ámbito de la educación y las tecnologías de información, bajo la metodología de la ingeniería de negocios. El proyecto se desarrolla dentro de la empresa Gal&Leo, institución que provee cursos online a un conjunto diverso de instituciones educativas, desde colegios, universidades hasta ministerios de educación.

En la primera parte del trabajo se desarrolla un análisis estratégico de la organización, examinando su entorno externo e interno viéndolo desde el punto de vista de Porter. Por otro lado también se realiza un análisis estratégico bajo la mirada más contemporánea del modelo delta de Hax [5].

Se analiza el modelo de negocio de la organización alineándolo con su estrategia y se identifican actividades y recursos críticos necesarios para producir la propuesta de valor que ofrece la organización determinando su fórmula de beneficios. A partir de este análisis se obtiene un diagnóstico de la organización, que permite dilucidar los potenciales proyectos que se encuentran alineados con la estrategia de la organización y que además aportan a la propuesta de valor.

El proyecto identificado a través de esta metodología, corresponde a la creación de un sistema que permita gestionar el aprendizaje de forma personalizada de los estudiantes, y que además permita gestionar por el lado de la empresa los recursos digitales educativos que esta posee, de forma eficiente.

Para lograr esto, se realizó una investigación sobre los modelos educativos contemporáneos que se apoyan fuertemente con tecnologías de información, y a partir de estos se creó un modelo que se ajusta a la realidad de Gal&Leo y que permite ejecutar una lógica para la gestión del aprendizaje. Este modelo se materializa en la creación de una ontología para la gestión del aprendizaje personalizado.

Por otro lado se realizó un rediseño de los procesos de negocio pertenecientes a la Gestión de producción de cursos y a la Producción de cursos online. Este rediseño busca hacer eficiente la forma en la que se producen los cursos.

Luego, se diseñó un sistema que implementa la ontología de gestión del aprendizaje y que además apoya a los procesos de gestión de producción de cursos rediseñados. El sistema implementa una lógica ya validada, por Roberto Hojman socio fundador de Gal&Leo, y se realizan pruebas con un estudiante en el curso PSU-Matemáticas.

Parte 1: Antecedentes Generales

El primer capítulo tiene el objetivo de describir el sistema educativo tanto en Chile como en un entorno global en el que la educación está experimentando cambios sustanciales.

1 Antecedentes del sector Educación

A lo largo de la historia la educación se ha articulado en las sociedades para distintos propósitos, dependiendo del contexto cultural, social y económico. Los sistemas de educación más antiguos conocidos tenían dos características comunes, enseñaban religión y mantenían las tradiciones de los pueblos.

En Egipto Antiguo, por ejemplo, las escuelas del templo no solo enseñaban religión, sino también los principios de la escritura, ciencias, matemáticas y arquitectura; la educación en la antigua China se centraba en la filosofía, la poesía y la religión; en la antigua Grecia, se incluía la gimnasia, las matemáticas y la música; entre los judíos antiguos la Biblia y el Talmud eran las fuentes básicas de la educación. A diferencia de los pueblos primitivos, en donde la educación existía de forma espontánea, la educación actual se presenta como una actividad planeada, consciente y sistemática.

Los primeros Sistemas Educativos formales se originaron con el propósito de hacer la educación una responsabilidad estatal, desde la necesidad de generar una estructura que de orden y formación a los miembros de una sociedad.

El primer sistema educativo formal tiene origen en Prusia. Desde la segunda mitad del siglo XIX, tanto en países europeos como en Estados Unidos. Así entonces se crearon mecanismos legislativos (Ley Foster 1870) que generaron los principios y metas de la educación impartida en los primeros sistemas estatales. Éstos, centraron sus esfuerzos en impulsar el derecho a una educación formal, obligatoria y laica.

El sistema educativo se ha mantenido invariable durante los últimos 50 años, y no se ha innovado en la forma de operar en cuanto a programas y objetivos, o en su defecto, la variación ha sido mínima.

2 Oportunidades en el sector Educación

Las tecnologías de información actuales, si son bien utilizadas, permiten compartir conocimiento con una eficiencia muy superior a la experimentada hoy en día en una sala de clases. Esto debido a que el modelo que prevalece actualmente, desde hace más de 100 años, consiste en que un docente entrega conocimientos a un grupo de estudiantes en una sala de clase.

En este escenario podemos observar grandes deficiencias que posee el modelo educativo actual, una de estas es, que se vuelve una tarea compleja mantener al grupo nivelado en términos de los conocimientos entregados, en todo grupo de estudiantes hay algunos que avanzan a una velocidad mucho mayor a la que avanzan otros, y el manejo de esta situación se vuelve una tarea compleja para el docente.

Por otro lado se tiende a priorizar la entrega de conocimientos a los estudiantes más que desarrollar en ellos capacidades y competencias que les ayuden a desenvolverse en el mundo real. Y también observamos con el modelo actual, que si se logra identificar fortalezas en los estudiantes, estas no se aprovechan, y no se fomenta su desarrollo, ya que escapan a los lineamientos dados en la mayoría de los programas de estudio y currículos actuales.

Si bien existen metodologías y modelos educativos que se hacen cargo de los puntos mencionados anteriormente, no corresponden al modelo utilizado masivamente en los sistemas educacionales estatales, posiblemente debido al costo que la implementación de estos modelos significa.

Es por esto que, en términos de tecnologías de información, se ve como una oportunidad poder hacer eficiente la entrega de conocimientos a los estudiantes, de manera de centrar la tarea de los docentes en desarrollar capacidades y competencias en los estudiantes, desarrollar sus fortalezas y cubrir debilidades.

En esta tesis se plantea un modelo que permitiría entregar conocimientos de forma personalizada y validar mediante evaluaciones continuas y adaptativas la adquisición de estos.

Parte 2: La Organización y su Entorno

3 La organización “Gal&Leo S.A.”

Gal&Leo es una empresa chilena con seis años de experiencia que nace del sueño de mejorar la calidad de la educación de los estudiantes de América Latina. Pertenece al rubro educación, y dentro de este provee un servicio que gestiona el proceso de aprendizaje de los estudiantes de forma personalizada.

El servicio que ofrece Gal&Leo se presenta como cursos en línea, adaptados al currículo de la institución educativa que lo contrata. Estos cursos acompañan a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, ya sea con contenido interactivo, ejercicios, evaluaciones e informes de desempeño individuales, brindando herramientas a los padres, profesores y administradores para tomar mejores decisiones con respecto a la educación de los estudiantes.

La empresa presta estos servicios de Gestión del Aprendizaje Personalizado a través de plataformas web que manejan contenidos digitales educativos, una lógica de gestión de aprendizaje y un conjunto de reportes que generan información para realizar la gestión del aprendizaje de los estudiantes.

Gal&Leo presta servicios a instituciones educativas, que van desde escuelas pasando por universidades, asociaciones o fundaciones educativas, hasta ministerios de educación u organizaciones estatales, en fin, toda institución que tenga como objetivo la educación o el desarrollo educativo de una sociedad.

En los últimos años Gal&Leo S.A. ha experimentado un crecimiento sostenido tanto en sus ventas como en su estructura organizacional, utilizando una estrategia de diversificación de productos y de diversificación geográfica, llegando a participar en distintos mercados de productos como educación escolar, educación universitaria y capacitación laboral, y en cuatro países de Latinoamérica, Chile, Colombia, México y Perú.

3.1 Lógica de Gestión del Aprendizaje

Cuando un estudiante está cursando una materia, existe un conjunto de objetivos de aprendizaje de los cursos anteriores que idealmente debiera dominar, pero, es frecuente que los estudiantes presenten ciertos vacíos de conocimientos que han ido arrastrando a lo largo de su trayectoria educativa. Esta problemática se presenta debido a que modelo actual de educación, no soluciona de manera eficaz el hecho de que en una sala de alrededor de cuarenta estudiantes, existe un grupo de estudiantes que adquiere los conocimientos entregados a una velocidad mucho menor que el resto.

Debido a esas falencias, a estos grupos de estudiantes no les es posible alcanzar con propiedad los objetivos de aprendizaje en las materias siguientes, generándose así una cascada de vacíos que puede llegar a tener consecuencias crecientemente graves.

Por esto, la empresa ha desarrollado una lógica que permite rastrear de manera automática y precisa los aprendizajes de cursos anteriores que un estudiante no ha alcanzado. Una vez detectados los conocimientos previos no logrados, el sistema propone un plan de recuperación individual acorde con tales hallazgos.

La plataforma Gal&Leo, es una plataforma educativa en línea, que los estudiantes van utilizando sistemáticamente, clase a clase, para asegurar el estudio continuo de los contenidos expuestos. A través de las evaluaciones, se conoce el estado de conocimiento de cada estudiante y se generan rutas de aprendizaje personalizadas, para que se logre alcanzar los objetivos de aprendizaje de los cursos.

3.2 Evolución de la empresa

Gal&Leo es una empresa que nace el año 2007 con el objetivo de mejorar la calidad de la educación en Latinoamérica, a través de un modelo de educación

personalizado apoyado con tecnologías de información y modelos pedagógicos contemporáneos.

El 2007 recibe el premio de los 10 Emprendimientos Dinámicos de Innova Chile, el 2009 recibe el Capital Semilla de CORFO, y el 2010 se genera una ronda de inversiones que inyectan capital a la empresa reconociendo un gran potencial y proyectando grandes resultados que unos años más tarde se comienzan claramente a visualizar.

El 2011 aumentan su facturación considerablemente a US\$ 0.6 M y el 2012 se abren a mercados internacionales llegando a Perú, Colombia y México, con grandes proyectos mejorando el resultado en ventas en un 500% a US\$ 3.2 M.

Para el año 2013 se tiene proyectados US\$ 6 M en ventas consolidando a sus clientes y estableciendo una estructura adecuada para continuar su crecimiento durante los próximos años.

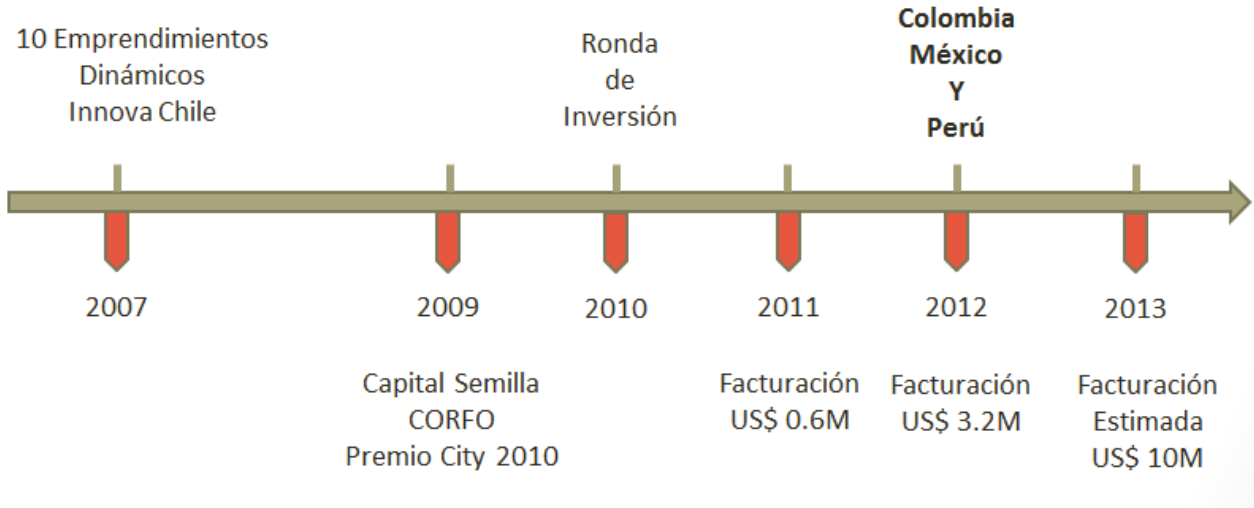


Figura 1. Evolución empresa Gal&Leo

3.3 Productos y servicios de Gal&Leo

Gal&Leo ofrece cursos online a diversas instituciones educativas tales como, colegios privados, universidades, fundaciones, ministerios de educación, empresas con necesidades de capacitación laboral, etc. En fin, toda aquella institución que tenga la necesidad de mejorar su capacidad con fines educativos o de proveer aprendizaje.

Gal&Leo aprovecha los contenidos digitales que ha desarrollado para los cursos de nivel escolar, para prestar un servicio a empresas en donde entrega cursos de nivelación de conocimientos básicos de lenguaje y matemáticas.

Los cursos online que ofrece Gal&Leo son: para el nivel escolar, de matemáticas y lenguaje, para el nivel universitario, cálculo, algebra y estadística para primer y segundo año de universidad, y también ofrece cursos de nivelación de conocimientos básicos de matemática y lenguaje para empresas, esta última línea de negocio se encuentra en fase de prueba, es decir, se está extrayendo conocimiento del mercado para conocer las necesidades de este tipo de clientes.

Estos cursos se adaptan a las mallas curriculares de cada institución que lo contrata, y poseen una gran característica diferenciadora, que consiste en que el sistema que soporta a los cursos posee una lógica de Gestión del Aprendizaje Personalizado, que permite entregar contenidos de forma personalizada de acuerdo a las necesidades de cada estudiante o usuario.

A partir de esto se puede reconocer tres principales mercados de productos:

1. Mercado de educación escolar primaria y secundaria
2. Mercado de educación universitaria
3. Mercado de capacitación laboral

Además Gal&Leo se encuentra presente en cuatro países de Latinoamérica, Chile, Colombia, México y Perú. Y el producto se adapta a las características

culturales de cada país, por lo que existe un alto grado de customización en los contenidos que se entregan a cada cliente.

La gran capacidad de adaptación que ha desarrollado Gal&Leo, le permite operar como una especie de consultora de servicios de tecnologías de información para la educación y gestión del aprendizaje.

Por lo que los servicios que ofrece parten desde cursos online hasta servicios a medida, como por ejemplo, brindar la infraestructura tecnológica y los contenidos digitales educativos, para la realización de un concurso de conocimiento en línea, el cual es un servicio actualmente contratado por el Ministerio de Educación de Colombia.

Las características diferenciadoras que poseen los cursos que provee Gal&Leo son:

- ✓ El curso posee recursos de tipo multimedia y ejercicios para todos los niveles en las áreas de Lenguaje y Matemáticas.
- ✓ La empresa desarrolla categorías de ejercicios, que consisten en réplicas de ejercicios que cubren los mismos aprendizajes esperados, con una igualdad de dificultad, para un contexto definido.
- ✓ El curso se presenta de forma personalizada al alumno de acuerdo a los contenidos en los que el alumno está más débil, en función de evaluaciones que se realizan.
- ✓ El curso retroalimenta al alumno de forma continua con los contenidos en que el alumno no posee el dominio esperado.

3.4 Análisis del Entorno

El análisis del entorno para la empresa, se realizará desde la perspectiva del modelo de ventaja competitiva desarrollada por Michael Porter [1]

De acuerdo con Michael Porter hay dos determinantes básicos de rentabilidad de un negocio:

1. La estructura de la industria en la que participa el negocio.
2. El posicionamiento competitivo del negocio dentro de esa industria.

Según Michael Porter la industria es una organización de actividades que genera rentas económicas. Para ganar acceso a las rentas más altas, la firma debe posicionarse adecuadamente acumulando poder negociador contra sus competidores, proveedores y clientes, y mediante la creación de barreras de entrada contra productos sustitutos y nuevos participantes en la industria.

Este esquema define la existencia de industrias buenas, como las farmacéuticas, donde los competidores disfrutan de márgenes atractivos, y las industrias malas, como las de transporte marítimo, o el transporte aéreo, donde la mayoría de los participantes sufren de pérdidas económicas.

A partir de este modelo se genera un análisis del entorno externo e interno de la empresa.

3.4.1 Entorno Externo

El análisis del entorno externo se realiza para reconocer la estructura de la industria en la que participa el negocio.

Dentro de este análisis se plantea una visión del entorno general, analizando las principales dimensiones, global; tecnológica; sociocultural; económica; política y demográfica. Y luego se plantea un análisis del entorno de la industria utilizando el *Modelo de las Cinco Fuerzas de Porter* [1].

3.4.1.1 Entorno general

En términos del entorno general, se pueden destacar como variables importantes el entorno tecnológico, el sociocultural, el global y el económico.

En el *entorno tecnológico* se puede observar como las tecnologías de información han ofrecido durante las últimas dos décadas, al entorno educativo, herramientas que ayudan que se logre eficazmente el proceso de aprendizaje de los estudiantes en diversas materias [2].

El *entorno sociocultural* actual exige y demanda cambios profundos en los modelos educativos, desde cómo se financia hasta la calidad de la educación entregada, lo que es consecuente con entornos culturales de otros países de Latinoamérica y del mundo.

En el *entorno global y económico* se puede observar como grandes compañías a nivel mundial están invirtiendo recursos en el desarrollo de plataformas educativas, en las cuales se dejan disponibles contenidos educativos digitales de forma gratuita o a un muy bajo costo.

3.4.1.2 Análisis de las Fuerzas de Porter.

Amenaza de nuevos entrantes

En términos del entorno de la industria, se puede determinar que la amenaza de nuevos entrantes es **fuerte**, a partir del análisis se desprende que:

A favor de Gal&Leo:

1. El producto que ofrece la empresa está altamente diferenciado visto desde la perspectiva de cursos online, pero la tendencia internacional va hacia la gestión del aprendizaje, servicio que se piensa será reconocido y separado de los cursos online, quedando Gal&Leo en medio de una competencia más dura.

2. Gal&Leo se adapta al Cliente y provee una metodología para la utilización del servicio.
3. La experiencia es muy importante ya que es una rama de la industria en pleno desarrollo, se reconoce que aún no está madura, por lo que todo el conocimiento adquirido a través del desarrollo de productos y de la interacción con los clientes es altamente valioso. Gal&Leo tiene ya seis años de experiencia, gestionando aprendizaje en instituciones educativas.
4. Existe una moderada identificación de marca debido a los contratos que se han generado con los ministerios de educación de cuatro países de Latinoamérica.

A pesar de las razones a favor de la empresa se sostiene que:

1. No se visualiza el desarrollo de economías de escala.
2. Aún no existen altos costos de cambio, ya que no se ha desarrollado una estrecha integración con el cliente.
3. Los requerimientos de capital para el desarrollo de un negocio similar no son altos.
4. Existe una amplia gama de tecnologías de información de fácil acceso que facilitan el desarrollo del negocio.
5. Existen incentivos generados por parte de diversas grandes empresas internacionales para desarrollar mejoras de este tipo en el ámbito de la educación.
6. Es un tema de gran interés para los países, para lograr fortalecer la educación pública.
7. Existen bajas barreras de entrada.

Amenaza de Sustitutos

La amenaza de sustitutos es **fuerte**, ya que:

1. En el mercado existe una gran cantidad de productos que apoyan el aprendizaje de los estudiantes, no todos estos productos realizan gestión del aprendizaje pero si ofrecen contenidos digitales que son estructurados con distintas lógicas de apoyo al proceso de aprendizaje, como por ejemplo “Khan Academy” Citar, “Compumat”, “Aleks”, “Bettermarks” Citar entre otros.
2. Como se mencionó anteriormente los costos de cambio no son altos para los clientes.
3. La agresividad de los competidores aumenta cada vez más mientras se observa que la industria va madurando.
4. Y por último existen servicios alternativos que, si bien, no prestan el mismo servicio, persiguen el mismo objetivo a un costo más bajo.

Poder de negociación de los proveedores

El poder de proveedores es **débil**, pues

1. El número de proveedores es alto dentro de la industria, hablando de generadores de contenido digital educativo. Los proveedores de Gal&Leo corresponden a docentes de que generan contenidos, diseñadores gráficos especializados en confección de recursos multimedia, proveedores de audio, entre otros.
2. Existe variados sustitutos a los soportes de los contenidos digitales que ofrecen los proveedores.
3. No existe un alto costo de cambio de la empresa para con los proveedores.

4. No existe una clara amenaza de que los proveedores realicen una integración vertical (hacia adelante).
5. Los proveedores contribuyen directamente con la calidad del servicio ofrecido por Gal&Leo por lo que esto se debe contrarrestar con un exhaustivo proceso de aseguramiento de calidad.
6. Por último el tipo de negocio de Gal&Leo significa una importante fuente de ingreso para los proveedores.

Poder de negociación de los compradores

El poder de compradores es **moderado**, ya que a partir del análisis se tiene:

1. Existe un alto número de compradores importantes, Ministerios, Fundaciones Universidades, Colegios, Etc.
2. Existe una alta disponibilidad de sustitutos de productos de la industria
3. Moderado costo de cambio de los compradores ya que al contratarlo no se pueden cambiar por un semestre o un año dependiendo del contrato.
4. Existe una probabilidad media de que los compradores se integren hacia atrás.
5. Existe una posibilidad media de que la industria que presta este servicio se integre hacia adelante, por ejemplo Gal&Leo podría convertirse en una escuela con un nuevo modelo educativo.
6. El producto que ofrece Gal&Leo contribuye en gran medida a la calidad del servicio y de los productos de los compradores.
7. El producto que ofrece Gal&Leo contribuye al proceso de producción de valor de los compradores.

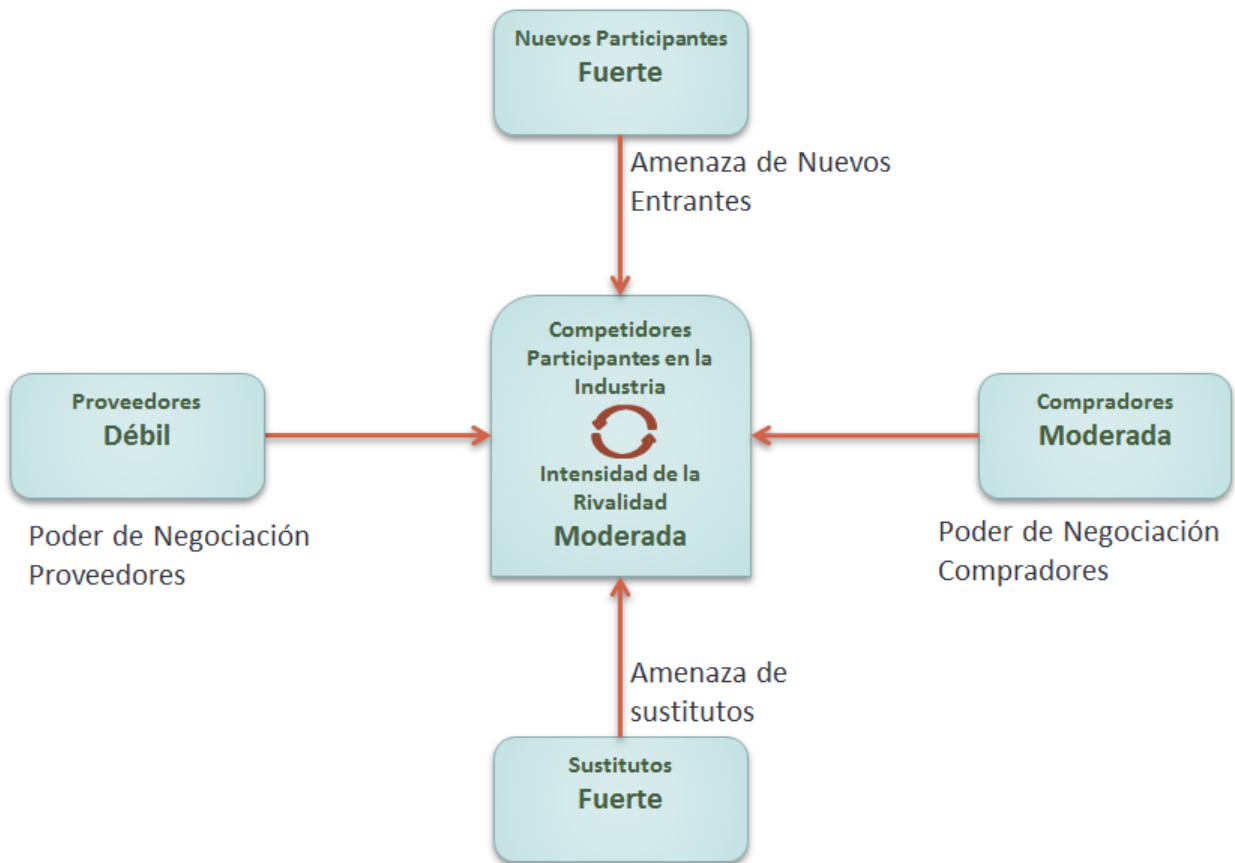


Figura 2. Modelo de las Cinco Fuerzas de Porter

Rivalidad entre Competidores

La rivalidad entre los competidores se puede decir que es **moderada**, porque existen pocos competidores directos en el mercado Latinoamericano.

1. Gran número de Competidores de cursos e-learning.
2. Desde el año 2012 han aparecido competidores en el extranjero de forma acelerada (Habla Inglesa).
3. Existen pocos competidores en Latinoamérica que realicen Gestión del Aprendizaje.
4. Se pueden diferenciar los productos que ofrecen los competidores.

5. Etapa temprana del desarrollo del servicio por lo que los intereses estratégicos de los competidores están bien diferenciados.
6. El mercado de corto plazo son todas las entidades en el rubro de la educación de habla española.

La estructura de la industria queda caracterizada a través del modelo de las cinco fuerzas de Porter, el reconocimiento de estas cinco fuerzas delimita precios, costos y requerimientos de inversión, que por su naturaleza explican el atractivo de la industria.

3.4.2 Entorno Interno

3.4.2.1 Recursos Tangibles

Los recursos tangibles se identificaran bajo la definición de que son actividades que se pueden ver y cuantificar.

Gal&Leo no posee grandes recursos financieros ni físicos, debido a lo joven de la empresa y a la naturaleza de del negocio. Entre los recursos tecnológicos destacan:

- Modelo de parametrización de ejercicios (Permite replicar automáticamente problemas matemáticos con la misma dificultad, indicador de logro y contexto para evitar la copia)
- Bases de datos con más de 30.000 tipos de ejercicios.
- Sistema de Gestión de Aprendizaje (Sistema de Reportes Dinámico dentro del curso, que entrega de manera específica, la ruta de aprendizaje que se debe recorrer un estudiante a partir de su desempeño en las evaluaciones del curso).

3.4.2.2 Recursos Intangibles

Los recursos intangibles son el fuerte de Gal&Leo, entre ellos podemos encontrar los siguientes:

Humanos:

- Experiencia y Conocimiento de atención con sistemas de alta disponibilidad.
- Expertos en Marcos Curriculares.

Innovación:

- Confección de Ruta de Aprendizaje Personalizada de forma automática.

Reputación:

- Contratos con Ministerios de 4 países.
- Resultados positivos y validados (Incrementos de promedios de notas, Incrementos de tasas de aprobación).

3.4.2.3 Cadena de Valor

La cadena de valor es un modelo que describe cómo se desarrollan las actividades de una empresa, desde la adquisición de los insumos, hasta la entrega al cliente final.

El análisis de la cadena de valor permite identificar cuáles son las actividades de una firma que crean valor y cuáles no.

Las actividades de la cadena de valor, como se puede observar en la Figura 3, se dividen en:

- Actividades Primarias
- Actividades de Apoyo

Cadena de Valor Gal&Leo

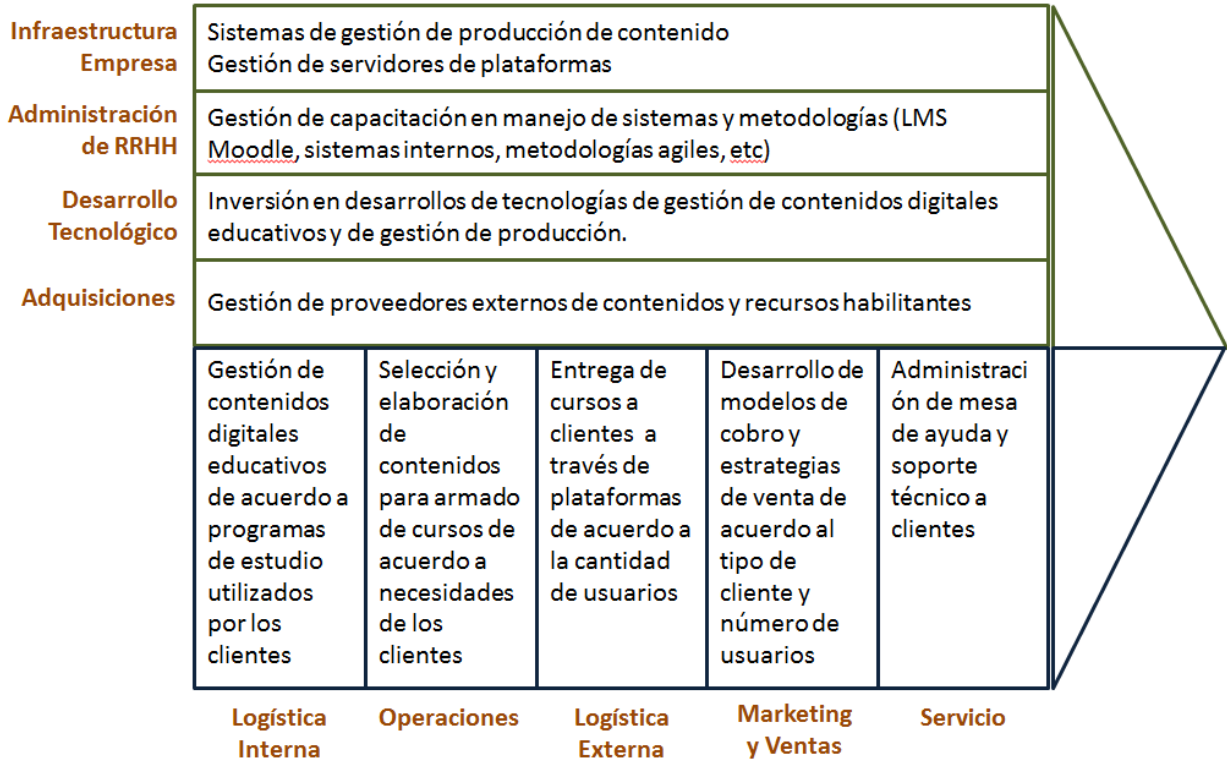


Figura 3. Actividades Cadena de Valor

Como actividades primarias, destacan los procesos de la empresa responsables de la selección y elaboración de contenidos para el armado de cursos, de acuerdo a necesidades de los clientes, lo que entrega un servicio de calidad y diferenciado. También se tiene una buena logística externa para ofrecer la entrega de cursos a través de una plataforma web rápida y fiable, alojada en servidores externos.

3.4.2.4 Competencias Centrales

Las *cores competences* de la empresa son las capacidades costosas de imitar, en este caso corresponden a (1) la capacidad de articular cursos que respondan a diferentes programas de estudio en poco tiempo y (2) la capacidad de generar modelos de gestión del aprendizaje. Estas ventajas se ven poco sostenibles a largo plazo debido a la alta velocidad del ciclo del mercado de las tecnologías de la

información y la alta posibilidad que otras empresas adquieran estas competencias. Entre otras capacidades más imitables, pero importantes, se encuentra la capacidad de atender a grandes cantidades de usuarios con sistemas de alta disponibilidad.

3.4.2.5 Estructura y controles organizacionales.

La estructura organizacional de Gal&Leo es funcional dado que se ejecuta un negocio principal con especialización de tareas y un Gerente General con Gerentes de línea que integran las decisiones y acciones de la compañía. Analizando la estructura organizacional de Gal&Leo con la estrategia internacional que se realiza se nota que no existe una estructura mundial de división de productos por lo que no se ajusta a la estrategia internacional Global. Lo anterior se debe a que Gal&Leo está en proceso de crecimiento por lo que está en camino a formar equipos de trabajo consolidados en Perú, Colombia y México. Actualmente son algunos miembros del directorio y algunos Gerentes los que están constantemente viajando entre países haciendo que Chile sea el eje central de la compañía.



Figura 4. Estructura Organizacional de Gal&Leo

3.4.3 Conclusión del análisis del entorno

La conclusión del planteamiento de Michael Porter es que hay sólo 2 formas de competir:

- A través de Bajo Costo, ó
- Diferenciación de Producto

Menor Costo se logra a través de economías de escala, simplificación de economías de escala, simplificación de los productos y participación de mercado que permitan aprovechar la experiencia y los efectos del aprendizaje.

Diferenciación se obtiene creando un producto que el cliente percibe como único y altamente valioso, por lo que está dispuesto a pagar un precio alto. [1]

De acuerdo a estas definiciones Gal&Leo compete mediante una estrategia de diferenciación, al entregar un servicio altamente diferenciado a un precio no necesariamente el más bajo.

4 Planteamiento Estratégico de la Organización

La empresa no cuenta con un planteamiento estratégico explícito ni declaraciones de misión y visión, por lo que se confeccionó las declaraciones de misión y visión a partir de las comunicaciones verbales de los directores y el propósito transmitido en la presentación que hace mediante su canal web [3]. Además se confeccionó un *Mapa Estratégico* que refleja los principales objetivos de mediano plazo de Gal&Leo.

4.1 Misión

Apoyar a las instituciones educativas de América Latina en los procesos de educación de sus estudiantes, haciendo eficiente su proceso de aprendizaje

mediante el uso de un sistema que permita mejorar la gestión del aprendizaje de forma personalizada.

4.2 Visión

Nuestra visión es lograr equiparar la educación de los estudiantes escolares y universitarios de toda Latinoamérica, sin importar su origen o condición social.

4.3 Estrategia Corporativa

El nivel de Diversificación de Gal&Leo es “*Relacionada Concentrada*” [1] ya que todos sus negocios pertenecen al mercado de gestión de aprendizaje online, por lo tanto están vinculados, cuyo negocio dominante percibe menos del 70% de los ingresos. Los aportes a los ingresos de Gal&Leo provienen de la Educación escolar que aporta un 64% de los ingresos, de la Educación superior que aporte el 35% de los ingresos y de la Educación Laboral que aporta menos del 1% de los ingresos.

La empresa atiende a los tres mercados de educación online mencionados anteriormente, produciendo para cada uno de ellos cursos de Matemáticas, Álgebra y Cálculo. Para producir el producto utiliza los mismos procesos y las mismas competencias centrales para configurar los cursos. Además el mismo sistema de reportes soporta a todos los mercados.

Las competencias centrales de Gal&Leo son las siguientes: Capacidad de articular cursos que respondan a diferentes programas de estudio, en poco tiempo. Capacidad de generar Modelos de Gestión del Aprendizaje y Capacidad de atender a grandes cantidades de usuarios con sistemas de alta disponibilidad.

Todos los productos mantienen vínculos en Recursos y Capacidades y es una diversificación que crea valor a través de Economías de Alcance.

4.4 Estrategia de negocios

El tipo de Estrategia de Negocios de Gal&Leo es una estrategia de diferenciación por tres razones principales.

- La primera es porque entrega enseñanza personalizada de acuerdo al proceso de aprendizaje del alumno.
- La segunda es porque Genera Reportes dinámicos y en línea de acuerdo al rendimiento del alumno después de cada actividad.
- Y la tercera es porque posee una alta capacidad de personalización del producto según el Cliente.

Además la logística externa se encuentra altamente desarrollada, de manera que se llega al cliente en un tiempo muy corto, como por ejemplo la puesta en marcha de proyectos en un período de un mes, adaptados al Programa de Estudio del cliente. Se desprende de lo expuesto que los productos que entrega Gal&Leo poseen características no existentes en las empresas competidoras que se encuentran en los mercados donde opera.

Se descarta la idea de que sea una estrategia de enfoque en diferenciación ya que como se apreció antes, sus acciones y productos no se enfocan en un segmento particular de productos. Asimismo se descarta la idea de diferenciación en costos ya que los cursos de Gal&Leo tienen un precio mucho mayor al de las empresas que proveen cursos online.

Finalmente los directores de la empresa sostienen que la estrategia de diferenciación de la empresa ha sido exitosa debido al crecimiento que ha experimentado la empresa y a su actual cartera de Clientes dentro de la cual están los cuatro Ministerios de Educación de los países en donde opera, actores muy relevantes que permiten posicionar de muy buena manera a Gal&Leo.

La propuesta de la empresa es consolidarse como la empresa líder del mercado, ser un referente para otras empresas del sector, y aumentar su participación de mercado. Para lograr estos objetivos, la empresa ha establecido ciertos lineamientos estratégicos los cuales cuáles permitirían mejorar la calidad del servicio, adquirir economías de escala transfiriendo el consiguiente beneficio a los clientes y hacer crecer su cartera de clientes aumentando su participación de mercado.

4.5 Mapa Estratégico

Las compañías utilizan la herramienta de BSC (Balance Scorecard) [1] para alinear sus objetivos estratégicos con los objetivos de sus procesos de negocio, estableciendo métricas para cada uno de los objetivos desde un alto nivel hasta un bajo nivel. El BSC formulado a partir de la interacción con los directivos de Gal&Leo es el que se muestra en la Figura 5.

Mapa Estratégico Gal&Leo

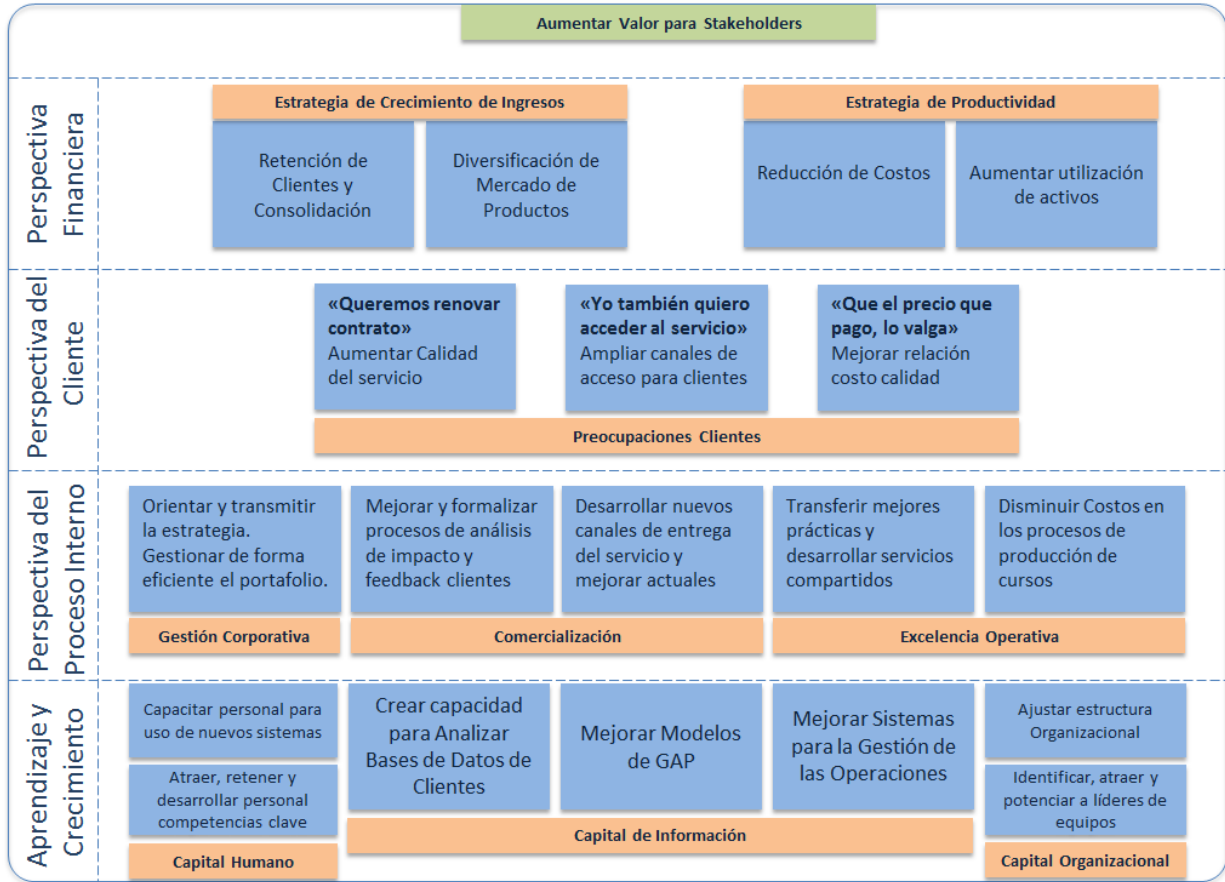


Figura 5. Mapa Estratégico de Gal&Leo

Este mapa permite hacer visible para la Gal&Leo los objetivos estratégicos que persigue la organización, mirados desde distintas perspectivas.

En la perspectiva Financiera la empresa se centra en crecer en ingresos y en mejorar la productividad.

La empresa plantea lograr el primer objetivo a través de la retención de clientes y la diversificación del mercado de productos, esto último a través de Gal&Leo Retail, servicio que busca poder llegar a todo usuario que desee acceder a algún curso disponible en la plataforma de gestión del aprendizaje.

Para lograr el segundo objetivo se plantea reducir costos y mejorar la utilización de activos de la empresa, con esto último se refiere a la reutilización de los contenidos digitales educativos que posee en stock.

Gal&Leo busca lograr los objetivos Financieros haciéndose cargo de las preocupaciones de los clientes como, prestar un servicio de calidad para que los clientes no tengan que comenzar con un nuevo proceso de búsqueda de proveedor, establecer costos de acuerdo a la calidad del servicio entregado de forma que el cliente perciba que está pagando lo justo, y por último llegar a clientes que están dispuestos a pagar por el servicio pero no pueden porque su institución educativa no posee contrato con la empresa.

En la perspectiva de Procesos Internos la empresa plantea un objetivo importante, que tiene que ver con transmitir los objetivos estratégicos a las personas clave (líderes) de manera que se mantenga toda la organización alineada.

Por otro lado plantea mejorar los análisis del cliente y generar nuevos canales de venta, que soporten a Gal&Leo Retail.

Además de diseñar los procesos de forma que utilicen servicios compartidos y exista transferencia de buenas prácticas entre las áreas.

En la perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento Gal&Leo busca rediseñar y formalizar los procesos de gestión de producción, de producción y de entrega de manera de hacerlos eficientes.

Además busca realizar cambios en los sistemas de información con el objetivo de abrir la posibilidad de mejorar el producto que ofrece actualmente a sus clientes desde el modelo de gestión del aprendizaje hasta la retroalimentación que se entrega al cliente a través de reportes en línea.

Por otro lado Gal&Leo necesita generar capacidades que permitan obtener un conocimiento más detallado de la interacción de sus clientes con su servicio, de forma de poder mejorar la experiencia de uso del servicio.

Para lograr estos cambios Gal&Leo requiere ajustar la estructura organizacional que posee y debe también capacitar al personal en el uso de los sistemas de información mejorados.

4.6 El Modelo Delta para Gal&Leo

En la sección 3.4.3 se concluyó acerca del posicionamiento competitivo de la empresa a partir del modelo propuesto por Michael Porter [1]

En esta sección se analizará el posicionamiento competitivo desde la perspectiva del modelo Delta que propone Arnoldo Hax en [4].

Esto ya que por un lado se tiene que el modelo de Porter se basa bajo los siguientes principios:

- Implica un concepto de “guerra” en la estrategia de negocios (creando barreras, batallando proveedores, competidores y clientes, etc.) no necesariamente válido en el mundo de hoy.
- Las estrategias de Bajo Costo y Diferenciación están centradas en las economías del producto.
- El vínculo que se establece con el cliente es extremadamente volátil.

Y por otro lado al analizar el Modelo Delta se tiene que este sitúa al cliente como centro de la gestión, generando las condiciones para el desarrollo de relaciones de largo plazo entre las organizaciones y sus clientes, lo que se adapta y produce mayor sentido a la visión de las relaciones inter-empresariales actuales.

En la Figura 6 [5] se muestran las estrategias planteadas por el *Modelo Delta* de cara al cliente, una breve descripción de cada una de ellas es:

- **Mejor producto:** El cliente es atraído por las características del producto, ya sea mediante el bajo costo, que provee de una ventaja en precio para el consumidor, o bien a través de la diferenciación, que incorpora características únicas que el cliente valora y por las cuales están dispuestos a pagar un mayor valor. Se pone especial atención en las economías del producto, en la cadena de valor y las capacidades necesarias para entregar el mejor producto.
- **Solución Integral al Cliente:** El foco cambia desde el producto entregado hacia la relación con el cliente, siendo la principal preocupación la economía del cliente y su rendimiento, lo que se traduce en que la organización debe comprender cómo los clientes logran sus beneficios para así desarrollar nuevas formas de ayudarlos a mejorar su productividad.
- **Lock-in Sistémico:** La organización alcanza un liderazgo dominante respecto a sus competidores, llegando a tener más del 70% de éste y representando un poder monopólico, además el cliente enfrenta altos costos de cambio si desea abandonar a la organización. El lock-in sistémico se puede alcanzar a través de la propiedad de los estándares de la industria, ser el intermediario principal entre los clientes y sus proveedores, o bien ser el único proveedor.

El Modelo Delta

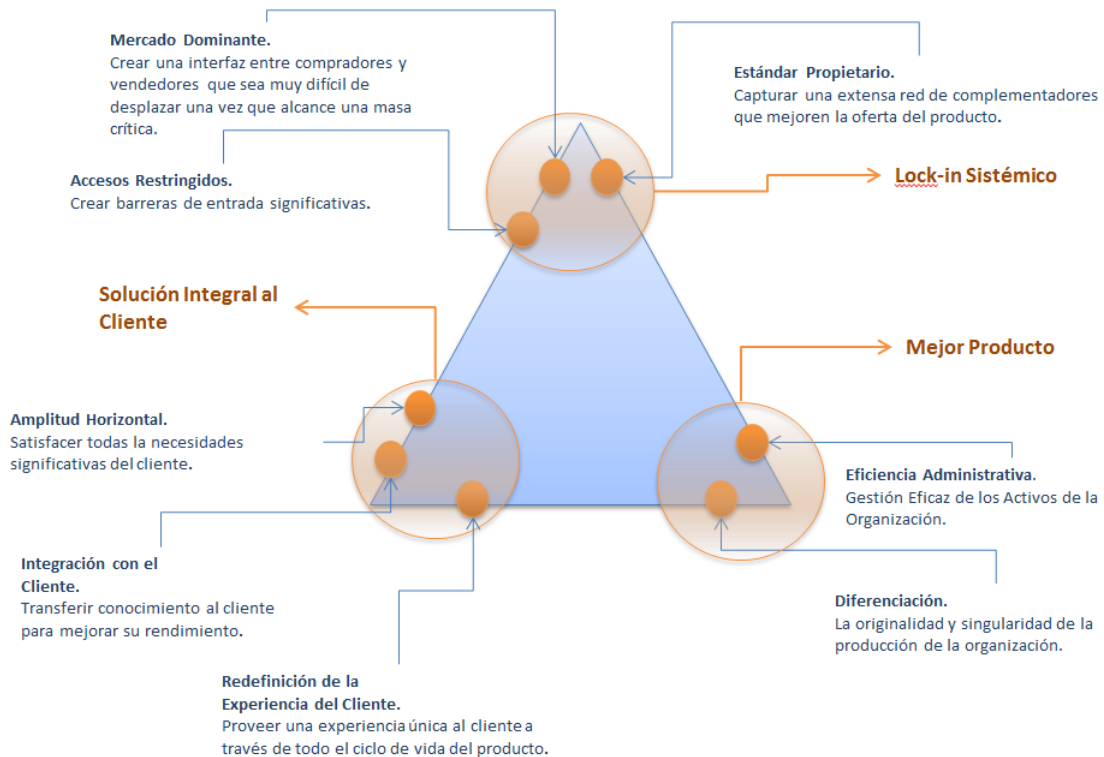


Figura 6. El Modelo Delta

En el marco del Modelo Delta, el posicionamiento estratégico de Gal&Leo se ubica en el cuadro de mejor producto, pero a la vez dando pasos hacia un posicionamiento de solución integral al cliente, a través de la redefinición de la experiencia del cliente.

A continuación se identifica y se mapean los objetivos específicos en el modelo delta a partir del mapa estratégico presentado en la Figura 5:

Eficiencia Administrativa:

- ❖ Disminuir horas hombre en el proceso de gestión de producción de cursos. (Proyecto)

- ❖ Disminuir costos en la externalización de la producción de contenidos digitales. (Proyecto)
- ❖ Aumentar el espectro de clientes que puede acceder al servicio a través del desarrollo de nuevos canales de entrega del servicio.
- ❖ Desarrollo y ampliación de capacidad tecnológica de los sistemas. (Proyecto)
- ❖ Mejora en los procesos de coordinación de la producción y entrega del servicio. (Proyecto)

Diferenciación:

- ❖ Mejorar los modelos de gestión del aprendizaje personalizado.
- ❖ Mejorar los procesos de retroalimentación de rendimiento a los clientes.
- ❖ Aumentar la calidad del servicio percibida redefiniendo la relación con el cliente.

Redefinición de la experiencia del cliente:

- ❖ Generar capacidades de análisis de clientes y su interacción con el servicio.
- ❖ Generar capacidades que busquen mantener una relación de largo plazo con el cliente.
- ❖ Redefinir la relación con el cliente utilizando múltiples interfaces de atención.

En la figura 7 se puede observar el posicionamiento estratégico descrito, que corresponde a una estrategia de mejor producto visto desde la perspectiva del Modelo Delta, pero con leves intenciones de redefinir la experiencia del cliente.

El Modelo Delta

Mejor Producto

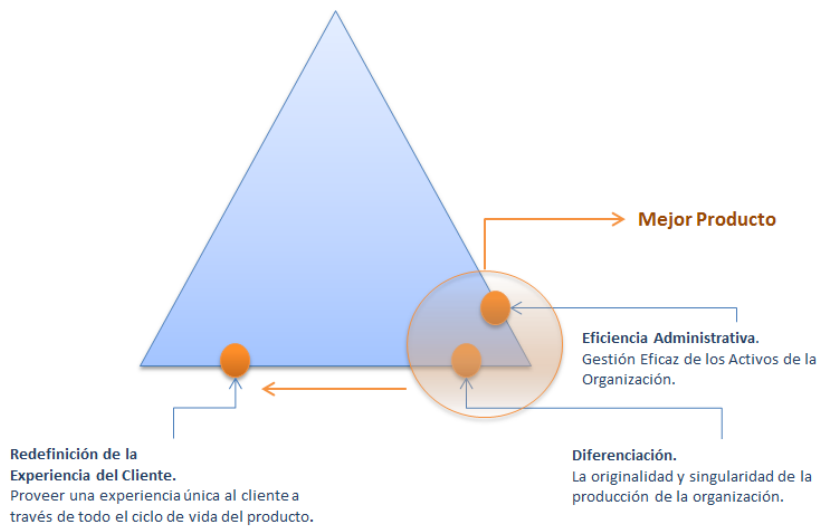


Figura 7. Posicionamiento Estratégico de Mejor Producto

Si bien, Gal&Leo presta un servicio que se integra directamente con la cadena de valor de las instituciones educativas, aun no tiene la capacidad de generar un posicionamiento estratégico de solución integral al cliente.

Una vez alcanzada la consolidación en el mercado, el próximo paso debería ser implementar rápidamente las capacidades necesarias para integrarse con el cliente, ya la empresa maneja gran cantidad de conocimiento tácito acerca del funcionamiento de sus clientes, por lo que la formalización de ese conocimiento y la sistematización de soluciones enfocadas a la integración podría ser perfectamente el próximo paso de la organización persiguiendo un objetivo de consolidación en el mercado.

5 Modelo de Negocio de Gal&Leo

El modelo de negocio es el mecanismo a través del cual una empresa crea valor y como consecuencia de esto la empresa genera ingresos y beneficios. El Modelo de

Negocio describe lo que un negocio ofrece a sus clientes, cómo llega a ellos, y cómo se relaciona con ellos, cuales son los canales para entregar el producto o servicio y además define cuales son los procesos y recursos críticos del negocio.

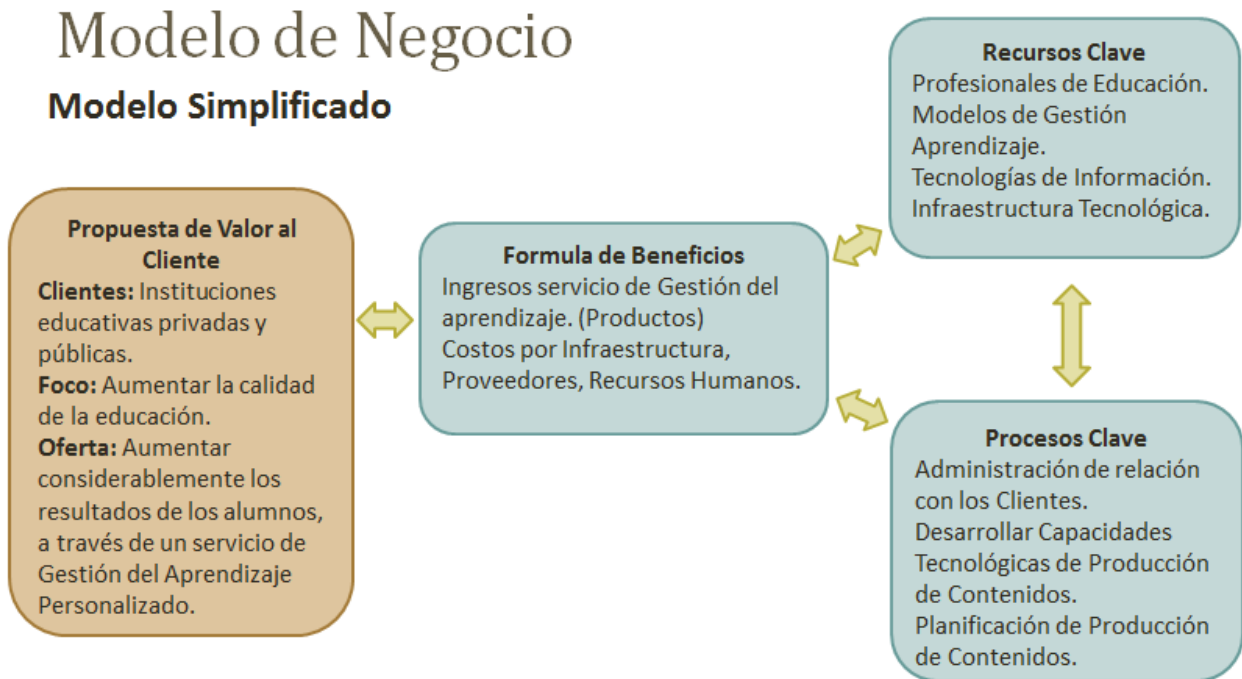


Figura 8. Modelo de Negocio de Gal&Leo

5.1 Líneas de Negocio

Gal&Leo ofrece cursos en línea con la característica de gestión del aprendizaje personalizado tanto a instituciones educativas de nivel escolar como universitario. Además ofrece cursos de nivelación de conocimientos básicos a empresas, para que estas capaciten a sus trabajadores en el ámbito de matemáticas o lenguaje, estos cursos distan de ser cursos laborales, y se enfocan en nivelar conocimientos básicos de los trabajadores.

Dado esto se puede reconocer que existen tres claras líneas de negocio:

- Una que desarrolla cursos para educación escolar
- Una segunda que desarrolla cursos para educación universitaria

- Y una tercera que desarrolla cursos para empresas.

5.2 Propuesta de valor para educación escolar

- ❖ **Clientes:** Instituciones educativas privadas y públicas.
- ❖ **Foco:** Aumentar la calidad de la educación.
- ❖ **Oferta:** Aumentar considerablemente los resultados de los estudiantes, a través de la gestión personalizada de su proceso de aprendizaje.

Los recursos clave corresponden a los recursos que habilitan la realización del negocio, los procesos clave son los conjuntos de actividades con una secuencia lógica que permiten lograr los objetivos necesarios para prestar el servicio, y la fórmula de utilidades corresponde a la descripción de la forma de generar beneficios a partir de los ingresos y los costos en que incurre la empresa. Para el caso de Gal&Leo se pueden listar los principales elementos del modelo de negocio, relacionados con la estrategia de la compañía.

5.3 Recursos Clave

- ❖ Profesionales de la educación.
- ❖ Modelos de gestión del aprendizaje.
- ❖ Tecnologías y Sistemas de Información, (Learning Management System, Bases de Datos, etc.)
- ❖ Recursos de investigación y desarrollo en el ámbito de educación y tecnologías de información.
- ❖ Fuerte relación con proveedores de contenidos digitales educativos.
- ❖ Personal con capacidades tecnológicas.

5.4 Procesos Clave

- ❖ Proceso de gestión de producción de cursos y contenidos digitales.
- ❖ Gestión de proyectos
- ❖ Desarrollar capacidades tecnológicas para la producción de contenidos.
- ❖ Planificación de producción de contenidos.
- ❖ Proceso de evaluación de modelos de aprendizaje.
- ❖ Proceso de mejora de capacidades.

5.5 Formula de Utilidades

- ❖ Retención de clientes (+).
- ❖ Ampliación de demanda. (+).
- ❖ Reducción de costos de producción de contenidos (+).
- ❖ Aumento en la tasa de reutilización de contenidos digitales educativos (+).
- ❖ Costos de producción de cursos (-).
- ❖ Costos de plataforma (servidores, mantención, etc.) (-).
- ❖ Costos de administración de recursos (-).

5.6 Propuesta de valor para educación universitaria

Podemos decir que la propuesta de valor para educación universitaria es la misma que para educación escolar, se propone mejorar el rendimiento de los estudiantes a través de cursos contruidos sobre una lógica de gestión de aprendizaje personalizado, y los clientes son entidades públicas y privadas en el sector de educación universitaria.

Los recursos y procesos clave para obtener beneficios son los mismos mencionados para la propuesta de valor para la educación escolar

5.7 Propuesta de valor para capacitación laboral

La propuesta de valor que Gal&Leo ofrece a empresas está en fase de definición, bastante inmadura desde el punto de vista de la formalización. Por lo que la definición en este trabajo puede servir para acotar el alcance de esta línea de negocio.

- ❖ **Oferta:** Nivelar conocimientos básicos de trabajadores, en el ámbito de matemáticas y lenguaje dentro de un contexto laboral específico.
- ❖ **Foco:** Nivelar conocimientos básicos de trabajadores.
- ❖ **Clientes:** Empresas intensivas en capital humano no profesional.

Como recurso clave, adicional a lo expuesto anteriormente, se identifica que se necesita un personal adecuado (Product Manager, etc.) para manejar la relación con el cliente y personal en el ámbito de la educación encargado de contextualizar los cursos al ámbito laboral solicitado.

Por otro lado como proceso clave se necesita desarrollar una relación con cliente empresa y un proceso para contextualizar los contenidos de los cursos al ámbito laboral solicitado.

6 Diagnóstico de la Organización

Durante el tiempo que Gal&Leo lleva operando, las formas de trabajar y las prácticas utilizadas en el área de operaciones han sufrido variaciones muy marginales, es decir, las prácticas y tecnologías existentes dentro de la organización utilizadas para producir y prestar los servicios a sus clientes, se han mantenido

constantes, y no se han planteado mejoras de alto impacto en la productividad sino más bien pequeños cambios que mejoran en el corto plazo la operación.

Esto ha llevado a que las prácticas y tecnologías utilizadas no proporcionen las herramientas adecuadas para producir un servicio de forma eficiente, lo que encarece el servicio para los clientes y disminuye el margen de la empresa.

Gal&Leo posee una gran cantidad de recursos digitales educativos, vistos desde el punto de vista práctico, corresponden físicamente a objetos de aprendizaje tales como explicaciones teóricas, explicaciones prácticas o categorías de preguntas soportadas por un medio digital, como imágenes, documentos en formato pdf, vídeos, animaciones, infografías e interactivos, etc.

Vistos desde la perspectiva económica todos los recursos mencionados, corresponden a activos adquiridos por la empresa, por lo tanto, es lógico que se diseñen e implementen las capacidades necesarias para lograr que estos activos obtengan una rentabilidad, y más aún, hacer eficiente los procesos asociados a estas capacidades para maximizar la rentabilidad de estos.

Actualmente Gal&Leo no posee un manejo eficaz de los recursos digitales educativos, debido a que no están completamente clasificados, además, no están almacenados en medios adecuados para su manejo eficiente. Dado esto se ha observado que no se posee una idea clara de cuantos recursos posee, de cuantos contenidos tiene cubierto con objetos de aprendizaje, y por consiguiente no posee una idea clara del costo de un nuevo proyecto en el que se podrían reutilizar recursos existentes.

En este trabajo se plantea una mejora para la gestión eficiente de los recursos digitales educativos de Gal&Leo, a través del diseño de una ontología para la gestión del aprendizaje, que incluye un diseño para la clasificación de los objetos de aprendizaje.

Por otro lado, Gal&Leo tiene implementada una lógica de negocio correspondiente a la lógica de “Gestión del Aprendizaje”, capacidad que se considera como una de las “*Core Competencies*” del negocio, como el principal valor que está entregando la empresa a sus clientes.

La capacidad de “Gestión del Aprendizaje” tal como está implementada hoy en día posee un gran potencial de mejora, a partir de la correcta clasificación de los objetos de aprendizaje.

Al mejorar la lógica de gestión del aprendizaje, se espera conocer de forma precisa el estado de conocimiento, debilidades y fortalezas de un estudiante. De esta forma, se podría entregar únicamente los contenidos necesarios para cubrir sus debilidades, a diferencia de hoy, que se le entrega un conjunto de contenidos agrupados en un tema, independiente si el estudiante necesita o no nivelar todos los contenidos del tema.

Este aspecto es muy importante en los sistemas educativos actuales, en el caso en que un estudiante está cursando una materia y debe nivelar conocimientos de niveles pasados, ya que debe destinar tiempo a la nivelación de sus conocimientos y a alcanzar las materias del nivel que está cursando, por lo que al entregar de manera precisa los contenidos en los que está débil se ahorra tiempo del estudiante.

Por último Gal&Leo no está aprovechando al máximo los productos que ha desarrollado, ya que presta un servicio cerrado a instituciones educativas, lo que genera que si un usuario no pertenece a una institución educativa que tenga el servicio no tiene forma de acceder a él.

Esto ha sido una de las principales preocupaciones de los directivos de la empresa, y que a partir de la gestión adecuada de los contenidos y cursos que posee Gal&Leo más la creación de un nuevo canal de ventas es posible implementar un servicio abierto con lógica de Retail.

Parte 3: Marco Metodológico y Teórico Conceptual

7 Marco Metodológico

Las metodologías empleadas en el desarrollo del proyecto corresponden a:

Por un lado la “Metodología de Ingeniería de Negocios con Tecnologías de la Información” planteada en [6] la cual logra alinear la estrategia de una organización y su Modelo de Negocios con el Diseño y las Implementaciones Tecnológicas de bajo nivel.

Por otro lado se utiliza la metodología planteada en [8], para el diseño y la implementación de una ontología para la gestión del aprendizaje.

Ambas metodologías se describen en detalle a continuación.

7.1 Metodología de Ingeniería de Negocios

La metodología de Ingeniería de Negocios cuenta con un conjunto de etapas que permiten desarrollar proyectos de rediseño de procesos apoyados con tecnologías de la información, que estén alineados con la estrategia de la compañía y que respondan a las necesidades de los modelos de negocio, estas etapas se describen a continuación:

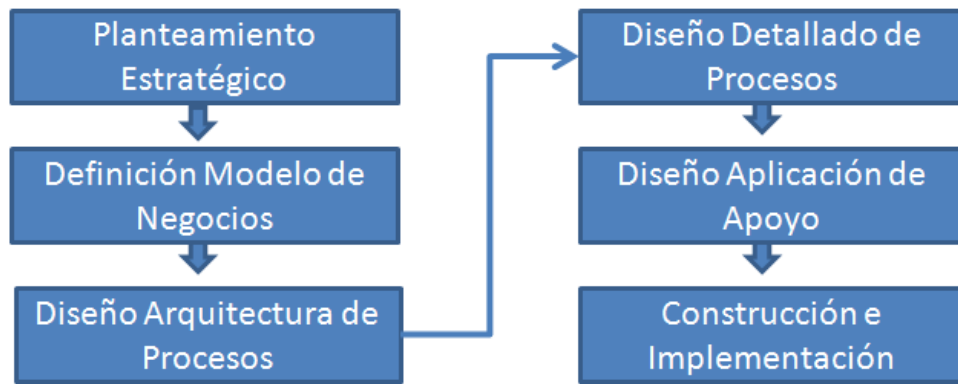


Figura 9. Metodología de Ingeniería de Negocios

Planteamiento Estratégico: La metodología propone que el planteamiento estratégico es el punto de partida para desarrollar proyectos de impacto en una organización, de esta manera se asegura que el proyecto esté alineado con los objetivos estratégicos del negocio. En este proyecto se utiliza el posicionamiento estratégico definido por el Modelo Delta de Arnoldo Hax [5] para posicionar a la empresa.

Definición del Modelo de Negocio: El modelo de negocio plantea la forma en que la empresa aporta valor a sus clientes, obteniendo ingresos y beneficios, siendo consistente con los objetivos estratégicos de la empresa. Para este trabajo se utilizó el marco de trabajo para modelos de negocios planteado por Johnson, [9]. La metodología plantea identificar y explicitar el modelo de negocio de la organización y analizar como en proyecto produce un impacto sobre este.

Diseño de la Arquitectura de Procesos: La arquitectura de procesos corresponde al conjunto de procesos de una organización ordenados y categorizados según su naturaleza. En la arquitectura de macro-procesos propuesta por O. Barros en [7] definen cuatro categorías de macro-procesos como punto de partida para diseñar o rediseñar una solución de negocio con tecnologías de información, en los macro-procesos se definen los patrones de procesos de negocio, desde estos patrones se debe instanciar los procesos que se verán envueltos en el desarrollo de la solución.

Diseño Detallado de Procesos: En esta etapa de la metodología se debe diseñar los niveles de la arquitectura de procesos, llegando a un detalle de bajo nivel en el que se identifican lógicas de negocio que contribuyen a la implementación del modelo de negocio de la empresa. Los procesos de negocio se especifican mediante la notación BPMN.

Diseño de la Aplicación TI: A partir de los procesos definidos en la etapa anterior se diseñan las aplicaciones computacionales a través de la notación UML (Unified modeling language).

Construcción e Implementación: En esta última etapa se escogen las tecnologías y se materializa la construcción de las aplicaciones diseñadas en las etapas anteriores. Esta etapa está sujeta a la disponibilidad de recursos de la organización.

7.2 Metodología diseño e implementación de una ontología

Según el autor de Ontological Engineering [11], para el diseño de cualquier ontología es necesario contar con una metodología. La ontología para la gestión del aprendizaje que se diseña en este trabajo, se diseñó bajo la metodología propuesta en [8], que consiste en:

1. Determinar el dominio y ámbito de la ontología
2. Determinar la intención de uso de la ontología
3. Reutilizar ontologías o vocabularios controlados existentes
4. Enumerar los términos importantes del dominio.
5. Definir jerarquía de clases
6. Crear las instancias

Se determinó que esta metodología es la más adecuada para este trabajo, ya que esta se enfoca en proveer los pasos necesarios para la creación de ontologías desde un enfoque iterativo, dejando espacio a los expertos en la materia a mejorarla de forma continua. Por otro lado enfatiza el hecho de reutilizar ontologías o

taxonomías existentes de manera de construir sobre lo existente manteniendo un estándar del lenguaje.

También se tomaron algunos conceptos de la metodología Kactus [10] ya que esta aproximación para desarrollar ontologías es condicionada por el desarrollo de una aplicación, para la cual se desea construir la ontología. Esta aproximación sirve para este trabajo en el sentido que puede acotar la implementación de la ontología debido a su tamaño, en base a las funciones de la aplicación computacional que se necesite desarrollar en una primera instancia.

Existen diversas metodologías para diseñar ontologías como por ejemplo: METHONTOLOGY, TERMINAE, ON-TOKNOWLEDGE, entre otras, expuestas en [11], estas se mencionan con el objetivo de que se usen como referencia para en un futuro trabajo determinar si existe una metodología más adecuada para la mejora de la ontología creada.

8 Marco Teórico Conceptual

En este capítulo se describirán los trabajos utilizados como base, para la construcción de un sistema que permita la realización de la gestión del aprendizaje personalizado.

Los trabajos consultados están dentro del ámbito de la construcción de modelos y estructuras adecuadas para caracterizar y manejar tanto al contenido digital educativo como también a las necesidades de información para la implementación de una lógica que posibilite la gestión del aprendizaje de los estudiantes.

Esta lógica de negocio y parte de la ontología diseñada se implementarán para lograr los objetivos estratégicos de la empresa expuestos en el capítulo 4 y que están dentro del alcance del proyecto definido en el capítulo 12.

8.1 Ontología para la gestión del aprendizaje personalizado

La utilización de una ontología se justifica a partir de la experiencia descrita en el capítulo 8.1.2.2, en donde se evidencia que se han realizado varios intentos para crear modelos de datos que permitan gestionar el contenido digital educativo. El resultado de esto es que existen variados modelos creados y utilizados por distintas organizaciones, que actualmente no están permitiendo la interoperabilidad eficiente entre distintos sistemas de aprendizaje.

Además, se necesita una estructura que pueda ir mejorando de forma continua y que pueda responder a los cambios de forma eficiente aspecto que entrega la ontología en contraste con los modelos de datos que presentan una alta rigidez que hace costoso su mejoramiento.

Dado esto se plantea el diseño e implementación de una ontología que permita mejorar la comunicación y generar un entendimiento común de los conceptos relevantes para la gestión del aprendizaje.

8.1.1 Concepto de Ontología

Una ontología es una "Especificación explícita de una conceptualización" [12]. El término está tomado de la filosofía, donde una ontología es una explicación sistemática de la existencia. Para los sistemas de inteligencia artificial, lo que existe es lo que se puede representar.

En la práctica, una ontología define el vocabulario común con el cual es posible que diferentes agentes, tanto agentes de software como agentes humanos [13], intercambien información relevante en un dominio específico.

El uso de ontologías para modelar el conocimiento de dominios específicos representa un aspecto clave para la integración de la información procedente de diferentes fuentes, para apoyar la colaboración dentro de las comunidades virtuales,

para la mejora de la recuperación de información, y de manera más general, es importante para el razonamiento en los conocimientos disponibles.

El modelado del conocimiento representa una actividad significativa, que es particularmente difícil de realizar debido a su complejidad. Hoy en día, en la informática y la ciencia de la información, la representación del conocimiento, la reutilización y el intercambio se ven facilitadas por el uso explícito de ontologías [14].

8.1.2 Componentes para el diseño de una ontología para GAP

En adelante entenderemos como GAP a la gestión del aprendizaje personalizado. Para diseñar una ontología para GAP debemos describir las siguientes componentes:

- Objetivo de Aprendizaje (Learning Objective).
- Objeto de Aprendizaje (Learning Object).
- El Dominio de Aprendizaje.
- Un modelo del estudiante.

8.1.2.1 Objetivo de Aprendizaje (Learning Objective)

Los objetivos de aprendizaje son declaraciones que describen lo que un estudiante será capaz de hacer como resultado de estudiar una materia (o como resultado de ser enseñados en una materia). Algunas definiciones indican que los objetivos de aprendizaje son una suerte de contrato que el docente hace con los estudiantes, que describe lo que serán capaces de hacer después de la sesión de aprendizaje, que no podían hacer antes de ella, el “valor agregado” de enseñar.

De acuerdo a Mager [37] un objetivo de aprendizaje bien diseñado debe responder a tres preguntas básicas:

- ¿Qué debería el estudiante ser capaz de hacer?

- ¿Bajo qué condiciones se desea que el estudiante haga lo que dicta el objetivo?
- ¿Cuán bien debe ser hecho lo que dicta el objetivo?

Las estructuras de objetivos de aprendizaje mayormente utilizadas provienen de la taxonomía de Bloom originada en 1956 por Benjamín Bloom, la cual fue creada con el objetivo de que los examinadores manejaran un lenguaje común promoviendo y facilitando el intercambio de materiales de evaluación.

Visto de una forma simple, la taxonomía de Bloom es una clasificación de verbos que se utilizan en la creación de objetivos de aprendizaje en tres dominios cognitivo, psicomotor y afectivo. Hasta hoy en día, han surgido nuevas taxonomías, basadas en la taxonomía de Bloom, que buscan estructurar el proceso de aprendizaje a partir de objetivos medibles.

En este trabajo se consideró la Taxonomía de Bloom Revisada propuesta en [15]. En la cual, a partir de la revisión, se redefinió el dominio cognitivo como la intersección de dos dimensiones, la dimensión del proceso cognitivo y la dimensión del conocimiento.

concrete knowledge		abstract knowledge	
factual	conceptual	procedural	metacognitive*
knowledge of terminology knowledge of specific details and elements	knowledge of classifications and categories knowledge of principles and generalizations knowledge of theories, models, and structures	knowledge of subject-specific skills and algorithms knowledge of subject-specific techniques and methods knowledge of criteria for determining when to use appropriate procedures	strategic knowledge knowledge about cognitive tasks, including appropriate contextual and conditional knowledge self-knowledge

Figura 10. Dimensión del Conocimiento [15, 2001, pp. 46]

lower order thinking skills			higher order thinking skills		
remember	understand	apply	analyze	evaluate	create
recognizing <ul style="list-style-type: none"> identifying recalling <ul style="list-style-type: none"> retrieving 	interpreting <ul style="list-style-type: none"> clarifying paraphrasing representing translating exemplifying <ul style="list-style-type: none"> illustrating instantiating classifying <ul style="list-style-type: none"> categorizing subsuming summarizing <ul style="list-style-type: none"> abstracting generalizing inferring <ul style="list-style-type: none"> concluding extrapolating interpolating predicting comparing <ul style="list-style-type: none"> contrasting mapping matching explaining <ul style="list-style-type: none"> constructing models 	executing <ul style="list-style-type: none"> carrying out implementing <ul style="list-style-type: none"> using 	differentiating <ul style="list-style-type: none"> discriminating distinguishing focusing selecting organizing <ul style="list-style-type: none"> finding coherence integrating outlining parsing structuring attributing <ul style="list-style-type: none"> deconstructing 	checking <ul style="list-style-type: none"> coordinating detecting monitoring testing critiquing <ul style="list-style-type: none"> judging 	generating <ul style="list-style-type: none"> hypothesizing planning <ul style="list-style-type: none"> designing producing <ul style="list-style-type: none"> constructing

Figura 11. La dimensión del proceso cognitivo [15, 2001, pp. 67-68]

También se consideró la propuesta del trabajo del *centro de excelencia en aprendizaje y enseñanza de la Universidad del estado de Iowa, EEUU* [26], en la cual se propone una representación en tres dimensiones a partir de la Taxonomía Revisada de Bloom [15]. Esta propuesta se muestra en la Figura 12, y provee un marco de referencia para determinar y clarificar el diseño de objetivos de aprendizaje.

Este marco de referencia propone que una declaración de un objetivo de aprendizaje contiene un verbo (una acción) y un objeto (usualmente un sustantivo). El verbo generalmente se refiere a acciones asociadas con un propósito dentro del proceso cognitivo. El objeto generalmente describe el conocimiento que se espera que los estudiantes adquieran o construyan.



Figura 12. Modelo para el manejo de Objetivos de Aprendizaje [26]

8.1.2.2 Objeto de Aprendizaje (Learning Object)

El término “Objeto de Aprendizaje” (Learning Object) ha surgido con la finalidad de compartir recursos y reutilizarlos en el dominio del e-learning, estos pretenden estandarizar los contenidos digitales para así alcanzar la reusabilidad mencionada.

David Willey [16] propone como definición de objeto de aprendizaje “Cualquier recurso digital que puede ser usado como soporte para el aprendizaje”, esta definición es aplicable a los recursos digitales creados como pequeñas piezas de

contenido o de información con el objetivo de que puedan ser utilizados en diferentes escenarios educativos.

Se ha podido observar que en varios trabajos se ha concluido que la reusabilidad de los objetos de aprendizaje es inversamente proporcional a su tamaño [17], es decir, a medida que la granularidad de un objeto de aprendizaje se hace más fina, sus posibilidades de reusabilidad aumentan. En el ámbito de la gestión de contenido existen muchas definiciones de objeto de aprendizaje, y en general esas definiciones dicen muy poco acerca del tamaño o granularidad de los objetos, es por esto que el nivel de granularidad que existe es variado, lo que dificulta la interoperatividad entre los distintos modelos de objetos de aprendizaje y el reúso de estos.

La mayor parte de las especificaciones de la tecnología de aprendizaje actuales están basadas en metadatos educativos, IEEE LOM [18] y ADL SCORM [19], son por ejemplo, las normas propuestas para la descripción de objetos de aprendizaje a través de metadatos. Existen también otros modelos de representación de Objetos de Aprendizaje como el propuesto por CISCO [20], NETg [35] y Learnativity Content Model [36], entre otros.

Este trabajo se fundamenta en el esfuerzo desarrollado por la ontología ALOCoM con el objetivo de crear una ontología que permita la inter-operatividad entre los distintos modelos de Objeto de Aprendizaje que validados actualmente.

En la Figura 13, se puede observar una tabla comparativa, obtenida de [22], de los modelos de objetos de aprendizaje con respecto a la ontología ALOCoM, que busca integrar el vocabulario que ofrecen principalmente los modelos de objetos de aprendizaje estudiados.

ALOCoM	Content Fragment	Content Object	Learning Object			
Learn activity	Raw Media Element	Information Object	Application Specific Object			
			Aggregate Assembly			
			Collection			
SCORM	Asset	Sharable Content Object	Content Aggregation			
CISCO	-	Content Item	Reusable Information Object		Reusable Learning Object	
		Practice Item				
		Assessment Item				
NETg	-	-	Topic	Unit	Lesson	Course

Figura 13. Comparación de Modelos de Objeto de Aprendizaje con la ontología ALOCoM [22]

Varios trabajos sobre las taxonomías de objetos de aprendizaje suponían que los metadatos permitirían su reutilización, detallando las condiciones de su implementación inicial. Sin embargo, los autores de [23], [24] señalan que este enfoque no obtuvo los comportamientos esperados y por lo tanto no ha podido lograr la reutilización real.

8.2 Ontologías de Objetivo de Aprendizaje

Para el diseño de la ontología de este trabajo se utilizará como referencia la ontología de objetivo de aprendizaje desarrollada en [25], la implementación de esta propuesta no fue encontrada en su forma de ontología en la web, por lo que se decidió implementarla a través de la herramienta Protégé en el lenguaje de ontologías OWL para su representación.

En la Figura 14 y Figura 15 se muestra la jerarquía de clases de la ontología, la cual consta del objetivo de aprendizaje, una definición, un nivel de competencia, un indicador de rendimiento y su taxonomía de clasificación.

En el desarrollo de [25] se muestra evidencia de varios autores que han dejado de tratar a los objetivos de aprendizaje, como un simple metadato como se propone en varios modelos como LOM [18], LOCO [28], etc. Y se muestra como se hace necesario mantener una especificación de los objetivos de aprendizaje que permita manejar la entrega personalizada de objetos de aprendizaje.

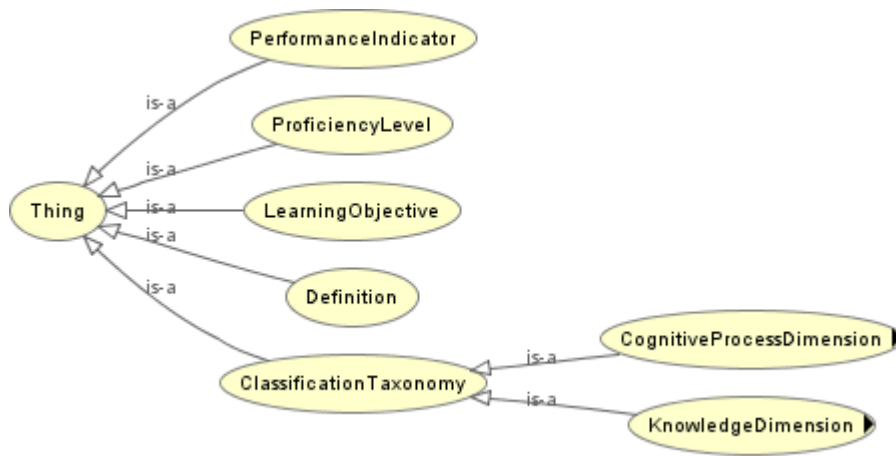


Figura 14. Ontología Objetivo de Aprendizaje

La taxonomía de clasificación se definió en base a la taxonomía revisada de Bloom [15].

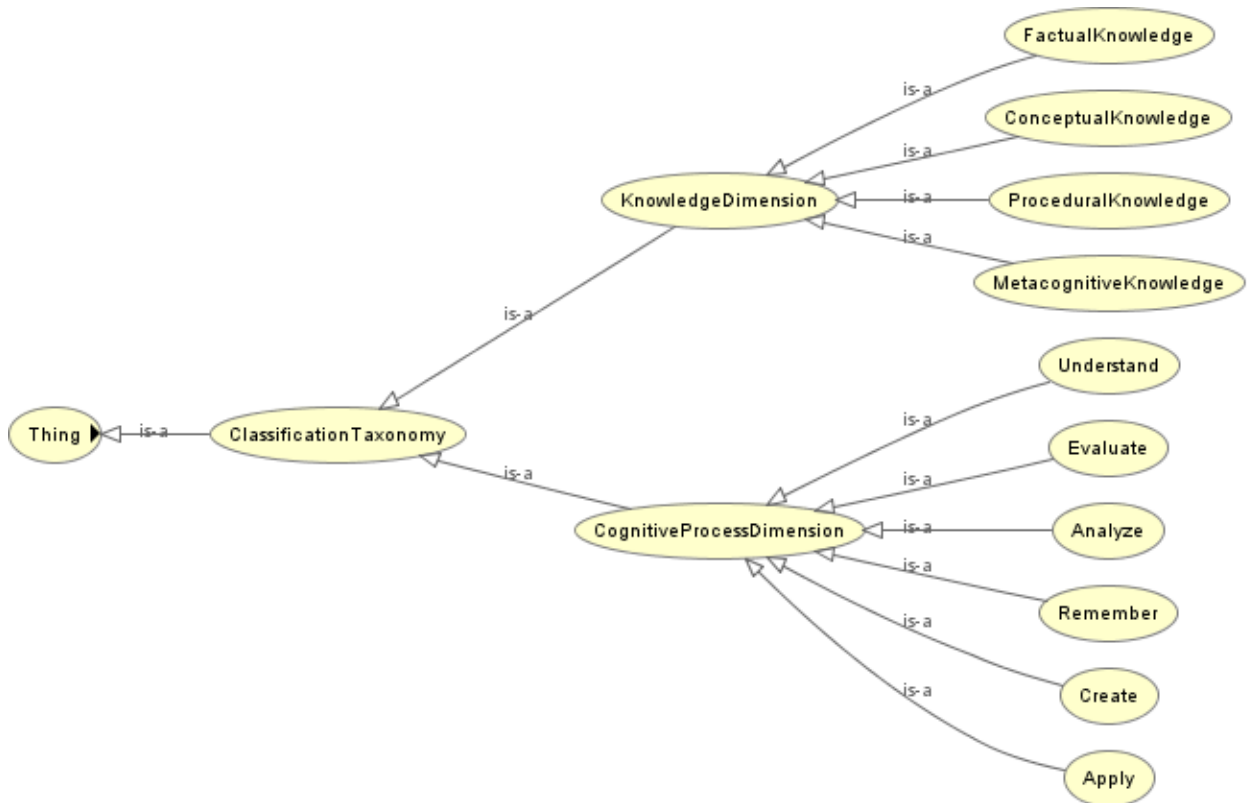


Figura 15. Detalle de Taxonomía de Clasificación de un Objetivo de Aprendizaje

Además, se utilizó como referencia el trabajo [31] publicado en el “Journal of Educational Technology & Society” el cual presenta una ontología para modelamiento y manejo de competencias.

Esta ontología provee una descripción del concepto de competencia definido como “La declaración de una relación entre una habilidad genérica aplicada a un conocimiento con un cierto grado de rendimiento”.

La Figura 16 muestra la vista de alto nivel de la ontología basada en competencias y se puede ver que los objetivos de aprendizaje se consideran como una subclase de las competencias.

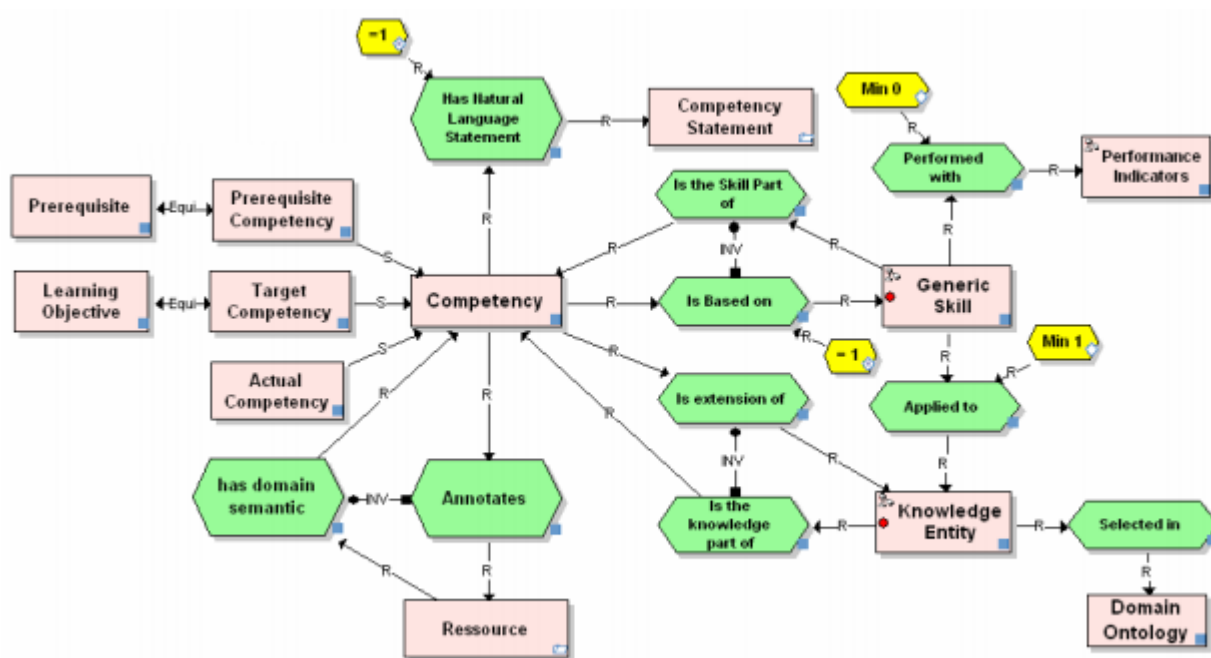


Figura 16. Diagrama de Alto nivel de la Ontología Competencias [31]

La notación utilizada para la representación de esta ontología corresponde a MOT + OWL. MOT provee un lenguaje gráfico que permite modelar ontologías. En esta notación los rectángulos corresponden a las clases y los rombos a las relaciones.

En la Figura 17 se muestra una extensión del concepto de “Habilidad Genérica” a través del cual se basa una “Competencia” según la ontología. Este modelo se va ordenando por capas desde habilidades generales hacia habilidades más especializadas.

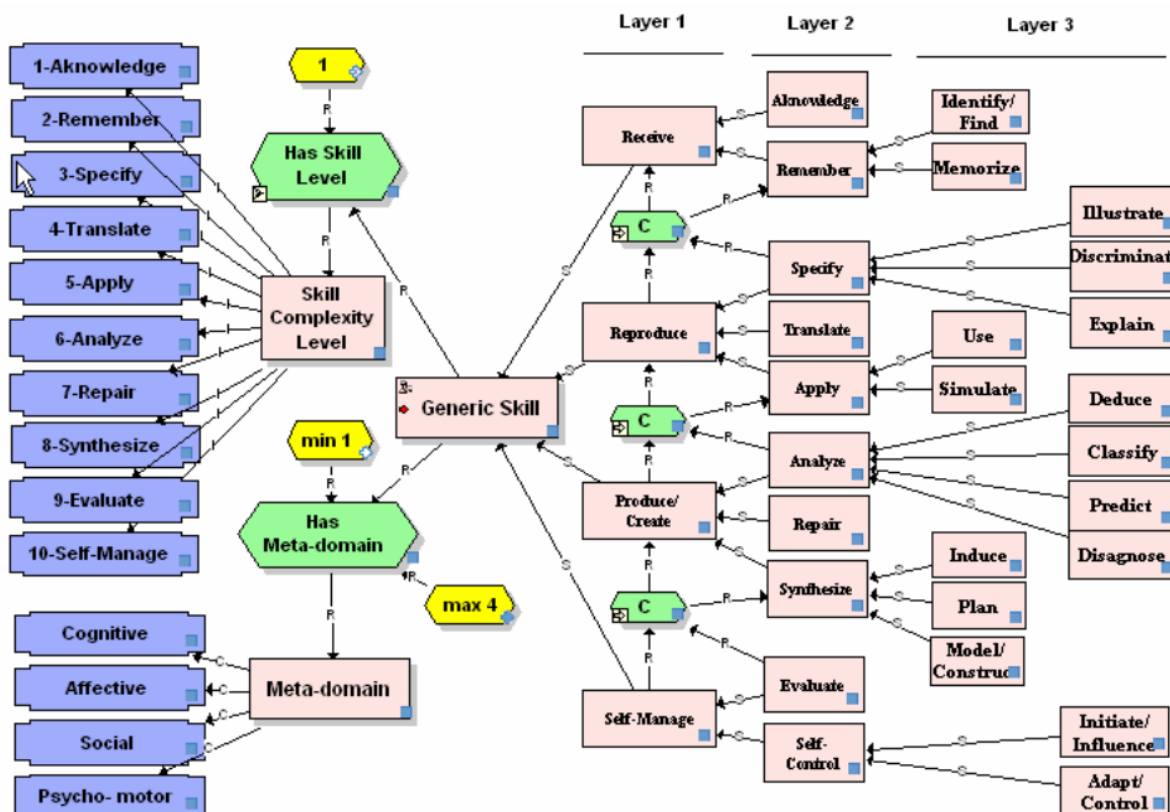


Figura 17. Extensión de Habilidades en la Ontología de Competencias [31]

En la Figura 18 se muestra la extensión del modelo a los indicadores de rendimiento. Los conceptos descritos en este modelo se incorporaron en la ontología, en particular las subclases de indicadores de rendimiento de frecuencia, alcance, autonomía, complejidad y contexto.

En cuanto a indicadores de rendimiento ambas ontologías estudiadas coinciden en los conceptos y relaciones, se puede ver que este trabajo presenta un modelo más detallado, que será utilizado en el diseño de la ontología para GAP.

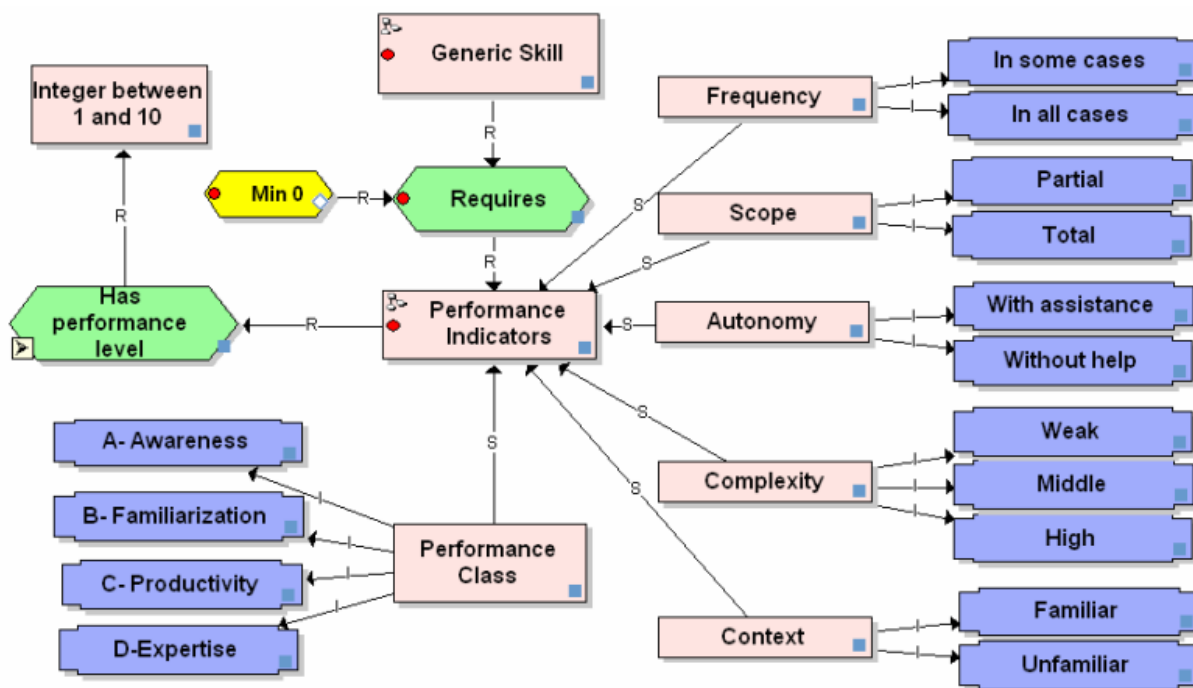


Figura 18. Extensión de Indicador de Rendimiento en la Ontología de Competencia [31]

8.3 Ontologías de Objeto de Aprendizaje

Para la construcción de la ontología del sistema de gestión del aprendizaje personalizado, se utilizará como referencia gran parte de la ontología ALOCoM, la cual ha sido creada con el objetivo de lograr la integración de los modelos de objetos de aprendizaje existentes y más utilizados, como el modelo de CISCO, SCORM, LOM de IEEE, entre otros. [22].

Para la construcción de esta ontología se realiza una revisión de nueve modelos de objeto de aprendizaje, que son altamente utilizados como CISCO, LOM, SCORM, entre otros.

ALOCoM tiene tres componentes de objeto de aprendizaje, estos se pueden observar en la Figura 19.

- Fragmento de Contenido (CF), es una unidad de objetos de aprendizaje que tienen la forma más básica, como texto, audio, o vídeo. En esencia, los fragmentos de contenido son los recursos digitales con granularidad más alta. El fragmento de contenido se puede clasificar de dos formas, los elementos discretos (texto, gráficos, imágenes) y elementos continuos (audio, video, animaciones).
- Objeto de Contenido (CO), es una combinación de algunos de los fragmentos de contenido más un elemento de navegación. Los elementos de navegación regulan la estructura o secuencia de los fragmentos de contenido dentro de un objeto de contenido. Además, un objeto de contenido también puede ser estructurado desde otro objeto de contenido.
- Objeto de Aprendizaje (LO) es la unidad más grande de la estructura de los objetos de aprendizaje. Un objeto de aprendizaje se define como una colección de algunos de objetos de contenido con objetivos de aprendizaje que están relacionados entre sí.

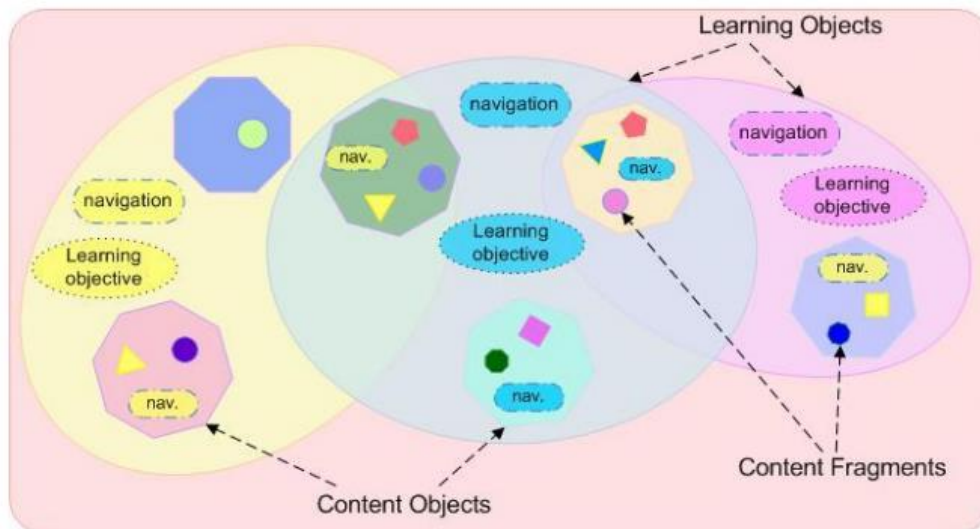


Figura 19. Estructura ALOCoM [29]

La jerarquía de clases propuesta en el modelo ALOCoM para el objeto de aprendizaje se puede ver en la Figura 20. Las subclases de un objeto de aprendizaje corresponden a una agregación de objetos de aprendizaje en función de los objetivos de aprendizaje a los cuales está dirigido el objeto.

Se definen tres subclases correspondientes a, objetivos amplios, agregación de objetivos de aprendizaje y objeto para un único objetivo de aprendizaje.

Al analizar el siguiente nivel de subclases se puede visualizar de forma más precisa la agregación de objetos que se proponen, por ejemplo:

Para la clase “Objetivos Amplios” se definen las subclases “Lección” y “Capítulo”, para la clase “Agregación de Objetos de Aprendizaje” están las subclases “Unidad”, “Módulo”, “Curso”, “Currículum” y “Artículo”, y para la clase de “Objetos para un único objetivo de aprendizaje” se puede ver que las subclases corresponden a objetos con mayor granularidad como “Principio”, “Concepto”, “Procedimiento”, “Proceso” y “Hecho”.

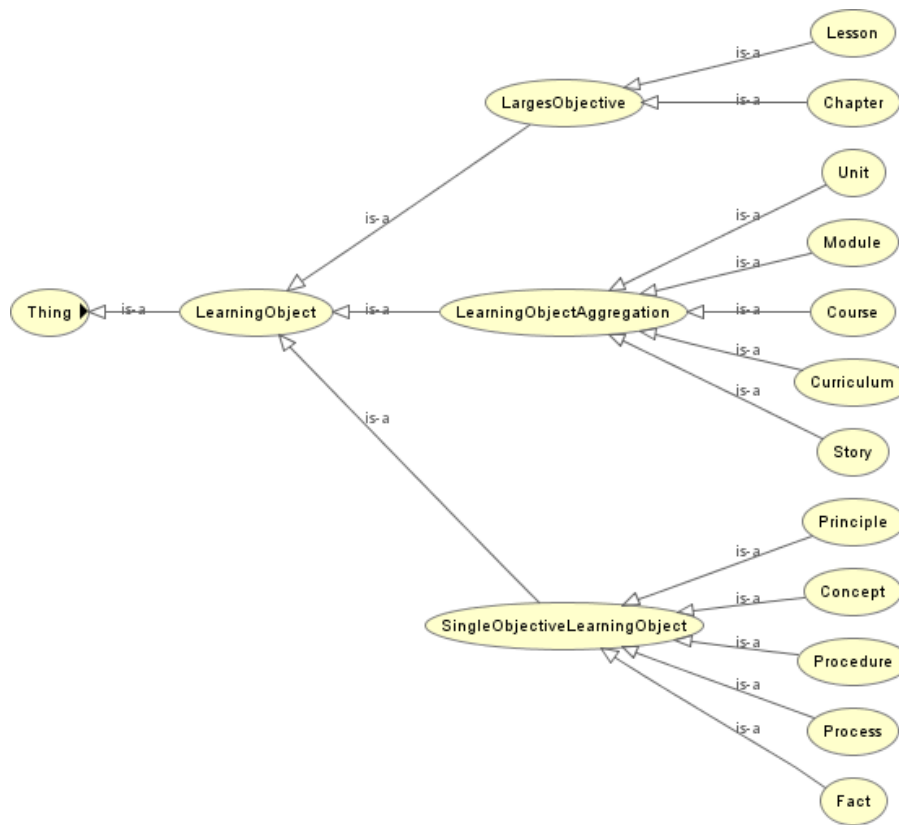


Figura 20. Clase Objeto de Aprendizaje

En la Figura 22 se muestra la jerarquía de clases para la Clase Objeto de Contenido, y las subclases que corresponden a tipos de contenido pedagógico que se utiliza para transmitir un conocimiento. Esta clasificación surge del análisis realizado en [22] sobre los distintos modelos de objetos de aprendizaje validos en la actualidad.



Figura 21. Clase Objeto de Contenido

Por último en la Figura 22, se muestra la clase definida con mayor granularidad por la ontología ALOCoM, que corresponde a un “Fragmento de Contenido”, las subclases corresponden a los tipos de soportes que se utilizan para la creación de contenidos digitales educativos como por ejemplo “Vídeo”, “Audio”, “Texto”, “Gráficos” y “Animaciones”.

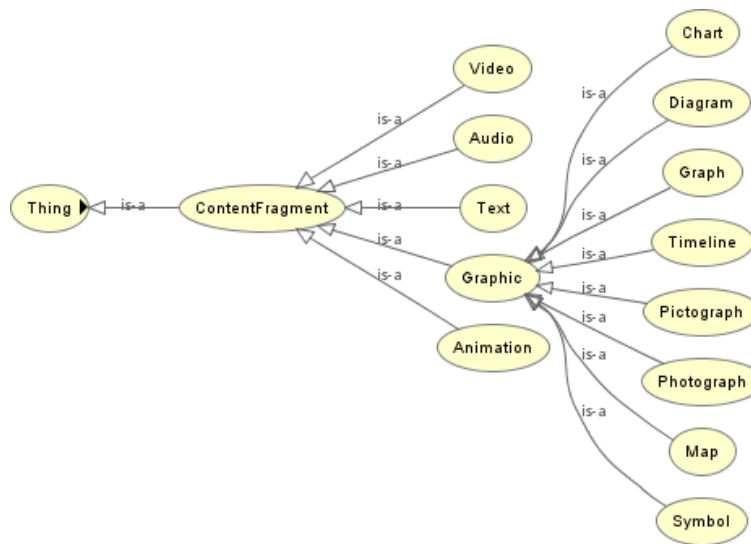


Figura 22. Clase Fragmento de Contenido

La ontología ALOCoM forma parte de un trabajo más amplio llamado “LOCO Ontology” [32], esta ontología buscaba inicialmente lograr la reusabilidad de los objetos de aprendizaje, luego fue extendida para modelar las componentes para soportar el aprendizaje personalizado.

Actualmente LOCO Ontology se compone de las siguientes Ontologías:

- Learning Context Ontology, una ontología del contexto de aprendizaje.
- User Model Ontology, una ontología para modelar a los participantes del proceso de aprendizaje.
- Learning Content Structure Ontology (ALOCoM), una ontología para lograr la reusabilidad de los objetos de aprendizaje.
- Quiz Ontology, una pequeña ontología para representar instrumentos de evaluaciones.

En este trabajo se toma como referencia además de la ontología ALOCoM, las ontologías de modelo de usuario y de la evaluación.

8.4 Modelo del Alumno y del Dominio

Para representar el dominio en el cual se gestionará el aprendizaje de los estudiantes se utilizará como referencia el trabajo desarrollado en [40], que describe una ontología del modelo del alumno y una ontología del dominio en sistemas de aprendizaje adaptativo y colaborativo.

La Figura 23 muestra la ontología del modelo del alumno propuesta, en la que se considera el estilo de aprendizaje del estudiante y los recursos con los que puede acceder a la web.

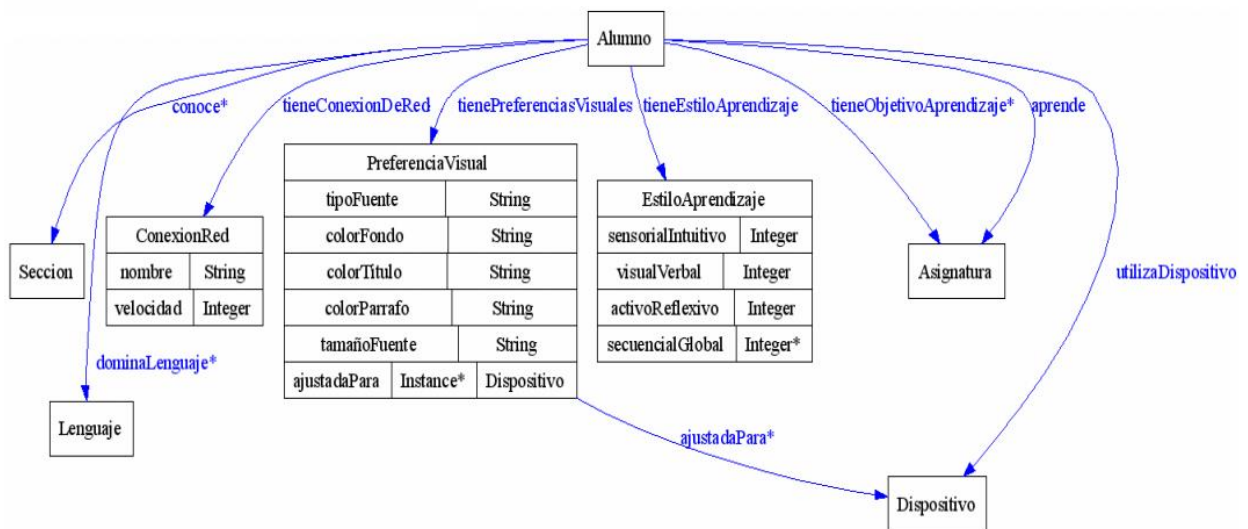


Figura 23. Ontología del Modelo de Alumno [40]

En la Figura 24 se puede ver como se describe el ámbito al que pertenecen las asignaturas. La estructura presentada en este trabajo se enmarca dentro del contexto universitario, por lo que este se tomó como punto de partida para una generalización al contexto de cualquier organización.

Por último lado la Figura 25 muestra un modelo propuesto para los objetos de aprendizaje.

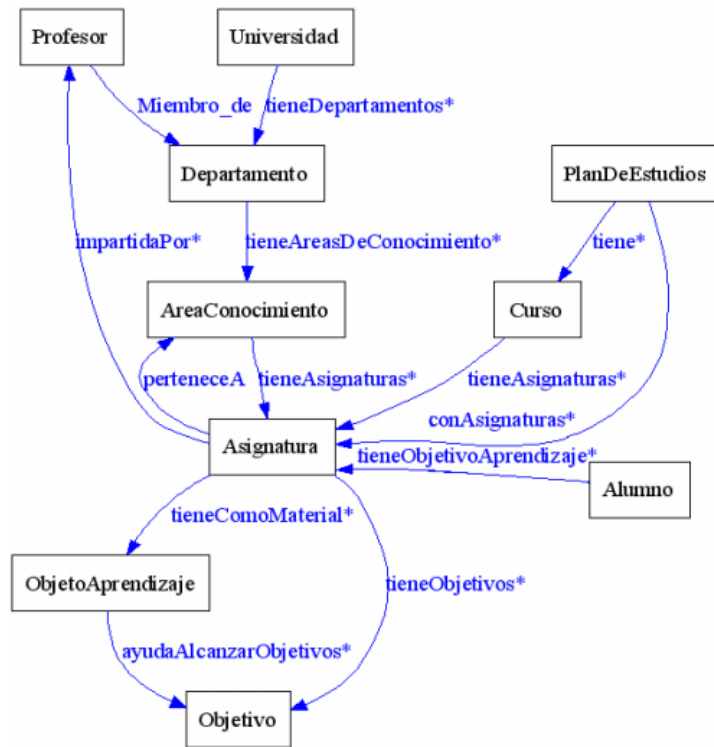


Figura 24. Ontología del Modelo del Dominio [40]

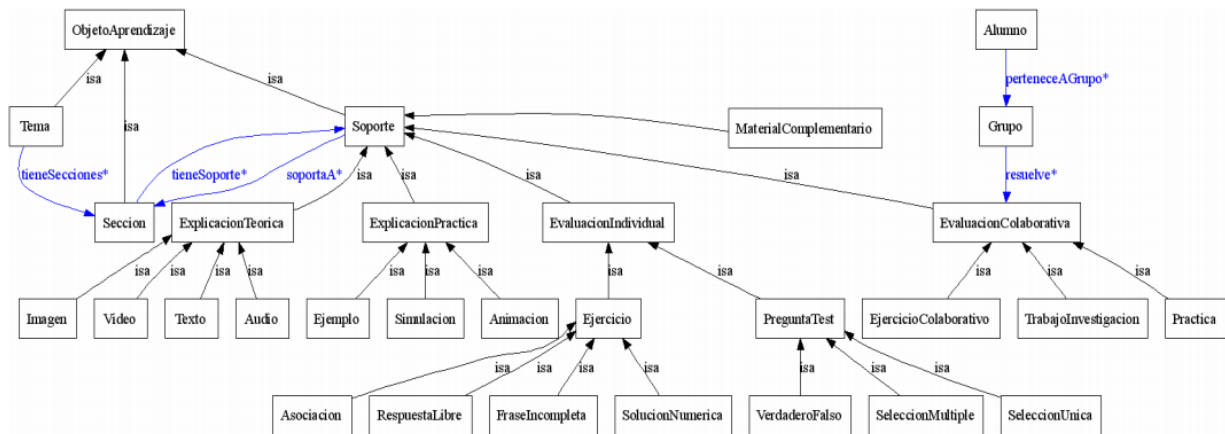


Figura 25. Entorno del Objeto de Aprendizaje [40]

8.5 Modelo de detección de vacíos de aprendizaje

A partir del trabajo “Instrumentos Virtuales de Micro Diagnóstico: Una herramienta imbatible para salvar las brechas de aprendizaje” [39] realizado por

Roberto Hojman actual Gerente General de Gal&Leo, se construye una lógica para la detección de vacíos de aprendizaje en los estudiantes y para la provisión de los contenidos necesarios para llenar los vacíos mencionados.

En el trabajo mencionado se establece un modelo para predecir cómo los vacíos de aprendizaje afectan a un estudiante cuando es medido a través de una evaluación. No se describirá la forma en que se llega a la ecuación que modela el rendimiento de un estudiante pero si se enunciara su resultado de manera de poder graficar el impacto que producen los vacíos de aprendizaje, la ecuación es la siguiente:

$$R_D = R_{N-k} = \frac{Q_D}{Q} = \frac{D! (N - h)!}{N! (D - h)!}$$

En donde D es la cantidad de aprendizajes esperados logrados por el estudiante; N es la cantidad de aprendizajes esperados medidos en la evaluación y h el número de habilidades que se necesita dominar para resolver un problema de la evaluación (el análisis se hace bajo el supuesto que para todos los problemas de la evaluación se necesita el mismo número de habilidades).

Analizando esto en un caso práctico, en la Figura 26 se muestra las características de una evaluación con 50 preguntas, que mide 25 aprendizajes esperados, cada pregunta de la evaluación requiere el dominio de 4 aprendizajes esperados, y el estudiante domina D aprendizajes esperados (entre 0 y 25).

Parámetro	Descripción breve	Valor
N	AE	25
h	AE/ problema	4
D	AE/estudiante	Variable, entre 0 y 25
P	Total problemas propuestos	50

Figura 26. Definición de parámetros de una Evaluación [39]

Si se aplica el modelo de predicción de rendimiento de un estudiante con D aprendizajes esperados logrados se obtiene la tabla de la Figura 27 en función de la variable D .

D	Q_D	R_D		D	Q_D	R_D
25	12,650	100.0%		12	495	3.9%
24	10,626	84.0%		11	330	2.6%
23	8,855	70.0%		10	210	1.7%
22	7,315	57.8%		9	126	1.0%
21	5,985	47.3%		8	70	0.6%
20	4,845	38.3%		7	35	0.3%
19	3,876	30.6%		6	15	0.1%
18	3,060	24.2%		5	5	0.0%
17	2,380	18.8%		4	1	0.0%
16	1,820	14.4%		3	0	0.0%
15	1,365	10.8%		2	0	0.0%
14	1,001	7.9%		1	0	0.0%
13	715	5.7%		0	0	0.0%

Figura 27. Tabla rendimiento según cantidad de aprendizajes esperados logrados [39]

Citando la manera en que se debe leer la tabla desde el trabajo consultado [39]

“La tabla anterior se debe entender de la siguiente manera:

- El total de problemas que se puede formular combinando cada vez 4 de un total de 25 habilidades es $\binom{25}{4} = 12.650$ problemas. Si un estudiante posee el total de los 25 aprendizajes esperados requeridos para presentar ese examen, entonces, idealmente, resolverá cualquiera de los problemas que se le plantee y obtendrá la calificación máxima.
- En cambio, si un estudiante sólo domina 24 de las 25 habilidades, sólo está en condiciones de resolver correctamente $\binom{24}{4} = 10.626$ del total de 12.650 problemas posibles. Estadísticamente su nivel de logro será entonces $\frac{10.626}{12.650} = 84\%$. Y así sucesivamente para los demás valores de D .”

En la figura se muestra gráficamente el efecto de los vacíos de aprendizaje obtenido a través de este modelo, el cual describe explícitamente la no linealidad del rendimiento a medida que aumentan los vacíos de aprendizaje en un estudiante.

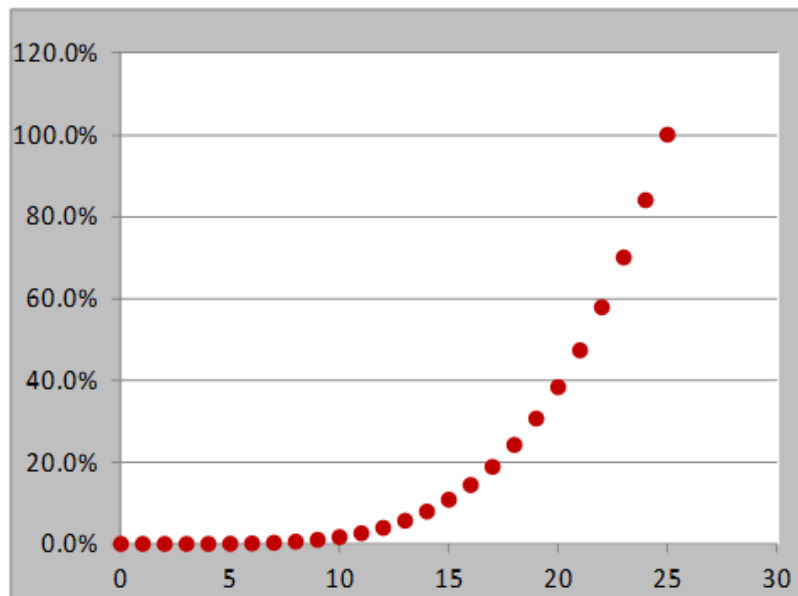


Figura 28 Gráfico de rendimiento según cantidad de aprendizajes esperados logrados [39]

En el trabajo se plantea que a mayor complejidad de los problemas de las evaluaciones, es decir, mientras mayor es el número de aprendizajes esperados necesarios para resolver un problema, el efecto de los vacíos de aprendizaje produce un rendimiento dramáticamente menor, y esto se amplifica a medida que los estudiantes van cursando los niveles y se van acumulando vacíos de aprendizaje.

Finalmente en el trabajo se presenta un algoritmo para la detección de vacíos de aprendizaje en línea, de manera de monitorear los aprendizajes esperados de los estudiantes de forma constante, y detectar a tiempo el momento en el que se producen los vacíos para llenarlos rápidamente.

Este algoritmo se describe en detalle en la lógica de gestión del aprendizaje descrita más adelante en el capítulo de diseño de lógicas de negocio.

Parte 4: Patrón de Negocio y Arquitectura de Procesos

De acuerdo a lo expuesto en el trabajo “Ingeniería de Negocios Diseño Integrado de Servicios, sus Procesos y Apoyo TI” [53], parte de la metodología de la ingeniería de negocios se basa en la identificación de patrones que modelan las estructuras de las componentes y las relaciones para que un negocio funcione de forma eficiente.

A continuación se presentan los patrones que han sido identificados en la organización, tanto para el ámbito del negocio y las capacidades necesarias para sustentarlo, como también, los patrones para una arquitectura de procesos que modele las actividades críticas del negocio.

9 Patrones para el Diseño

Los patrones de negocio se centran en el “Flujo de Valor”, conformado por el conjunto de actividades necesarias para entregar productos o servicios desde el requerimiento de estos por parte de los clientes, considerando además que el “Flujo de Valor” posee un alcance menor al de la “Cadena de Valor” definida por Michael Porter.

Por otro lado se define el “Sistema de Gestión” como el conjunto de actividades necesarias para definir y dirigir el “Flujo de Valor” y satisfacer de forma eficiente los requerimientos de los clientes.

Cabe mencionar que las actividades de apoyo como gestión de recursos financieros, humanos u otros no están incluidas en estos modelos, ya que, los patrones se centran en las actividades que producen valor hacia el cliente.

En base a estos conceptos definidos, se presenta en la Figura 29 la estructura que modela las entidades básicas y sus relaciones, en un negocio.

Luego, a partir de esta base, se identifican seis patrones de negocio:

1. Patrón de negocio 1: Venta basada en el conocimiento del cliente.
2. Patrón de negocio 2: Creación de nuevos “Flujos de Valor”.
3. Patrón de negocio 3: Aprendizaje interno para el mejoramiento de procesos.
4. Patrón de negocio 4: Evaluación de desempeño para re-planificación y mejora de procesos.
5. Patrón de negocio 5: Innovación de productos.
6. Patrón de negocio 6: Uso óptimo de recursos.

Con cada uno de estos patrones de negocio puede modelar las capacidades de una organización en función de su estrategia y modelo de negocio.

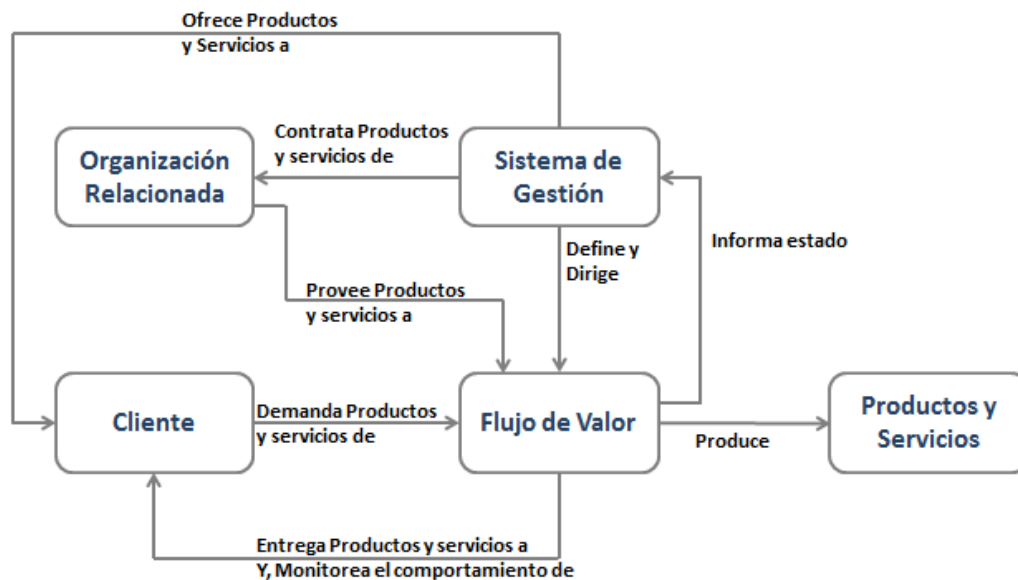


Figura 29. Entidades básicas y relaciones en un negocio

9.1 Capacidades

Para el caso de Gal&Leo, al ser una empresa joven con pocos años de experiencia y además estar en un mercado que se está renovando constantemente y muy rápido debido a los avances tecnológicos, además de la coyuntura social actual,

en que se demanda alta calidad de educación, se puede observar su alta necesidad de poseer instancias formales de aprendizaje interno, de manera de mantener sus operaciones eficientes y no cometer errores reiterados que puedan amenazar el capital de prestigio que ha comenzado a ganar la organización.

Por otro lado, el principal negocio de Gal&Leo es proveer cursos online a instituciones educativas en donde el producto no sufre mayores variaciones, como por ejemplo los cursos de enseñanza media de matemáticas y lenguaje.

Dado lo expuesto en los párrafos anteriores, se considera que Gal&Leo debe realizar una mirada interna de sus procesos para alcanzar eficiencias de producción de este tipo de cursos y además de encontrar una vía de bajo costo a la producción de nuevos cursos.

Por lo que se considera que Gal&Leo debe desarrollar una capacidad formal de estudio de sus procesos de manera de mejorar los costos de producción y mejorar la calidad del servicio prestado.

9.2 Patrón de Negocio

En base a lo expuesto, el patrón de negocio que más se adapta a las necesidades de Gal&Leo es el patrón de “Aprendizaje interno para el mejoramiento de procesos”.

La figura muestra las capacidades que se deben desarrollar para lograr el aprendizaje interno que se propone, una de estas es el “Análisis de eventos del Flujo de Valor” y el “Rediseño e implementación de cambios en el Flujo de Valor”.

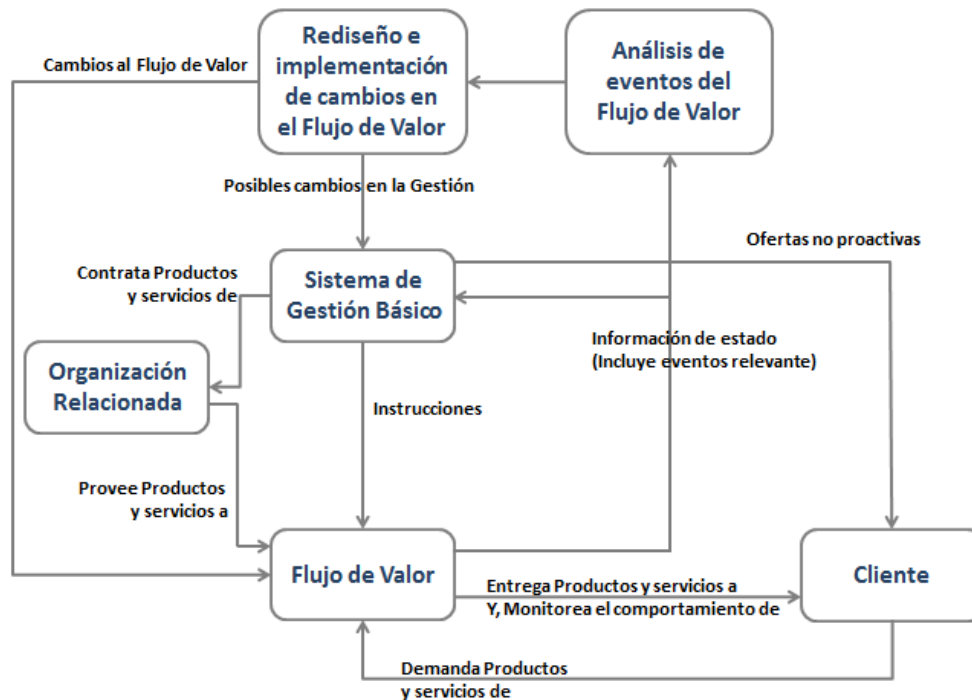


Figura 30. Patrón de Negocio 3 Aprendizaje interno para el mejoramiento de procesos

Este trabajo se propone como un puntapié inicial para el desarrollo de estas capacidades al visibilizar de manera formal los procesos del Flujo de Valor de Gal&Leo.

10 Arquitectura de Macro-procesos

Para entregar un entendimiento general de lo que es una arquitectura de macro-procesos debemos primero entender de forma común que es una arquitectura. Definimos arquitectura como una representación gráfica de una estructura de componentes en un sistema, las relaciones entre las componentes, y las relaciones con el entorno.

La arquitectura de procesos definida en [6] llamada *Arquitectura de Macro-procesos* se enmarca dentro de la *Arquitectura Empresarial*, que se define como una función de negocio continua que ayuda a una empresa a entender como ejecutar las mejores estrategias que conduzcan a su desarrollo, esto a través de la creación,

comunicación y mejora de los principios, requerimientos y modelos que describen el estado futuro de la empresa.

Una definición que incluye de forma explícita las cuatro componentes de una Arquitectura Empresarial es la siguiente: La Arquitectura Empresarial es un conjunto coherente de principios, métodos y modelos que se utilizan en el diseño continuo y la implementación a nivel empresarial de la *estructura organizacional*, *los procesos de negocio*, *los sistemas de información* y *la infraestructura* [27].

Entendemos que la Arquitectura de Macro-procesos determina a la Arquitectura Empresarial, ya que a través del diseño del conjunto de procesos con los que una organización define su estrategia, y además, con los que genera valor, se pueden determinar tanto, los procesos administrativos y de apoyo, la estructura organizacional, los sistemas de información y la infraestructura, necesarios para producir el valor definido estratégicamente. Por lo que en este sentido la Arquitectura de Macro-procesos es el punto de partida para el diseño de una Arquitectura Empresarial que permita a la organización adaptarse a los cambios que se producen en su entorno.

En [6], se analizan otras metodologías para diseñar una arquitectura de procesos, como por ejemplo TOGAF, FEA y eTOM. Como conclusión de este análisis, se puede decir que no existe un marco de referencia estándar que ayude a las organizaciones a construir una arquitectura de procesos.

En [7], se presenta una arquitectura de procesos llamada Arquitectura de Macro-procesos que a través de la definición de Patrones de Procesos de Negocio (PPN) busca establecer una estructura estándar que sirva a las organizaciones para construir su arquitectura de procesos y por consecuencia ayudar a construir y mantener una Arquitectura Empresarial.

La arquitectura de procesos de Gal&Leo se modelará utilizando la Arquitectura Macro-procesos propuesta en [7] la cual determina que todas las organizaciones

poseen cuatro grandes macro-procesos, que agrupan cada uno a conjuntos de procesos que contribuyen a cumplir un objetivo común y que responden a las mejores prácticas identificadas en base a la experiencia de diversas organizaciones estudiadas.

10.1 Macro-procesos

La Arquitectura de Macro-procesos estudiada en [7], define cuatro Macro-procesos que están presentes en toda organización, cada uno de estos macro-procesos contiene patrones de procesos de negocio que permitirán construir la arquitectura de procesos de Gal&Leo. Los macro-procesos son los siguientes:

- **Cadena de Valor:** Este macro-proceso comprende las actividades que las organizaciones deben realizar para planificar, producir y entregar sus productos o servicios al cliente. En la arquitectura desarrollada en [7] este macro-proceso recibe el nombre de *Macro 1*.
- **Desarrollo de nuevas capacidades:** Este macro-proceso comprende las actividades relacionadas con el estudio permanente de nuevas capacidades que la empresa debiese implementar para ser competitiva. Este macro-proceso recibe el nombre de *Macro 2*.
- **Planificación Estratégica:** Este macro-proceso comprende las actividades relacionadas con la determinación de los lineamientos estratégicos de la organización, materializados en planes y programas de acción a ser adoptados en las operaciones de la empresa (Macro 1). En la arquitectura recibe el nombre de *Macro 3*.
- **Gestión de Recursos Habilitadores:** Este macro-proceso comprende todas aquellas actividades que dan soporte a la ejecución de los otros tres macro-procesos. En este ámbito se encuentran la gestión de recursos humanos, infraestructura, insumos, entre otros. En la arquitectura recibe el nombre de *Macro 4*.

La arquitectura de macro-procesos posee una representación gráfica que muestra la estructura de sus componentes y las relaciones entre ellas a través de la notación IDEF0. Esta notación define cuatro variables que están presentes en un proceso, correspondientes a: *inputs*, *controles*, *mecanismos*, y *outputs*.

Los *inputs* corresponden a los flujos de información que describen a todos los insumos, recursos u otros elementos que se utilizan en el proceso, estos insumos son transformados por el proceso al que ingresan, y como producto de esta transformación se obtienen los *outputs* que son los flujos de información que describen el resultado del proceso.

Estas transformaciones de insumos son restringidos por los *controles* que equivalen a las los flujos de información que contienen las restricciones que debe cumplir el proceso para poder operar, tales como, procedimientos, presupuestos, normativas, entre otros.

Por otro lado, los *mecanismos* corresponden a los flujos de información que describen todos aquellos recursos que sirven de apoyo para la realización del proceso, como maquinarias, personal humano e información.

Con esta notación cada macro-proceso puede ser descompuesto en sub-procesos, pudiendo definir varios niveles de macro-procesos, es decir, de procesos que contienen dentro de ellos patrones de procesos de negocio. Al ir avanzando en los niveles de descomposición se va describiendo cada vez de manera más detallada los procesos de la organización, llegando a un nivel en que la notación IDEF0 no es capaz de describir el proceso, en este punto se utiliza la notación de procesos de negocio, Business Process Model and Notation (BPMN), para diseñar el proceso de negocio con un detalle de bajo nivel.

10.2 Macro-procesos de Gal&Leo

En la Figura 31 podemos observar los cuatro macro-procesos que hemos descrito antes, aplicados para el caso particular de Gal&Leo.

Se puede observar en la Figura 31 que la arquitectura contiene cuatro *Pool's*. El primero representa a los clientes, los cuales corresponden a las instituciones educativas a las cuales Gal&Leo les presta servicios, en ese pool se incluye a las instituciones educativas en el ámbito escolar y universitario, para el caso de los clientes empresas no se incluyen en esta pista dado que no existe una integración considerable con su cadena de valor. El segundo *pool* corresponde a la arquitectura de Gal&Leo; y por último la tercera y cuarta pista corresponden a proveedores externos que prestan servicios a Gal&Leo permitiendo que este pueda producir el servicio que finalmente entrega a sus clientes. Se hacen explícitos estos clientes y proveedores en la arquitectura, debido al nivel de integración que hay presente con ellos, como por ejemplo los proveedores necesitan ser capacitados para prestar el servicio a Gal&Leo y en general los requerimientos hacia a ellos son altamente especializados.

Se utilizará como distintivo bordes y líneas de color negro para identificar a los procesos y flujos de información que son relevantes para el proyecto y de color gris para los procesos y flujos de información que no son relevantes.

Esta arquitectura de procesos se ajusta a la arquitectura actual de la empresa, y se puede añadir como observación que los flujos de información que contiene este patrón están actualmente presentes en la empresa, pero no todos están formalizados ni vienen de procesos diseñados y estructurados formalmente, sino, más bien, han sido fruto del aprendizaje desestructurado (en términos de procesos) que ha experimentado la empresa a lo largo de sus años.

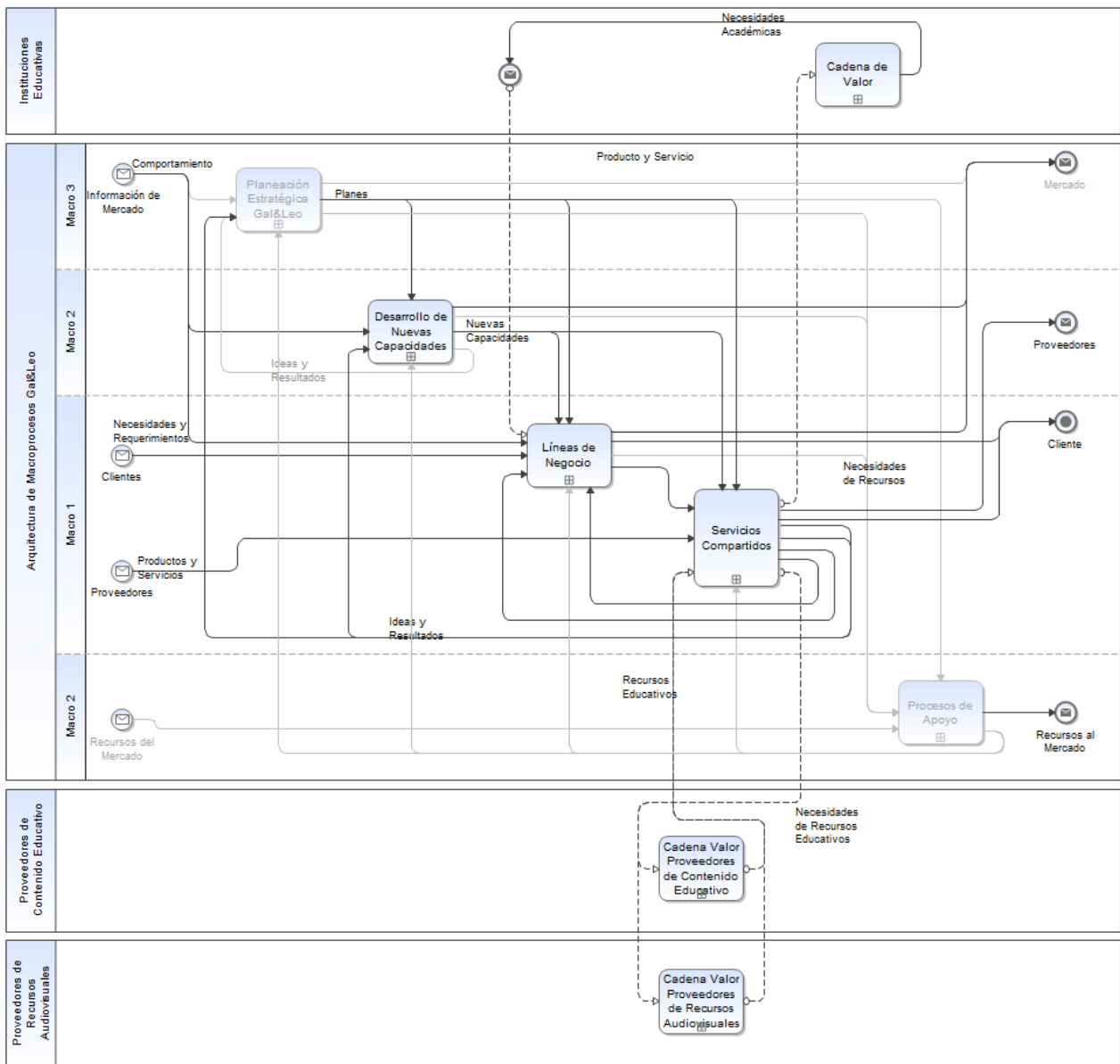


Figura 31. Primer nivel Arquitectura de Macro-procesos Gal&Leo

La “Planificación del Negocio” (Macro 3) agrupa a todos los procesos relacionados al direccionamiento estratégico de la Gal&Leo desde la definición del concepto del negocio y la visión, pasando por la gestión del desarrollo de la estrategia hasta ejecutar el desarrollo de la estrategia y mantener el estado actual del desarrollo estratégico. Actualmente, gran parte de estos procesos no están formalizados, esto ya que los líderes estratégicos de la empresa, son las mismas personas quienes generan el direccionamiento estratégico. Para que la empresa

logre un crecimiento y desarrollo adecuado es necesario que estos procesos estén formalizados de manera que los objetivos estratégicos bajen a los nuevos líderes de forma efectiva. Se espera que estos procesos se formalicen a partir del cargo creado “Process Manager”.

El macro-proceso de “*Creación de Nuevas Capacidades*” (Macro 2) ha sido materializado a través de la formalización de la actividad “Diseño de Productos”, en orden de generar tanto productos internos como externos aportando nuevas capacidades para distintas áreas de la compañía. El conjunto de procesos que son desarrollados por esta actividad “Diseño de Productos” sería lo más parecido a la Macro 2.

Dentro del macro-proceso de “*Procesos de Apoyo*” (Macro 4), existen procesos que actualmente pueden ser agrupados y ordenados dentro de esta macro, como los procesos de apoyo financiero, de recursos humanos y de infraestructura tecnológica.

El proyecto se enmarca dentro de la “Cadena de Valor” (Macro 1) de Gal&Leo, y el rediseño de los procesos repercute principalmente sobre los procesos “*Gestión de Producción y entrega de cursos*” y de “*Producción y Entrega de cursos*”.

10.2.1 Cadena de Valor de Gal&Leo

La cadena de valor de Gal&Leo se representa a través de un macro-proceso de “Líneas de Negocio” y otro de “Servicios Compartidos”, como se puede ver en la Figura 31. Con esta estructura se formaliza el hecho de que Gal&Leo realiza la atención para cada segmento de clientes de forma distinta. Actualmente no está completamente formalizado por lo que el diseño pretende hacer explícita esa realidad.

Dentro de las líneas de negocio se encuentran los macro-procesos de administración de relación con los clientes, esta administración se realiza de forma distinta para cada línea de negocio descrita en la sección 5.1, y contiene los macro-

procesos de “Administración de relación con Instituciones Educativas Escolares” y “Administración de relación con Instituciones Educativas Universitarias”, “Administración de relación con Empresas”.

Por otro lado dentro de los servicios compartidos, se encuentran los procesos que se realizan de igual forma sin diferenciar por línea de negocio, que corresponden a los procesos de “Administración de relación con Proveedores”, “Gestión de Producción y Entrega de Cursos”, “Producción y Entrega de Cursos” y “Mantención de estado”.

En la Figura 33 se puede observar el macro-proceso “Líneas de Negocio” y en la Figura 33 el macro-proceso de “Servicios Compartidos”.

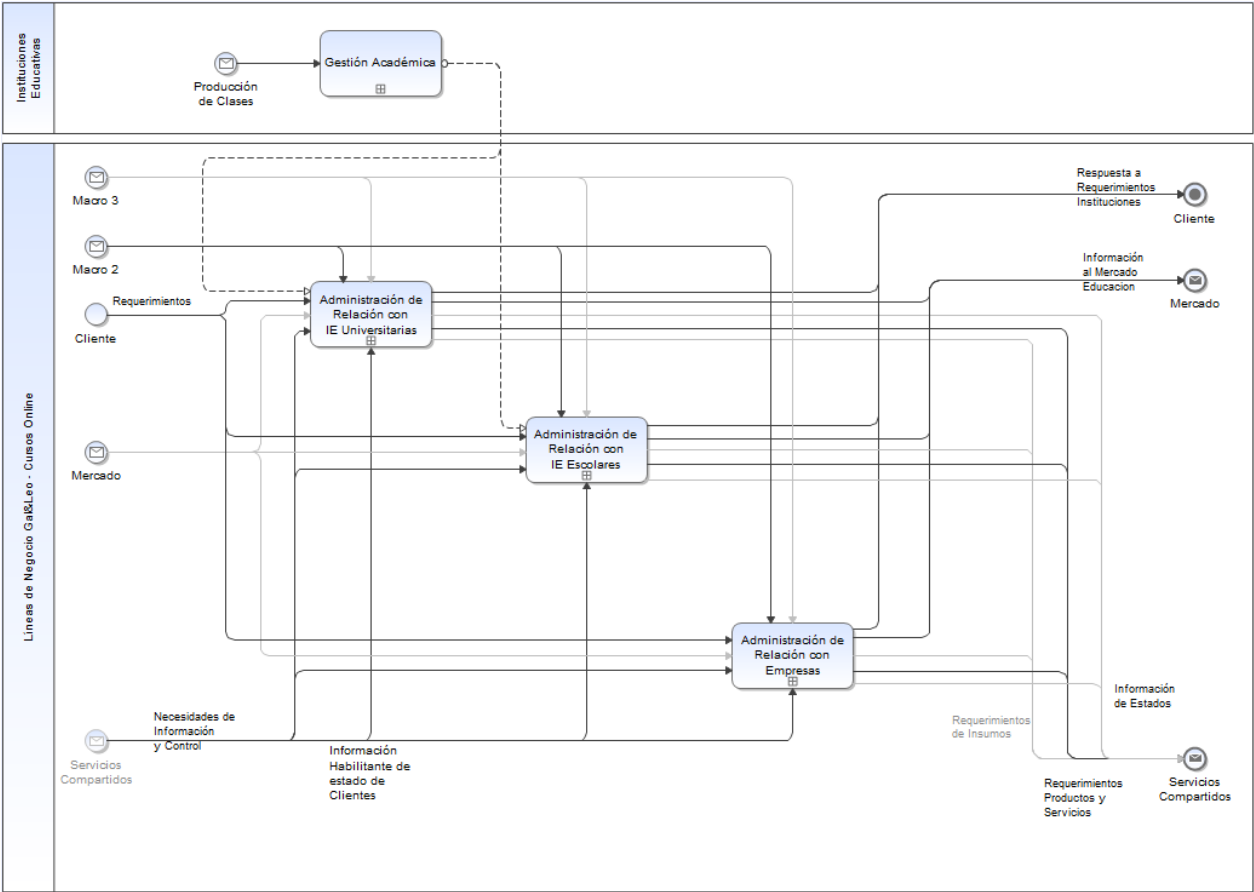


Figura 32. Macro-procesos Líneas de Negocio

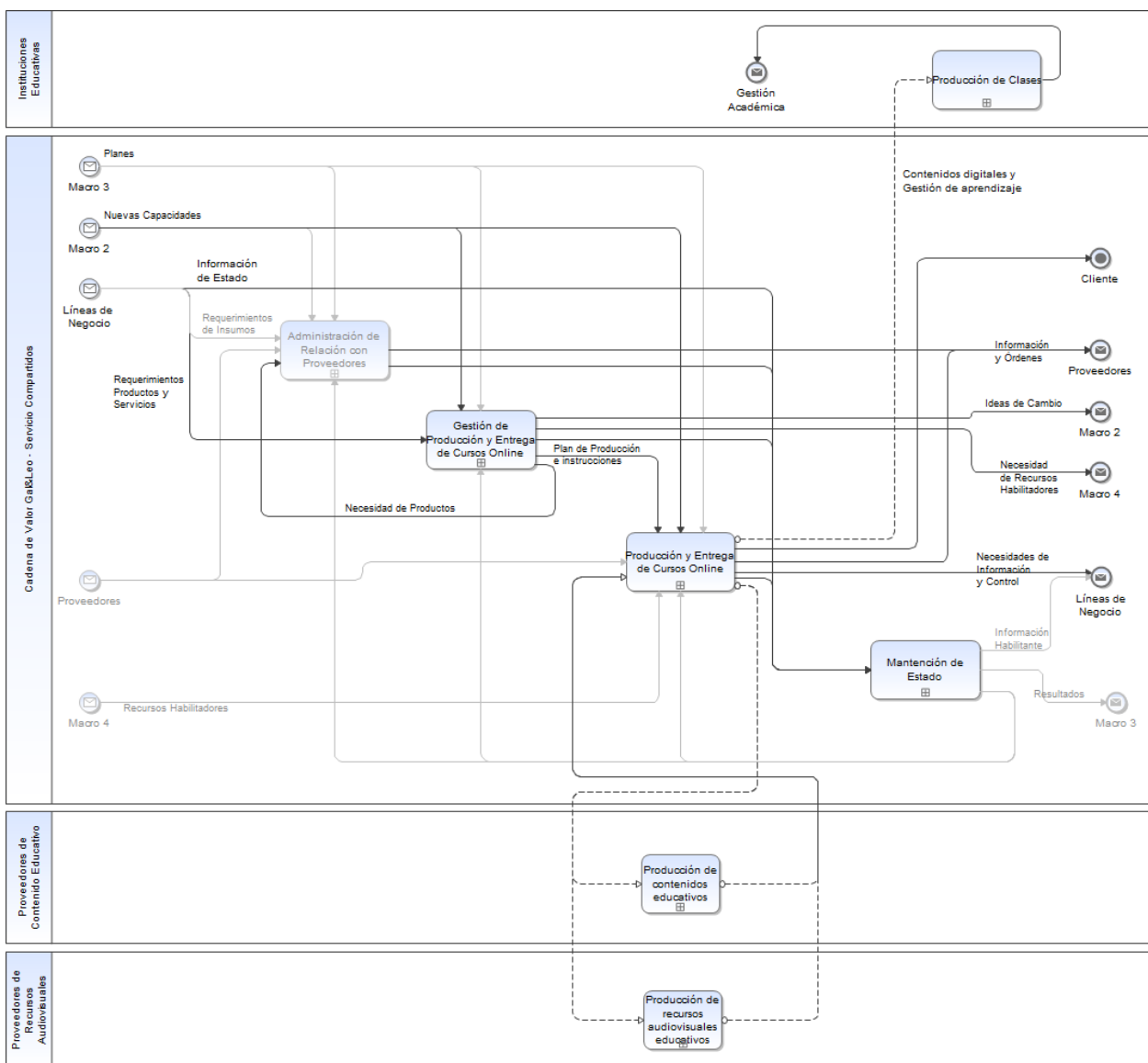


Figura 33. Macro-proceso Servicios Compartidos

10.2.1.1 Administración de Relación con Instituciones Educativas Escolares

Dentro del macro-proceso “Administración de Relación con Instituciones Educativas Escolares” Figura 34 se encuentran los macro-procesos de “Marketing y Análisis de Mercado” de cursos online para el ámbito escolar, en el cual se agrupan los procesos encargados de definir acciones de marketing, introducir nuevos productos, proponer mejoras a cursos actuales, y analizar el comportamiento de los

clientes, un proceso importante que no está formalizado es la planificación de ventas, ya que hasta hace muy poco, estas actividades estaban centralizadas en los directivos de la empresa quienes se estaban enfocando en lograr contratos con grandes instituciones como ministerios, fundaciones, etc. La carencia de la formalización de este proceso se hizo evidente luego del modelamiento a partir de los patrones de procesos de negocio.

Dentro de “*Venta y atención a Instituciones Educativas Escolares*”, se materializan las actividades de ventas, las que en Chile se realizan a través de visitas a establecimientos educacionales privados, y a través de licitaciones para prestar servicios a establecimientos públicos. Para los otros países (Colombia, Perú y México) la venta la realizan principalmente los directivos de la empresa ya que no están formalizados los procesos de venta y hasta hace poco los de planificación de ventas.

En Colombia existe un equipo que apoya a la labor de Venta y Post-venta, en México se han realizado alianzas estratégicas con consultoras en el ámbito de la educación que promueven el servicio y en Perú existe un encargado comercial que realiza actividades de venta.

Por otro lado se mantiene una relación de postventa importante con los clientes ya que estos utilizan el servicio por un período en general de un semestre o un año académico, por lo que el servicio de postventa toma especial importancia, para esto Gal&Leo posee dos canales para realizar postventa, contacto directo con el área comercial, y contacto a través de un área de soporte.

Por último, se encuentra el macro-proceso “*Decidir Satisfacer Requerimientos de Instituciones educativas escolares*” dentro del cual se analizan requerimientos en los cursos que escapan del estándar, en este macro-proceso se decide acerca de requerimientos de fechas, estructura especial de cursos, contenidos especiales, o cualquier requerimiento que escape de lo estándar.

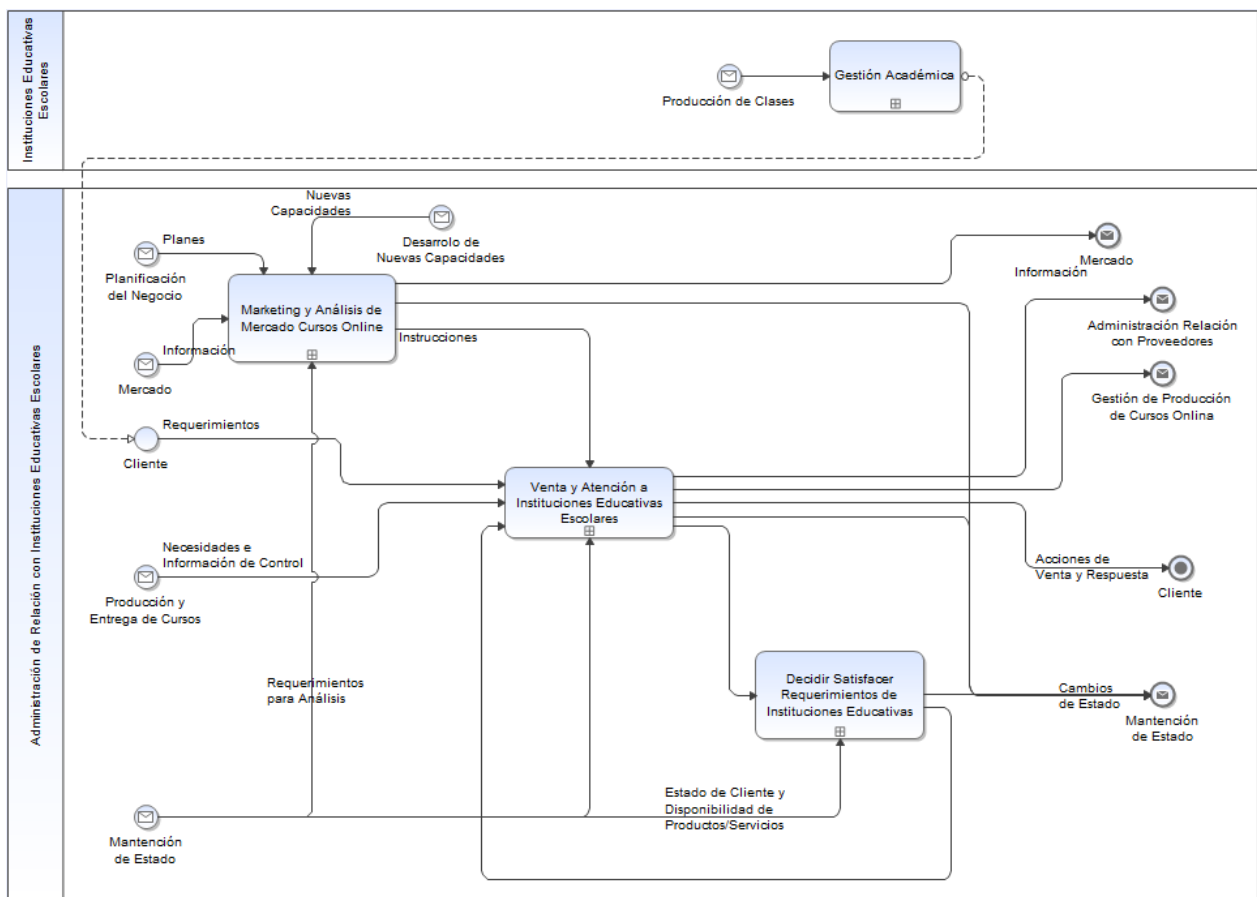


Figura 34. Macro-proceso Administración de Relación con IE Escolares.

10.2.1.2 Administración de Relación con Instituciones Educativas Universitarias

“*Venta y Atención a Empresas*” y “*Venta y Atención a Clientes Masivos*”, estos macro-procesos se podrían haber definido en el primer nivel de la arquitectura como servicios compartidos por las tres líneas de negocio definidas en la sección 5.1. Se decidió mantener estos macro-procesos dentro de “*Administración de relación con clientes*” ya que las tres líneas de negocio mencionadas se diferencian en el segmento de cliente al que apuntan, mientras los procesos de gestión de producción y de producción y entrega se mantienen invariantes.

10.2.1.3 Administración de Relación con Empresas

En “*Venta y Atención a Empresas*”, dado que es una nueva línea de negocio que se está explotando, se está incorporando a personas en el área comercial para que se hagan cargo de la relación con empresas. Esta nueva línea de negocio se abrió para aprovechar la principal capacidad de la empresa que es la configuración de cursos en un tiempo breve adaptado al contexto de la institución que lo solicita. Por lo que hacer un curso para empresa significa el mismo esfuerzo que para hacer un curso para una institución educativa cualquiera. Desde la mirada de procesos se plantea que solo debe haber una diferenciación en la relación que se establece con los clientes ya que lo demás permanece invariante.

10.2.1.4 Administración de Relación con Proveedores

El macro-proceso “*Administración de Relación con Proveedores*”, se agrupan los procesos de compra de insumos para la producción, se maneja la relación con los proveedores de herramientas de gestión de información y también con proveedores de servidores y plataformas web.

Se puede ver en el primer nivel de la arquitectura que existen dos pistas especiales para proveedores, estos corresponden a proveedores de contenido y de recursos audiovisuales. El manejo de esta relación se realiza directamente con los roles “*Coordinador de contenido*” dentro del ámbito de los procesos de “*Gestión de Producción y Entrega de Cursos*” y de “*Producción y Entrega de Cursos*”, ya que la relación se basa en conocimientos pedagógicos específicos, y se obtiene mayor eficiencia si se maneja a partir de una relación directa.

10.2.1.5 Gestión de Producción y Entrega de Cursos

Dentro del macro-proceso “*Gestión de Producción y Entrega de Cursos Online*”, se encuentran los procesos de “*Implementación de Nuevos Productos y Servicios*”, los procesos de “*Planificación y Control de Producción de Cursos Online*” y los procesos de “*Decisión de Entrega de Cursos Online*”.

En cuanto a los procesos de “*Implementación de Nuevos Productos y Servicios*” se puede decir que aún no están completamente formalizados, es decir, no responden a una metodología en particular o se ha definido un estándar para la implementación, pero se espera que con la nueva incorporación del rol “Product Manager” con ayuda del rol “Process Manager” se puedan formalizar estos procesos.

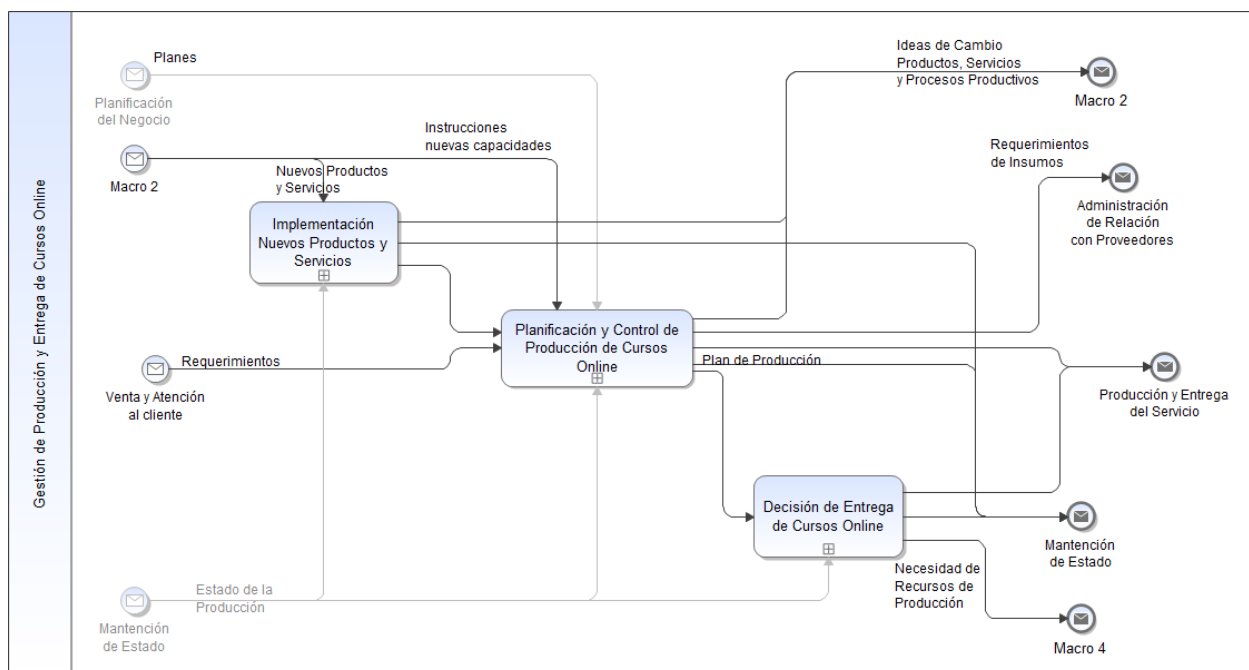


Figura 35. Macro-proceso Gestión de Producción y Entrega de Cursos Online

Los procesos dentro de “*Planificación y Control de Producción*” son los que se encuentran mayormente formalizados. Dentro de este macro-proceso se encuentran los procesos de “Planificación de capacidad para la producción de cursos”, la “planificación de la producción de cursos” y el “Monitoreo de producción de cursos”.

Por último en “*Decidir Entrega de Cursos Online*” se deberían plantear de manera formal las reglas de decisión que se utilizan para decidir la prioridad de entrega calidad, cantidad de contenido, etc. de los cursos online a cada cliente. Actualmente estas decisiones son tomadas por los directores de la compañía cuando son proyectos importantes, y bajando en importancia del proyecto la decisión va quedando en manos de la producción. El hecho de establecer las reglas de manera

formal ayudaría a asegurar a los directores que se está utilizando un criterio validado, y además liberaría tiempo de ellos en los casos que deben decidir, y finalmente los proyectos no tienen realmente la importancia aparente.

10.2.1.6 Planificación y Control de Producción de Cursos online

Dentro de este macro-proceso se enmarcan los procesos de planificación de capacidades para la producción de cursos, la planificación de la producción de los cursos, y el control de la producción de los cursos.

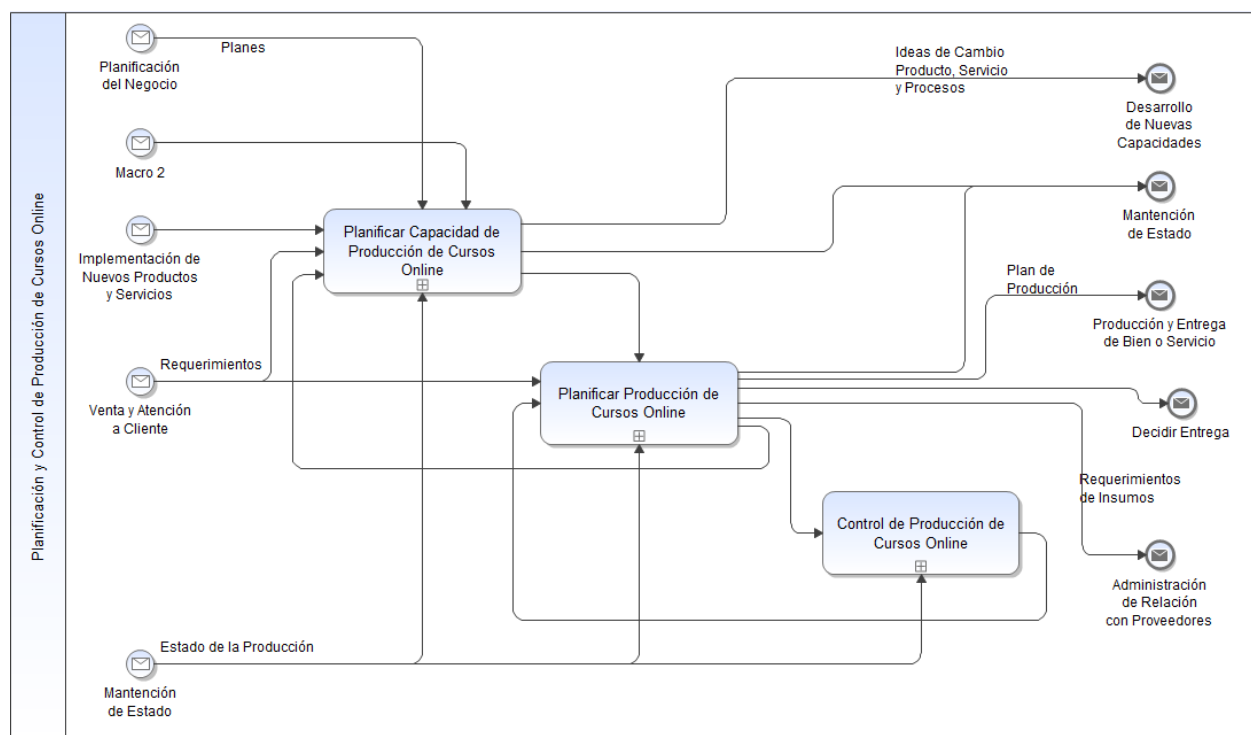


Figura 36. Macro-proceso Planificación y Control de Producción de Cursos Online

Los procesos de planificación de capacidad se realizan a través de la integración de la información de los productos que están en desarrollo, la planificación de producción para los proyectos en curso, y el plan de ventas que se estime desde la dirección comercial. Con esta información se busca cuantificar la cantidad de esfuerzo para determinar la capacidad de producción de contenido, de plataformas y de servidores necesaria para cubrir las necesidades de los clientes.

Actualmente este proceso se realiza periódicamente, y se gatilla a partir de reuniones de planificación con la dirección comercial de la empresa, con este trabajo se busca mejorar la calidad de la información que se utiliza para estimar la necesidades de contenido para satisfacer los proyectos, y de esta manera tener una medida más precisa que la actual, de la variable de necesidad de producción de contenido.

El macro-proceso “Planificación de Producción de Cursos Online” agrupa los procesos de producción de contenido y producción de plataformas.

10.2.1.7 Planificar Capacidad de Producción de Cursos Online

En este macro-proceso se agrupan los procesos de planificación de capacidad de producción de contenido de cursos y planificación de capacidad de plataforma.

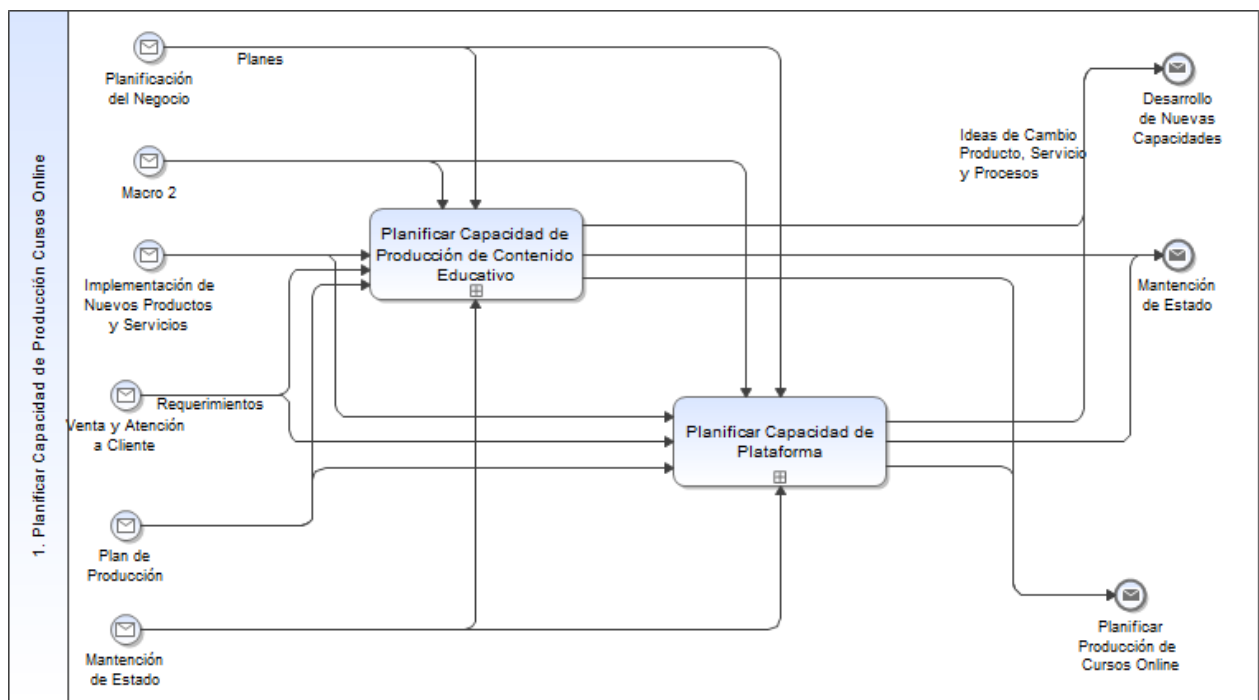


Figura 37. Macro-procesos Planificar Capacidad de Producción de Cursos Online

La capacidad de producción de contenido debe crecer cuando se tienen que producir nuevos cursos, cursos con una dificultad distinta a los ya creados o cursos

en un contexto distinto a los cursos que ya se crearon, por ejemplo matemáticas para ingeniería y matemáticas para medicina. Por otro lado la capacidad de plataforma se debe planificar cuando las plataformas estarán sometidas a eventos de alta concurrencia de usuarios (cientos o miles, por ejemplo en el caso de una universidad) y se debe asegurar el correcto funcionamiento de la plataforma.

10.2.1.8 Planificar Producción de Cursos Online

Dentro de este macro-proceso se agrupan los procesos de planificación de producción del curso y de planificación de producción de plataforma.

Los procesos dentro de “*Planificación de Producción de Curso*” corresponden a diseño del curso, determinar la necesidad de contenido educativo para el curso y la programación de la producción de los contenidos necesarios.

En cuanto a la “Planificación de Producción de Plataforma” se debe determinar los requerimientos de configuración de plataforma como por ejemplo “*Look and Feel*”, configuración del sistema de reporte, etc., se asignan recursos para concretar la configuración de la plataforma, y se programa fecha para entrega de plataforma configurada.

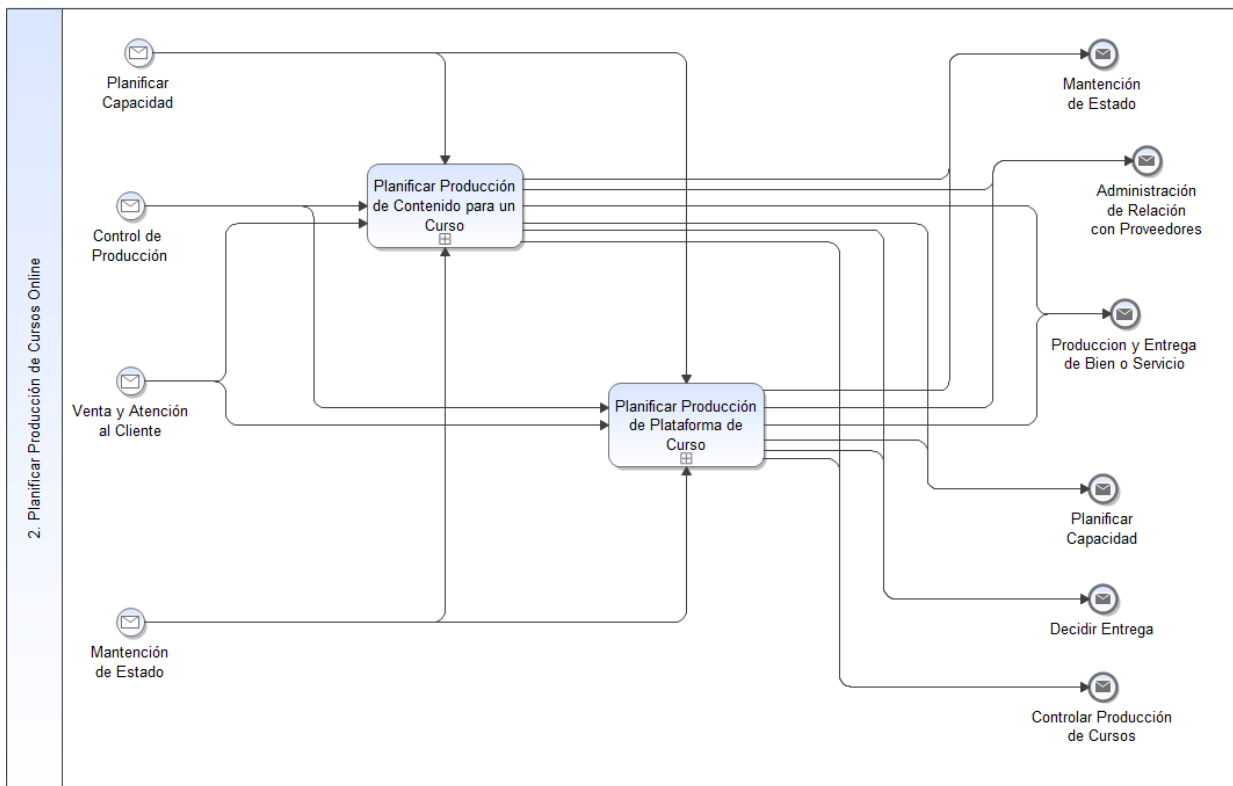


Figura 38. Macro-proceso Planificar Producción de Cursos Online

10.2.1.9 Planificar Producción de Curso

Dentro de este macro-proceso agrupamos los procesos “Diseño de Curso”, “Determinar Necesidad de Contenido” y “Programar Producción de Contenido” como se muestra en la Figura 39.

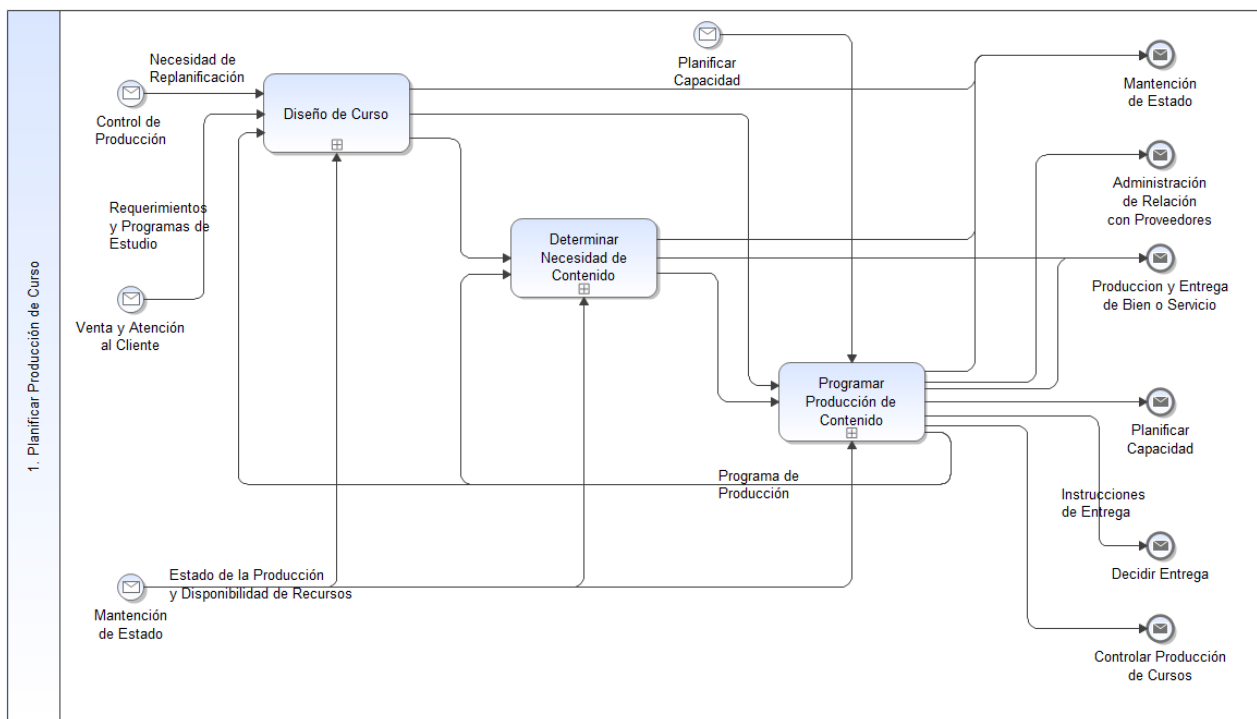


Figura 39. Macro-proceso Planificar Producción de Curso

En el macro-proceso “*Diseño de Curso*” se ejecutan los procesos de diseño de cursos en función del programa de estudio de una institución, o bien, si la institución no posee programa de estudio se realiza la creación del programa de estudio y del curso.

El diseño de los cursos consiste en seleccionar los objetivos de aprendizaje y contenidos desde un programa de estudio, ya sea, de la institución a la que se le prestará el servicio o un programa creado por Gal&Leo. Luego se estructura un curso en unidades, temas y secciones, estructura que ya es utilizada por Gal&Leo y fundamentada en la ontología también por otros modelos.

En la Figura 40 se muestra el macro-proceso “Diseño de Curso”, este contiene tres procesos, el primero corresponde al proceso “Diseñar Objetivos del Curso”, el segundo corresponde a “Diseñar Estructura de Curso”, y por último el proceso “Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes del Curso”.

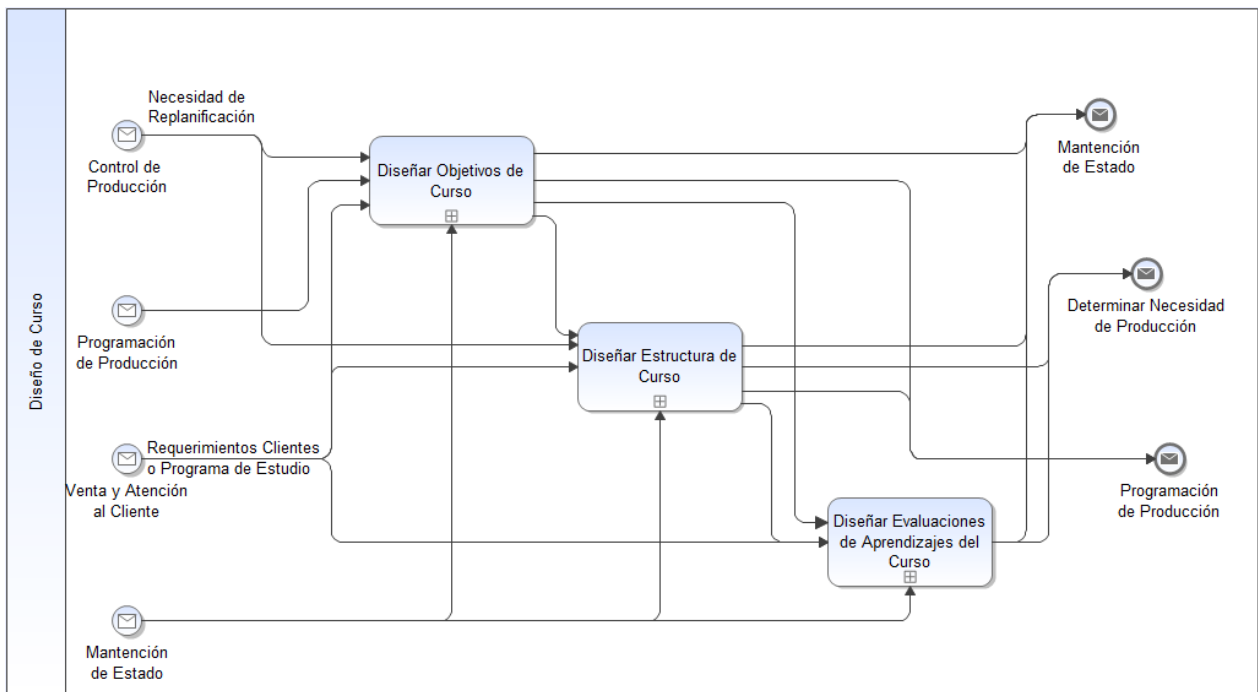


Figura 40. Macro-proceso Diseño de la Estructura de Cursos Online.

El proceso “*Determinar Necesidad de Contenido Educativo*” consiste en tomar el diseño del curso, y examinar los objetos de aprendizaje que el sistema de información propuso a partir del diseño del curso, posterior a esto se analiza la validez de los objetos de aprendizaje encontrados y se determinan los contenidos que se deben producir, los contenidos que se deben modificar y los contenidos que se pueden reutilizar. Se da más detalle de este proceso en la descripción de la lógica de negocio en el capítulo 14.

La ejecución del proceso “*Determinar Necesidad de Contenido Educativo*”, es una de las tareas que actualmente toma más tiempo en la planificación de producción de cursos, en promedio este proceso puede tomar una semana para un curso en un nivel, esto debido a que los contenidos no están actualmente clasificados de una forma que facilite su búsqueda. Por otro lado el análisis de la validez del contenido también se torna una actividad ineficiente al no tener correctamente clasificados los objetos de aprendizaje (contenido).

La ontología propuesta en este trabajo propone disminuir los tiempos de este proceso y entregar de manera eficiente propuestas de objetos de aprendizaje que

satisfagan las necesidades de los clientes, y también entregar la necesidad de elaboración y modificación de objetos de aprendizaje para la elaboración del curso.

10.2.1.10 Producción y Entrega

Los procesos dentro de “Producción y Entrega de Cursos Online” corresponden a la “*Producción de Cursos*” y “*Entrega de Cursos a Clientes*” como se puede ver en la Figura 41.

En este diseño se incorpora a los proveedores de contenidos y recursos audiovisuales, quienes son tratados como proveedores especiales ya que estos requieren capacitación para poder entregar sus servicios a Gal&Leo y además se requiere una alta especificación pedagógica para solicitar la producción de contenido.

Además, en el diseño se incorpora al cliente, con el cual Gal&Leo busca acercarse hasta poder integrarse en su cadena de valor, actualmente existe un nivel considerable de integración, ya que las instituciones educativas apoyan gran parte de sus clases en los cursos de Gal&Leo.

En este diseño se propone que Gal&Leo debería manejar la producción de contenidos y recursos audiovisuales a través de proveedores externos, lo que le entrega flexibilidad para decidir aumentar o disminuir su capacidad de elaboración de contenido. Por lo que las actividades dentro de la producción se remiten a especificar requerimientos de elaboración de contenidos y a asegurar la calidad de estos.

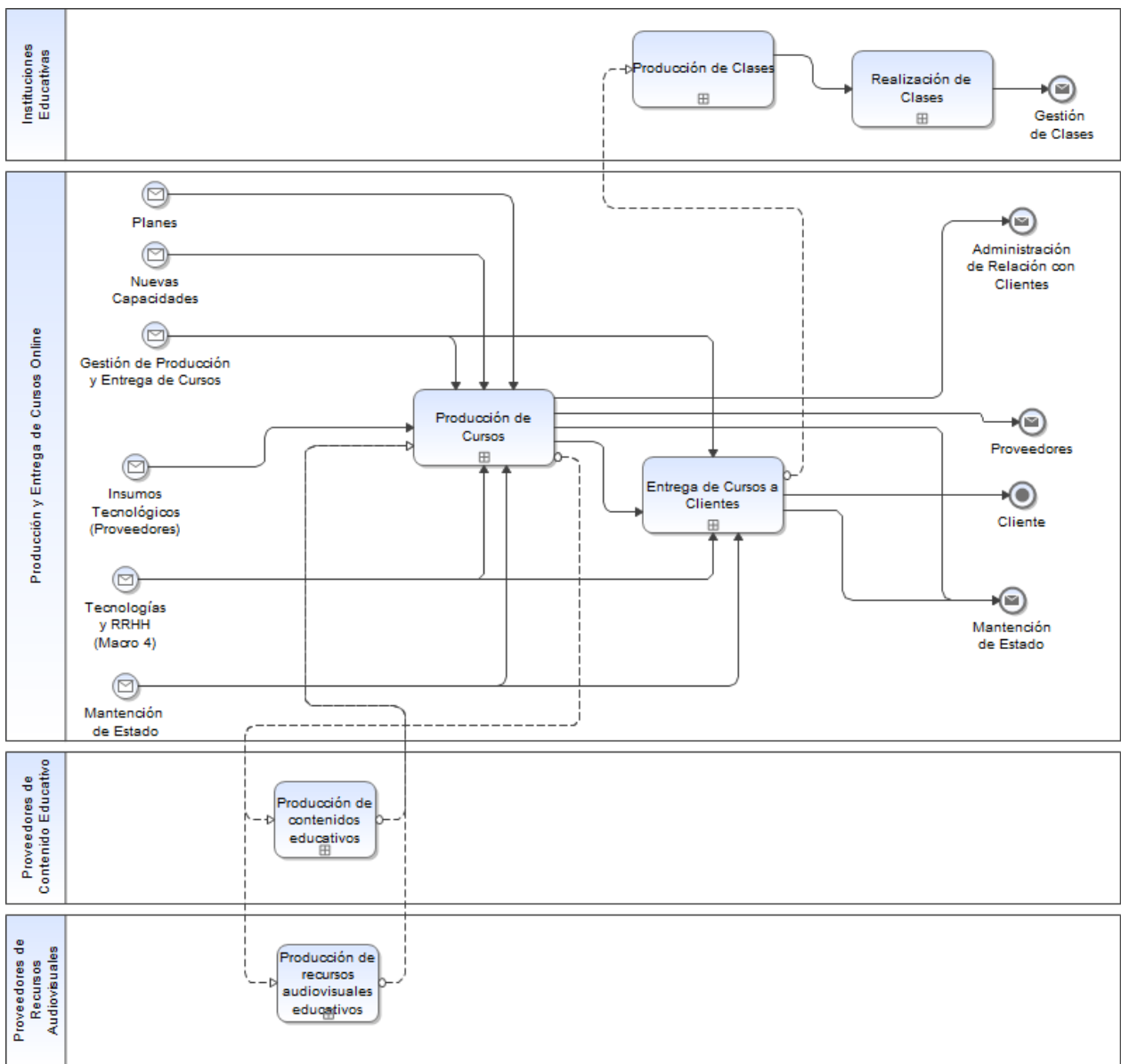


Figura 41. Macro-proceso Producción y Entrega de Cursos Online

10.2.1.11 Producción de Cursos

En este macro-proceso, Figura 42, se agrupan los procesos de “Producción de Contenido”, “Producción de plataforma” y “Control de Calidad de Cursos”.

En el primer macro-proceso se realizan las actividades necesarias para producir contenidos digitales educativos tanto contenido de evaluación como recursos de aprendizaje.

Por otro lado los procesos de producción de plataforma consisten en configurar las plataformas de acuerdo a los requerimientos de los clientes.

Por último se plantea el macro-proceso de “Control de Calidad de Cursos” que actualmente no está formalizado, y se incluye en esta arquitectura de forma que quede explícitamente declarado.

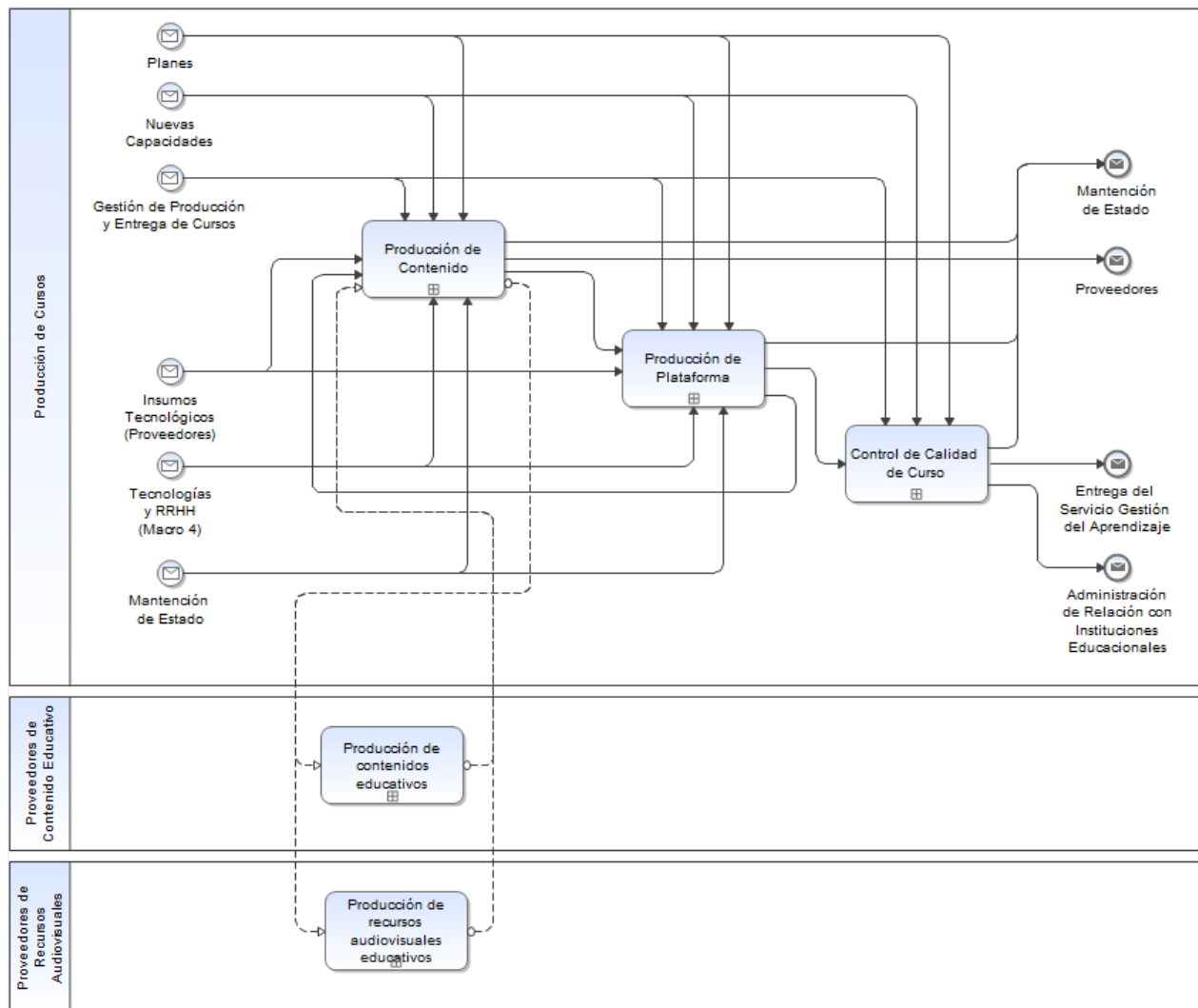


Figura 42. Macro-proceso Producción de Cursos

Actualmente, parte de la configuración de plataforma consiste en crear “*Matrices de Aprendizaje*”, estas son el input que necesita el sistema de reportes para realizar la gestión del aprendizaje personalizado. En el diseño de lógicas de

este trabajo se elimina esta configuración y se automatiza, a partir de la clasificación de los objetos de aprendizaje que permite realizar la ontología propuesta.

10.2.1.12 Producción de Contenido

El macro-proceso de *“Producción de Contenido”*, Figura 43, agrupa a los procesos *“Producción de Objetos de Aprendizaje”*, *“Producción de Componente de Objeto de Aprendizaje”*, *“Elaboración de Evaluaciones”* y *“Elaboración de Lecciones”*.

El proceso de Producción de Objetos de Aprendizaje, consiste en unir una serie de componentes de Componentes de Objeto de tal manera de formar un recurso educativo que cubra un único Objetivo de Aprendizaje.

El concepto de componente de objeto de aprendizaje, es tomado de la ontología y corresponde al recurso de contenido de mayor granularidad.

La Elaboración de Evaluaciones consiste en la creación de las evaluaciones a partir de un diseño de evaluación el cual se realiza una vez que se diseña el curso.

Por último la Elaboración de Lecciones consiste en la selección y agrupación de un conjunto de Objetos de Aprendizaje con el objetivo de satisfacer un conjunto de Objetivos agrupados en la estructura del curso.

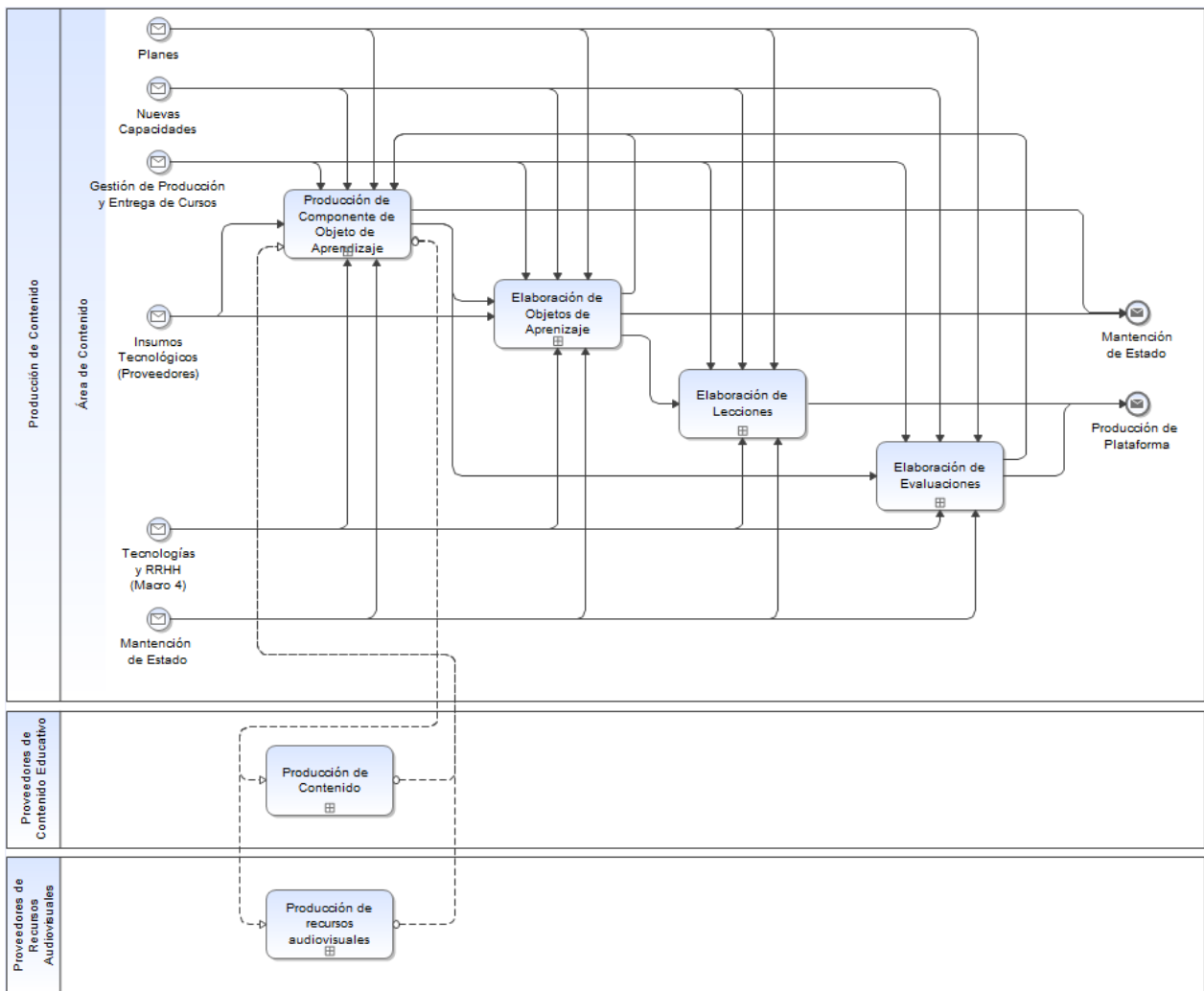


Figura 43. Macro-proceso Producción de Contenido

10.2.1.13 Producción de Componente de Objeto de Aprendizaje

Dentro del macro-proceso *“Producción de Componente de Objeto de Aprendizaje”* se encuentran los procesos *“Definir Requerimientos de Componente de Objeto”*, *“Producir Componente de Objeto”* y *“Asegurar Calidad de Componente de Objeto”* como se muestra en la Figura 44.

En estos procesos se realizan las actividades con las que se producen los objetos de mayor granularidad, que luego conforman los recursos educativos de un curso.

El proceso de definición de requerimientos abarca la definición de tres tipos de componentes de objetos, estos son, objetos de evaluación, objetos de contenido y soportes audiovisuales.

El proceso de producción de componentes de objetos es realizado por proveedores externos de Gal&Leo, y deben cumplir un estándar para cada tipo de componente de objeto que producen.

Por último el proceso de aseguramiento de calidad de componente de objeto se asegura que la entrega por parte del proveedor cumpla los requisitos y estándares de Gal&Leo, como también se encarga de validar que los requerimientos sean correctos.

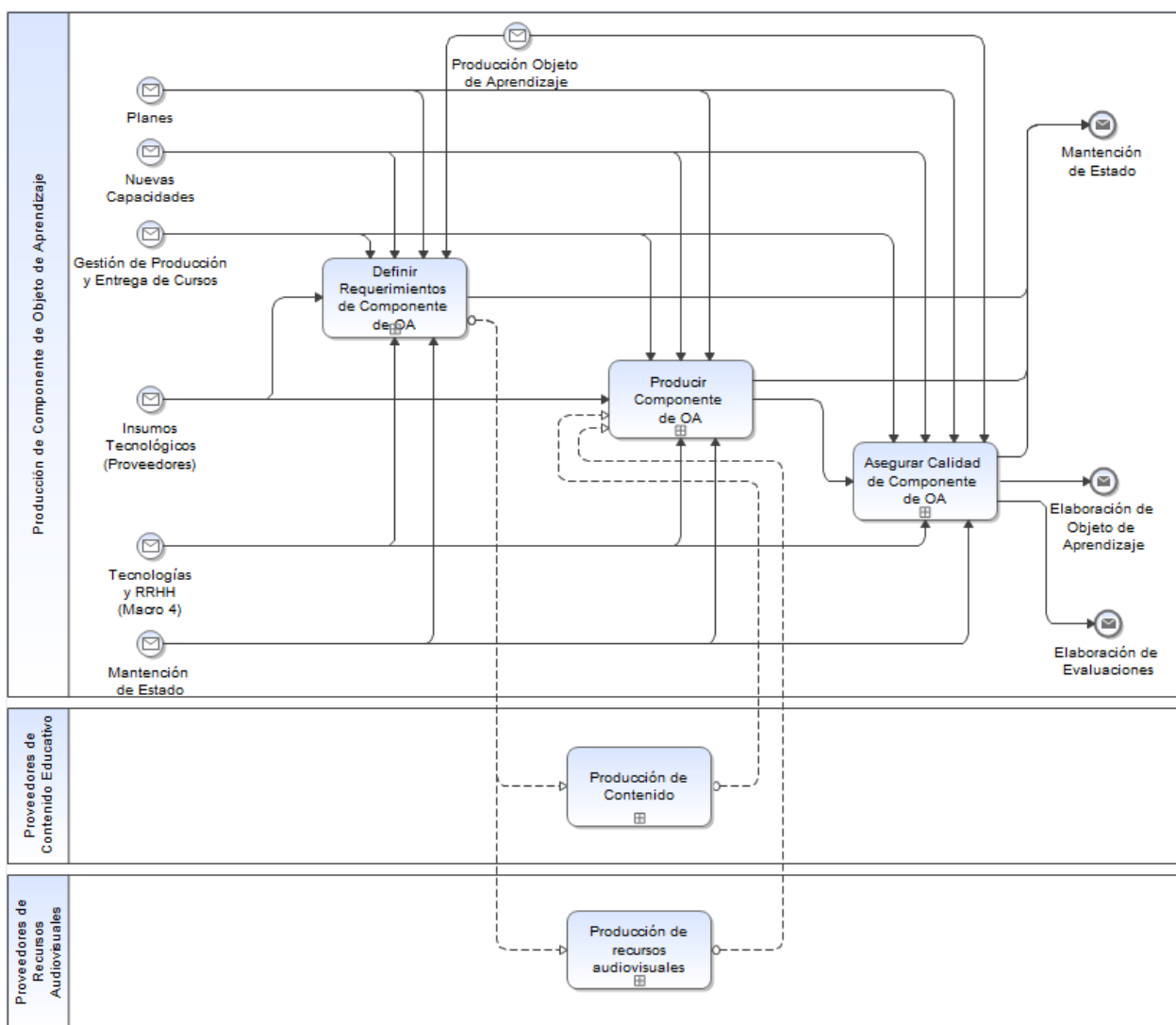


Figura 44. Macro-proceso Producción de Componente de Objeto de Aprendizaje

10.2.1.14 Mantenimiento de Estado

La mantención de estado corresponde al almacenamiento de la información de las variables de estado de los procesos de la empresa, en particular en este trabajo, se debe mantener el estado de las variables que informan acerca del estado de la producción de cursos, para proveer información tanto a la gestión como a la ejecución.

Las organizaciones debiesen contar con un servicio centralizado de Mantención de estado, para efectos de reducir costos de administración de sistemas.

A modo de resumen se presentan dos diagramas jerárquicos de la arquitectura de macro-procesos que se define en este proyecto.

El diagrama de la Figura 45 se muestra la arquitectura de macro-procesos dentro de la Gestión de Producción y Entrega de Cursos.

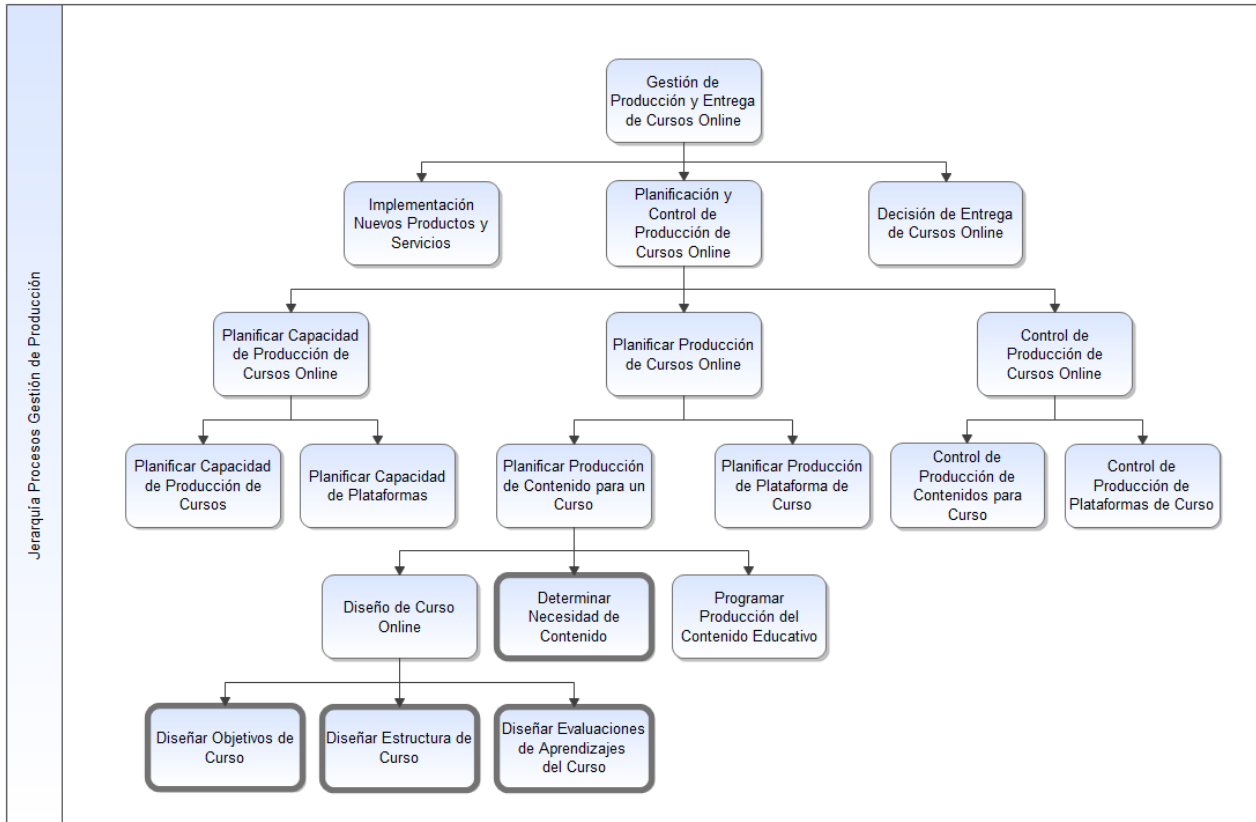


Figura 45. Macro-procesos de Gestión de Producción

En la Figura 46 se puede ver la arquitectura de macro-procesos dentro de Producción y Entrega de Cursos.

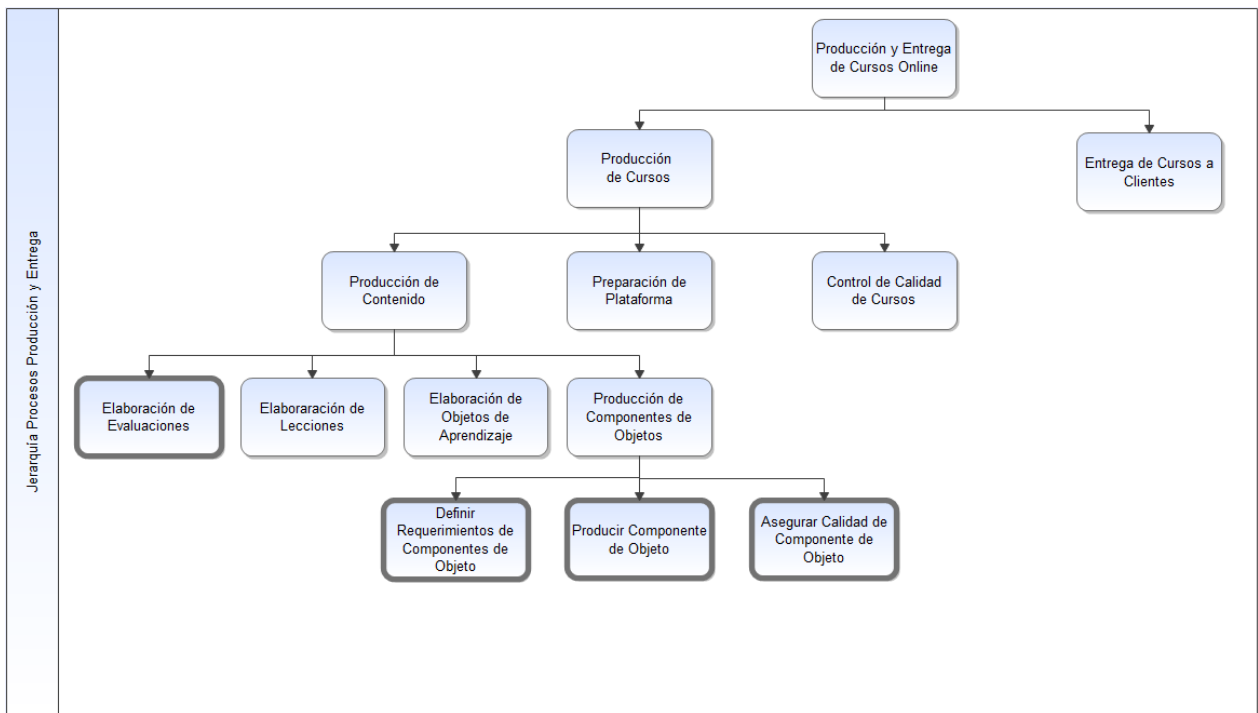


Figura 46. Macro-procesos Producción y Entrega de Cursos

Parte 5: Oportunidades de mejora en Gal&Leo

11 Análisis de la dirección de cambio

Este análisis consiste en el estudio de un conjunto de variables, soportadas por ideas económicas, que ayudan a visualizar los cambios para el rediseño de los procesos. Estas variables definen un marco de referencia que permite detallar el cambio en los procesos, fundamentado a partir de la estrategia, el modelo de negocio y la arquitectura de la empresa.

El análisis además nos ayuda a estimar el balance económico que existe a partir del rediseño, ayudando a visualizar a través del análisis de las variables de cambio, la inversión necesaria para realizar los cambios y los beneficios que estos traen consigo.

En la Figura 47 se resumen las variables que se analizarán, tomadas de [30], y se considerarán para el rediseño de los procesos, de forma ordenada y enfocada a los lineamientos estratégicos de la empresa.

Análisis de la Dirección de Cambio de la Empresa	
Variable de diseño	Descripción
a. Estructura empresa y mercado	Esta variable esta presente cuando se ha decidido hacer cambios significativos en la estructura del negocio. Estos cambios implican modificaciones en la estructura organizacional y en la mayoría de las ocasiones existe un apoyo de un TI que hace factible el cambio.
b. Anticipación	La idea principal de esta variable es analizar las acciones para anticiparse a eventos futuros, a través del desarrollo de una capacidad de predicción de tales eventos.
c. Coordinación	Esta variable declara las necesidades de coordinación organizacional que requieren los procesos a diseñar, como por ejemplo, el uso de jerarquías, la colaboración entre unidades o personas, mediante la partición de unidades, o definición de reglas.
d. Prácticas de trabajo	Las prácticas de trabajo materializan y detallan las opciones de diseño de las variables definidas antes. Estas prácticas deben permitir la ejecución de las actividades de los procesos rediseñados.
e. Integración de procesos conexos	Con esta variable se determina el grado de interaccion de los procesos y como estos deben ser diseñados. Pro ejemplo, los procesos con alto grado de interacción deben ser rediseñados en conjunto.
f. Mantención consolidada de estado	Esta variable define como se obtienen los datos necesarios para la ejecución de los procesos rediseñados. Desde el ingreso de datos dentro del mismo proceso hasta el uso de datos de sistemas externos a la organización.

Figura 47. Variables de la Dirección de Cambio

11.1 Estructura de la Empresa y Mercados

Actualmente, Gal&Leo no provee un servicio integral a sus clientes, a pesar de que esto sería una estrategia inteligente dada la naturaleza del servicio que presta, ya que Gal&Leo impacta directamente la cadena de valor de sus clientes consistente en la ejecución de las clases.

A pesar de que conocer más a su cliente está presente en los objetivos estratégicos de Gal&Leo, el posicionamiento estratégico no se dirige hacia ese objetivo sino que se dirige a mejorar la calidad y el costo del producto entregado buscando consolidar su posicionamiento como mejor producto. Gal&Leo tampoco posee una integración de tipo Lock-in Sistémico con sus clientes a diferencia de la relación que ha creado con sus proveedores.

Gal&Leo se integra con sus proveedores de tal manera que debe capacitarlos para solicitar sus servicios debido a los estándares que se manejan y a la complejidad tecnológica que poseen los insumos requeridos, que corresponden a objetos de aprendizaje. El proyecto busca mejorar esta interacción a través del rediseño del proceso de producción de objetos de aprendizaje, en donde los principales cambios consisten en:

- Separar las actividades para las que son necesarias distintas capacidades en la elaboración de contenido, reduciendo su complejidad como.
- Introducir una nueva práctica de clasificación de los objetos de aprendizaje creados.
- Apoyar con un sistema de información la especificación de requerimientos de elaboración de contenido.
- Redefinición de roles necesarios para completar este proceso, dentro de lo que destaca la externalización completa de la elaboración de contenido.

Gal&Leo mantiene una estructura interna centralizada, las actividades principales se realizan en Chile, solo Colombia tiene actividades intensivas de venta y post-venta, pero todas las actividades de producción se realizan centralizadamente. Así como también la toma de decisiones es centralizada, y desde la casa matriz en Chile se decide sobre los aspectos importantes del negocio. El proyecto no pretende cambiar esta condición.

a. Estructura empresa y mercado	Actual	Proyecto
a.1. Servicio Integral al Cliente.	No	No
a.2. Lock-in Sistémico.	No	No
a.3. Integración con Proveedores.	Si	Con el rediseño se formaliza la relación con los proveedores y se aclaran las actividades de cada participante, proveedores y Gal&Leo. Además se apoya el proceso a través de un sistema TI para la especificación de requerimientos.
a.4. Estructura Interna: centralizada o descentralizada.	Centralizada	Centralizada
a.5. Toma de Decisiones: Centralizada o Descentralizada.	Centralizada	Centralizada

Figura 48. Variable Estructura empresa y mercado

11.2 Anticipación

Para el caso de este proyecto, la variable anticipación es una variable relevante, ya que uno de los objetivos principales es el diseño de uno de los procesos que facilita la planificación de la producción de cursos, como es el diseño del curso y la determinación del contenido a elaborar.

Por otro lado, uno de los objetivos de Gal&Leo es crear las capacidades necesarias para conocer a fondo a sus clientes y de esta manera generar las herramientas para avanzar hacia una integración con el cliente. En este sentido el proyecto aporta y propone un conjunto de variables importantes que pueden ser utilizadas para realizar los análisis de datos generados por los clientes.

b. Anticipación	Actual	Proyecto
b.1. Planificación de Producción de Contenido.	Existe un alto uso de conocimiento tácito para realizar las planificaciones de producción.	Se propone que a través de la clasificación de contenido en función de los objetivos de aprendizaje como propone la ontología, la planificación sea apoyada con un sistema de información que mantenga conocimiento estructurado de planificaciones anteriores.
b.2. Modelos analíticos de uso de cursos.	Los métodos de análisis de la utilización de los cursos por parte del cliente no están automatizados pero se tiene claro que la información es relevante.	Propone una estructura de datos necesarios para el análisis de uso del producto y su impacto en las clases. De manera que se pueda implementar una automatización para este análisis en el futuro.

Figura 49. Variable Anticipación

11.3 Coordinación

La utilización de la coordinación en el proyecto se basa en la definición de reglas formales, disminución de la utilización de jerarquías para resolver situaciones frecuentes y orientar el uso de jerarquías solo a la resolución de excepciones.

En cuanto a la definición de reglas, se tiene por ejemplo, que el proyecto contempla establecer las reglas para el proceso de producción de objetos de aprendizaje, en que se formaliza la interacción entre los proveedores y Gal&Leo, apoyada por un sistema de información.

c. Coordinación	Actual	Proyecto
c.1. Reglas	Reglas informales	Formaliza ciertas reglas de interacción entre Gal&Leo y proveedores
c.2. Jerarquía	Uso de jerarquía frecuente en toma de decisiones.	Busca formalizar cursos de acción frente a problemáticas frecuentes que no requieran la actuación de la jerarquía.
c.3. Colaboración	Informal y sin herramientas de apoyo entre producción y ventas, también dentro de producción.	No influye en la colaboración.
c.4. Partición	No	No

Figura 50. Variable Coordinación

11.4 Prácticas de Trabajo

Las prácticas de trabajo para materializar los diseños que se desprenden de la definición de las variables descritas anteriormente, corresponden a lógicas de clasificación de objetos de aprendizaje y de apoyo a la determinación de la validez de los contenidos para la construcción de un curso, estas lógicas son habilitantes para la construcción de una lógica automática que permita la gestión del aprendizaje. Estas serán descritas en el capítulo 14.

d. Prácticas de Trabajo	Actual	Proyecto
d.1. Lógica de Negocio: Automatizada o Semi-automatizada		
d.1.1 Lógica de clasificación de objetos de aprendizaje	No esta formalizada y opera a nivel de área funcional.	Se formaliza la clasificación de contenidos, a través de un modelo amplio e integrador.
d.1.2 Lógica de apoyo para determinar validez de un contenido	Poseen escasa información del stock de contenido actual para diseñar los cursos.	Entrega un sistema de información de apoyo a los tomadores de decisiones sobre el diseño de los cursos.
d.1.3 Lógica para la gestión del aprendizaje	Actualmente esta lógica esta semi-automatizada y admite mejoras.	Se automatiza completamente.
d.2. Lógica de Apoyo a Actividades Tácitas	No	No
d.3. Procedimientos de Comunicación e Integración	No	No
d.4. Lógica y Procedimientos de Desempeño y Control	No	No

Figura 51. Variable Prácticas de Trabajo

11.5 Integración de Procesos Conexos

Para el rediseño se considera de forma integral los procesos de “Gestión de Producción de Cursos” y “Producción y Entrega de Cursos”, procesos que se encuentran enmarcados dentro de la cadena de valor. A diferencia de la situación actual en que se no se ha considerado un diseño integral de los procesos, sino que han sido estructurados a partir de una lógica de resolución de problemas.

e. Integración de Procesos Conexos	Actual	Proyecto
e.1. Proceso Aislado	Si	No
e.2. Todos o la Mayor Parte de los Procesos de un Macro Proceso	No	Se consideran todos los procesos rediseñados de forma integral. Macroprocesos "Gestión de Producción y Entrega", "Producción y Entrega".
e.3. Dos o más Macros que Interactúan	No	No

Figura 52 Variable Integración de Procesos Conexos

11.6 Mantención Consolidada de Estado

El proyecto debe contemplar la creación de un repositorio de información acerca de los objetos de aprendizaje elaborados. Además debe existir un repositorio de datos para el sistema propuesto, que permite generar el diseño de un curso, y conocer el estado de la producción del curso en todo momento.

f. Mantenimiento Consolidada de Estado	Actual	Proyecto
f.1. Datos Propios	Si	Se crearán los repositorios de información para mantener el stock de objetos de aprendizaje, y el estado de la producción de cursos.
f.2. Integración con Datos de otros Sistemas de la Empresa	No	Se integrará con datos del Sistema de Gestión y mantención de contenidos correspondiente a Google Drive.
f.3. Integración con Datos de Sistemas de otras Empresas	No	No

Figura 53. Variable Mantenimiento Consolidada de Estado

12 Proyecto

El proyecto busca mejorar e integrar las capacidades actuales de la empresa, miradas desde la perspectiva de la arquitectura empresarial, a través de la formalización de una arquitectura de procesos utilizando la metodología de ingeniería de negocios y patrones de procesos de negocio propuestos en [6] y [7].

Gran parte del proyecto consiste en el diseño e implementación de una ontología para la gestión del aprendizaje, que busca entregar una capacidad de alta adaptabilidad a los programas de estudio de los clientes y hacer eficiente el manejo de los contenidos digitales educativos de la empresa, llamados objetos de aprendizaje en el lenguaje de la solución diseñada.

Por otro lado se rediseña el principal servicio que presta Gal&Leo que corresponde a la Gestión del Aprendizaje Personalizado, de manera de mejorar su impacto en el cliente, desde el punto de vista de mejorar el rendimiento académico de los usuarios, y por otro lado disminuir los costos de producción.

12.1 Objetivo del proyecto

El principal objetivo del proyecto, es disminuir los costos de los procesos de gestión y producción de los cursos creados por la empresa. Estos cursos tienen una característica diferenciadora que les permite realizar una gestión del aprendizaje personalizado.

El proyecto busca mejorar las capacidades actuales del sistema de gestión del aprendizaje, disminuir tiempos de producción y automatizar tareas, todo esto guiado a partir de los objetivos estratégicos de la empresa.

Como objetivo secundario se plantea establecer las bases para el futuro diseño de una nueva línea de negocio que genere un nuevo ingreso para la empresa.

Esta nueva línea de negocio surge a partir de la oportunidad que se genera con la mejora de una de las capacidades actuales de la empresa, que se basa en la gestión eficiente de los contenidos digitales educativos.

La línea de negocio consiste en la comercialización abierta de los cursos que desarrolla la empresa, a través de aplicaciones y canales web. Hasta ahora este servicio se comercializa solo para instituciones educativas y empresas.

12.2 Alcance del proyecto

El alcance del proyecto va desde el rediseño de la arquitectura de procesos de gestión y producción del servicio, que es consistente con el modelo de negocio y planteamiento estratégico de la empresa, hasta el diseño e implementación de una aplicación computacional de apoyo a los procesos rediseñados incluyendo el proceso de gestión del aprendizaje que la empresa entrega como servicio.

12.3 Resultados esperados

El proyecto busca lograr como resultados mejoras en los tiempos de producción de cursos a través de los cuales se presta el servicio de gestión del aprendizaje.

Específicamente se busca:

- Reducción de horas hombre en el diseño de los cursos adaptados al programa de estudio de la institución educativa que contrata el servicio.

- Mejora en la calidad del servicio prestado, al mejorar la adaptabilidad de los contenidos al contexto de las instituciones.
- Reducción de costos en la externalización de la producción del contenido necesario para cubrir el curso diseñado.
- Disminución de costos en la externalización de la producción a través del aumento de la tasa de reutilización y modificación de recursos en stock.

12.4 Producto final del proyecto

Se pretende que el producto final del proyecto sea un conjunto de capacidades mejoradas que permitan gestionar la producción de cursos de forma eficiente. Esto se puede ver como tres subproductos:

1. El diseño e implementación de una arquitectura de procesos consistente con la estrategia y el modelo de negocio de la empresa.
2. El diseño y la implementación de una ontología que permita diseñar cursos adaptados a los programas de estudio de los clientes.
3. Un sistema de información que permita automatizar una lógica para la gestión del aprendizaje personalizado.

12.5 Impacto del proyecto en el modelo de negocio

El modelo de negocio descrito en el capítulo 5, tiene como propuesta de valor “Aumentar considerablemente los resultados de los alumnos, a través de un servicio de Gestión del Aprendizaje Personalizado” con un foco en “Aumentar la calidad de la educación de América Latina” dirigido a “Instituciones educativas privadas y públicas”.

Como se mencionó antes, un objetivo secundario del proyecto es sentar las bases para aprovechar la mejora que se producirá en las capacidades que hacen posible la gestión del aprendizaje, para poder abrir el servicio al consumo masivo, para que cada estudiante independiente de la institución educativa a la que pertenezca pueda acceder a la herramienta a través de un nuevo canal web.

Por lo tanto el proyecto tiene un potencial impacto sobre modelo de negocio de la empresa, específicamente hacia donde está dirigido el valor que se agrega.

Parte 6: Diseño de la ontología

13 Diseño de una Ontología para la Gestión del Aprendizaje Personalizado

En los últimos 30 años se han realizado varios esfuerzos provenientes del ámbito del e-learning, por alcanzar la reusabilidad de los contenidos digitales educativos, buscando con esto, ahorrar costos en la creación de cursos y mejorar la experiencia de aprendizaje al tener estos contenidos correctamente clasificados. Como resultado de estos esfuerzos se pueden observar diversos modelos para el manejo de contenidos digitales educativos como LOM (Learning Object Metadata) creado y mantenido por IEEE [18], SCORM creado por el departamento de defensa de los estados unidos y mantenida por diversas organizaciones educativas [19], ALOCoM trabajo utilizado por varios sistemas de gestión de aprendizaje incluyendo el sistema CLAROLINE [22], entre otros.

Por otro lado han surgido diversos sistemas de gestión del aprendizaje con distintos alcances, que han surgido principalmente para entregar una herramienta que gestione los contenidos digitales educativos, como por ejemplo Moodle [42], Chamilo [43], Claroline [44], eFront [45], Docebo [46], ATutor [47], entre otros.

El diseño de la ontología expuesto en este trabajo propone que la gestión personalizada de aprendizaje se centra en el correcto manejo de los objetivos de aprendizaje, y a través de esto, se busca responder de manera precisa sobre el estado de aprendizaje de un estudiante, en cursos que se componen de conjuntos de objetivos de aprendizaje; se pretende además reconocer que objetivos de aprendizaje el estudiante no es capaz de lograr, y entregar contenidos (objetos de aprendizaje) que soporten los objetivos propuestos.

13.1 Dominio y ámbito de la ontología

El dominio de la ontología diseñada en este trabajo, es la representación de un *Sistema para la Gestión del Aprendizaje Personalizado*. Se planea utilizar esta ontología en las aplicaciones que sugieran rutas de aprendizaje en función de las necesidades de los estudiantes y que además ofrezcan un mecanismo de retroalimentación que apoye el logro de los objetivos de aprendizaje, de acuerdo a su perfil y estilo de aprendizaje, esto a través de la creación de un entorno que permita construir, organizar y actualizar objetos de aprendizaje, perfiles de los estudiantes, estilos de aprendizaje, rutas de aprendizaje, objetivos de aprendizaje y la estructura del programa de un curso o área de estudio.

Naturalmente, los objetivos de aprendizaje, los estilos de aprendizaje, los objetos de aprendizaje y las estructuras de los cursos figuran en la ontología. Al mismo tiempo, la ontología no incluye conceptos de modelos educativos, o de gestión administrativa de una institución educativa, aunque en el futuro se podría ampliar el alcance de la ontología.

Por otro lado, se intenta utilizar un lenguaje común con las personas que mantendrán las ontologías, de manera de minimizar el mapeo entre los lenguajes.

13.2 Intención de uso de la ontología

El diseño de esta ontología busca responder a necesidades de distinta naturaleza, pero que se encuentran estrechamente relacionadas. Por un lado se busca mejorar el proceso de creación selección y administración de contenidos digitales educativos, atendiendo las necesidades de:

1. Estructurar un curso en base a objetivos de aprendizaje y contenidos que permitirán alcanzar dichos objetivos.
2. Mantener una estructura para la clasificación de los objetos de aprendizaje disponibles, tanto propios como de terceros.

3. Permitir consultar el stock de contenidos digitales disponibles, para decidir que objetos de aprendizaje se deben crear, reutilizar o modificar, para luego utilizarlos en la creación de cursos o actividades de aprendizaje.
4. Permitir solicitar la creación de contenidos digitales de manera precisa, es decir, que apunten a objetivos de aprendizaje específicos.

Y por otro lado se busca lograr un impacto en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de forma personalizada, a través de las siguientes actividades:

1. Identificar el estado de conocimiento y habilidades de un estudiante de manera precisa y continua.
2. Identificar la brecha de aprendizaje que debe cubrir cada estudiante para lograr los objetivos de un curso.
3. Proveer a cada estudiante de los contenidos adecuados y necesarios para cubrir sus necesidades de aprendizaje.

Otros objetivos secundarios que idealmente la ontología debería cubrir son:

- ✚ Identificar los estilos de aprendizaje de un estudiante.
- ✚ Permitir retroalimentar al estudiante con información relevante acerca de su estado de conocimiento y habilidades.
- ✚ Permitir generar una estrategia de aprendizaje para potenciar fortalezas o debilidades.

13.3 Ontologías existentes

En el capítulo 8 se expusieron las ontologías utilizadas como base para el diseño de una ontología mayor que relaciona diversos conceptos en el ámbito del aprendizaje.

Las ontologías revisadas fueron:

- Ontología de Objetivo de Aprendizaje

- Ontología de Competencias
- Ontología de Objeto de Aprendizaje
- Modelos de Objetos de Aprendizaje
- Ontología del Modelo del Alumno
- Ontología de Currículo

En este trabajo se establece a los Objetivos de Aprendizaje como principal motor del proceso de Gestión del aprendizaje personalizado, visto desde la perspectiva en que:

- Los cursos o actividades de aprendizaje, en los programas de estudio actuales, se estructuran a partir de un conjunto de objetivos de aprendizaje que los estudiantes deben alcanzar.
- El estado de las competencias alcanzadas por los estudiantes quedan explícitamente caracterizados por el conjunto de objetivos de aprendizaje logrados.
- Los objetivos de aprendizaje, poseen indicadores de logro específicos que permiten escoger los objetos de aprendizaje necesarios para evaluar el logro de los objetivos de un curso o actividad.

13.4 Términos importantes del dominio de la ontología

Los términos importantes dentro del dominio de la ontología son:

- Objetivo de Aprendizaje
 - Indicador de Rendimiento
 - Nivel de Competencia
 - Taxonomía del Objetivo
 - Objetivo previo
 - Objetivo prerrequisito
 - Objetivo siguiente
- Objeto de Aprendizaje

- Contenido prerrequisito
- Objeto previo
- Objeto siguiente
- Fragmento de contenido
- Objeto de contenido
- Usuario
 - Estudiante
 - Docente
 - Autor de Objeto
 - Autor de Objetivo
 - Rol
 - Estilo de aprendizaje
 - Objetivos logrados
 - Estado de Conocimiento y Habilidades
- Dominio
 - Curso
 - Nivel Asignatura
 - Contenido
 - Unidad
 - Tema
 - Sección

13.5 Jerarquía de Clases de la ontología

Se define un primer nivel de ontología para dar una perspectiva acerca de los ámbitos investigados para concebir el diseño de la ontología para la Gestión del Aprendizaje Personalizado de este trabajo.

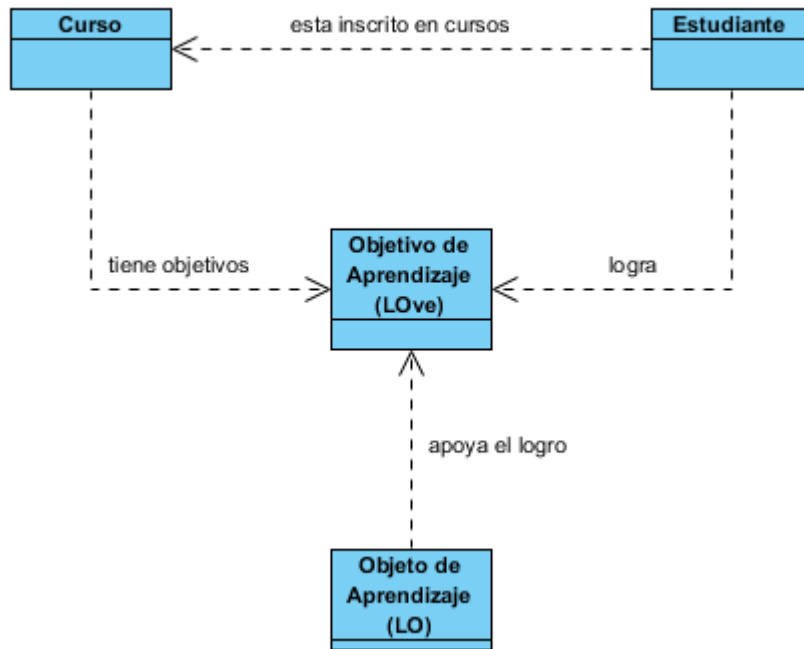


Figura 54. Primer nivel Ontología para GAP

La Figura 54 muestra cómo se relacionan los cuatro componentes principales de la ontología. Estas componentes han sido tomadas de cuatro dominios ampliamente estudiados en el ámbito de la educación online, como son: el concepto de objetivo de aprendizaje (Learning Objective), el objeto de aprendizaje (Learning Object), dominio de estudio y los conceptos que modelan a un estudiante.

En el capítulo 8, se describen los trabajos relevantes que se utilizaron como referencia para la construcción de la ontología, estos trabajos abordan principalmente modelos del objeto de aprendizaje y de objetivo de aprendizaje, un modelo del usuario, en el cual está contenido el concepto de estudiante, y por último el modelo del dominio en cual se encuentra contenido el concepto de curso.

Se propone con esta estructura, que los Objetivos de Aprendizaje (Learning Objectives - LOVe) están en el centro de la gestión del aprendizaje, siendo esto consistente y habilitante para la construcción de apoyos tecnológicos a los modelos de enseñanza basados en competencias.

A continuación se describe cada una de las componentes definidas de la ontología, detallando en un diagrama las componentes y sus relaciones.

13.5.1 Objetivo de Aprendizaje

El objetivo de aprendizaje corresponde a una declaración de lo que se pretende que el estudiante aprenda o sea capaz de hacer después de experimentar y ser partícipe de un proceso de aprendizaje.

El modelamiento de esta parte de la ontología se basa principalmente en la Taxonomía de Bloom, esto permite clasificar en distintos niveles de aprendizaje a los objetivos.

Los conceptos importantes dentro de esta parte de la ontología son:

- Objetivo de Aprendizaje
- Indicador de Logro
- Nivel de Competencia
- Taxonomía de clasificación

En la Figura 55 se describe la parte de la ontología relacionada al concepto de “Objetivo de Aprendizaje”, las líneas punteadas describen las relaciones que existen entre las clases y las líneas solidas describen a las subclases. Se utiliza la notación de clase y atributo para describir en el diagrama las propiedades de las clases.

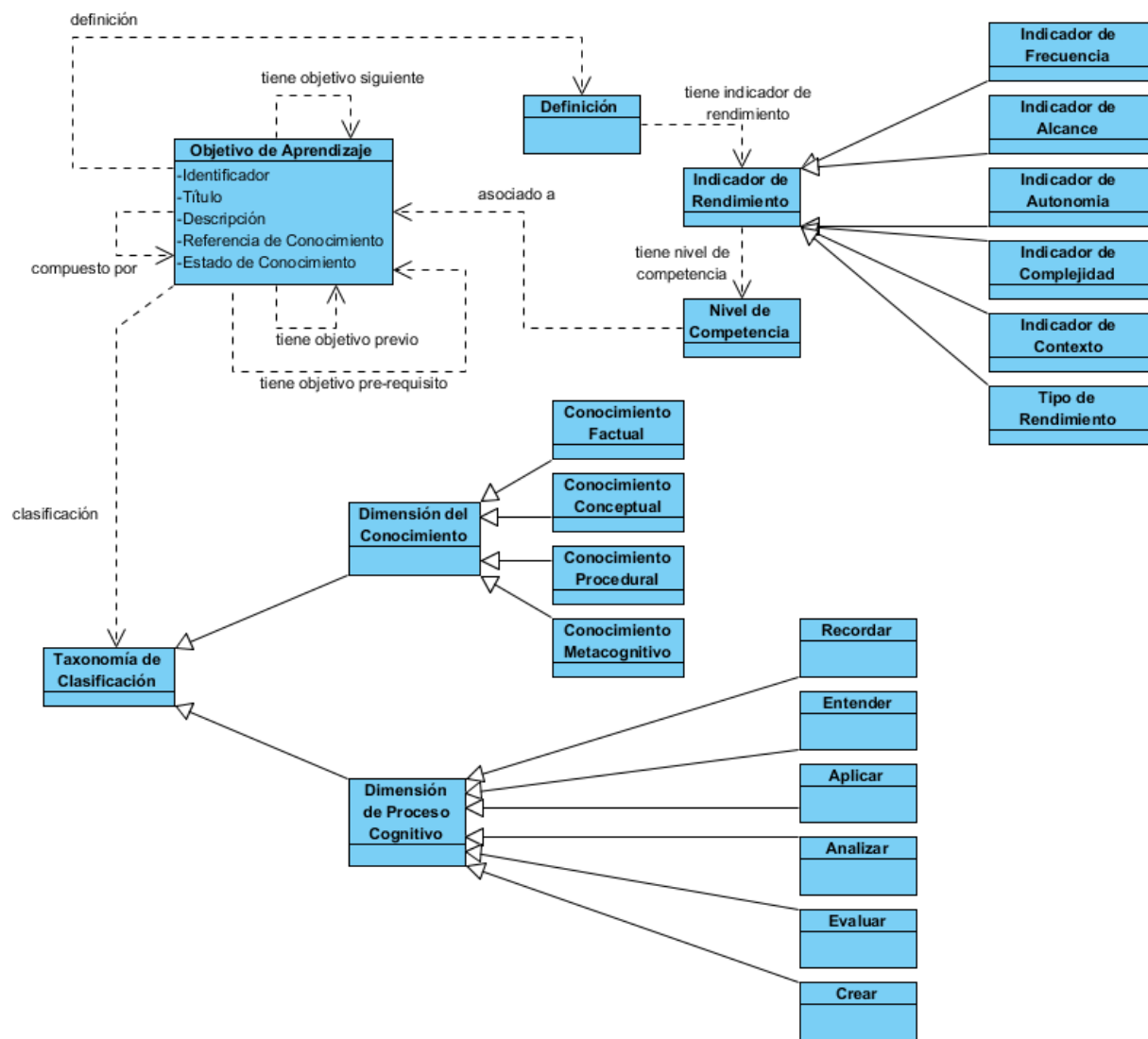


Figura 55. Ontología de Objetivo de Aprendizaje

Las relaciones del concepto de objetivo de aprendizaje se pueden observar en la tabla de la Figura 56, que muestra los slots de la Clase “Objetivo de Aprendizaje”.

Con los Slots “objetivo siguiente”, “objetivo previo” y “objetivo prerrequisito” que corresponden a instancias de objetivos de aprendizaje es posible crear grafos que pueden determinar la ruta de aprendizaje en función de los objetivos de aprendizaje.

Slots Clase Objetivo de Aprendizaje				
Nombre	Dominio	Rango	Cardinalidad mínima	Cardinalidad Máxima
identificador	Objetivo de Aprendizaje	String	1	1
título	Objetivo de Aprendizaje	String	1	-
descripción	Objetivo de Aprendizaje	String	1	-
definición	Objetivo de Aprendizaje	Instancia de Definición	1	-
referencia de conocimiento	Objetivo de Aprendizaje	String	0	-
objetivo siguiente	Objetivo de Aprendizaje	Instancia de Objetivo de Aprendizaje	1	-
objetivo previo	Objetivo de Aprendizaje	Instancia de Objetivo de Aprendizaje	1	-
objetivo prerequisite	Objetivo de Aprendizaje	Instancia de Objetivo de Aprendizaje	1	-
compuesto por	Objetivo de Aprendizaje	Instancia de Objetivo de Aprendizaje	0	-
estado de conocimiento	Objetivo de Aprendizaje	String	-	-
clasificación	Objetivo de Aprendizaje	Instancia de Taxonomía de Clasificación	1	-

Figura 56. Slots de Clase Objetivo de Aprendizaje

Los objetivos de aprendizaje quedan definidos en función de un conjunto de indicadores de logro. Estos indicadores de logro permitirán medir el nivel de alcance del objetivo de aprendizaje. En la tabla de la Figura 57 se muestran las relaciones de la clase definición que precisara al objetivo de aprendizaje.

Slots Clase Definición				
Nombre	Dominio	Rango	Cardinalidad mínima	Cardinalidad Máxima
identificador	Definición	String	1	1
indicador de rendimiento	Definición	Instancia de Indicador de Rendimiento	1	-

Figura 57. Slots de Clase Definición

Como se mencionó antes, un objetivo de aprendizaje es una declaración que expresa lo que un estudiante será capaz de hacer luego de un período de aprendizaje. Para poder evaluar el logro de los objetivos de aprendizaje se utilizan

los “Indicadores de Logro” (o Indicadores de Rendimiento), estos indicadores corresponden a objetivos de aprendizaje más específicos y con la característica de ser medibles. La tabla de la Figura 58 describe a los slots de la clase “Indicador de Rendimiento”.

Slots Clase Indicador de Rendimiento				
Nombre	Dominio	Rango	Cardinalidad mínima	Cardinalidad Máxima
identificador	Indicador de Rendimiento	String	1	1
descripción	Indicador de Rendimiento	String	1	-
nivel de competencia	Indicador de Rendimiento	Instancia de Nivel de Competencia	0	-

Figura 58. Slots de Clase Indicador de Rendimiento

La tabla de la Figura 59 muestra las relaciones que se establecen para la clase Nivel de Competencia. El Nivel de Competencia define a los niveles de dominio que puede poseer un estudiante en cierto indicador de logro, por ejemplo novato o experto.

Slot Clase Nivel de Competencia				
Nombre	Dominio	Rango	Cardinalidad mínima	Cardinalidad Máxima
identificador	Nivel de Competencia	String	1	1
título	Nivel de Competencia	String	1	-
descripción	Nivel de Competencia	String	1	-

Figura 59. Slots de Clase Nivel de Competencia

La clase y sub-clases de la Taxonomía de Clasificación de los objetivos de aprendizaje se pueden observar en la tabla de la Figura 60. El concepto de la taxonomía de clasificación corresponde a la taxonomía de Bloom Revisada, descrita en el capítulo 8.

Sub-clases de Clase Taxonomía de Clasificación	
Dimensión del Conocimiento	Sub-clase de Taxonomía de Clasificación
Dimensión del Proceso Cognitivo	Sub-clase de Taxonomía de Clasificación
Conocimiento Factual	Sub-clase de Dimensión del Conocimiento
Conocimiento Conceptual	Sub-clase de Dimensión del Conocimiento
Conocimiento Procedural	Sub-clase de Dimensión del Conocimiento
Conocimiento Metacognitivo	Sub-clase de Dimensión del Conocimiento
Recordar	Sub-clase de Dimensión del Proceso Cognitivo
Entender	Sub-clase de Dimensión del Proceso Cognitivo
Aplicar	Sub-clase de Dimensión del Proceso Cognitivo
Analizar	Sub-clase de Dimensión del Proceso Cognitivo
Evaluar	Sub-clase de Dimensión del Proceso Cognitivo
Crear	Sub-clase de Dimensión del Proceso Cognitivo

Figura 60. Subclases de Taxonomía de Clasificación

13.5.2 Objeto de Aprendizaje

Los “Objetos de Aprendizaje”, como se definió en el capítulo 8, corresponden a los recursos digitales que pueden ser usados como soporte para el aprendizaje. Como ya se expuso antes no existe una definición estándar de objeto de aprendizaje ampliamente aceptada, y nos encontramos con que varias de las definiciones dadas dejan sin definir aspectos importantes de un objeto de aprendizaje como por ejemplo su alcance o nivel de granularidad.

En este trabajo se define que el nivel de granularidad de un objeto de aprendizaje, debe ser tal, que el objeto pueda ser asociado a un único objetivo de aprendizaje.

En la Figura 62 se describen los conceptos y relaciones obtenidos a partir del estudio de los modelo de objetos de aprendizaje.

Slots Clase Objeto de Aprendizaje				
Nombre	Dominio	Rango	Cardinalidad mínima	Cardinalidad Máxima
identificador	Objeto de Aprendizaje	String	1	1
nombre	Objeto de Aprendizaje	String	1	-
descripción	Objeto de Aprendizaje	String	1	-
fecha creación	Objeto de Aprendizaje	date	1	1
versión	Objeto de Aprendizaje	String	1	-
dificultad	Objeto de Aprendizaje	String	1	1
límite de tiempo	Objeto de Aprendizaje	Integer	1	-
palabras clave	Objeto de Aprendizaje	String	1	-
contenidos prerrequisitos	Objeto de Aprendizaje	String	1	-
valoración	Objeto de Aprendizaje	Integer	1	-
Tipo de interacción	Objeto de Aprendizaje	String	0	
Nivel de Interacción	Objeto de Aprendizaje	String	0	
objeto aprendizaje previo	Objeto de Aprendizaje	Instancia de Objeto de Aprendizaje	1	-
objeto aprendizaje siguiente	Objeto de Aprendizaje	Instancia de Objeto de Aprendizaje	1	-
objeto aprendizaje prerrequisito	Objeto de Aprendizaje	Instancia de Objeto de Aprendizaje	1	-
es parte de objeto aprendizaje	Objeto de Aprendizaje	Instancia de Objeto de Aprendizaje	0	-
cubre objetivo	Objeto de Aprendizaje	Instancia de Objetivo de Aprendizaje	1	-
desarrollado por	Objeto de Aprendizaje	Instancia de Autor	1	-
apto para contexto	Objeto de Aprendizaje	Instancia de Contexto de Aprendizaje	0	-
compuesto de	Objeto de Aprendizaje	Instancia de Objeto de Contenido	1	-

Figura 62. Slots de Clase Objeto de Aprendizaje

Las tablas de la Figura 63 y Figura 64 describen los slots para las clases Objeto de contenido y fragmento de contenido, estas clases corresponden a recursos digitales de un nivel de granularidad menor al de un objeto de aprendizaje. A partir de la unión de 1 o más objetos de contenido se crean los objetos de aprendizaje. Y a partir de la unión de 1 o más fragmentos de contenido se crean los objetos de contenido.

Slots Clase Objeto de Contenido				
Nombre	Dominio	Rango	Cardinalidad mínima	Cardinalidad Máxima
identificador	Objeto de Contenido	String	1	1
nombre	Objeto de Contenido	String	1	-
descripción	Objeto de Contenido	String	1	-
fecha creación	Objeto de Contenido	date	1	1
versión	Objeto de Contenido	String	1	-
palabras clave	Objeto de Contenido	String	1	-
estado	Objeto de Contenido	String	1	
orden	Objeto de Contenido	String	1	
objeto previo	Objeto de Contenido	Instancia de Objeto de Contenido	1	-
objeto siguiente	Objeto de Contenido	Instancia de Objeto de Contenido	1	-
objeto prerequisite	Objeto de Contenido	Instancia de Objeto de Contenido	1	-
es parte de objeto contenido	Objeto de Contenido	Instancia de Objeto de Contenido	0	-
desarrollado por	Objeto de Contenido	Instancia de Autor	1	-
compuesto de	Objeto de Contenido	Instancia de Fragmento de Contenido	1	-

Figura 63. Slots de Clase Objeto de Contenido

Slots Clase Fragmento de Contenido				
Nombre	Dominio	Rango	Cardinalidad mínima	Cardinalidad Máxima
identificador	Objeto de Contenido	String	1	1
nombre	Objeto de Contenido	String	1	-
descripción	Objeto de Contenido	String	1	-
fecha creación	Objeto de Contenido	date	1	1
versión	Objeto de Contenido	String	1	-
palabras clave	Objeto de Contenido	String	1	-
estado	Objeto de Contenido	String	1	
orden	Objeto de Contenido	String	1	
fragmento previo	Objeto de Contenido	Instancia de Fragmento de Contenido	1	-
fragmento siguiente	Objeto de Contenido	Instancia de Fragmento de Contenido	1	-
desarrollado por	Objeto de Contenido	Instancia de Autor	1	-

Figura 64. Slots de Clase Fragmento de Contenido

En la tabla de la Figura 65 se muestran las sub-clases de un objeto de contenido, estas corresponden a los tipos de objetos de contenido que se pueden

crear. Se define que un objeto de contenido debe estar asociado a un único contenido en un dominio específico.

Sub-clases de Clase Objeto de Contenido	
Definición	Sub-clase de Objeto de Contenido
Explicación	Sub-clase de Objeto de Contenido
Demostración	Sub-clase de Objeto de Contenido
Ejemplo	Sub-clase de Objeto de Contenido
Pista	Sub-clase de Objeto de Contenido
Error Frecuente	Sub-clase de Objeto de Contenido
No Ejemplo	Sub-clase de Objeto de Contenido
Experimento	Sub-clase de Objeto de Contenido
Glosario	Sub-clase de Objeto de Contenido
Ejercicio	Sub-clase de Objeto de Contenido
Respuesta	Sub-clase de Objeto de Contenido
Solución	Sub-clase de Objeto de Contenido
Cuestionario	Sub-clase de Objeto de Contenido
Contexto	Sub-clase de Objeto de Contenido
Idea General	Sub-clase de Objeto de Contenido
Objetivo	Sub-clase de Objeto de Contenido
Próximos Pasos	Sub-clase de Objeto de Contenido
Motivación	Sub-clase de Objeto de Contenido
Referencia	Sub-clase de Objeto de Contenido
Tema Relacionados	Sub-clase de Objeto de Contenido
Pauta	Sub-clase de Objeto de Contenido
Reseña	Sub-clase de Objeto de Contenido

Figura 65. Subclases de la Clase Objeto de Contenido

Sub-clases de Clase Fragmento de Contenido	
Gráfica	Sub-clase de Fragmento de Contenido
Texto	Sub-clase de Fragmento de Contenido
Animación	Sub-clase de Fragmento de Contenido
Audio	Sub-clase de Fragmento de Contenido
Vídeo	Sub-clase de Fragmento de Contenido
Diagrama	Sub-clase de Gráfica
Línea de tiempo	Sub-clase de Gráfica
Símbolo	Sub-clase de Gráfica
Representación Grafica	Sub-clase de Gráfica
Gráfico	Sub-clase de Gráfica
Mapa	Sub-clase de Gráfica
Pictografía	Sub-clase de Gráfica
Imagen	Sub-clase de Gráfica

Figura 66. Subclases de la Clase Fragmento de Contenido

La tabla de la Figura 66 muestra las sub-clases de fragmentos de contenido definidas, estas corresponden al nivel más granular de un recurso digital educativo y hacen referencia al soporte que las contiene.

13.5.3 Modelo del Usuario

Este modelo del usuario describe a los usuarios en el ámbito de la educación online, por lo que distingue las relaciones que existen entre tres clases de usuarios, estudiante, docente y tutor. Además describe algunas propiedades de estos, como por ejemplo el estilo de aprendizaje de los estudiantes.

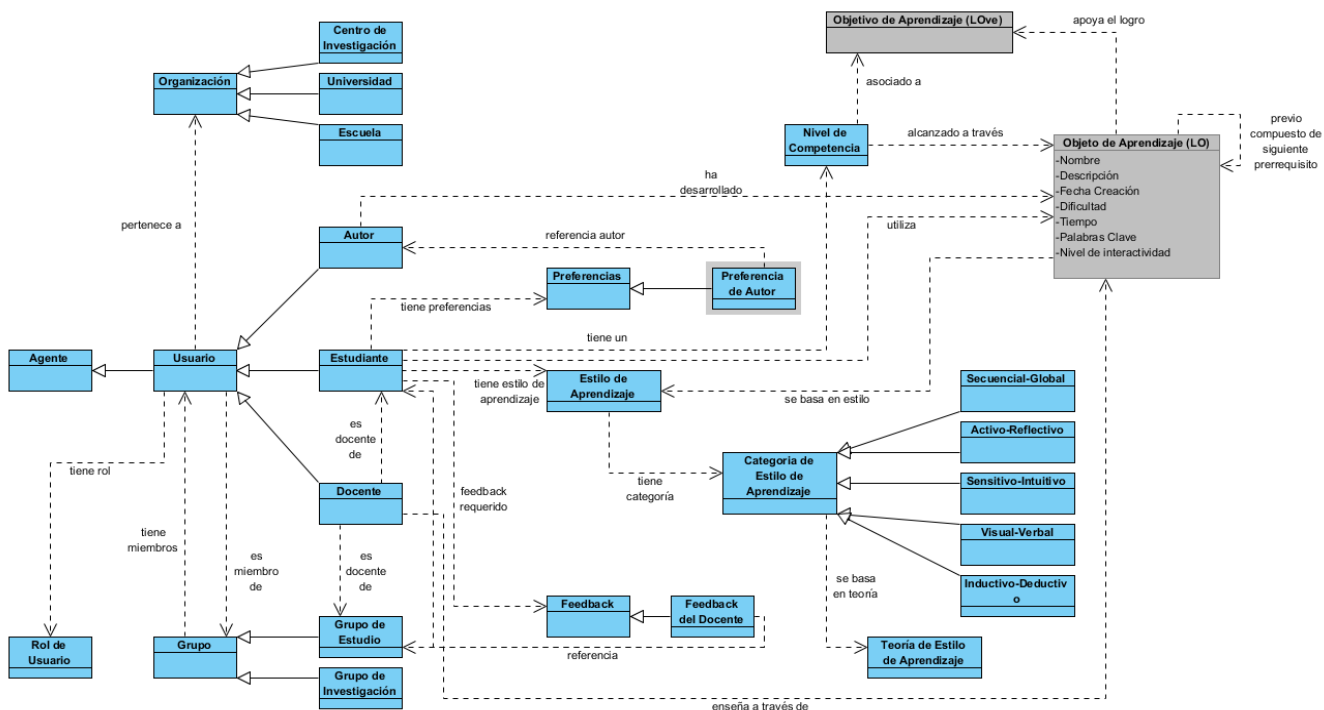


Figura 67. Ontología Modelo del Usuario

En el diagrama de la Figura 67 se muestran los conceptos y las relaciones de esta parte de la ontología, en la cual se puede observar cómo se relaciona el estudiante con los conceptos importantes de la ontología, objeto de aprendizaje y objetivo de aprendizaje.

La tabla de la Figura 68 muestra los slots de la clase usuario y la Figura 69 las sub-clases Autor, Estudiante y Docente.

Slots Clase Usuario				
Nombre	Dominio	Rango	Cardinalidad mínima	Cardinalidad Máxima
identificador	Usuario	String	1	1
nombre	Usuario	String	1	-
rol	Usuario	Instancia de Rol de Usuario	1	-
miembro de	Usuario	Instancia de Grupo	1	-
pretenece a	Usuario	Instancia de Organización	1	-

Figura 68. Slots de Clase Usuario

Sub-clases de Clase Usuario	
Autor	Sub-clase de Usuario
Estudiante	Sub-clase de Usuario
Docente	Sub-clase de Usuario

Figura 69. Subclases de la Clase Usuario

La tabla de la Figura 70 describe los slots de la clase estudiante. Las relaciones de esta clase determinan que objetivos de aprendizaje ha logrado el estudiante, que nivel de competencia ha alcanzado para cada indicador de logro y que objetos de aprendizaje ha utilizado, entre otras relaciones importantes.

Slots Clase Estudiante				
Nombre	Dominio	Rango	Cardinalidad mínima	Cardinalidad Máxima
tiene nivel de competencia	Estudiante	Instancia de Nivel de Competencia	0	-
ha utilizado	Estudiante	Instancia de Objeto de Aprendizaje	0	-
tiene estilo de aprendizaje	Estudiante	Instancia de Estilo de Aprendizaje	0	-
feedback requerido	Estudiante	Instancia de Feedback	0	-
tiene preferencias	Estudiante	Instancia de Preferencias	1	-

Figura 70. Slots Clase Estudiante

Slots Clase Docente				
Nombre	Dominio	Rango	Cardinalidad mínima	Cardinalidad Máxima
enseña a través de	Docente	Instancia de Objeto de Aprendizaje	0	-
es docente de	Docente	Instancia de Grupo de Estudio, Instancia de Estudiante	0	-
valoración	Docente	Integer	0	-

Figura 71. Slots Clase Docente

13.5.4 Modelo del Dominio

El modelo del dominio, descrito en la Figura 72, determina el ámbito en que se producirá el aprendizaje, los conceptos importantes de esta parte de la ontología corresponden a los contenidos, los cursos y los programas de estudio asociados a estos cursos.

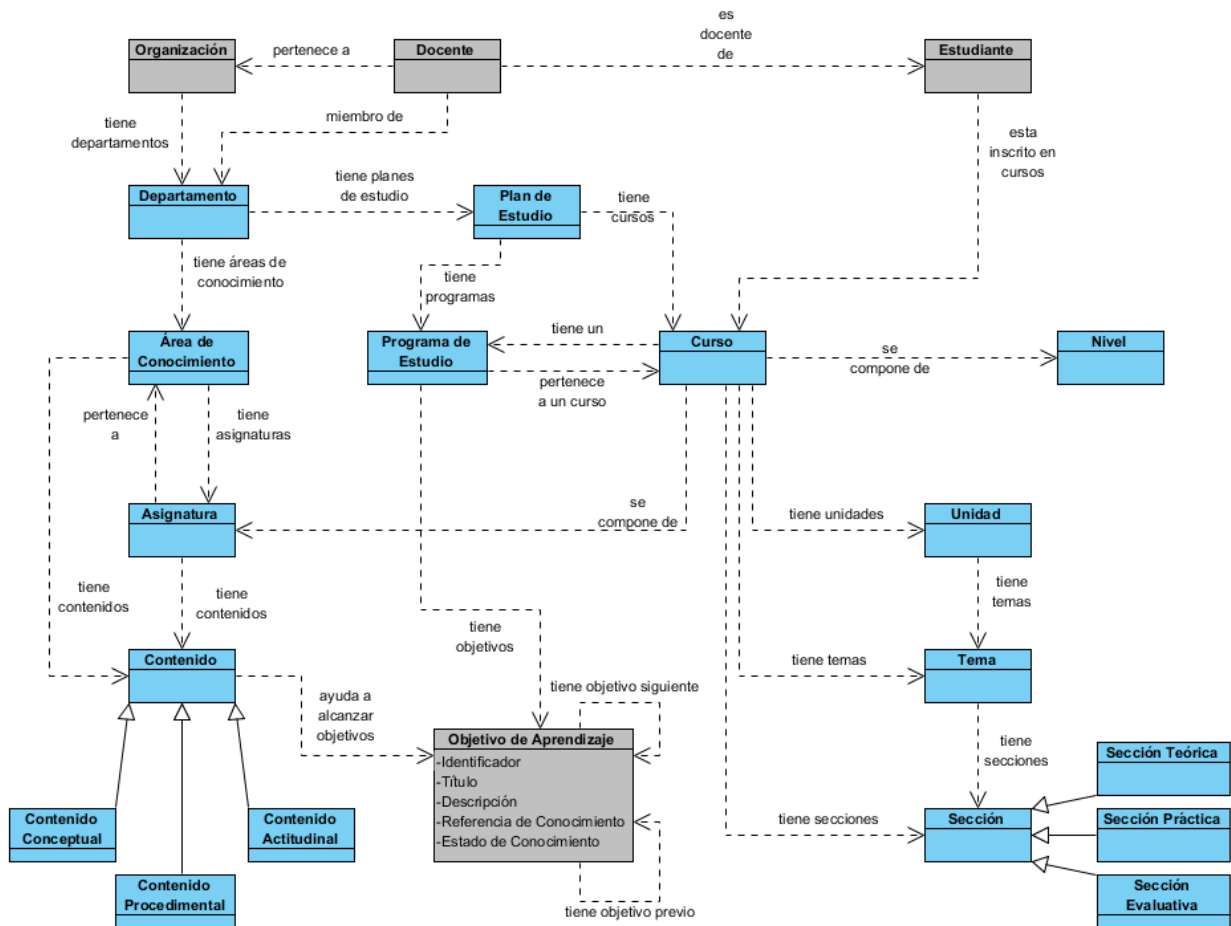


Figura 72. Modelo del Dominio

13.6 Instancia de la ontología

Con el objetivo de hacer explícita la utilización de la ontología propuesta, se crea una instancia de la ontología, y se explica cómo se relacionan los conceptos en un escenario real.

Dado el amplio alcance que tiene la ontología de este trabajo, se hace necesario limitar su alcance para su instanciación y su posterior implementación. Para realizar esto, se define un conjunto de funcionalidades y requerimientos de información (o preguntas), que la ontología a implementar debe responder. Esta

forma de limitar el alcance fue tomada de la metodología KACTUS explicada en el capítulo 7.

La creación de esta instancia se basará en la creación del curso “PSU Matemáticas” y se describirán las componentes importantes de la ontología.

Las funcionalidades y requerimientos de información son los siguientes:

- ✚ Diseño de *Curso* en base a *Objetivos de Aprendizaje* de su *Programa de Estudio*.
- ✚ Definición de *Contenidos* que cubran los *Objetivos de Aprendizaje* del *Curso*.
- ✚ Búsqueda de *Objetos de Aprendizaje* que soporten los *Contenidos* y que ayuden a lograr *Objetivos de Aprendizaje* del *Curso*.
- ✚ Identificación de *Objetivos de Aprendizaje* logrados y no logrados por un *Estudiante*.
- ✚ Identificación de *Contenidos* a reforzar por parte de un *Estudiante*.
- ✚ Gestión de los metadatos de cada uno de los conceptos mencionados (mayúscula y en cursiva).

Se comienza definiendo el dominio en el que se gestionará el aprendizaje de los estudiantes y los objetivos de aprendizaje que se espera que estos logren. Para esto se debe definir los siguientes conceptos:

- Curso
- Objetivos de Aprendizaje, a partir del Programa de Estudio del Curso
- Contenidos del Curso
- Estructura del curso (Unidad, Tema y Sección)

Cada uno de estos conceptos tiene metadatos asociados que son necesarios para hacer posible la gestión eficiente de la información los cursos, estas propiedades y relaciones se detallan a continuación.

La Figura 73 muestra la instancia del curso PSU-Matemáticas con el que se ejemplificara en adelante el uso de la ontología.

Curso		
nombre (String)	asignatura (Instancia de Asignatura)	nivel (Instancia de Nivel)
psu-matemáticas	Matemáticas	PSU

Figura 73. Instancia de Clase Curso

Asignatura
asignatura (Enumerate)
Matemáticas
Lenguaje y Comunicación
Física
Química
Biología

Figura 74. Instancia de Clase Asignatura

Nivel	
nivel (Enumerate)	nombre corto (Enumerate)
Séptimo Básico	7b
Octavo Básico	8b
Primero Medio	1m
Segundo Medio	2m
Tercero Medio	3m
Cuarto Medio	4m
PSU	psu
I	n1
II	n2

Figura 75. Instancia de Clase Nivel

El curso quedara determinado por la asignatura y el nivel, los valores que pueden tomar estas clases se muestran en la Figura 74 y Figura 75.

El concepto curso dentro de la ontología se relaciona con el concepto de Programa de Estudio, en este se detallan los objetivos de aprendizaje que el estudiante debe lograr, para la instanciación en este caso se tomará el documento oficial emitido por el DEMRE [48] (organismo que gestiona la prueba estandarizada PSU). Este programa presenta las habilidades, los contenidos mínimos específicos y los objetivos de aprendizaje fundamentales que se miden en la prueba PSU.

En la tabla de la Figura 76 se muestra una parte de los objetivos fundamentales extraídos del temario matemáticas PSU. Los objetivos fundamentales son objetivos transversales definidos en el marco curricular creado por el ministerio de educación. A partir de los objetivos fundamentales se pueden desprender los objetivos de aprendizaje y para cada objetivo de aprendizaje se utilizan indicadores de logro (objetivos específicos medibles) para medir logro del objetivo de aprendizaje en cuestión.

En el temario oficial PSU no se expresan objetivos de aprendizaje ni indicadores de logro específicos, pero se puede observar que los objetivos fundamentales que están presentes, han sido extraídos de los cuatro niveles de los cursos de enseñanza media, por lo que se toma como referencia los programas de estudio de cada nivel para la asignatura matemáticas elaborados por el ministerio de educación [49] [50] [51] [52], para extraer los objetivos de aprendizaje e indicadores del logro propuestos por el ministerio de educación.

Eje	Objetivo Fundamental	Nivel
Álgebra	Transformar expresiones algebraicas no fraccionarias utilizando diversas estrategias y utilizar las funciones lineales y afines como modelos de situaciones o fenómenos y representarlas gráficamente en forma manual.	I Medio
Álgebra	Aplicar modelos lineales que representan la relación entre variables, diferenciar entre verificación y demostración de propiedades y analizar estrategias de resolución de problemas de acuerdo con criterios definidos, para fundamentar opiniones y tomar decisiones.	I Medio
Álgebra	Comprender los conceptos y propiedades de la composición de funciones y utilizarlos para resolver problemas relacionados con las transformaciones isométricas.	I Medio
Álgebra	Interpretar la operatoria con expresiones algebraicas fraccionarias como una generalización de la operatoria con fracciones numéricas, establecer estrategias para operar con este tipo de expresiones y comprender que estas operaciones tienen sentido solo en aquellos casos en que estas están definidas.	II Medio
Álgebra	Modelar situaciones o fenómenos cuyos modelos resultantes sean sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas.	II Medio
Álgebra	Utilizar las funciones exponencial, logarítmica y raíz cuadrada como modelos de situaciones o fenómenos en contextos significativos y representarlas gráficamente en forma manual.	II Medio
Álgebra	Modelar situaciones o fenómenos cuyos modelos resultantes sean funciones cuadráticas.	III Medio
Álgebra	Resolver problemas utilizando inecuaciones lineales o sistemas de inecuaciones.	IV Medio
Álgebra	Modelar situaciones o fenómenos cuyo modelo resultante sea la función potencia, inecuaciones lineales y sistemas de inecuaciones.	IV Medio

Figura 76. Extracto Objetivos de Aprendizaje Temario PSU

En la tabla de la Figura 77 se muestran tres instancias de objetivos de aprendizaje, el slot “descripción” detalla el objetivo que se debe lograr y el slot “definición” relaciona al objetivo de aprendizaje con los indicadores de logro que determinaran el nivel de logro del objetivo.

El slot “clasificación” es una instancia de la clase “Clasificación” que se basa en la Taxonomía Revisada de Bloom detallada antes. El slot “pertenece a eje” es una instancia de la clase “Eje” y sirve para agrupar los objetivos de aprendizaje en una temática específica. Y por último los slots “objetivo previo” y “objetivo siguiente” generan relaciones de orden de los objetivos que debe lograr un estudiante.

Objetivo de Aprendizaje					
identificador (String)	descripción (Enumerate)	definición (Instancia de Definición)	clasificación (Instancia de Clasificación)	objetivo previo (Instancia de Objetivo de Aprendizaje)	objetivo siguiente (Instancia de Objetivo de Aprendizaje)
OA-10	Analizar representaciones de la función lineal y de la función afín.	DEF-01	Clase Analizar y Clase Conocimiento Conceptual	OA-04 OA-06 OA-07	OA-11 OA-12
OA-11	Realizar composiciones de funciones y establecer algunas propiedades algebraicas de esta operación.	DEF-02	Clase Aplicar y Clase Conocimiento Procedural	OA-04 OA-06 OA-07 OA-10	OA-12
OA-12	Resolver problemas asociados a situaciones cuyos modelos son ecuaciones literales de primer grado.	DEF-03	Clase Aplicar y Clase Conocimiento Procedural	OA-04 OA-06 OA-07 OA-10 OA-11	OA-14 OA-16

Figura 77. Instancias de Clase Objetivo de Aprendizaje

La clase definición mantiene la relación entre los objetivos de aprendizaje y los indicadores de logro asociados.

Definición	
identificador (String)	indicador de logro (instancia de Indicador de Logro)
DEF-01	IL-01 IL-02 IL-03 IL-04
DEF-02	IL-05 IL-06 IL-07 IL-08 IL-09 IL-10 IL-11
DEF-03	IL-16 IL-17

Figura 78. Instancias de Clase Definición

En la tabla de la Figura 79 se muestran las instancias de los indicadores de logro. A través del slot “descripción” queda determinado el indicador de logro, el slot “nivel de competencia” es una instancia de la clase “Nivel de Competencia” la cual define distintos grados de *expertise* que puede alcanzar un estudiante para cada “Indicador de Logro”. El slot “referencia de contenido” es una instancia de la clase

“Contenido” y representa los contenidos que un estudiante debe aprender para alcanzar los indicadores de logro.

Para el modelamiento de esta ontología se tomó la estructura estándar de construcción de indicadores de logro identificada en variadas metodologías, esta consiste en:

- ✚ La definición de una acción (verbo) que se desea medir.
- ✚ El contenido que se desea evaluar.
- ✚ El criterio evaluador.

Por lo que el slot “acción” hace referencia a la acción que se desea que el estudiante realice, y sus facetas corresponden a la lista de verbos de que se utilizan en la taxonomía de Bloom para la construcción de objetivos de aprendizaje.

Indicador de Logro				
identificador (String)	descripción (Enumerate)	acción (Enumerate)	nivel de competencia (Instancia de Nivel de Competencia)	referencia de contenido (Instancia de Contenido)
IL-01	Identificar funciones lineales en contextos de proporcionalidad.	Identificar	nc-01	Proporción directa Función lineal
IL-02	Modelar situaciones asociadas a la función afín.	Modelar	nc-01	
IL-03	Identificar gráficos que representan la función lineal y gráficos que representan la función afín.	Identificar	nc-01	Representación de gráficos en el plano cartesiano Función lineal Función afín
IL-04	Determinar si una situación particular puede ser modelada por una función lineal o afín.	Determinar	nc-01	Lenguaje numérico Lenguaje algebraico Función lineal Función afín
IL-05	Determinar la función resultante de componer dos funciones dadas.	Determinar	nc-01	Definición de función Composición de funciones
IL-06	Encontrar el dominio de una función compuesta con una función raíz cuadrada	Encontrar	nc-01	Dominio de una función Composición de funciones Función Raíz Cuadrada
IL-07	Demostrar que la composición de funciones cumple la propiedad de clausura.	Demostrar	nc-01	Composición de funciones Propiedades de conjuntos
IL-08	Determinar el dominio y recorrido de la función resultante de una composición de funciones.	Determinar	nc-01	Dominio de una función Recorrido de una función
IL-09	Discutir acerca de la conmutatividad de la composición de funciones.	Discutir	nc-01	Concepto de conmutatividad Composición de funciones
IL-10	Analizar el caso en que las funciones a componer son transformaciones isométricas.	Analizar	nc-01	Representación de funciones en el plano cartesiano Transformación isométrica Composición de funciones
IL-11	Verificar que la composición de funciones es asociativa.	Verificar	nc-01	Concepto de Asociatividad Composición de funciones
IL-12	Verificar que la función identidad en un conjunto opera como elemento neutro para la composición de funciones.	Verificar	nc-01	Concepto de elemento neutro Composición de funciones
IL-13	Encontrar el dominio de una función discontinua representada con un gráfico en el plano cartesiano	Encontrar	nc-01	Dominio de una función
IL-14	Encontrar el recorrido de una función discontinua representada con un gráfico en el plano cartesiano	Encontrar	nc-01	Recorrido de una función
IL-15	Encontrar el dominio de una función racional con variable	Encontrar	nc-01	

Figura 79. Instancias de Clase Indicador de Logro

En la Figura 80 se puede observar un extracto de cómo se describen los contenidos que pertenecen al temario PSU oficial de matemáticas difundido por el DEMRE. Estos contenidos son tomados y llevados al estándar que define la ontología.

<p>Área Temática: Funciones</p> <ul style="list-style-type: none">• Análisis de las distintas representaciones de la función lineal, su aplicación en la resolución de diversas situaciones problema y su relación con la proporcionalidad directa (I Medio).• Estudio de la composición de funciones, análisis de sus propiedades (I Medio).• Interpretación de la función afín; análisis de las situaciones que modela y estudio de las variaciones que se producen por la modificación de sus parámetros (I Medio).• Interpretación de funciones exponenciales, logarítmicas y raíz cuadrada; análisis de las situaciones que modela y estudio de las variaciones que se producen por la modificación de sus parámetros (II Medio).
--

Figura 80. Contenidos Mínimos PSU [48]

En la tabla de la Figura 81 se muestran instancias de la clase contenido. Como se puede ver el slot “contenido específico” consiste en la definición de contenidos de mayor granularidad posible, y el slot “contenido agrupador” corresponde a contenidos de mayor granularidad, esto a diferencia de lo que típicamente se observa en los temarios o programas en los que se definen los contenidos como descripciones. El slot “pertenece a eje” es una instancia de la clase “Eje” que corresponde a los ejes temáticos de una asignatura. Por último los slots “contenido previo” y “contenido siguiente” son instancias de la clase “Contenido” que permiten generar relaciones de orden para en que un estudiante puede navegar por los contenidos.

Contenido					
Identificador (String)	contenido (Enumerate)	contenido previo (Instancia de Contenido)	contenido siguiente (Instancia de Contenido)	pertenece a eje (Instancia de Eje)	contenido agrupador (Instancia de Objetivo de Aprendizaje)
CO-20	Concepto de función	CO-11	CO-21 CO-22 CO-23 CO-24	Álgebra y funciones	Funciones
CO-21	Representación de funciones en notación funcional	CO-20		Álgebra y funciones	Funciones
CO-22	Representación de funciones en diagrama sagital	CO-20 CO-15		Álgebra y funciones	Funciones
CO-23	Representación de funciones en tabla de datos	CO-14 CO-20		Álgebra y funciones	Funciones
CO-24	Representación de funciones en el plano cartesiano	CO-13 CO-20		Álgebra y funciones	Funciones
CO-25	Domino de una función	CO-20	CO-26	Álgebra y funciones	Funciones
CO-26	Recorrido de una función	CO-20 CO-25	CO-27 CO-28 CO-29	Álgebra y funciones	Funciones
CO-27	Función inyectiva	CO-11 CO-25 CO-26		Álgebra y funciones	Funciones
CO-28	Función sobreyectiva	CO-11 CO-25 CO-26		Álgebra y funciones	Funciones
CO-29	Función biyectiva	CO-11 CO-25 CO-26		Álgebra y funciones	Funciones
CO-30	Función inversa	CO-20 CO-21		Álgebra y funciones	Funciones
CO-31	Composición de funciones	CO-05 CO-20 CO-21		Álgebra y funciones	Funciones
CO-32	Funciones definidas por intervalos	CO-20 CO-21		Álgebra y funciones	Funciones
CO-33	Función parte entera	CO-20 CO-21 CO-24 CO-61		Álgebra y funciones	Funciones
CO-34	Función valor absoluto	CO-20 CO-21		Álgebra y funciones	Funciones

Figura 81. Instancias de Clase Contenido

La tabla de la Figura 82 muestra instancias de la clase “Eje” que representa a los ejes temáticos definidos en las asignaturas.

Eje	
eje (Enumerate)	pertenece a asignatura (Instancia de Asignatura)
Números	Matemáticas
Álgebra y funciones	Matemáticas
Geometría	Matemáticas
Datos y azar	Matemáticas
Lectura	Lenguaje y Comunicación
Escritura	Lenguaje y Comunicación
Comunicación oral	Lenguaje y Comunicación

Figura 82. Instancia de Clase Eje

Luego de definir el uso de la ontología para la creación de un curso con sus objetivos de aprendizaje, se instancia un objeto de aprendizaje y se describen las relaciones entre los conceptos definidos en esta parte de la ontología.

La tabla de la Figura 83 muestra una instancia de un Componente de Objeto de Aprendizaje, esta instancia corresponde a una componente de tipo Objeto de Contenido, la cual se complementa con la instancia que se muestra en la Figura 84.

Componente de Objeto de Aprendizaje	
identificador (String)	c-35
nombre (String)	Dominio de una función
descripción (String)	Definición del dominio de una función
lenguaje (Enumerate)	Español
país (Enumerate)	Chile
versión (String)	v01
estado (Enumerate)	
fecha creación (Date)	01-07-2014
fecha modificación (Date)	
formato (Enumerate)	Latex
requerimientos de visualización (Enumerate)	conexión a internet navegador web
ubicación (String)	
soporte del recurso (Enumerate)	Texto
asignatura (Instancia de Asignatura)	Matemáticas
nivel (Instancia de Nivel)	Primero Medio PSU
costo (integer)	
copyright (Enumerate)	
descripción derechos (String)	

Figura 83. Instancia de Clase Componente de OA

Objeto de Contenido	
referencia de contenido específico (Instancia de Contenido)	Dominio de una función
tipo de objeto de contenido (Enumerate)	Definición
tiempo de estudio (Time)	5 min
nivel de dificultad (Enumerate)	bajo

Figura 84. Instancia de Clase Objeto de Contenido

Como ejemplo se muestran algunos de las facetas del slot “tipo de objeto de contenido” que caracteriza al objeto de contenido y además por este medio se define la granularidad de un objeto de contenido.

tipo de objeto de contenido
Definición
Explicación
Demostración
Ejemplo
Contraejemplo
Error frecuente
Tip
Experimento
Contexto
Idea General
Motivación
Referencia
Reseña
Pauta
Resumen
Tema relacionado
Próximos pasos

Figura 85. Facetas de slot tipo de objeto de contenido

En la Figura 86 y Figura 87, se muestra también una instancia para una componente de Objeto de Aprendizaje de tipo Objeto de Evaluación, y similar al caso de Objeto de Contenido, el slot tipo de evaluación determinará la granularidad del

objeto de evaluación. En este caso solo se define un tipo que es “pregunta con alternativas”, pero la idea es que en el futuro se pueda incorporar variedad en el tipo de evaluaciones que se puedan definir.

Componente de Objeto de Aprendizaje	
identificador (String)	c-50
nombre (String)	Dominio de una función raíz cuadrada
descripción (String)	Pregunta con alternativas del contenido funciones y raíces
lenguaje (Enumerate)	Español
país (Enumerate)	Chile
versión (String)	v01
estado (Enumerate)	
fecha creación (Date)	01-07-2014
fecha modificación (Date)	
formato (Enumerate)	Latex
requerimientos de visualización (Enumerate)	conexión a internet navegador web
ubicación (String)	
soporte del recurso (Enumerate)	Texto
asignatura (Instancia de Asignatura)	Matemáticas
nivel (Instancia de Nivel)	Primero Medio PSU
costo (integer)	
copyright (Enumerate)	
descripción derechos (String)	

Figura 86. Instancia de Clase Componente de OA

Objeto de Evaluación	
referencia de indicador de logro (Instancia de Indicador de Logro)	Encontrar el dominio de una función compuesta con una función raíz cuadrada
tipo de evaluación (Enumerate)	Pregunta con Alternativas
tiempo procedimental (Time)	3 min
tiempo declarativo (Time)	
nivel de dificultad (Enumerate)	bajo

Figura 87. Instancia de Clase Objeto de Evaluación

La tabla de la Figura 88 muestra una instancia de un “Objeto de Aprendizaje”, este objeto de aprendizaje está compuesto por las dos “Componentes de Objeto de Aprendizaje” definidas antes.

La granularidad de un objeto de aprendizaje queda determinada por el objetivo de aprendizaje al que está relacionado. La buena práctica según diversos estudios mencionados en capítulo 8, es que un objeto de aprendizaje esté relacionado a un único objetivo de aprendizaje.

Objeto de Aprendizaje	
identificador (String)	OA-20
referencia de componentes (Instancia de componente de objeto de aprendizaje)	c-35 c-50
descripción (String)	Definición del dominio de una función y planteamiento de pregunta
contexto (Enumerate)	preparacion psu
referencia de objetivo de aprendizaje (Instancia de Objetivo de Aprendizaje)	OA-09
dificultad (Enumerate)	baja
tiempo de estudio (Time)	8 min
palabras clave (String)	funciones, funcion raiz, dominio
fecha de creación (Date)	01-07-2104
fecha de modificación (Date)	01-07-2104

Figura 88. Instancia de Objeto de Aprendizaje

La tabla de la Figura 89 muestra una instancia de la clase “Estudiante”. El slot “estudia objeto de aprendizaje” corresponde a instancias de la clase “Estudia OA” que indica que objetos de aprendizaje ha revisado el estudiante (ver Figura 90).

El slot “rinde evaluación” es una instancia de la clase “Evaluaciones Rendidas” e indica las evaluaciones que el estudiante ha rendido y su resultado en estas (ver Figura 91).

El slot “estado de habilidades” es una instancia de la clase “Estado de habilidades” que describe los indicadores de logro que ha alcanzado el estudiante (ver Figura 92).

Y por último el slot “logra objetivos” que es una instancia de la clase “Objetivos Logrados” que describe los objetivos de aprendizaje alcanzados por el estudiante (ver Figura 93).

Estudiante	
identificador (String)	e-01
nombre (String)	Estudiante de Prueba
estudia objeto de aprendizaje (Instancia de Estudia)	EOA-20 EOA-21 EOA-20 EOA-21
rinde evaluación (Instancia de Rinde Evaluación)	RE-01
estado de habilidades (Instancia de Estado de Habilidades)	EH-01
logra objetivos (Instancia de Objetivos Logrados)	LO-01

Figura 89. Instancia de Clase Estudiante

Estudia OA	
identificador (String)	EOA-20
objeto de aprendizaje estudiado (Instancia de Objeto de Aprendizaje)	OA-20 (Dominio de una función)
tiempo de estudio (min) (Integer)	20,5
número de veces revizado (Integer)	2

Figura 90. Instancia de Clase Estudia Objeto de Aprendizaje

Rinde Evaluación	
identificador (String)	RE-01
rinde evaluación (Instancia de Evaluación)	EV-05
puntaje total (Integer)	75
puntaje obtenido (Integer)	60
calificación (Integer)	660

Figura 91. Instancia de Clase Rinde Evaluación

Estado de Habilidades	
identificador (String)	EH-01
referencia indicador de logro (Instancia de Indicador de Logro)	IL-06
numero de veces evaluado (Integer)	5
numero de veces logrado (Integer)	4
nivel de competencia (Instancia de Nivel de Competencia)	Competente

Figura 92. Instancia de Clase Estado de Habilidades

Objetivos Logrados	
identificador (String)	LO-01
referencia objetivo de aprendizaje (Instancia de Objetivo de Aprendizaje)	OA-11

Figura 93. Instancia de Clase Objetivos Logrados

Parte 7: Rediseño de procesos y Lógicas de Negocio

En esta parte se presenta el detalle de los procesos modelados a partir de la arquitectura de macro-procesos presentada. Además se detallan las lógicas de negocio presentes en los procesos rediseñados.

14 Rediseño de Procesos y Diseño de Lógicas de Negocio

Esta sección tiene como objetivo presentar el diseño de procesos y lógicas de negocio de la gestión y producción de cursos para lograr automatizar un sistema de gestión del aprendizaje personalizado, además, se presenta el rediseño de ciertas lógicas de negocio para mejorar sistema de gestión del aprendizaje actual.

14.1 Gestión del Aprendizaje

En la Figura 94 se muestra la interacción del usuario con el sistema de gestión del aprendizaje, en esta figura se muestra como el estudiante interactúa con el sistema para adquirir los aprendizajes esperados de un curso online.

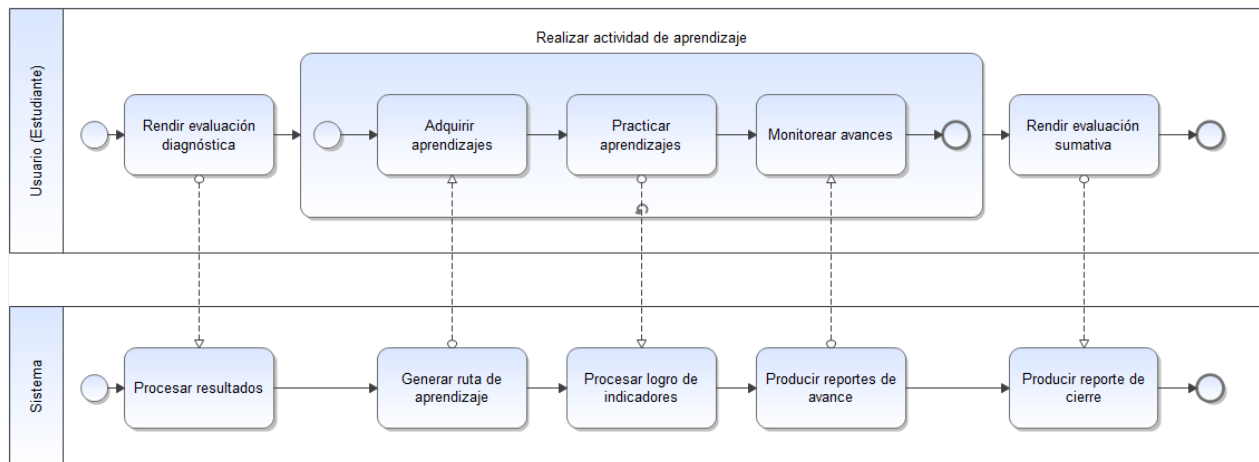


Figura 94. Gestión del Aprendizaje Interacción usuario-sistema

Como se puede ver en la Figura 94, el sistema de gestión de aprendizaje se encarga de procesar los resultados de la evaluación diagnóstica rendida por un estudiante, y a partir de estos resultados se genera una ruta de aprendizaje que se

presenta al estudiante para que este pueda lograr los contenidos del curso, por otro lado, el sistema procesa los resultados de las actividades que el estudiante realiza en el curso y a partir de esta información el sistema presenta reportes de avance en el logro de los objetivos del curso, por último, el sistema procesa los resultados de una evaluación sumativa rendida por el estudiante en el curso y genera un informe de cierre acerca de los aprendizajes logrados por el estudiante.

Para este proceso de gestión del aprendizaje se rediseñan las lógicas: detección de vacíos de aprendizaje; generación de ruta de aprendizaje y monitoreo del proceso de aprendizaje.

Cabe mencionar que se considera una regla de negocio el uso de la ontología desarrollada, para clasificar objetos aprendizaje, objetivos de aprendizaje, indicadores de logro y otros conceptos importantes utilizados en los procesos de negocio descritos.

Por otro lado, se reconoce que el alcance de la ontología es mayor al que se describirá en este trabajo, ya que este, solo se enfocará en el rediseño de los procesos de “Gestión de Producción de Cursos” y “Producción de Contenido”.

Para el modelamiento de los procesos se utilizará la notación BPMN, y las lógicas serán descritas de acuerdo a las reglas de negocio que las definen.

14.1.1 Lógicas para la Gestión del Aprendizaje Personalizado

En esta parte se describe un conjunto de lógicas de negocio, que a través de su implementación, permiten lograr la gestión del aprendizaje personalizado. Estas lógicas están fundamentadas en base a los tres principales roles que toman las evaluaciones en el ámbito pedagógico y que son ampliamente aceptados, como el rol diagnóstico, el rol formativo y el rol sumativo de las evaluaciones.

Por otro lado, este conjunto de lógicas considera en su diseño discusiones contemporáneas en cuanto a modelos de aprendizaje para entornos virtuales, los

cuales están centrados en el alumno, y en la adquisición de aprendizaje en base a experiencias prácticas como [54], [55], [56].

La razón por la que las lógicas se centran en la evaluación tiene que ver con la necesidad de cuantificar indicadores que nos permitan determinar el nivel de logro de los objetivos de aprendizaje planteados. Esto se logra, a través de las calificaciones de las evaluaciones, que no necesariamente tienen el objetivo de ser comunicadas a los estudiantes, sino que son utilizadas para el análisis del estado de conocimiento y habilidades del estudiante.

En primera instancia se define una lógica para la detección de vacíos de aprendizaje y otra para la generación de rutas de aprendizaje en base a los vacíos detectados. Estas lógicas se basan fundamentalmente en el rol diagnóstico de las evaluaciones, en que se busca determinar el estado de conocimiento y habilidades de un estudiante con respecto al aprendizaje que este debe adquirir.

Por otro lado se definen lógicas de monitoreo de aprendizaje que se basan en el rol formativo de la evaluación, en el las cuales el feedback inmediato y continuo juega un rol principal, y que es posible de implementar gracias a las capacidades tecnológicas actuales.

Actualmente Gal&Leo maneja una lógica que relaciona conjuntos de preguntas de una evaluación con un “*Tema*” en particular, por lo tanto, cuando el estudiante falla en cierto porcentaje de esas preguntas el sistema le sugiere estudiar el “*Tema*” relacionado a las preguntas no logradas, y las sugerencias de temas se ordenan en base a la criticidad del porcentaje de falla de las preguntas. Estas relaciones, entre preguntas y temas, se generan de forma manual cada vez que se construye un curso.

A través del uso de la ontología, los objetos de aprendizaje se encuentran clasificados, y además de estar relacionados a un tema, están relacionados con indicadores de logro, objetivos de aprendizaje y contenidos requisitos, por lo que las

sugerencias de estudio o rutas de aprendizaje se pueden realizar a un nivel de granularidad mayor.

Esto supone una mejora entregada a los usuarios, ya que además de ser un instrumento de mayor precisión, el tiempo de estudiar los contenidos específicos que se detectan, es mucho menor al que toma estudiar un “*Tema*” completo sugerido por la lógica anterior.

Para la implementación de parte de esta lógica se utilizó como fundamento el trabajo de Roberto Hojman, fundador de Gal&Leo, en el que plantea un modelo probabilístico para la estimación del desempeño en una evaluación, y además plantea un algoritmo para lograr determinar las debilidades o vacíos de aprendizaje de un estudiante [39], esto ha sido descrito en términos generales en la sección 8.5.

14.1.1.1 Lógica para la detección de vacíos de aprendizaje

Como se mencionó antes, esta lógica se basa en el algoritmo planteado en [39] para la detección de vacíos de aprendizaje, parte fundamental para la construcción de rutas de aprendizaje en el ámbito de la gestión del aprendizaje personalizado.

La detección de vacíos de aprendizaje se realiza a través de instrumentos de evaluación diagnóstica, que contruidos bajo una cierta lógica que se describirá más adelante, permiten identificar el conocimiento y habilidades que un estudiante no ha adquirido.

La matriz de la Figura 95 representa una evaluación con 20 preguntas que miden en total 20 aprendizajes esperados, las filas corresponden a las preguntas y las columnas a los aprendizajes esperados que mide la evaluación.

Cada pregunta mide un subconjunto del total de aprendizajes esperados de la evaluación. En la matriz, se representa para cada pregunta con un “1” los aprendizajes esperados que un estudiante debe dominar para resolver

correctamente el problema planteado. Este aspecto forma parte de la lógica de construcción de instrumentos de evaluación, en el que las preguntas seleccionadas deben medir un número mínimo de aprendizajes esperados, como se puede ver en la matriz de la Figura 95.

Objeto de Aprendizaje de tipo pregunta / Aprendizaje esperado	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	AE7	AE8	AE9	AE10	AE11	AE12	AE13	AE14	AE15	AE16	AE17	AE18	AE19	AE20
OA1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
OA2	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
OA3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
OA4	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
OA5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
OA6	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
OA7	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
OA8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
OA9	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
OA10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
OA11	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
OA12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
OA13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
OA14	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
OA15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
OA16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
OA17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
OA18	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
OA19	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
OA20	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Total Evaluado	7	4	5	5	6	4	4	5	4	5	4	6	5	6	4	6	4	3	5	4

Figura 95. Matriz de Aprendizaje

Lo que nos dice la matriz expuesta en la Figura 95 es que para responder la pregunta número “1” el estudiante debe dominar los aprendizajes esperados “1”, “7”, “12”, “18” y “20”. Y lo mismo para las demás preguntas.

La fila “Total Evaluado” corresponde a la suma de los aprendizajes esperados evaluados, y determina la cantidad de veces que cada aprendizaje esperado se está evaluando. Por lo que tenemos que el aprendizaje esperado “1” se está evaluando “7” veces, o dicho de otro modo el estudiante debe responder “7” preguntas en las que es requisito dominar el aprendizaje esperado “1”.

En la matriz de la Figura 96 se añade una columna extra, que describe el resultado obtenido por un estudiante que rindió la evaluación, para cada fila un “1”

corresponde a la resolución correcta del problema planteado y “0” corresponde a una resolución incorrecta.

Luego, la matriz de la Figura 97 corresponde a la matriz de la Figura 96 modificada para obtener los aprendizajes logrados del estudiante. La modificación consiste en multiplicar el resultado obtenido en cada pregunta, por los valores de la fila correspondiente, de esta manera se puede obtener el número total de cada aprendizaje esperado logrado, representado en la última fila de la matriz llamada “Total Logrado”.

Objeto de Aprendizaje de tipo pregunta / Aprendizaje esperado	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	AE7	AE8	AE9	AE10	AE11	AE12	AE13	AE14	AE15	AE16	AE17	AE18	AE19	AE20	Resultado	
OA1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
OA2	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
OA3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	
OA4	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
OA5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
OA6	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
OA7	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
OA8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
OA9	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
OA10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
OA11	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	
OA12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	
OA13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
OA14	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	
OA15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	
OA16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
OA17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	
OA18	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
OA19	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
OA20	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	
Total Evaluado	7	4	5	5	6	4	4	5	4	5	4	6	5	6	4	6	4	3	5	4	12	

Figura 96. Matriz de Aprendizaje con Resultado

Objeto de Aprendizaje de tipo pregunta / Aprendizaje esperado	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	AE7	AE8	AE9	AE10	AE11	AE12	AE13	AE14	AE15	AE16	AE17	AE18	AE19	AE20	Resultado	
OA1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
OA2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OA3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	
OA4	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
OA5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
OA6	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
OA7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OA8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
OA9	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
OA10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OA11	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	
OA12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OA13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
OA14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OA15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	
OA16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OA17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OA18	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
OA19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OA20	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	
Total Logrado	4	3	4	1	5	3	3	1	3	2	1	4	0	4	3	3	2	2	3	4	12	

Figura 97. Matriz de Aprendizaje solo con Aprendizajes Logrados

Se puede ver en la Figura 97 que los aprendizajes esperados de la pregunta “2” no se consideran ya que la pregunta no fue lograda. La última fila indica la sumatoria de los aprendizajes esperados logrados a partir de los problemas correctamente resueltos.

Por último, en la Figura 98, se presenta la tasa de logro de los aprendizajes esperados que corresponde a los aprendizajes logrados obtenidos de la matriz de la Figura 97 dividido por el total de los aprendizajes evaluados de la matriz de la Figura 96.

Objeto de Aprendizaje de tipo pregunta / Aprendizaje esperado	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	AE7	AE8	AE9	AE10	AE11	AE12	AE13	AE14	AE15	AE16	AE17	AE18	AE19	AE20
Total Evaluado	7	4	5	5	6	4	4	5	4	5	4	6	5	6	4	6	4	3	5	4
Total Logrado	4	3	4	1	5	3	3	1	3	2	1	4	0	4	3	3	2	2	3	4
Tasa de Logro de Aprendizaje	0,6	0,8	0,8	0,2	0,8	0,8	0,8	0,2	0,8	0,4	0,25	0,67	0	0,67	0,75	0,5	0,5	0,67	0,6	1

Figura 98. Tasa de Logro de Aprendizajes

Con esto se obtiene la tasa de logro de cada aprendizaje esperado. En la Figura 99, se puede apreciar el total de los aprendizajes esperados medidos en la evaluación, ordenados según su tasa de logro.

Aprendizaje esperado	Tasa de Logro de AE
AE13	0
AE4	0,2
AE8	0,2
AE11	0,25
AE10	0,4
AE16	0,5
AE17	0,5
AE1	0,57
AE19	0,6
AE12	0,67
AE14	0,67
AE18	0,67
AE2	0,75
AE6	0,75
AE7	0,75
AE9	0,75
AE15	0,75
AE3	0,8
AE5	0,83
AE20	1

Figura 99. Tasa de logro de cada Aprendizaje Esperado

Es necesario mencionar que la evaluación diagnóstica puede evaluar, tanto, habilidades que el estudiante debería dominar para adquirir las nuevas habilidades del nuevo conjunto de objetivos de aprendizaje, como también, evaluar si posee dominio de las nuevas habilidades que se desea que adquiera.

En resumen el algoritmo utilizado para la detección de vacíos de aprendizaje y debilidades de un estudiante es el siguiente:

Se define una Matriz de aprendizaje MA_{mn} con n preguntas que miden m aprendizajes esperados. Se obtiene un vector de aprendizajes logrados AL_{m1} a partir de la multiplicación la matriz de aprendizaje por el vector resultado de la evaluación:

$$AL_{m1} = MA_{mn} \times \vec{r}_{n1}$$

Por último se obtiene un vector tasa de logro TL_{m1} a partir de los vectores aprendizajes medidos AM_{m1} y aprendizajes logrados AL_{m1} como sigue:

$$TL_{m1} | tl_{i1} = \frac{al_{i1}}{am_{i1}}, \text{ con } al_{i1} \in AL_{m1} \text{ y } am_{i1} \in AM_{m1}$$

14.1.1.2 Lógica para la generación de rutas de aprendizaje

A partir del resultado obtenido con la lógica anterior se describe la lógica que permite generar rutas de aprendizaje en función de la tasa de logro de aprendizajes esperados medidos en la evaluación diagnóstica.

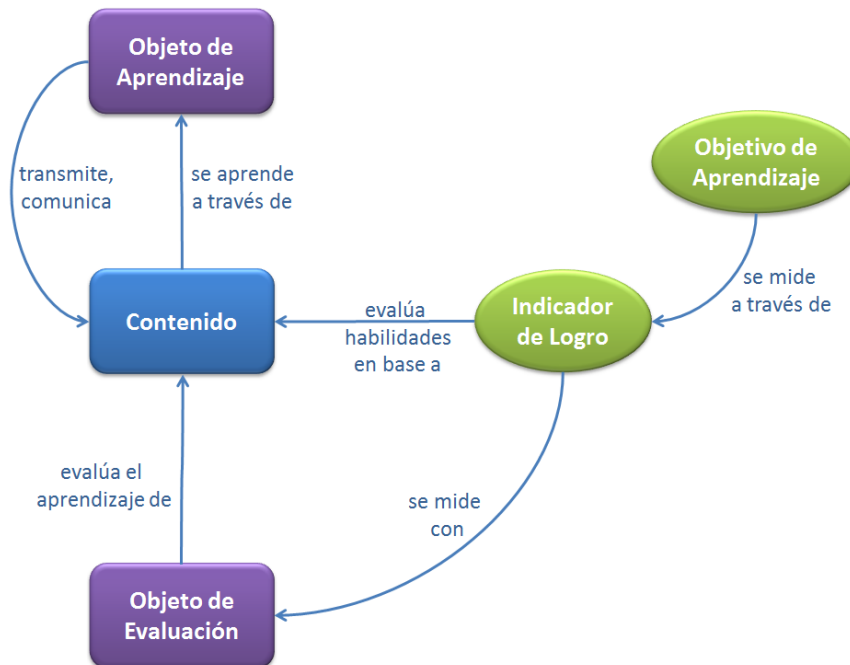


Figura 100. Parte de Ontología para la Gestión del Aprendizaje

El diseño de esta lógica se basa en la estructura de la Figura 100, extraída de la ontología para la gestión del aprendizaje diseñada en el capítulo 13.

Luego, se define que el término “Aprendizaje Esperado”, utilizado en la lógica para la detección de vacíos de aprendizaje, es equivalente al término “Indicador de Logro” definido en la ontología. Por lo tanto la tasa de logro de los aprendizajes

esperados encontrada en 14.1.1.1 se traduce en la tasa de logro de los indicadores que se muestra en la Figura 101.

Indicador de Logro (Aprendizaje esperado)	Tasa de Logro
IL1	0,57
IL2	0,75
IL3	0,8
IL4	0,2
IL5	0,83
IL6	0,75
IL7	0,75
IL8	0,2
IL9	0,75
IL10	0,4
IL11	0,25
IL12	0,67
IL13	0
IL14	0,67
IL15	0,75
IL16	0,5
IL17	0,5
IL18	0,67
IL19	0,6
IL20	1

Figura 101. Tasa de logro de Indicadores.

La Figura 102 muestra la lista de indicadores ordenada según la tasa de logro, y además el número de veces que cada indicador fue medido. Para el caso de evaluaciones diagnósticas el número de veces que un indicador es medido depende del objetivo de la evaluación y además responde a la lógica de diseño de una evaluación diagnóstica.

Indicador de Logro (Aprendizaje esperado)	Tasa de Logro	Veces Medido
IL13	0	5
IL4	0,2	5
IL8	0,2	5
IL11	0,25	4
IL10	0,4	5
IL16	0,5	6
IL17	0,5	4
IL1	0,57	7
IL19	0,6	5
IL12	0,67	6
IL14	0,67	6
IL18	0,67	3
IL2	0,75	4
IL6	0,75	4
IL7	0,75	4
IL9	0,75	4
IL15	0,75	4
IL3	0,8	5
IL5	0,83	6
IL20	1	4

Figura 102. Indicadores ordenados según tasa de logro

En este punto se define el criterio para decir que un indicador ha sido logrado, para este ejemplo diremos que un indicador es logrado si tiene una tasa de logro superior al 70%.

De acuerdo a la ontología, cada indicador de logro tiene asociado contenidos específicos que el estudiante debe dominar para lograr el indicador. La Figura 103 resulta luego de obtener los contenidos específicos asociados a cada Indicador de logro evaluado.

Luego se seleccionan los contenidos correspondientes a los indicadores con una tasa de logro inferior al 70%, de esta lista de contenidos se extraen los contenidos duplicados, y por último se ordenan de acuerdo a la relación de orden que poseen los contenidos que debe estar previamente definida. En la Figura 104 se ilustra el procedimiento recién descrito.

Indicador de Logro	Contenidos	Tasa de Logro
IL13	CON-05 CON-07	0
IL4	CON-11 CON-16	0,2
IL8	CON-07 CON-09 CON-20	0,2
IL11	CON-08	0,25
IL10	CON-14 CON-17	0,4
IL16	CON-09	0,5
IL17	CON-16 CON-24 CON-26	0,5
IL1	CON-25	0,57
IL19	CON-22	0,6
IL12	CON-09 CON-21	0,67
IL14	CON-29	0,67
IL18	CON-14 CON-11	0,67
IL2	CON-19	0,75
IL6	CON-15 CON-18	0,75
IL7	CON-23	0,75
IL9	CON-27	0,75
IL15	CON-09 CON-22	0,75
IL3	CON-17	0,8
IL5	CON-28 CON-29	0,83
IL20	CON-29	1

Figura 103. Contenidos asociados a Indicadores

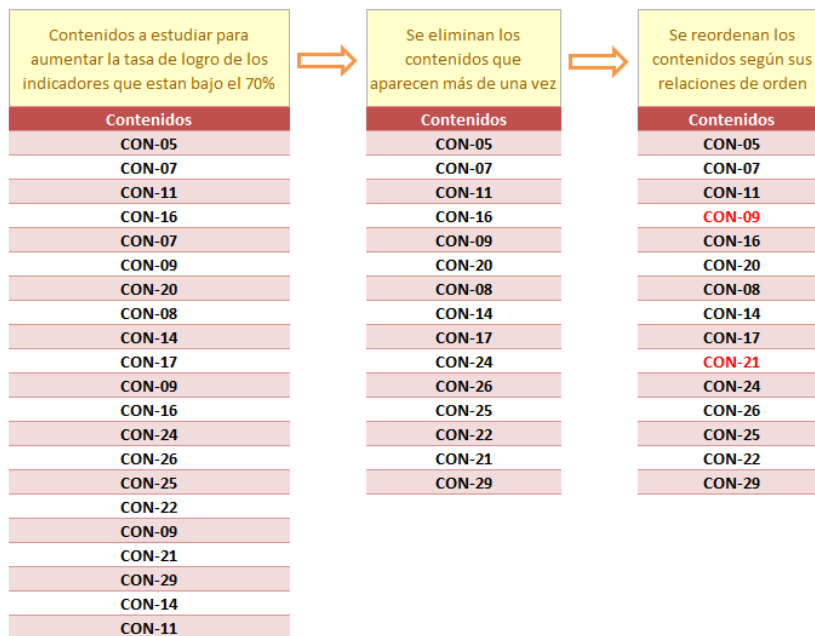


Figura 104. Determinación de ruta de aprendizaje

A partir de este procesamiento de la evaluación diagnóstica se obtiene una ruta de aprendizaje de contenidos personalizada para cada estudiante.

14.1.1.3 Lógicas para el monitoreo del aprendizaje personalizado

Luego de conocer el estado de habilidades del estudiante, a través del uso de las lógicas descritas anteriormente, que se fundamentan en el rol diagnóstico de las evaluaciones, se hace necesaria la definición de lógicas que permitan monitorear de forma continua el aprendizaje del estudiante, de manera de poder tomar acciones oportunas de acuerdo a las distintas situaciones que se puedan presentar durante el proceso de aprendizaje.

De esta forma se abre la posibilidad de hacer gestión del aprendizaje, tanto automatizada como también una gestión basada en decisiones tomadas a partir del análisis de los datos que el monitoreo continuo provean a los analistas del proceso de aprendizaje o docentes.

Cabe mencionar que este monitoreo continuo se presenta al estudiante en base al rol formativo de las evaluaciones, por lo que la retroalimentación juega un papel fundamental en su aplicación. Además, dada la naturaleza de la evaluación formativa no necesariamente se calificará al estudiante, pero si se almacenará su rendimiento con el objetivo de poder analizar la evolución del aprendizaje de los estudiantes.

Lógica para el monitoreo de la práctica y ejercitación de aprendizajes

Esta lógica consiste en brindar feedback al estudiante en un ambiente de práctica de los aprendizajes adquiridos o estudiados, por lo que al estudiante se le presenta un conjunto de objetos de evaluación que debe rendir y según el resultado obtenido se le presenta un feedback adecuado.

Para el caso específico presentado en esta tesis los objetos de evaluación corresponden a preguntas tipo PSU y cuando se habla de práctica de aprendizajes estudiados, se refiere a la ejercitación de resolución de problemas de tipo PSU.

En este modelo se plantea que dadas las capacidades tecnológicas actuales, la retroalimentación debe ser automática ya que cada pregunta debe tener asociada una retroalimentación que permita al estudiante revisar el procedimiento de resolución del problema y acceder al material necesario para reforzar los conocimientos.

Cabe mencionar, que este modelo puede ser utilizado en otros contextos, por ejemplo en que el objeto de evaluación sea una actividad práctica que evalúe habilidades o comportamientos del estudiante, y en ese caso, la retroalimentación y la calificación sean gestionadas de forma no automática por un tercero e ingresadas al sistema de manera de monitorear el aprendizaje de los estudiantes.

En la Figura 105 se muestra la lógica de funcionamiento de la práctica de aprendizajes, la cual describe un proceso iterativo en que se presentan objetos de evaluación al estudiante con retroalimentación y acceso a contenidos relacionados al problema planteado.

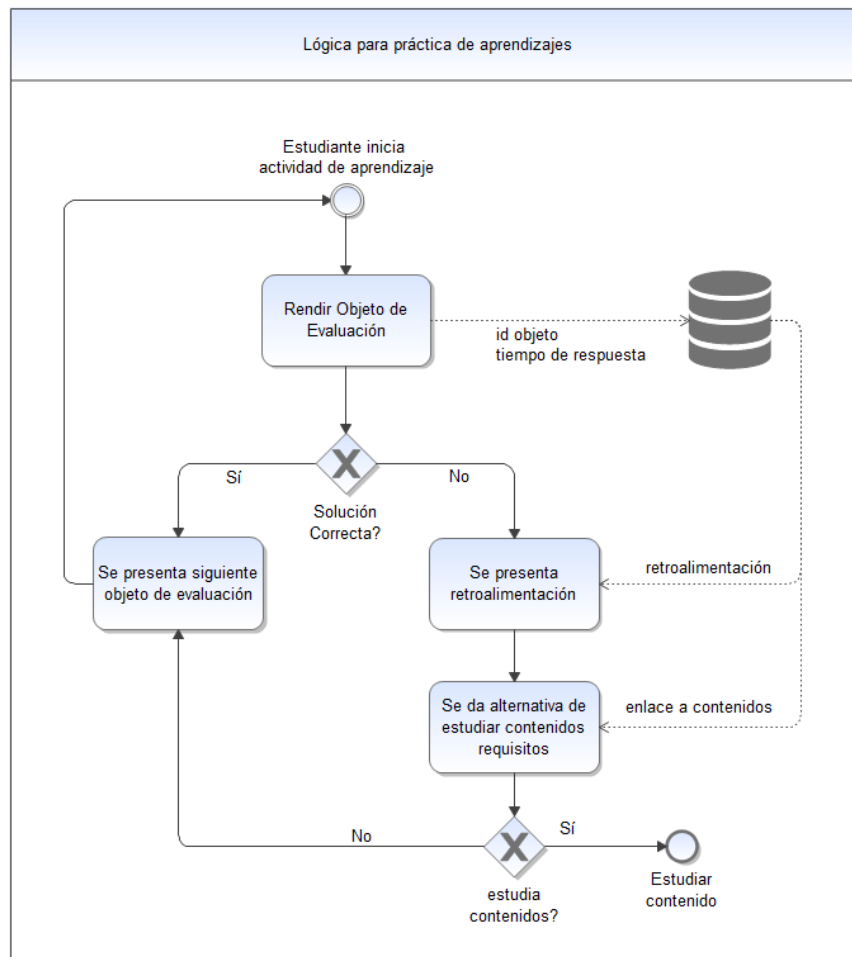


Figura 105. Lógica para la práctica de aprendizajes estudiados

Esta lógica puede ser invocada desde dos escenarios posibles:

1. A partir de una ruta de aprendizaje generada para un estudiante.
2. A partir de la definición de una sección de práctica para un conjunto de indicadores de logro o contenidos específicos.

Para el primer caso se obtendrán objetos de evaluación de acuerdo a la ruta de aprendizaje generada, para el segundo caso se debe configurar que objetos de aprendizaje se incluirán en la práctica, esto se debe realizar definiendo Indicadores de logro o contenidos.

Otro parámetro que debe ser configurado es el número de objetos de evaluación que se presentarán al estudiante en la sesión de práctica, para esto se definen dos alternativas de configuración:

1. Sesión de práctica con límite de n objetos de evaluación.
2. Sesión de práctica sin límite de cantidad de objetos de evaluación.

En el primer caso, se presentará una cantidad limitada de objetos de evaluación, una vez rendidos los objetos la sesión finaliza. Para el segundo caso es el estudiante quien decide la cantidad de objetos de evaluación que rinde, por lo que se le presentaran objetos de manera continua hasta que el estudiante finalice la sesión.

Por otro lado se define que el objeto de evaluación que se le presenta al estudiante debe estar en estado “No Rendido”, este estado es sinónimo de los siguientes criterios:

1. El objeto de evaluación no ha sido rendido por el estudiante.
2. El objeto de evaluación fue rendido por el estudiante con solución incorrecta.
3. El objeto de evaluación fue omitido por el estudiante.

Para hacer posible el monitoreo del aprendizaje se deben almacenar como mínimo los siguientes datos a partir de esta lógica: el contexto de la evaluación; el objeto de evaluación rendido; el resultado obtenido; el tiempo utilizado para la solución y el peso del objeto de evaluación; la tabla de la Figura 106 resume las variables necesarias para el monitoreo.

Variable	Valor	Posibles Valores
Contexto de evaluación	Práctica	Diagnóstico Estudio Práctica Sumativo
Objeto de Evaluación	OE-23	Id de Objeto de Evaluación
Resultado	0	Resultado en objeto de evaluación
Tiempo de solución	75	Valor en segundos
Peso	1	Peso que tiene el objeto de evaluación

Figura 106. Variables para monitoreo de práctica de aprendizajes

Lógica para el monitoreo de actividades de aprendizaje

Esta lógica consiste en presentar objetos de aprendizaje seguidos de objetos de evaluación para el contenido específico que se esté estudiando, de esta manera se podrá obtener información tanto del estudiante como del objeto de aprendizaje, ya que se podrá analizar la curva de aprendizaje del estudiante como también la efectividad del objeto de aprendizaje presentado.

Se propone que la presentación de esta estructura sea generada de forma automática en base a la clasificación de los objetos de aprendizaje y objetos de evaluación propuesta por la ontología, presentada en la Figura 100.

Esta lógica pone como requisito al estudiante a rendir una evaluación de corto alcance para dar por estudiado el contenido, como puede ser desde dar solución a un problema específico hasta la realización de una actividad.

Estudiar Contenido + Rendir Evaluación = Contenido Estudiado

Al almacenar los contenidos estudiados por cada estudiante de acuerdo a esta lógica, es posible conocer detalles importantes del proceso de aprendizaje del estudiante, que posteriormente se pueden reportar al estudiante y al docente de manera de observar el avance en el estudio y contrastarlo con los aprendizajes logrados.

La tabla de la Figura 107 muestra las variables que se deben almacenar para dar seguimiento al estudio de los contenidos por parte del estudiante.

Variable	Valor	Posibles Valores
Estado de Contenido	1	0 no estudiado 1 estudiado
Contexto de evaluación	Estudio	Diagnóstico Estudio Práctica Sumativo
Objeto de Evaluación	OE-23	Id de Objeto de Evaluación
Resultado	0	Resultado en objeto de evaluación
Peso	1	Peso que tiene el objeto de evaluación

Figura 107. Variables para el monitoreo del estudio

14.2 Gestión de Producción y Entrega de Cursos Online

Para lograr el rediseño de las lógicas del sistema de gestión del aprendizaje planteado, es necesario rediseñar actividades dentro de los procesos de gestión de producción de cursos. En la Figura 108 se muestra la arquitectura de macro-procesos propuesta para los procesos que están dentro de la “*Gestión de Producción y Entrega de Cursos Online*”, los procesos que se encuentran con borde destacado corresponden a los procesos que forman parte del rediseño.

Actualmente Gal&Leo realiza la gestión de producción de cursos sin los apoyos de sistemas de información adecuados:

- Por un lado los sistemas no almacenan todos los estados por los que pasan los recursos que se están elaborando.
- Los sistemas permiten que los usuarios no respeten la estructura de datos definida, por lo que la información para tomar decisiones se genera con datos que carecen de integridad, consistencia, validez y vigencia.
- Los sistemas no mantienen todas las versiones de los recursos elaborados.
- Los sistemas no incorporan los metadatos necesarios para su selección eficiente.

- No existen reportes automáticos que brinden información acerca del estado de la producción.

Hasta ahora, las prácticas de trabajo necesarias para la gestión de los procesos de producción de cursos no han sido diseñadas, sino que han sido fruto de la colaboración mediante el intercambio de conocimientos tácitos entre los equipos de producción y gestión.

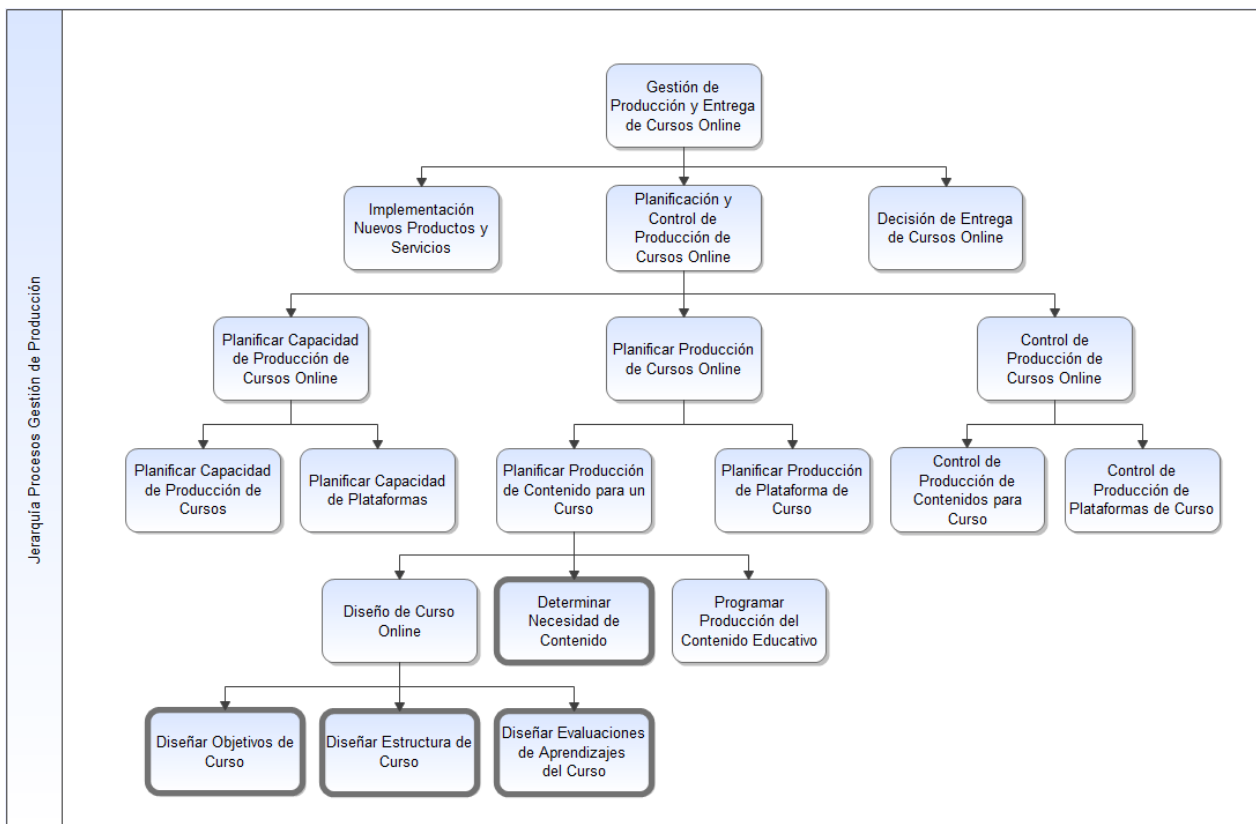


Figura 108. Arquitectura de Macro-procesos “Gestión de Producción y Entrega de Cursos Online”

En este trabajo, se describen los siguientes procesos:

1. Planificar Capacidad de Producción de Contenido.
2. Diseño de Curso:
 - a) Diseñar Objetivos del Curso.
 - b) Diseñar Estructura del Curso.

- c) Diseñar Evaluaciones de los Aprendizajes del Curso.
3. Determinar Necesidad de Contenido para Curso.

14.2.1 Planificar Capacidad de Producción de Cursos

La capacidad de producción de contenido para la creación de cursos debe crecer cuando se tienen que producir nuevos cursos, cursos con una dificultad distinta a los ya creados o cursos en un contexto distinto a los cursos existentes, como por ejemplo, para la construcción de un curso matemáticas para ingeniería no se puede reutilizar todo el contenido que se encuentra en el curso de matemáticas para medicina.

Para la “Planificación de la Capacidad de Producción de Contenido Educativo” se propone un diseño del proceso que se describe en la Figura 109.

El proceso consiste en:

1. Invocar las necesidades de producción de contenido.
2. El sistema integra la información de necesidad de producción de contenido a partir del “Plan de Venta de Cursos”, de la “Planificación de Producción de Contenido” y de los “Nuevos Productos en Desarrollo”.
3. Se invoca la capacidad de producción de contenido actual.
4. Se analiza la diferencia entre la capacidad requerida y la capacidad actual.
5. Se evalúan las solicitudes de cambio en caso que se necesiten y sea posible realizarlos
6. Finalmente, se efectúan los cambios.

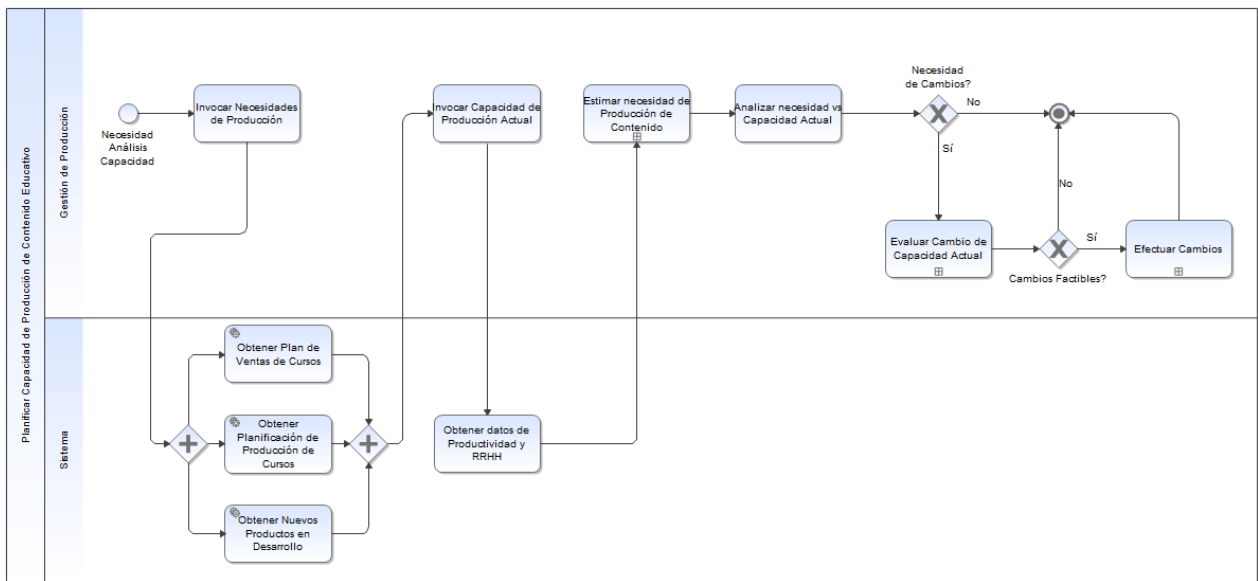


Figura 109. Proceso Planificar Capacidad de Producción de Contenido Educativo

El análisis de la necesidad de variar la capacidad actual se realiza a través de indicadores de productividad, velocidad de producción, etc. Estos indicadores no existen actualmente por lo que se deben construir e implementar.

En el caso que la capacidad sea suficiente para satisfacer la necesidad de producción termina el proceso.

Los análisis que se han realizado de la productividad no se condicen con la realidad observable, esto se debe a la mala calidad de los datos actuales debido a la no integridad de los datos, inconsistencia y falta de estructura. El sistema que se propone para gestionar la producción debería resolver este problema.

14.2.2 Diseño de Curso Online

Para planificar la producción de un curso adaptado a las necesidades del cliente, es necesario planificar la producción de contenidos para el curso, a partir de su diseño, y la producción de la plataforma que lo soportará. Este trabajo se centrara en la planificación de la producción de contenidos para el curso.

En esta parte, se define como procesos esenciales para el diseño de un curso, el diseño de los objetivos, el diseño de la estructura y el diseño de las evaluaciones del curso. En base a estos procesos se pretende determinar las necesidades de contenido educativo para la creación del curso, como también, el planificar la producción de contenido de un curso.

Actualmente esto se hace sobre los programas de estudio con un enfoque de enseñanza basada en los contenidos del curso. El diseño de la ontología en este trabajo permite disponer de un apoyo computacional que permite realizar esto a través de un enfoque basado en contenidos, centrado en los contenidos del curso; y de un enfoque de enseñanza basado en competencias, centrado en Objetivos de Aprendizaje.

Los principales insumos que utiliza Gal&Leo para diseñar los cursos son:

- Una descripción de la organización para la cual se está diseñando el curso y la descripción del curso, que contiene un conjunto de variables estructuradas como (se enumeran algunas):
 - Descripción de la Organización
 - Carrera o Nivel
 - Contexto
 - Nombre Curso
 - Dificultad
 - Complejidad
 - Fechas de Inicio y Término
- El programa de estudio del curso que se debe crear, con los objetivos de aprendizaje y contenidos claros.
- Ejemplos de evaluaciones y material del curso, para su mejor contextualización.

En el caso en que la institución no posea programa de estudio se propone que Gal&Leo provea un programa estándar para el curso.

Y por último en el caso que sea un nuevo curso y no exista programa en Gal&Leo ni en la institución solicitante, se propone que en un proceso previo de colaboración con el cliente se determine un programa a implementar.

Dado esto, a continuación se describen los tres procesos mencionados, el primero corresponde a *“Diseñar Objetivos de Curso”* el segundo *“Diseñar Estructura de Curso”* y por último *“Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes del Curso”*.

14.2.2.1 Proceso Diseñar Objetivos de Curso

Este proceso considera las actividades necesarias para definir aspectos, tales como: objetivos de aprendizaje, indicadores de logro, alcance, contenidos específicos, contexto de aprendizaje, complejidad del curso.

Se propone que este proceso sea apoyado a través de una herramienta de software que permita gestionar las instancias de los conceptos: contenido, objetivo de aprendizaje e indicadores de logro. De manera tal, que la gestión de esta información permita la reutilización de diseños previos de partes de cursos o cursos completos. Esto a propósito de la idea de que la educación está sufriendo cambios sustanciales tanto a nivel nacional como internacional, y que estos cambios no dejen ajenos a los modelos educativos y formas a través de las cuales se implementan estos modelos, como por ejemplo los cursos en línea. En este sentido se pronostica la necesidad de un apoyo que permita diseñar aprendizajes esperados de los estudiantes de forma eficiente, a través de los tres conceptos antes mencionados.

Las principales actividades se pueden enumerar como sigue:

1. Definir nombre del curso, a partir de asignatura y nivel.
2. Analizar programa de curso de institución.
3. Desglosar programa de contenidos del curso.
4. Determinar objetivos de aprendizaje que implementa el curso.
5. Determinar indicadores de logro y con esto la complejidad del curso.

6. Determinar contexto de aprendizaje en el que se realiza el curso.

A partir de esta definición de actividades, que se realiza en base a la experiencia en creación de cursos de Gal&Leo, se diseña el proceso “Diseñar Objetivos de Curso” el cual se muestra en la Figura 110.

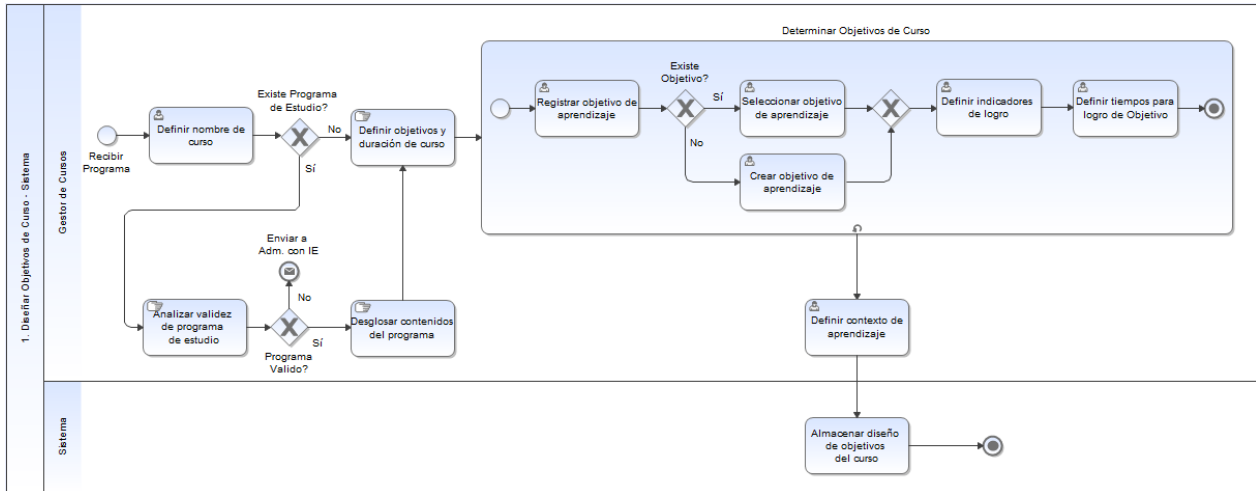


Figura 110. Proceso Diseñar Objetivos de Curso

En este proceso se propone que la actividad “Determinar Objetivos de Curso” sea realizada con un software de apoyo, que permita mantener y gestionar información de *objetivos de aprendizaje* y *contenidos*.

14.2.2.2 Proceso Diseñar Estructura de Curso

Por otro lado se define el proceso “*Diseñar Estructura de Curso*” en el cual están presente las actividades de llevar el programa de estudio a implementar, considerando objetivos y tiempos, a una estructura que debe presentar de forma ordenada los contenidos de aprendizaje y las evaluaciones que ayuden a lograr lo los objetivos del programa.

En este proceso se busca tener una estimación gruesa del esfuerzo de se debe realizar para llevar a cabo el desarrollo del curso, dado que no todo el contenido de un curso se debe producir, sino que, en su mayor parte se debe modificar o reutilizar.

El “Happy path” del proceso, Figura 111, consta principalmente de las siguientes actividades:

- ✚ Se obtiene y analiza el diseño de los objetivos del curso.
- ✚ Se distribuyen los objetivos de aprendizaje del curso en unidades y temas.
- ✚ Se asignan tiempos de estudio a unidades y temas.
- ✚ Se crean secciones que presentan y evalúan los aprendizajes.

La estructura del curso se crea a partir de una estructura predefinida, que se describe en la ontología y que además ya es utilizada por Gal&Leo. Las componentes de esta estructura son “Unidad”, “Tema” y “Sección”, para esta última se distinguen tres tipos de secciones, Teórica, Práctica y de Evaluación.

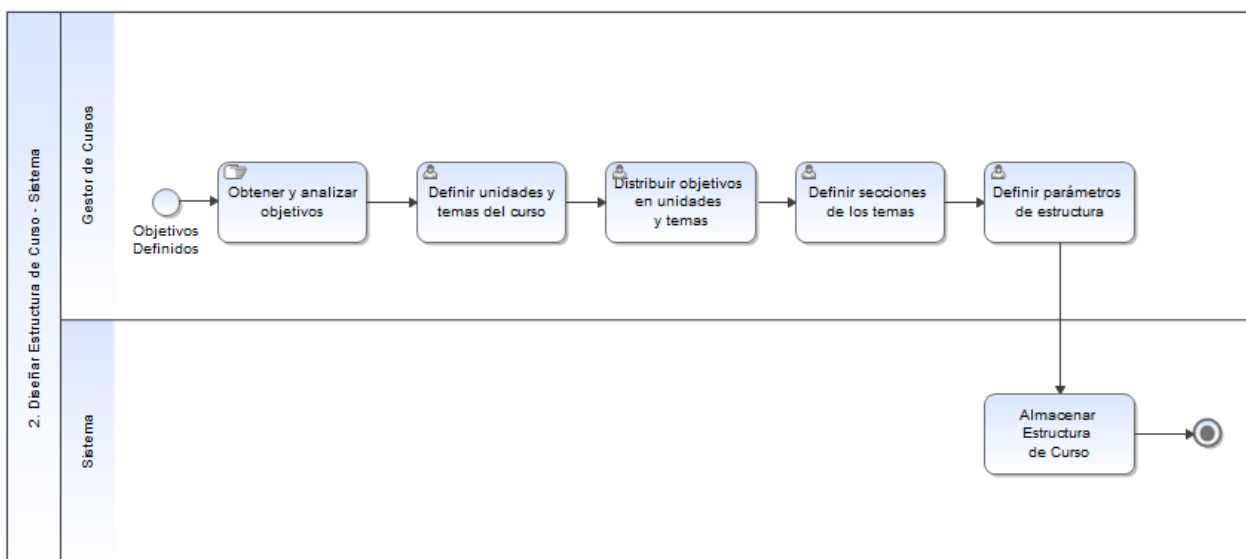


Figura 111. Proceso Diseñar Estructura de Curso

En el proceso Diseñar Estructura de Curso, que se puede ver en la Figura 111, se considera que las actividades que se deben realizar con apoyo computacional son la definición de unidades temas y secciones, y la distribución de los objetivos de aprendizaje en cada unidad y tema, considerando los tiempos de estudio para cada objetivo.

14.2.2.3 Proceso Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes del Curso

Este proceso busca diseñar las evaluaciones de los aprendizajes del curso y permite estimar, a grandes rasgos, el esfuerzo necesario para producir el contenido evaluativo.

Para el diseño de este proceso, se considera como base los conceptos de lo que se conoce en el ámbito pedagógico como: Tabla de especificación para una evaluación. En esta se definen los aprendizajes esperados de la evaluación y otros parámetros como el número de preguntas y el tiempo de la evaluación, entre otros.

En la Figura 113 se puede ver el detalle del proceso “Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes del Curso”. Se considera que la actividad de, determinar indicadores de logro que se medirán en la evaluación, se debe realizar con un apoyo computacional que permita seleccionar de una base o crear nuevos indicadores de logro y configurar el los parámetros de la evaluación correspondientes a:

Parámetro	Descripción
Contexto de Aprendizaje	El contexto en que esta inmerso el curso, Ej. Matemáticas para Ingenieros
Indicadores de Logro	Lista de Indicadores de Logro importancia y contenidos requisitos
Tiempo	Límite de tiempo de la evaluación.
Tipo de Evaluación	Diagnóstica, Práctica, Sumativa
Cantidad de Objetos de Evaluación	Cantidad de preguntas que debe tener la evaluación
Tipo de Objetos de Evaluacion	El tipo de objetos de evaluación permitidos, Ej. pregunta de selección múltiple

Figura 112. Parámetros de diseño de evaluación

El proceso consiste principalmente en:

- ✚ Obtener el diseño de la estructura del curso.
- ✚ Obtener y analizar los objetivos de aprendizaje.
- ✚ Definir secciones de evaluación.
- ✚ Determinar indicadores de logro que medirán el logro de los objetivos de aprendizaje y que serán evaluados.
- ✚ Definir parámetros de la evaluación (número de veces que se medirá cada indicador de logro, complejidad de la evaluación, tiempo de la evaluación).

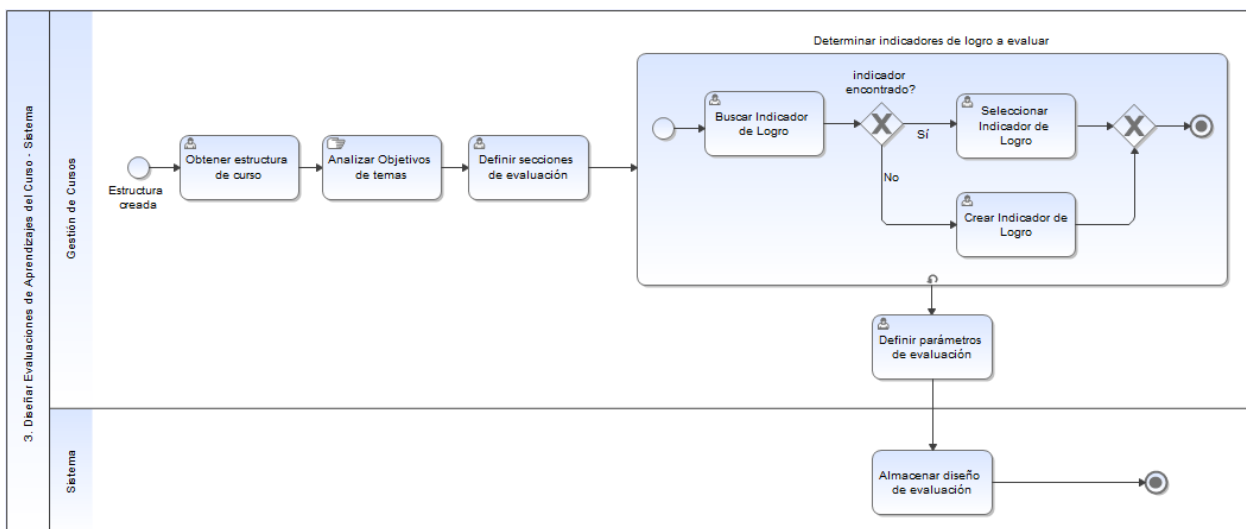


Figura 113. Proceso Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes del Curso

Se considera que para diseñar las evaluaciones se debe tener la estructura del curso diseñada, con los objetivos de aprendizaje a lograr de cada unidad y tema.

Lógica para el diseño de evaluaciones

En esta sección se define una lógica para el diseño de una herramienta que permite construir evaluaciones diagnósticas y sumativas de diversas complejidades. La complejidad de la evaluación dependerá de la cantidad de indicadores de logro que un estudiante debe dominar para poder rendir correctamente la evaluación.

La lógica para el funcionamiento de esta herramienta está principalmente basada en que se tienen objetos de evaluación clasificados de acuerdo a la ontología para la gestión del aprendizaje definida en el capítulo 13.

La pregunta que busca responder esta lógica, para este ejemplo, es: obtener un número n de “Objetos de Evaluación”, de “Tipo de Objeto de Evaluación” con valor “pregunta de selección múltiple”, que cada objeto de evaluación mida un mínimo ni de “Indicadores de Logro” y que los n objetos midan un conjunto definido de indicadores de logro o contenidos específicos.

Esta lógica es posible de implementar utilizando como base parte de la ontología propuesta, y puede quedar directamente descrita a través de la consulta en el lenguaje de la ontología.



Figura 114. Estructura para diseño de evaluaciones

La Figura 114 muestra las relaciones que existen entre los conceptos de la ontología propuesta, a partir de los cuales esta lógica es definida.

Por tanto la lógica para diseñar las evaluaciones consiste en:

1. Determinar el conjunto de indicadores de logro que se desea medir.
2. Determinar la complejidad requerida de los objetos de evaluación (Cantidad mínima de Indicadores de Logro).
3. Determinar el límite de tiempo de la evaluación (sin límite: tiempo = 0).
4. Determinar los tipos de Objetos de Evaluación.

Para el diseño de esta lógica se consideran tres niveles de complejidad, baja, media y alta y estas quedaran determinadas de acuerdo a la tabla de la Figura 115.

Complejidad	Cantidad de Indicadores de Logro
Baja	1
Media	2
Alta	3 o más

Figura 115. Complejidad de Objetos de Evaluación

14.2.3 Determinar Necesidad de Producción de Contenido

Actualmente, Gal&Leo realiza este proceso casi sin apoyo computacional, esto debido, por un lado, a que no se maneja una base de objetos de aprendizaje y evaluación correctamente clasificada, y por otro lado, no existe una herramienta para mantener y gestionar esta información.

Por lo que, en este proceso, se propone realizar la determinación de las necesidades de contenido (objetos de aprendizaje y de evaluación), a través de un apoyo computacional.

Para determinar la necesidad de producción de contenido de un curso, es requisito que la estructura del curso este diseñada en el sistema de gestión de cursos, de esta manera se puede obtener la información necesaria para la determinación de la cantidad de contenido que se puede reutilizar, que se debe modificar y que se debe elaborar.

El diseño propuesto para el proceso “*Determinar Necesidad de Contenido*” se muestra en la Figura 116, y consiste en tomar la estructura del curso diseñado para la institución educativa en el proceso descrito anteriormente, y realizar una búsqueda, bajo ciertos criterios, de los objetos de aprendizaje que satisfacen a los objetivos distribuidos en la estructura del curso.

Luego se analiza la validez de los objetos de aprendizaje encontrados, en base a información como el contexto y dificultad requeridos por la institución. El resultado del análisis es una valoración del objeto de aprendizaje en base a tres valores definidos:

- Objeto de aprendizaje aplica para curso
- Objeto de aprendizaje aplica con modificaciones
- Objeto de aprendizaje no aplica

Esta clasificación queda almacenada en la herramienta de gestión de producción de cursos. Todos los objetos de aprendizaje que no aplican deben ser elaborados para poder cubrir los objetivos de aprendizaje del curso. Los objetos de aprendizaje que aplican con modificaciones deben ser modificados, para esto se mantiene la referencia al objeto de aprendizaje origen a partir del cual se creará un nuevo objeto. Por último los objetos de aprendizaje que aplican, pueden ser reutilizados directamente en la construcción del curso.

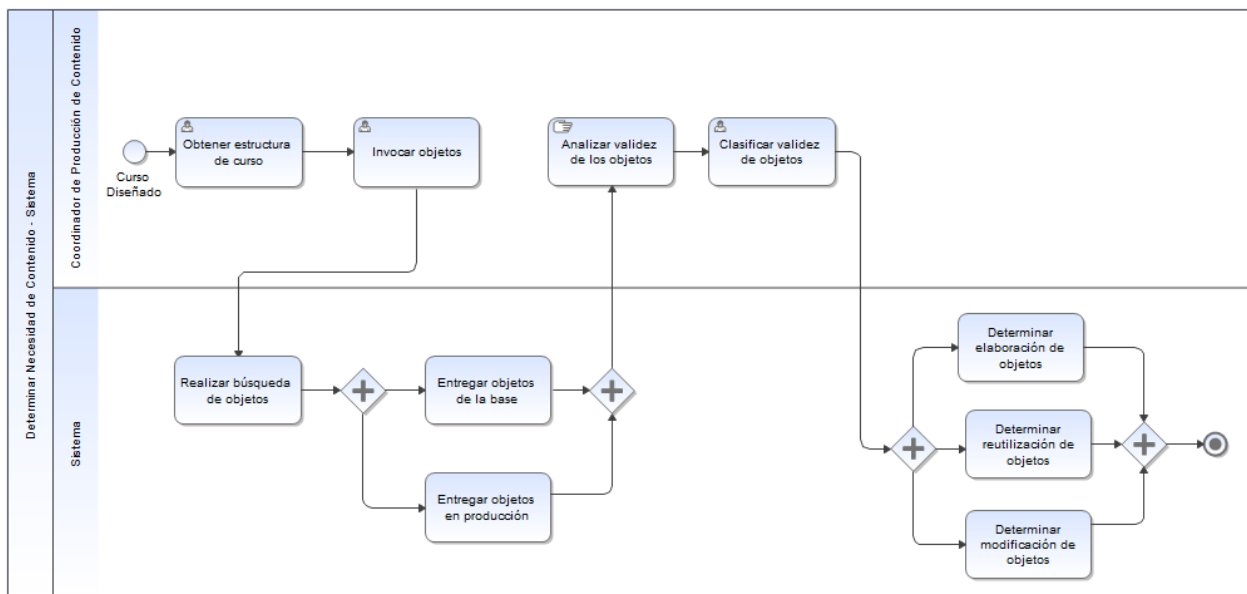


Figura 116. Determinar Necesidad de Contenido Educativo

Principalmente se realizan las siguientes actividades:

- 🔧 Se obtiene la estructura del curso para el cual se desea determinar la necesidad de producción de contenido.
- 🔧 Se invocan los objetos que cubren los objetivos del curso y el sistema realiza una búsqueda de objetos de aprendizaje, ya registrados y validados por

Gal&Leo. Esta búsqueda se realiza a partir de la clasificación de objetos de aprendizaje definida en la ontología.

- ✚ El sistema entrega los objetos de aprendizaje que se ajustan a la búsqueda, tanto los objetos que se encuentran producidos como también los que están programados para producirse.
- ✚ Se realiza un análisis de los objetos de aprendizaje obtenidos para determinar su validez para el curso
- ✚ Se clasifica la validez del objeto de aprendizaje, con los términos “Aplica”, “No aplica” y “Modificar”.
- ✚ Por último se solicita un resumen del total de los objetos de aprendizaje para con su clasificación, de manera de conocer cuánto se debe elaborar y modificar.

14.3 Producción y Entrega de Cursos Online

Así como se han descrito los rediseños de los procesos de gestión de producción de cursos, en esta parte se describe como se deben articular los procesos de producción para los cursos diseñados, de forma de lograr automatizar el proceso de gestión del aprendizaje.

En la Figura 117 se muestra la arquitectura de macro-procesos de “*Producción y Entrega de Cursos Online*”, ya descrita en el capítulo 10. Los procesos con bordes resaltados corresponden a los procesos que se describirán en base al alcance del proyecto.

La producción de cursos online consiste en la estructuración de cursos, en base a objetivos de aprendizaje y contenidos, con los recursos educativos necesarios para cubrir los objetivos de aprendizaje a partir de los cuales se diseñó el curso. El curso se provee sobre una plataforma web *customizada* para cada cliente.

En el diseño de la arquitectura de macro-procesos se puede ver que la “Producción de Cursos” se conforma de tres macro-procesos. El desarrollo de este trabajo se centra en la descripción de los procesos dentro de “Producción de Contenido”, ya que actualmente estas actividades corresponden a las primeras líneas de costos de Gal&Leo.

En el lenguaje de la ontología los procesos que se rediseñaran consisten en los procesos de “Elaboración de Evaluaciones” y “Producción de Componentes de Objetos”.

En la Figura 117 se puede ver que dentro de la “Producción de Contenido” se definen cuatro procesos, estos son: La “Elaboración de Evaluaciones” en donde se realizan las actividades necesarias para elaborar las evaluaciones que miden el logro de los objetivos de aprendizaje del curso, la “Elaboración de Lecciones” correspondiente a las actividades en la cuales se estructura el material para el aprendizaje del estudiante en la estructura del curso diseñado, la “Elaboración de Objetos de Aprendizaje” que corresponde a las actividades de ensamblar los componentes de objetos, de manera tal, de crear un Objeto de Aprendizaje que contenga el material necesario para lograr un único Objetivo de Aprendizaje, por último se define el proceso de “Producción de Componentes de Objeto” en donde se encuentran las actividades para la construcción de los elementos de mayor granularidad con los cuales se construyen los objetos de aprendizaje que constituyen las lecciones y evaluaciones del curso.

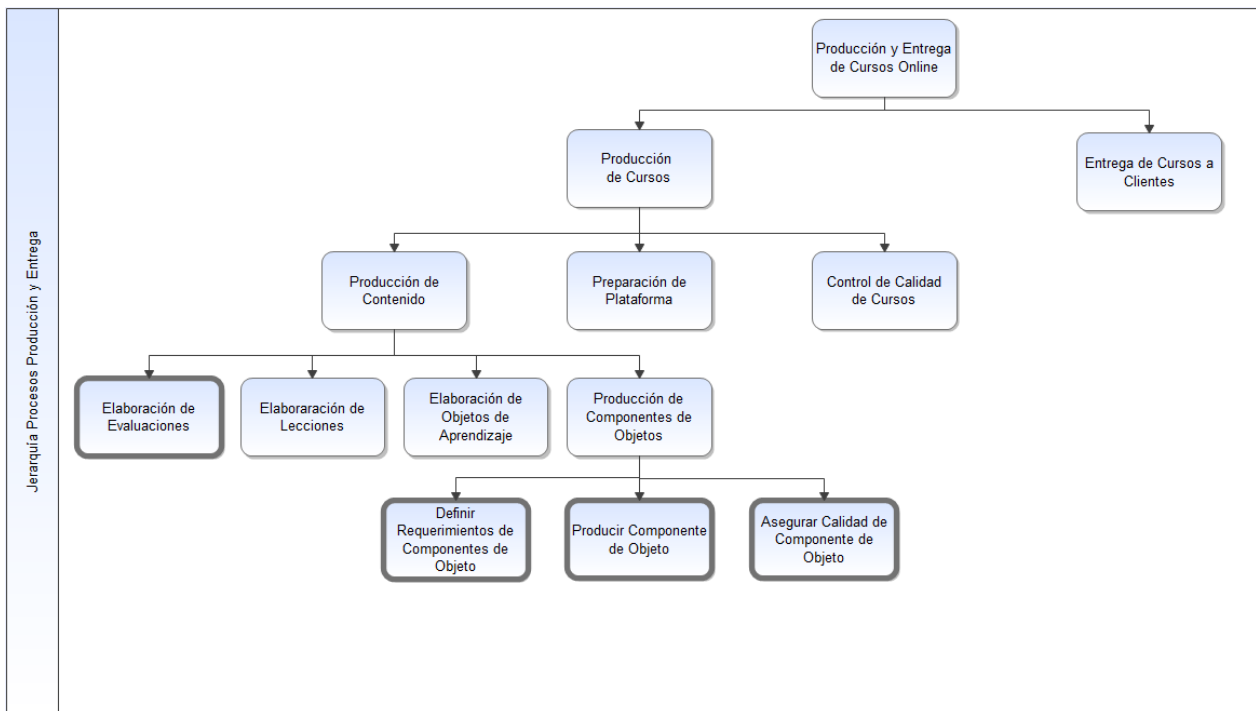


Figura 117. Arquitectura Macro-procesos Producción y Entrega de Cursos Online

Se puede ver que dentro de la “Producción de Componente de Objeto”, están comprendidos los procesos de “Definición de Requerimientos de Objeto” en donde se caracterizan los objetos que se deben producir y se generan los requerimientos para que estos sean producidos; la “Producción del Objeto” en donde se produce el componente de objeto requerido, este proceso se externaliza en gran medida; y por último el “Asegurar Calidad del Componente de Objeto” en el cual se realiza una validación del objeto producido de acuerdo a los estándares definidos para cada tipo de componente de objeto.

Para cada uno de los procesos mencionados, se debe considerar la definición de tareas específicas para cada tipo de componente de objeto a producir. Los tipos de componentes de objetos, categorizados por objeto de evaluación u objeto de contenido, que actualmente maneja Gal&Leo en sus cursos son:

- I. Objetos de Evaluación
 - a. Preguntas
 - b. Categorías de Preguntas

- c. Preguntas Interactivas
- II. Objetos de Contenido
 - a. Contenido Plano
 - b. Vídeos
 - c. Infografías
 - d. Audios

14.3.1 Elaboración de Evaluaciones

En este proceso se construyen las evaluaciones que se realizan en el curso para medir el logro de los objetivos de aprendizaje definidos en este. La construcción de las evaluaciones se realiza a partir del diseño de evaluaciones descrito en la sección 14.2.2.

Para realizar esta construcción se deben seleccionar los objetos de evaluación que miden los indicadores de logro definidos en el diseño y que además satisfagan los requisitos de la evaluación, como contexto, duración de evaluación, complejidad, etc.

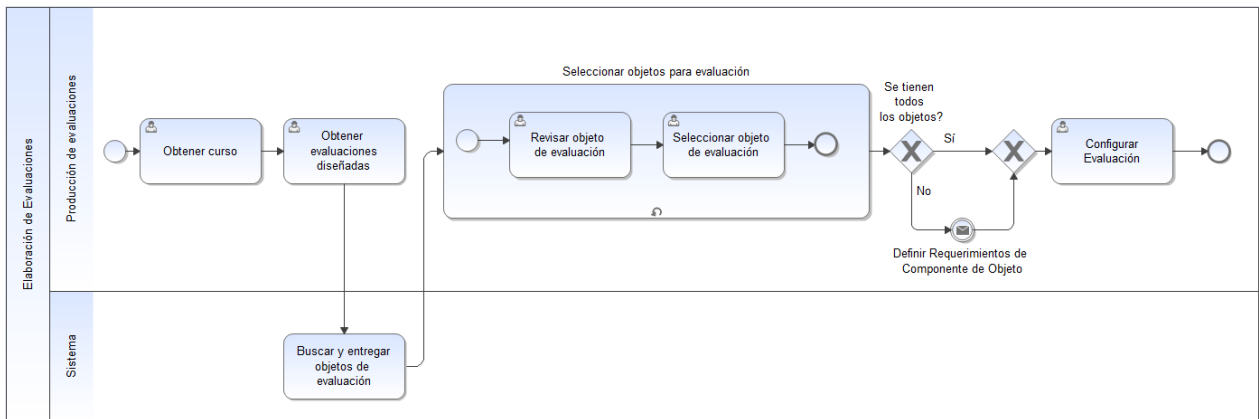


Figura 118. Proceso Elaboración de Evaluaciones

En el caso que estos objetos de evaluación no estén creados se debe solicitar su construcción definiendo los requerimientos necesarios para la construcción de estos.

14.3.2 Producción de Componentes de Objetos de Aprendizaje

En este macro-proceso se agrupan las actividades para construir componentes de objetos que posteriormente se utilizaran para construir objetos de aprendizaje y evaluaciones.

Estos procesos se definen de forma genérica pero deben ser especializados según el tipo de objeto que se produzca. Para realizar esto se utiliza como base la distinción de conceptos de la ontología y se definen lógicas para construir objetos de evaluación y objetos de contenido.

14.3.2.1 Definición de Requerimientos de Componente de Objeto

En este proceso se definen las variables que caracterizaran a un componente de objeto, tanto para objetos de evaluación como para objetos de contenido. Además se describe como se deben especificar los requerimientos para la producción de un objeto audiovisual en caso que el componente de objeto posea elementos audiovisuales o este sea soportado por algún formato multimedia.

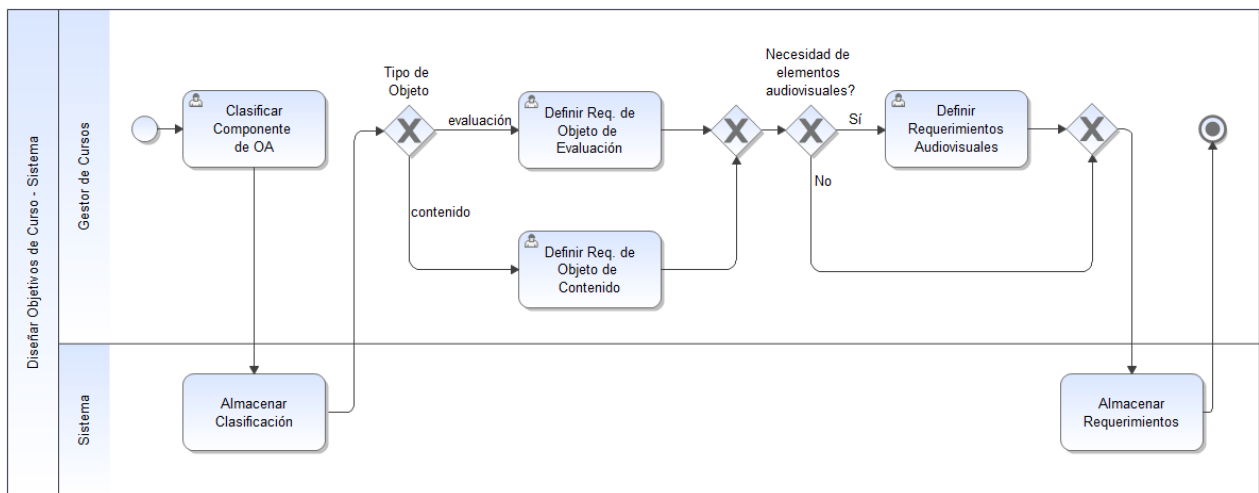


Figura 119. Definir Requerimientos de Componente de Objeto

Luego de definir los requerimientos para la construcción del componente de objeto, estos son disponibilizados para que sea producido por los proveedores de contenido.

En la Figura 120 se puede ver el proceso de definición de requerimiento para objeto audiovisual

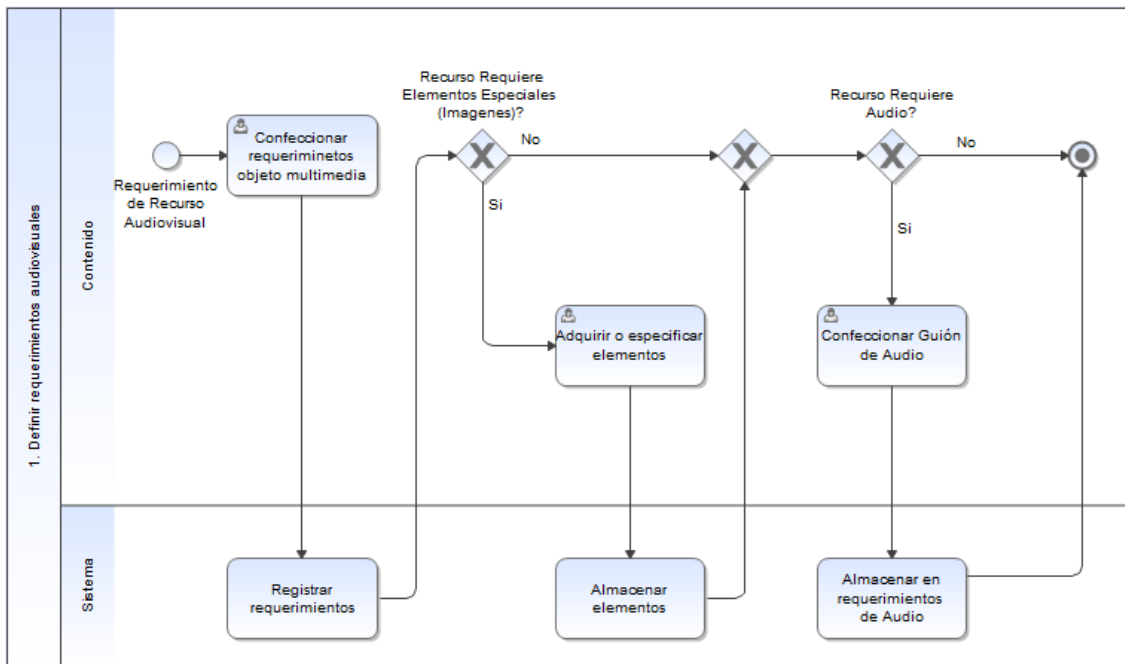


Figura 120. Definir requerimientos audiovisuales

Definición de requerimientos de objeto de evaluación

Para la creación de los requerimientos de un objeto de evaluación, se debe indicar las variables que se muestran a continuación:

Parámetro	Descripción
Curso	Indica el curso para el cual se debe construir el objeto de evaluación, como se describe en la ontología el curso se compone de Asignatura y Nivel
Tipo de Objeto de Evaluación	El tipo de objeto de evaluación indica el instrumento que se debe desarrollar para evaluar ciertos indicadores de logro, por ejemplo "Pregunta de Selección Múltiple"
Objetivo de Aprendizaje	El objetivo de aprendizaje se especifica para contextualizar a quien se encargue de construir el objeto de evaluación
Indicadores de Logro	Un objeto de evaluación puede medir uno o más indicadores de logro específicos, los indicadores de logro hacen a lusión a la habilidad específica que se desea que el estudiante domine
Contenidos prerrequisitos	Los contenidos prerrequisitos estan asociados al indicador de logro y al objeto de evaluación, estos son los contenidos que el estudiante debe dominar para rendir exitosamente el objeto de evaluación
Contexto de Aprendizaje	El contexto de aprendizaje define el ambito en el cual se busca evaluar los indicadores, por ejemplo, esto se utiliza cuando se quiere enfatizar la diferencia entre matemática para ingenieros y matematica para la carrera enfermería
Complejidad	La complejidad queda determinada por la cantidad de indicadores de logro que mide la evaluación
Prioridad	Se designa un grado de importancia al objeto de manera de ordenar la producción de objetos
Descripción	Esta descripción se utiliza para solicitar requerimientos específicos para la producción del objeto de evaluación

Figura 121. Requerimientos para Objeto de Evaluación

Definición de requerimientos de objeto de contenido

Así como para la producción de objetos de evaluación, también se debe especificar los requerimientos para la producción de objetos de contenido, la información necesaria para la gestión de estos objetos se define en la tabla de la figura.

Parámetro	Descripción
Curso	Indica el curso para el cual se debe construir el objeto de evaluación, como se describe en la ontología el curso se compone de Asignatura y Nivel
Tipo de Objeto de Contenido	El tipo de objeto de contenido indica el instrumento que se debe desarrollar, por ejemplo una "Definición", "Ejemplo", etc.
Objetivo de Aprendizaje	El objetivo de aprendizaje se especifica para contextualizar a quien se encargue de construir el objeto de contenido
Contenido	Los contenidos prerrequisitos estan asociados al indicador de logro y al objeto de evaluación, estos son los contenidos que el estudiante debe dominar para rendir exitosamente el objeto de evaluación
Contexto de Aprendizaje	El contexto de aprendizaje define el ambito en el cual esta inmerso el curso, por ejemplo, esto se utiliza cuando se quiere enfatizar la diferencia entre matemática para ingenieros y matemática para la carrera enfermería
Prioridad	Se designa un grado de importancia al objeto de manera de ordenar la producción de objetos
Descripción	Esta descripción se utiliza para solicitar requerimientos específicos para la producción del objeto de evaluación

Figura 122. Requerimientos Objeto de Contenido

14.3.2.2 Producción de Componente de Objeto

En este proceso se producen componentes de objetos a partir de los requerimientos definidos en 14.3.2.1.

La producción del contenido es principalmente externalizada a través de proveedores de contenido que desarrollan objetos de evaluación u objetos de contenido según se requiere.

En el caso que un componente de objeto contenga elementos audiovisuales, como por ejemplo preguntas con imágenes o el contenido desarrollado contenga imágenes, entonces el objeto final debe ser ensamblado y validado.

Este proceso además, contiene la actividad de parametrización de preguntas que consiste en la replicación de un objeto de evaluación de tipo pregunta.

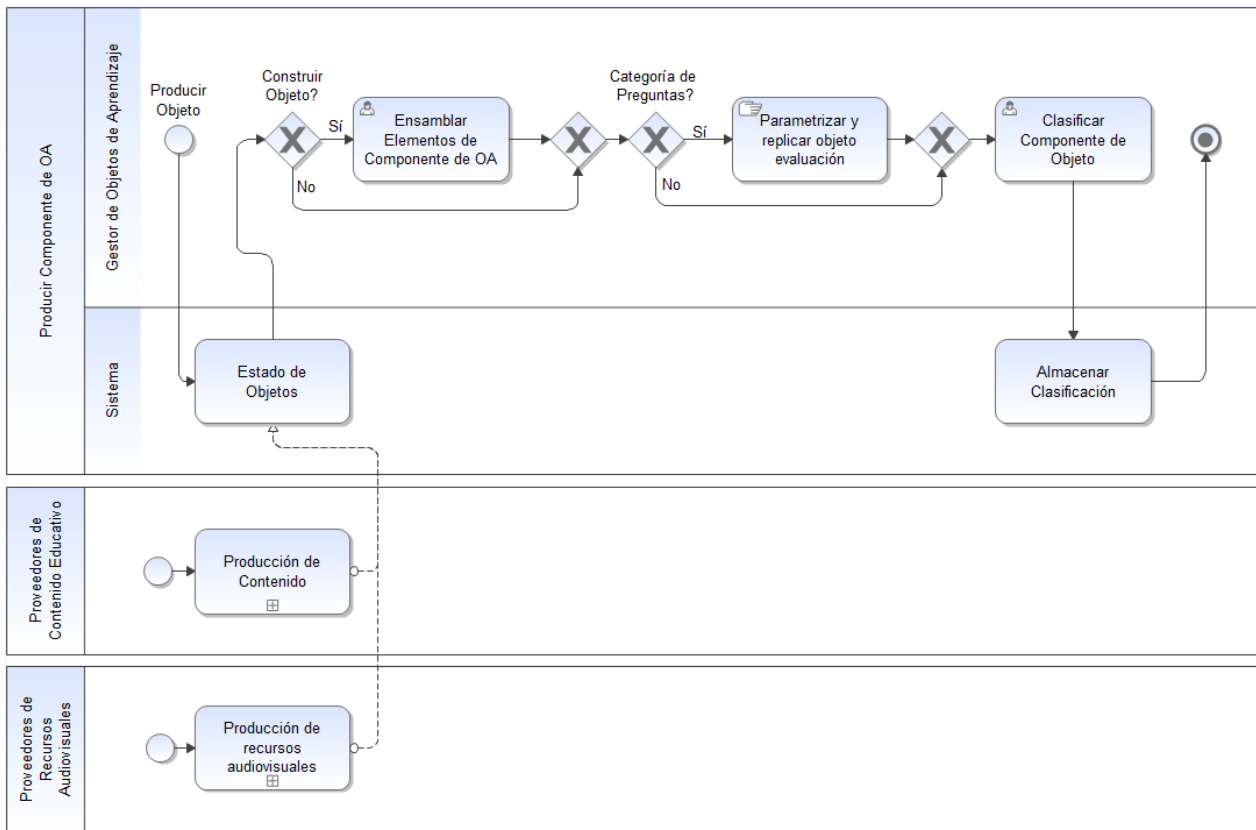


Figura 123. Proceso Producción de Componente de Objeto

Lógica de producción de categorías de preguntas

Este tipo de pregunta se crea mediante la definición de un dominio adecuado para ciertas variables de la pregunta, esto permite replicar la pregunta tantas veces sea posible combinar los valores de las variables en los dominios definidos. De esta

manera se obtiene una categoría de preguntas, que contiene *ene* preguntas de igual dificultad, con valores distintos en las variables definidas. En el lenguaje de Gal&Leo a esto se le llama parametrización de preguntas.

Actualmente los proveedores de contenido, que son principalmente docentes, deben entregar la categoría de pregunta parametrizada, por ejemplo, un categoría contiene 200 réplicas del mismo ejercicio con distintos parámetros. Para ejemplificar más aún podemos observar la Figura 124 en que se muestra un caso.

Encontrar las raices de $\langle a \rangle x^2 - \langle b \rangle x + \langle c \rangle$
Encontrar las raices de $x^2 - 2x + 1$
Encontrar las raices de $x^2 - 2x + 1$
.
.
.
Encontrar las raices de $4x^2 - 12x + 9$

Figura 124. Ejemplo de Categoría de Pregunta Parametrizada

En el caso ejemplificado el docente debe crear la pregunta, definir las variables que van a cambiar para cada ejercicio y definir el dominio de esas variables. Luego a través de un procedimiento creado por Gal&Leo, el docente debe generar y ejecutar una lógica que genere los valores distintos para esas variables hasta generar 200 ejercicios. Por último el docente debe entregar un archivo en formato xml con los 200 ejercicios de la categoría de pregunta.

Como se puede observar las capacidades que debe tener un docente para realizar esta tarea es una combinación de capacidades pedagógicas y tecnológicas, debe ser capaz de generar un ejercicio y una lógica de replicación que termina en un archivo de formato xml. Esto puede explicar una gran tasa de errores que contienen las categorías de preguntas generadas.

Este trabajo se hace cargo del problema de calidad en las categorías y se propone una lógica para la construcción de categorías de preguntas, que separa las actividades que se deben realizar para la creación de una categoría.

La separación de actividades consiste en que los proveedores de contenido se encargaran de producir el diseño de la categoría pregunta, necesitando solamente capacidades pedagógicas, y dentro de Gal&Leo se realizará la replicación a partir del diseño entregado por el proveedor, utilizando las capacidades tecnológicas de Gal&Leo.

Esta propuesta se fundamenta en un *framework* de similares características [34], construido con el objetivo de generar preguntas de forma automática a partir de un algoritmo. En el trabajo mencionado se define un “Lenguaje Específico del Dominio” que formaliza el espacio de posibles plantillas para la creación de las categorías.

Este lenguaje debe permitir a los docentes especificar lo siguiente:

- ¿Cuáles variables en la pregunta serán ajustadas?
- ¿Qué valores para esas variables son permitidos?
- ¿Cómo se calcula la respuesta correcta?
- ¿Cómo se calculan las respuestas incorrectas? (para el caso de preguntas con alternativas)

En la Figura 125 se muestra un ejemplo de la utilización del lenguaje definido que cubre las necesidades descritas, siguiendo con el ejemplo de la Figura 124.

```

template "quadratic roots" {
  question is "<a>x^2 + <b>x + <c> = 0. Solve for x."
  answer is "x = <root1>, <root2>"
  variables {
    a, b, c are integers between -10 and 10
    discriminant = b^2 - 4*a*c
    root1 = -b + sqrt(discriminant)/(2*a)
    root2 = -b - sqrt(discriminant)/(2*a)
  }
  constraints {
    root1, root2 must be integers
    root1 <> root2
    gcd(a, b, c) = 1
  }
}

```

Figura 125. Ejemplo de uso de Lenguaje de Dominio Específico [34]

En este ejemplo se define el problema de cálculo de las raíces de una ecuación cuadrática, se define la pregunta, la respuesta, las variables y las restricciones sobre las variables.

La utilización de este lenguaje permite formalizar la construcción de un apoyo computacional que permita a los proveedores entregar el diseño de las categorías de preguntas, y a Gal&Leo tomar el diseño y producir las categorías con preguntas replicadas, esto permite que Gal&Leo y los proveedores interactúen de forma eficiente.

Por último en el proceso existe una decisión de parametrización de categoría, esto se refiere a si se parametrizan los 200 ejercicios de una categoría, o se deja una categoría con un solo problema. Ya que esto hace una gran diferencia en los tiempos de producción de preguntas y por consiguiente de cursos.

Esto nos lleva a la pregunta de porque son atractivas las categorías para los clientes. La respuesta que se ha dado a esto dentro de la organización es que las categorías de preguntas permiten que las evaluaciones de los estudiantes sean construidas con ejercicios de la misma dificultad pero distintos, de manera de evitar

que los alumnos incurran en prácticas de copia. Por otro lado al generar una categoría se tiene una gran cantidad de problemas del mismo tipo para ejercitar.

El manejo de esta situación significa un cambio de prácticas en la producción, ya que actualmente se producen solo categorías de preguntas, de entre 50 y 200 ejercicios, lo que claramente tiene un costo mayor que la construcción de un ejercicio (o una categoría con solo un ejercicio). La propuesta en este trabajo es producir las categorías de preguntas solo para objetos de contenido de tipo evaluación, ya que para la ejercitación en muchos de los casos, se ha constatado con los clientes, pierde sentido el realizar más de un ejercicio idéntico que solo cambia sus parámetros.

14.3.2.3 Asegurar Calidad de Componente de Objeto

En este proceso se realiza la validación de los componentes de objetos producidos. Para esto se analizan los requerimientos definidos para la producción del objeto y se contrasta con el objeto final producido, además se realiza un análisis de si el objeto es adecuado para el propósito que debe cumplir y por último se revisa que el objeto producido no contenga errores de forma.

En caso que el objeto contenga errores, este se deriva según el error encontrado al proceso correspondiente, para esto se distingue que el objeto posea error de consistencia entre requerimientos y producto final, y que el objeto contenga errores de fondo o de forma no dependiente de los requerimientos.

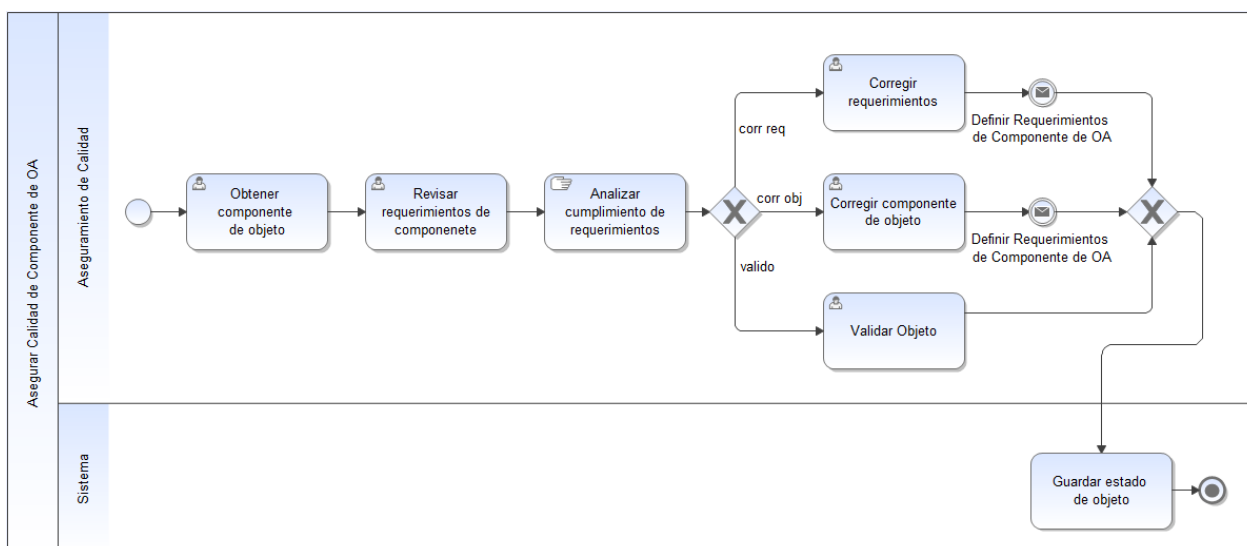


Figura 126. Proceso Asegurar Calidad de Componente de Objeto

14.3.3 Elaboración de Objetos de Aprendizaje

La elaboración de objetos de aprendizaje consiste en articular componentes de objetos de manera de crear una pieza que permita al estudiante utilizarla para alcanzar un objetivo de aprendizaje. Por lo tanto, a partir del diseño del curso, se obtienen los objetivos de aprendizaje definidos en la estructura y se elaboran los objetos que permitan alcanzar los objetivos definidos.

14.3.4 Elaboración de Lecciones

La elaboración de lecciones es bastante similar a la elaboración de evaluaciones en el sentido que se deben seleccionar los objetos de aprendizaje que permitan alcanzar los objetivos definidos en el diseño del curso.

En el caso en que los objetos de aprendizaje necesarios no existen o no han sido creados se debe tomar un curso de acción de estos:

- Se debe evaluar el reemplazo del objeto de aprendizaje necesario por otro similar.
- Se debe solicitar la creación del objeto de aprendizaje, para esto se deben definir los requerimientos necesarios para la construcción del objeto.

Parte 8: Diseño de Aplicación de Apoyo e Implementación

En esta parte se describe el diseño computacional de una aplicación de apoyo que ayuda a lograr los objetivos del proyecto, como también la implementación de esta aplicación computacional y la gestión del cambio necesaria en la organización, para adoptar las nuevas prácticas que conlleve la nueva forma de gestionar y hacer, todo esto, desde la definición inicial del proyecto hasta la adopción de las nuevas prácticas en régimen permanente.

15 Diseño de Aplicación de Apoyo

En este capítulo se detalla a través del estándar UML los diagramas que describen los requerimientos funcionales para la construcción de una aplicación de apoyo a los procesos rediseñados de Gal&Leo descritos en el capítulo 14. Dentro de estos procesos se considera el proceso de gestión del aprendizaje que se busca automatizar.

15.1 Diagrama de Paquetes

La Figura 127 describe el diagrama de paquetes propuesto para el diseño de la aplicación computacional de este proyecto.

El paquete de datos de usuario guarda todos los datos que caracterizan a un usuario, ya sea estudiante o docente, incluyendo los datos producidos una vez que el usuario interactúa con el sistema, por ejemplo para el estudiante, su ruta de aprendizaje y estado de habilidades.

El paquete de datos de usuario depende del paquete gestión del aprendizaje que contiene las lógicas implementadas para la realización de la gestión del aprendizaje personalizado, el cual depende del paquete de datos del curso y del paquete de datos gestión de cursos.

El paquete de datos de cursos contiene los paquetes de datos de los principales conceptos que hemos definido a lo largo del trabajo, que son objetos de aprendizaje, objetivos de aprendizaje y dominio del curso el cual incluye la red de contenidos del curso, además del paquete de datos de como está configurado el curso.

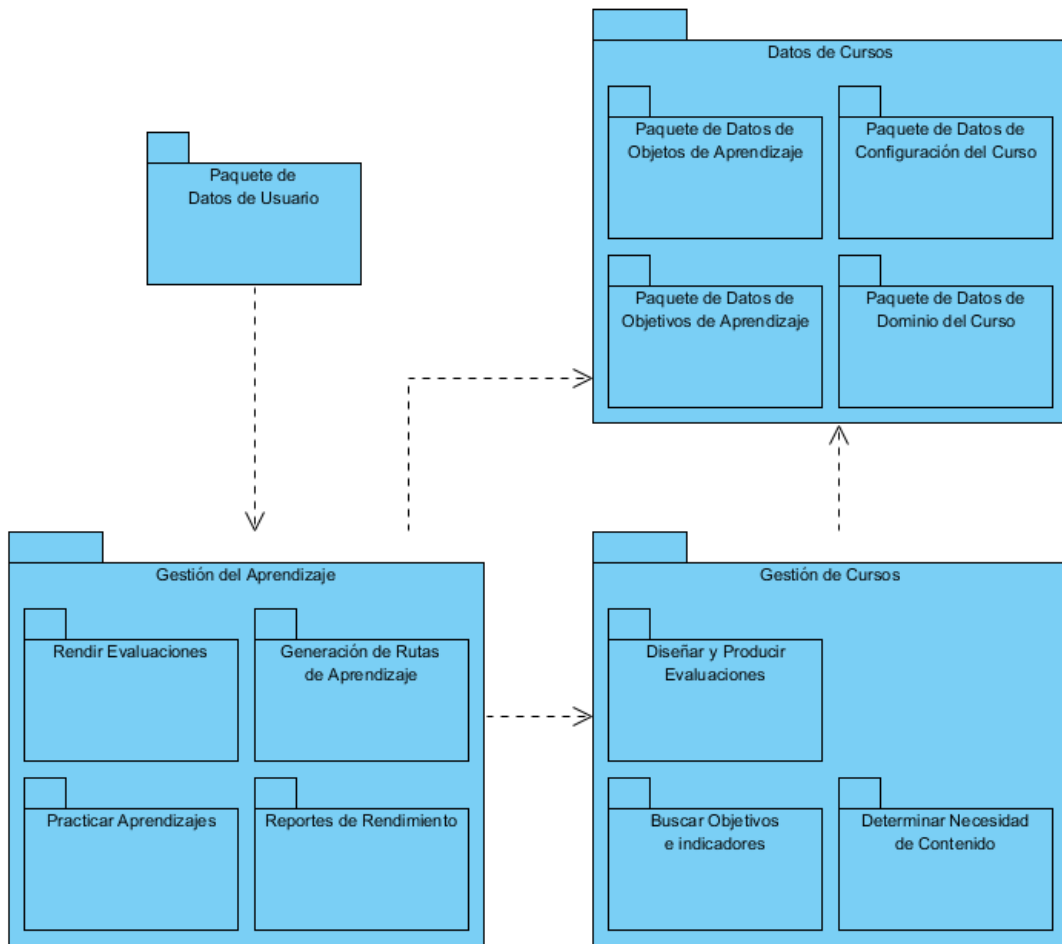


Figura 127. Diagrama de Paquetes

Por último el paquete de gestión de cursos contiene las principales lógicas que permiten configurar un curso con lo necesario para que sobre este se ejecuten las lógicas de gestión del aprendizaje personalizado.

15.2 Casos de Uso y Diagramas de Secuencia

Para la obtención de casos de uso se utilizó como referencia [37], en donde se exponen patrones para la extracción de casos de uso desde diagramas de procesos de negocio, esto con el fin de formalizar el paso desde el modelamiento del negocio hasta el modelamiento de requerimientos funcionales de la aplicación que materializarán las reglas de negocio.

15.2.1 Gestión del Aprendizaje

En la Figura 129 se muestran los casos de uso, considerados necesarios para la automatización del proceso de gestión del aprendizaje planteado en el capítulo 14. Estos casos de uso son obtenidos principalmente del proceso de gestión del aprendizaje representado en la Figura 128.

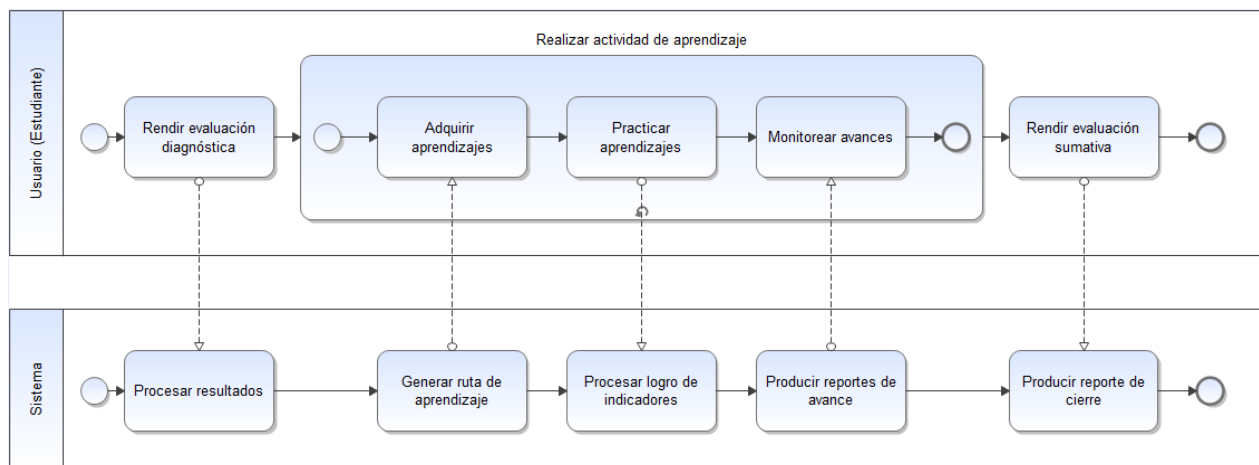


Figura 128. Gestión del Aprendizaje

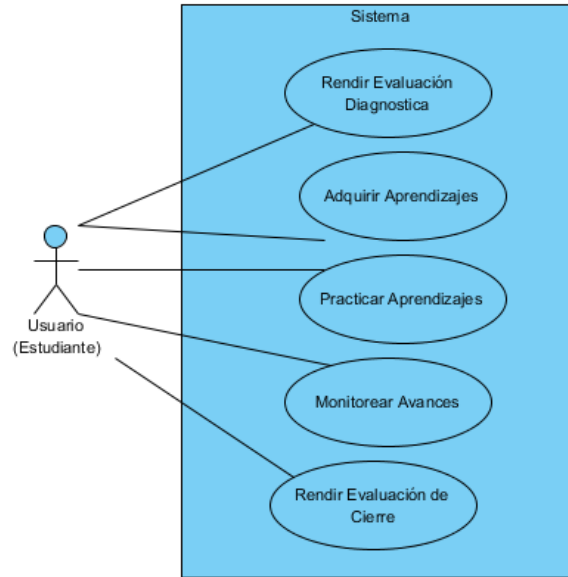


Figura 129. Casos de Uso Gestión del Aprendizaje – Estudiante

Como se puede ver en la figura se plantean cinco funcionalidades que el sistema debe disponer para lograr la gestión descrita en el proceso de gestión del aprendizaje. En este caso de uso se plantea como usuario al estudiante por lo que las funcionalidades están enfocadas hacia él.

Por otro lado en la Figura 130 se muestran los casos de uso para el usuario analista del proceso de aprendizaje o docente, el cual tiene por objetivo proporcionar información para el análisis del proceso de aprendizaje de uno o más estudiantes de forma agregada o desagregada.

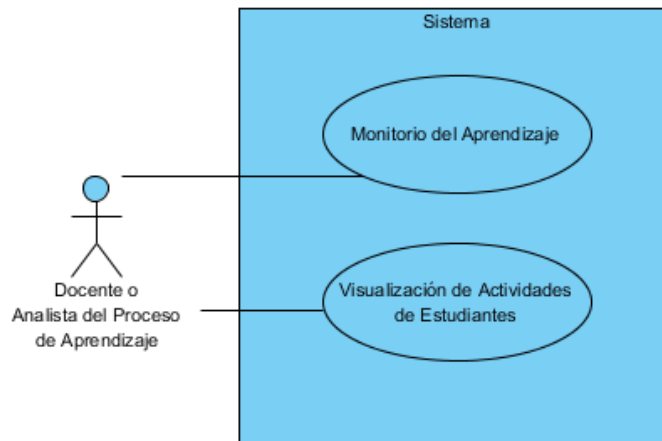


Figura 130. Caso de Uso Gestión del Aprendizaje – Docente

15.2.1.1 Rendir evaluación diagnóstica

En la Figura 131 se muestra el diagrama de secuencia sistema para el caso de uso rendir evaluación diagnóstica, esta funcionalidad implementa las herramientas necesarias para detectar el estado de conocimiento del estudiante y generar una ruta de aprendizaje, además se caracteriza por entregar retroalimentación una vez terminada la evaluación.

Como se puede observar en el diagrama, se incluyó como sistema la red social Facebook, de cual se utilizan las funcionalidades de comentar y compartir las actividades que el estudiante realiza sobre el sistema.

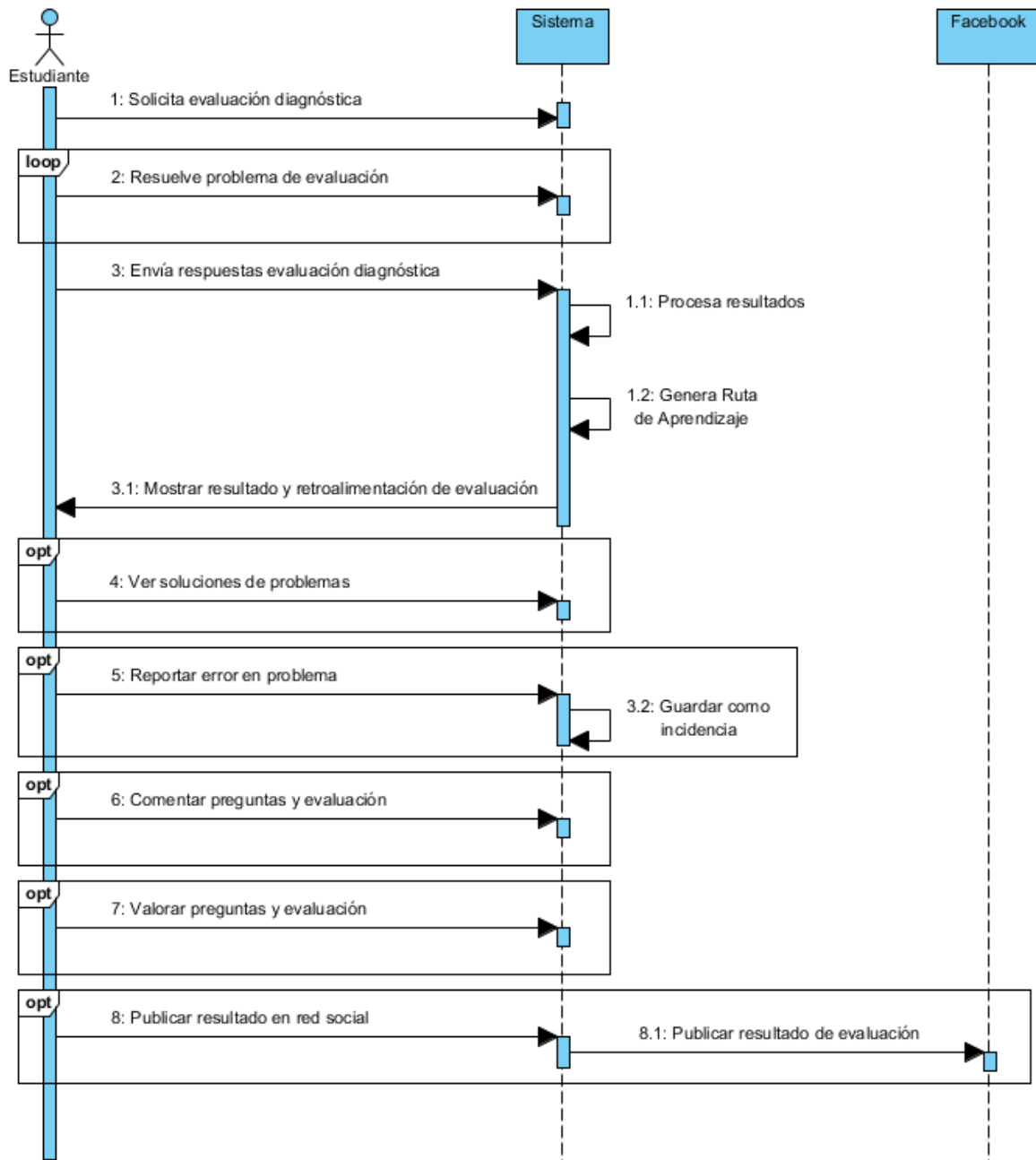


Figura 131. Diagrama de Secuencia Sistema Rendir Evaluación Diagnóstica

La retroalimentación que el sistema entrega al estudiante una vez que rinde la evaluación consiste en:

- Resultado evaluación con un puntaje
- Tasa de logro de indicadores medidos
- Soluciones de problemas planteados en la evaluación
- Recomendación de contenidos a reforzar para mejorar rendimiento

Una vez que el estudiante ha terminado de rendir la evaluación, este es capaz de comentar y valorar los problemas y la evaluación completa, reportar errores en preguntas y publicar su resultado en la red social Facebook.

En la Figura 132 se muestra el diagrama de secuencia extendido para el caso de uso rendir evaluación diagnóstica.

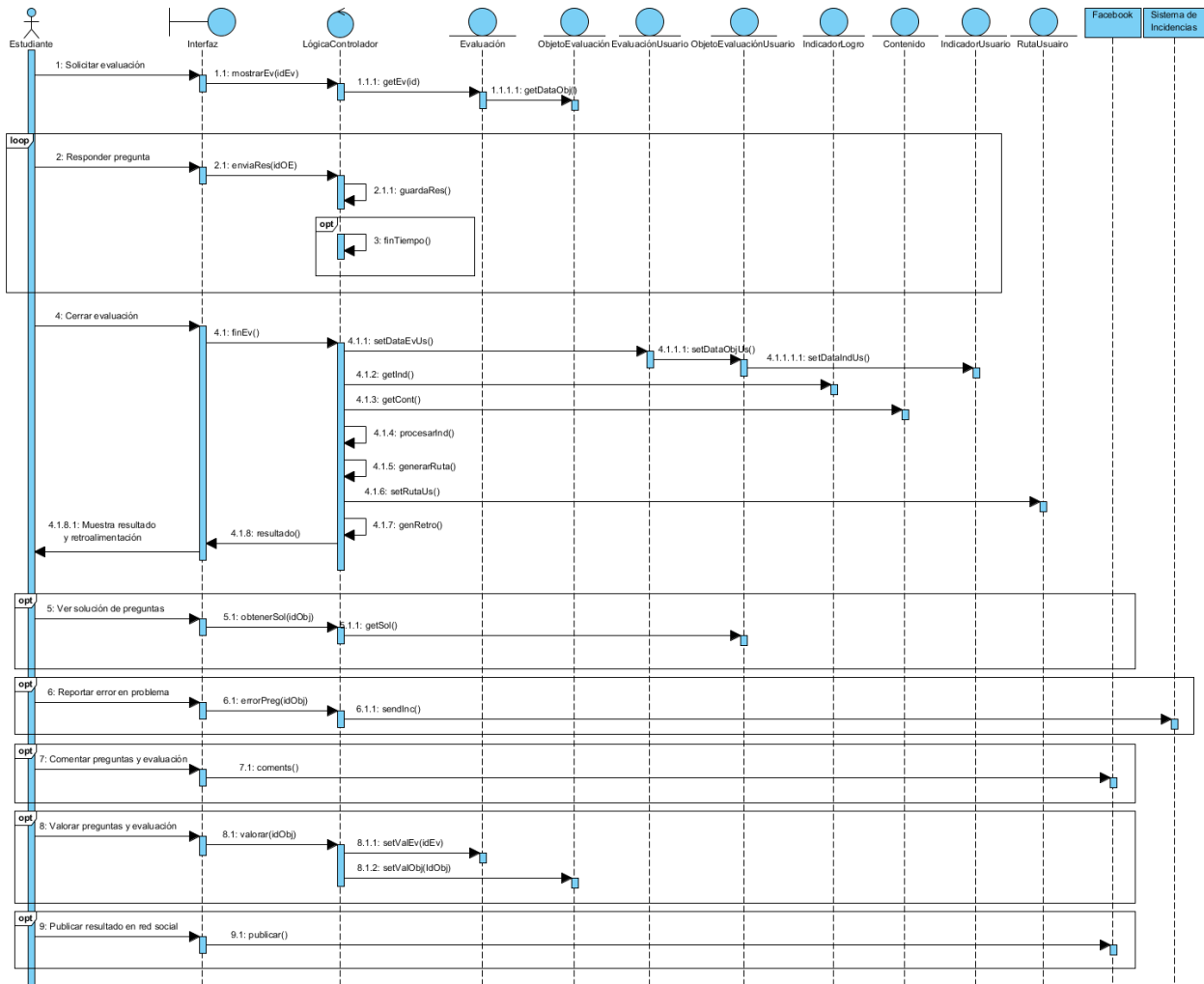


Figura 132. Diagrama de Secuencia Extendido Rendir Evaluación Diagnóstica

15.2.1.2 Practicar aprendizajes

En la Figura 133 se muestra el diagrama de secuencia sistema para el caso de uso practicar aprendizajes, en este caso, el estudiante rinde una evaluación que posee la característica de que la retroalimentación se muestra después de cada problema, esta retroalimentación contiene, además de la solución del problema

planteado, una serie de enlaces a explicaciones de los contenidos requisitos para resolver el problema.

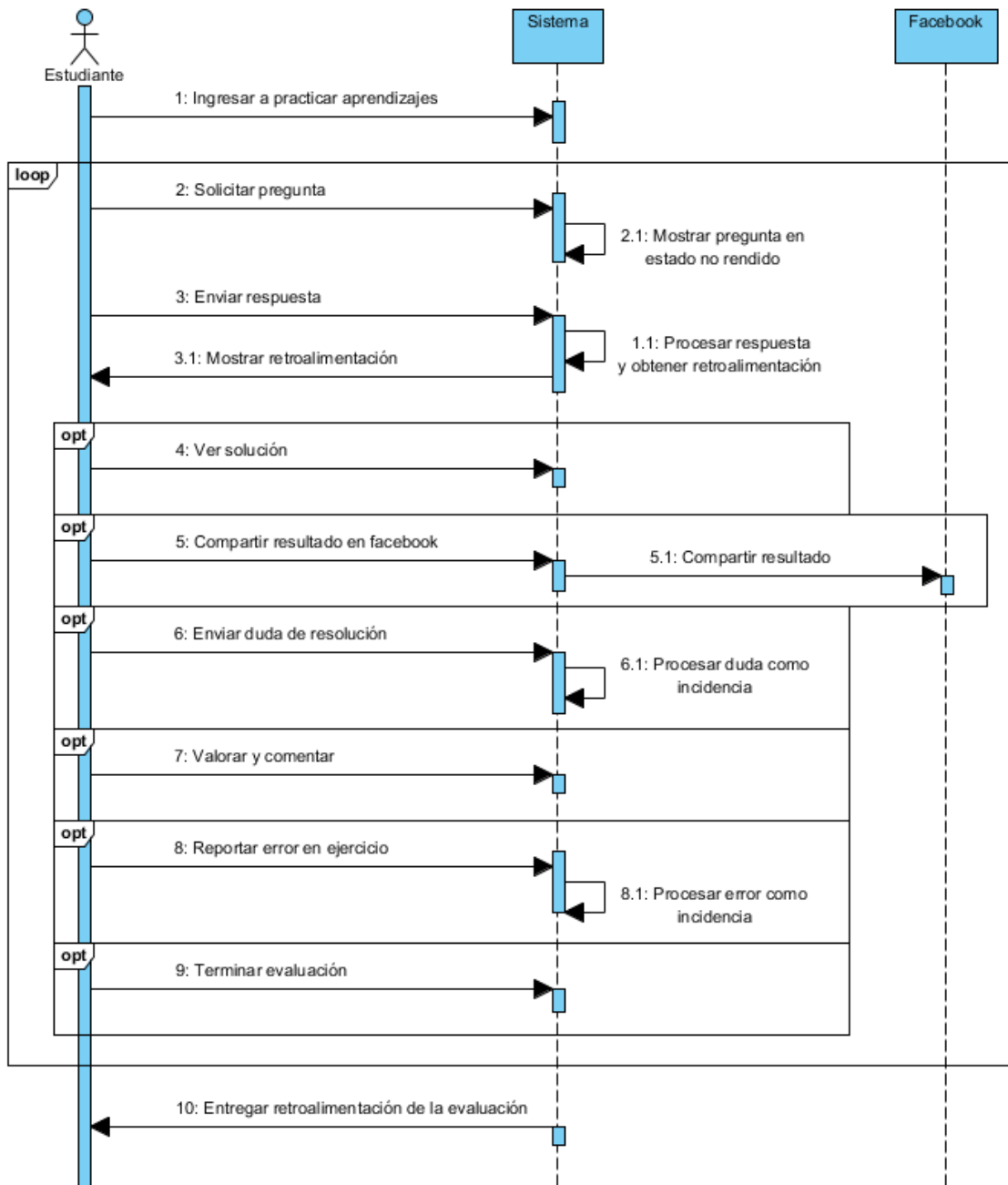


Figura 133. Diagrama de Secuencia Sistema Practicar Aprendizajes

En la Figura 134 se muestra el diagrama de secuencia extendido para el caso de uso practicar aprendizajes.

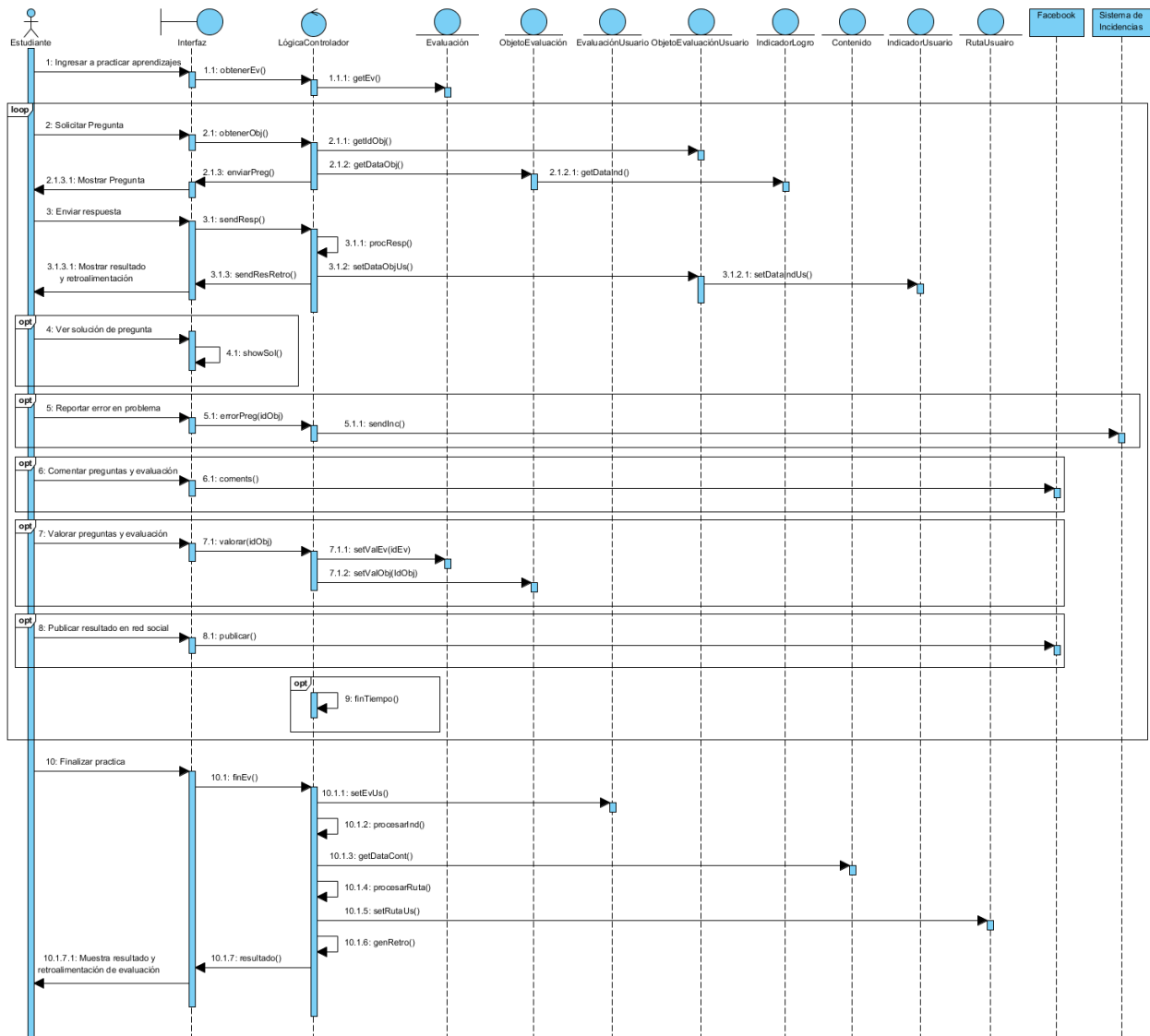


Figura 134. Diagrama de Secuencia Extendido Practicar Aprendizajes

15.2.1.3 Monitorear avances de aprendizaje

En la Figura 135 se muestra el diagrama de secuencia para el caso de uso monitorear avances de aprendizaje, en el cual es estudiante es capaz de visualizar gráficamente el rendimiento esperado y el rendimiento logrado agrupado por objetivo de aprendizaje, por cada indicador de logro y por cada contenido, definidos en el curso.

Además, el estudiante puede acceder a un reporte acerca del tiempo invertido en estudio y practica de aprendizajes.

Por último, el estudiante tiene acceso a recomendaciones de estudio, según su rendimiento en los objetivos del curso.

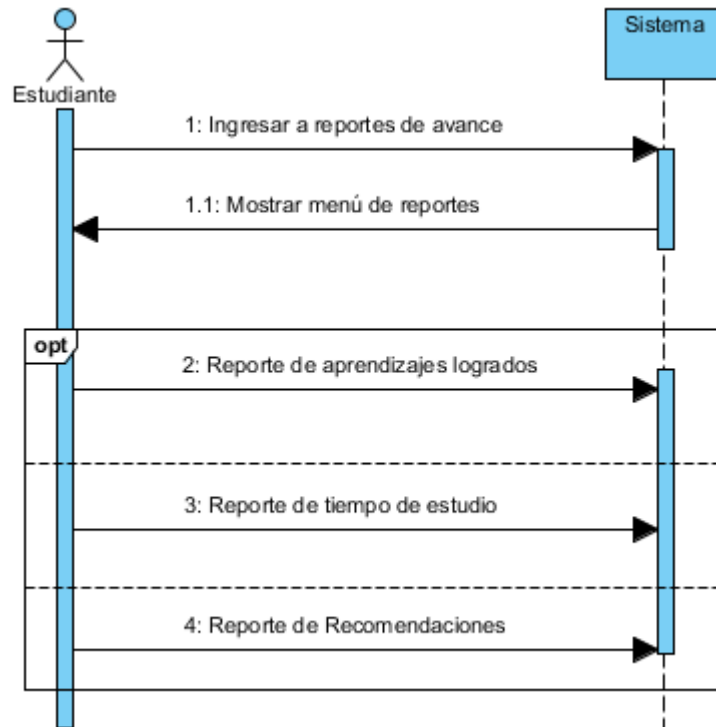


Figura 135. Diagrama de Secuencia Sistema Monitorear Avances de Aprendizajes

Los indicadores que se muestran en el reporte de rendimiento, y que están a nivel de objetivo de aprendizaje, indicador de logro y contenidos, corresponden a:

- Tasa de logro (Rendimiento)
- Cantidad de veces medido (indicador o contenido específico)
- Tiempo de práctica
- Tempo empleado vs tiempo esperado
- Recomendaciones de estudio

El diagrama de la Figura 136, corresponde el diagrama de secuencia extendido del caso de uso monitorear avances.

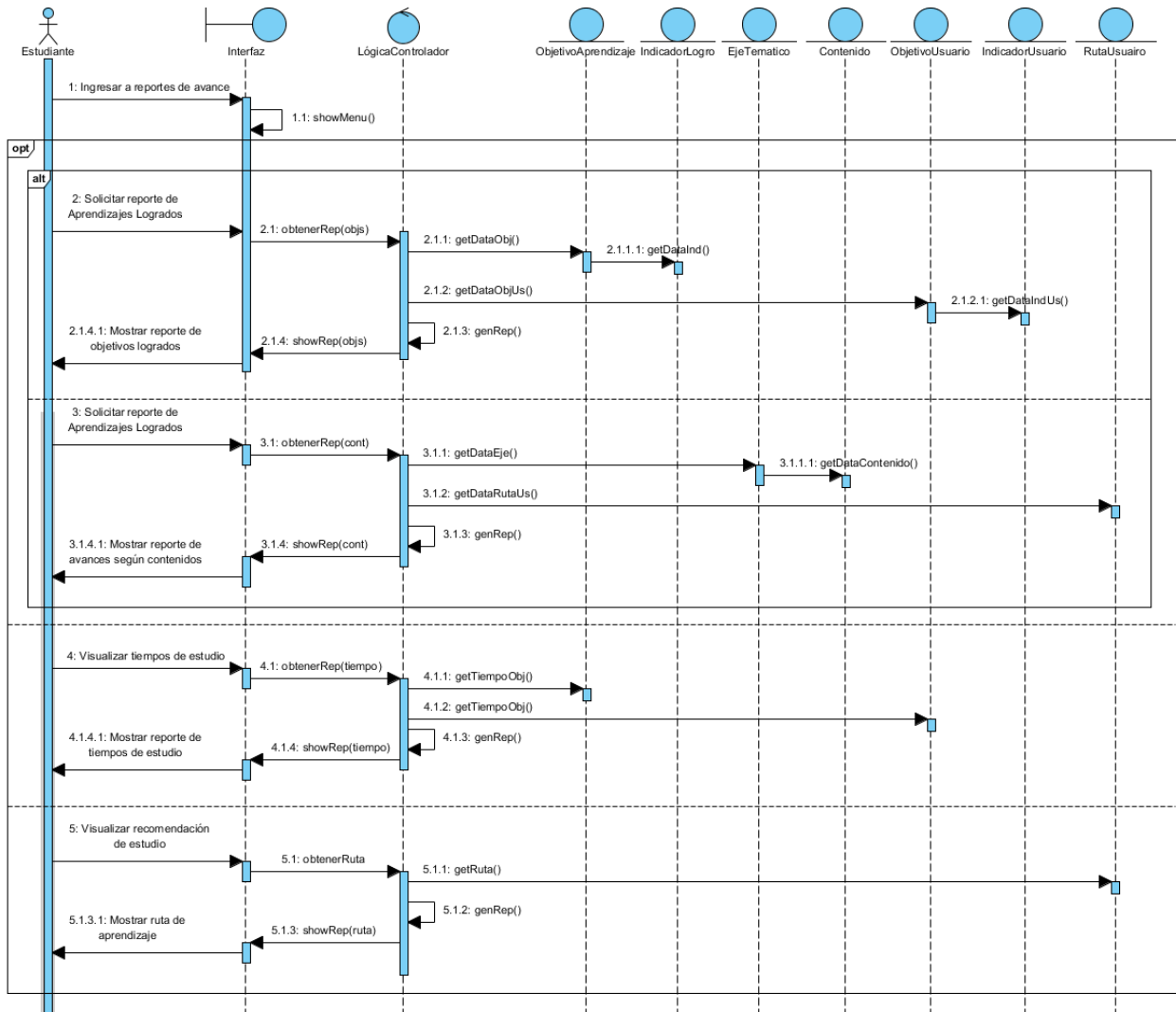


Figura 136. Diagrama de Secuencia Extendido Monitorar Avances

15.2.1.4 Adquirir aprendizajes

En la figura se muestra el diagrama de secuencia para el caso de uso adquirir aprendizajes, en el que se provee al estudiante un objeto de aprendizaje de acuerdo al contenido que solicita estudiar. Este objeto de aprendizaje incluye un objeto de evaluación que debe ser rendido para dar por concluido el estudio del contenido, ya que con esto se determina el tiempo de estudio empleado por el estudiante para el contenido.

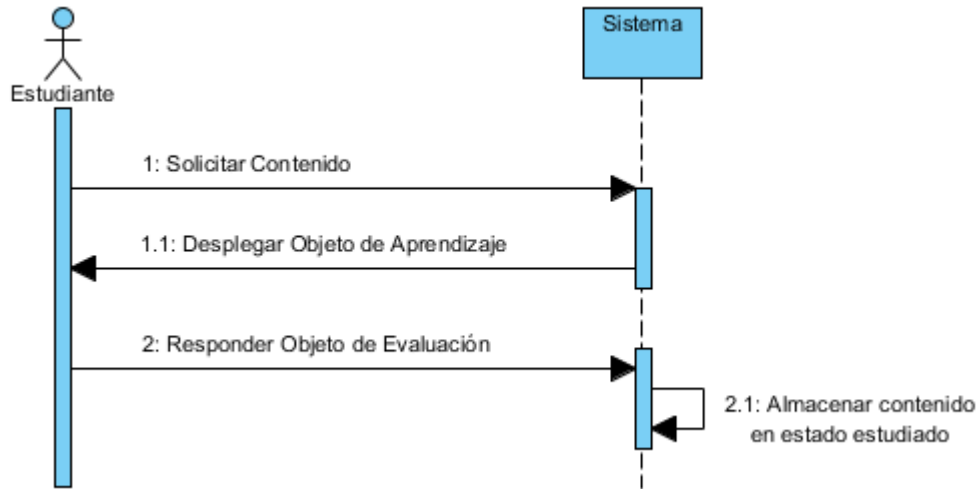


Figura 137. Diagrama de Secuencia Sistema Adquirir Aprendizajes

En la figura se muestra el diagrama de secuencia extendido para el caso de uso adquirir aprendizajes.

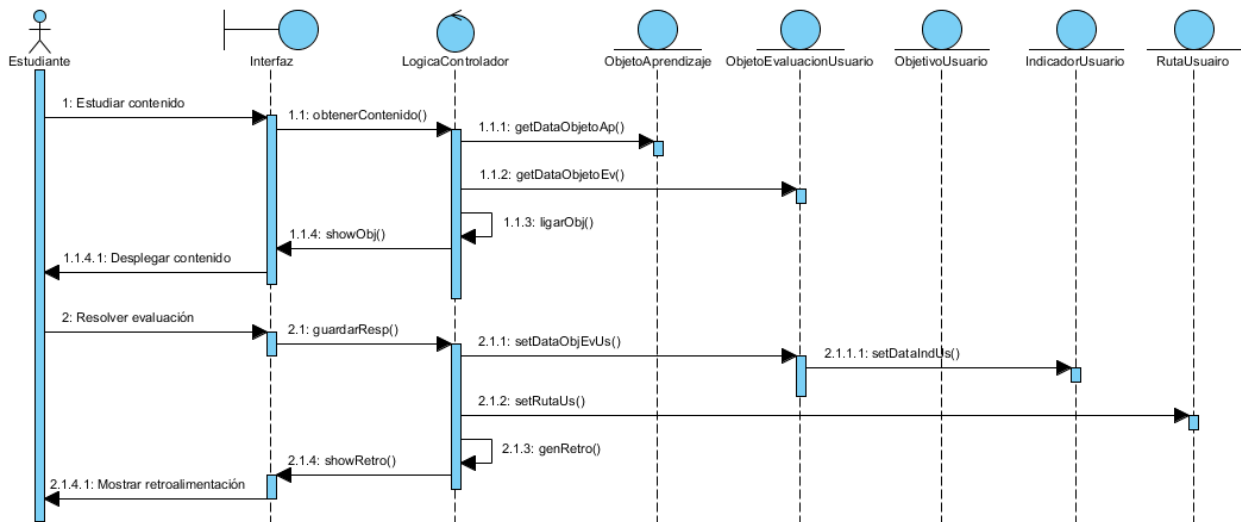


Figura 138. Diagrama de Secuencia Extendido Adquirir Aprendizajes

15.2.2 Planificar Producción de Cursos en línea

En esta parte se describen los casos de uso y diagramas de secuencia para las actividades con apoyo computacional del macro-proceso “Planificar Producción de Cursos en línea”, en particular los macro-procesos “Diseñar Curso” y “Determinar Necesidad de Producción de Contenido”.

15.2.2.1 Diseñar Objetivos de Curso

En la Figura 139 se muestra el proceso “Diseñar Objetivos de Curso”. Este proceso se apoya con una aplicación que permite gestionar los objetivos de un curso, a través de la búsqueda y selección de objetivos ya almacenados en el sistema o la creación de nuevos objetivos. Además se permite definir el tiempo estimado en el que se debe lograr cada objetivo de aprendizaje y asignar los contenidos necesarios para lograr los objetivos.

Las funcionalidades que se propone desarrollar para el apoyo a este proceso están descritas en el diagrama de Casos de Uso de la Figura 140, y corresponden a:

- Búsqueda y selección de Objetivos de Aprendizaje.
- Mantenimiento de Objetivos de Aprendizaje (Crear, Eliminar).
- Asignación de tiempo a Objetivo de Aprendizaje en Curso.
- Crear relación de objetivos con contenidos

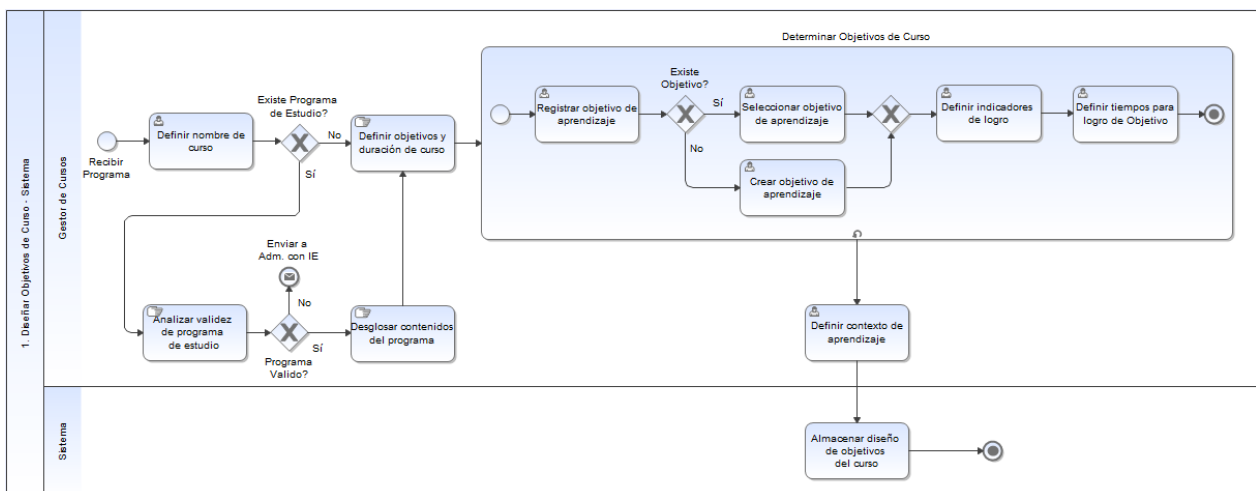


Figura 139. Proceso Diseñar Objetivos de Curso

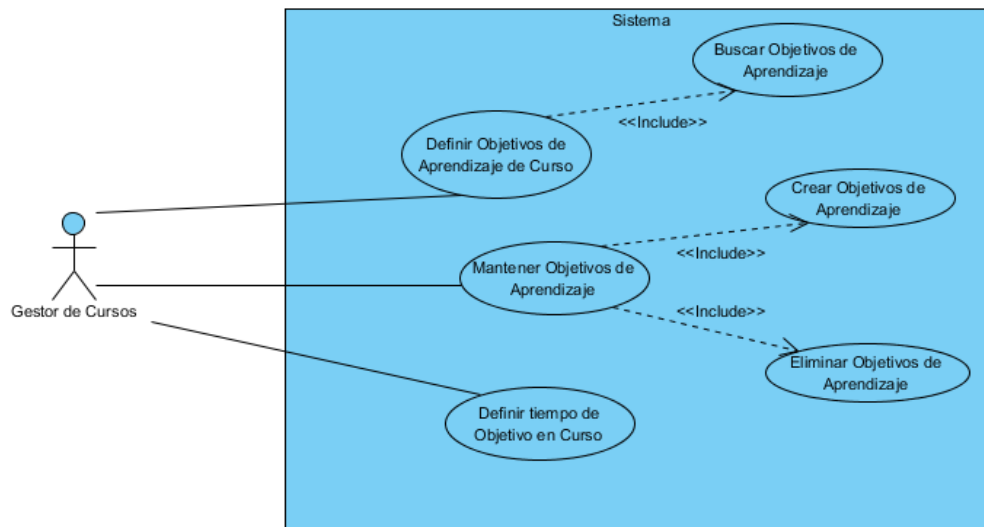


Figura 140. Caso de Uso Diseñar Objetivos de Curso

La Figura 141 describe el diagrama de secuencia de los casos de uso necesarios para diseñar los objetivos de un curso.

La interacción con el usuario es básicamente la siguiente:

1. Seleccionar curso.
2. Buscar Objetivo de Aprendizaje.
3. Seleccionar/Crear Objetivos de Aprendizaje.
4. Definir tiempos para el logro de los Objetivos de Aprendizaje.
5. Relacionar objetivos a contenidos.
6. Por último el sistema reporta la cantidad de objetivos y tiempo total para lograr estos.

La búsqueda de Objetivos de Aprendizaje en el sistema se realiza a través de los siguientes criterios:

- Asignatura
- Nivel
- Contenido

- Búsqueda semántica

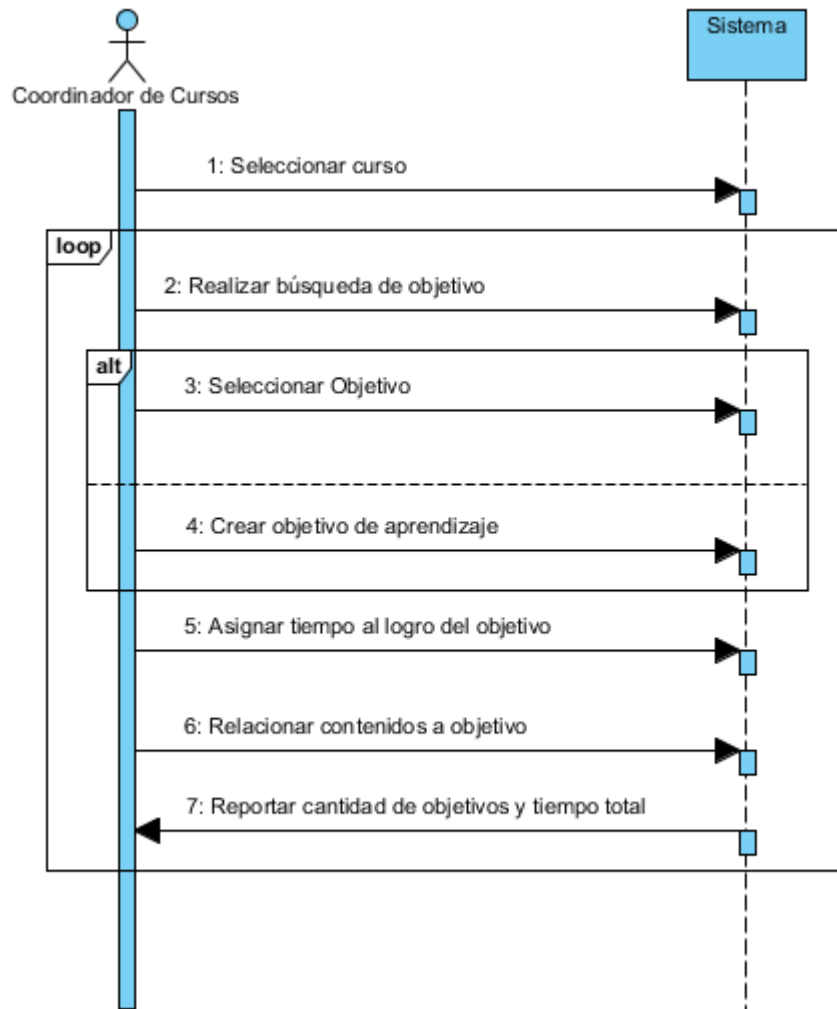


Figura 141. Diagrama de Secuencia Sistema Diseñar Objetivos de Curso

En la Figura 142 se muestra el diagrama de secuencia extendido que detalla la interacción usuario sistema a través del *framework* modelo-vista-controlador.

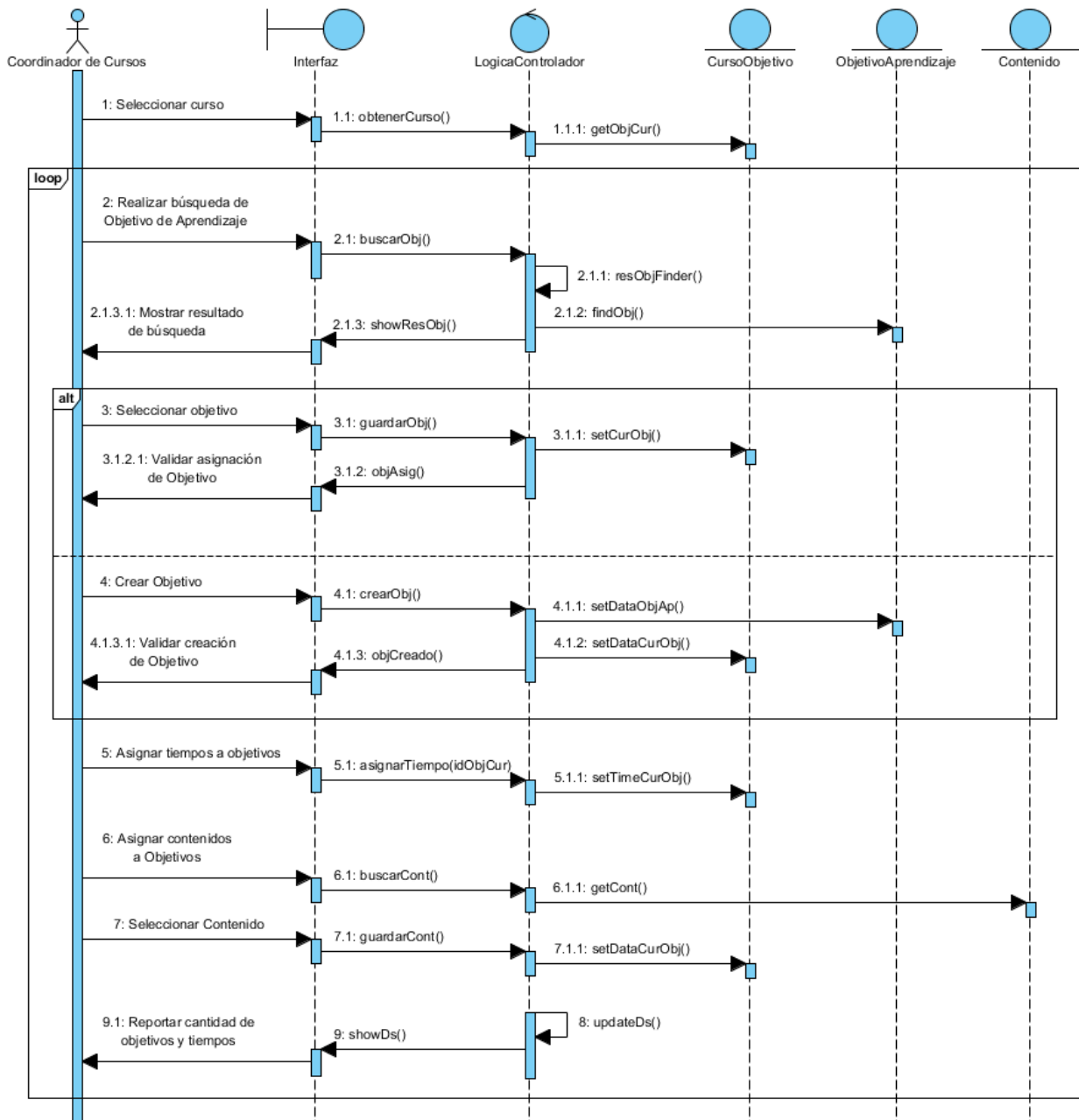


Figura 142. Diagrama de Secuencia Extendido Diseñar Objetivos de Curso

15.2.2.2 Diseñar Estructura de Curso

Este caso de uso contempla la funcionalidad necesaria para crear la estructura de un curso, entendiéndose como la estructura definida en la ontología: *Unidad*, *Tema* *Sección*. Por otro lado se contempla también la funcionalidad para distribuir los objetivos de aprendizaje definidos dentro de la estructura del curso.

La Figura 143 describe el proceso para diseñar la estructura del curso y el caso de uso de la Figura 144 las funcionalidades que apoyan al proceso.

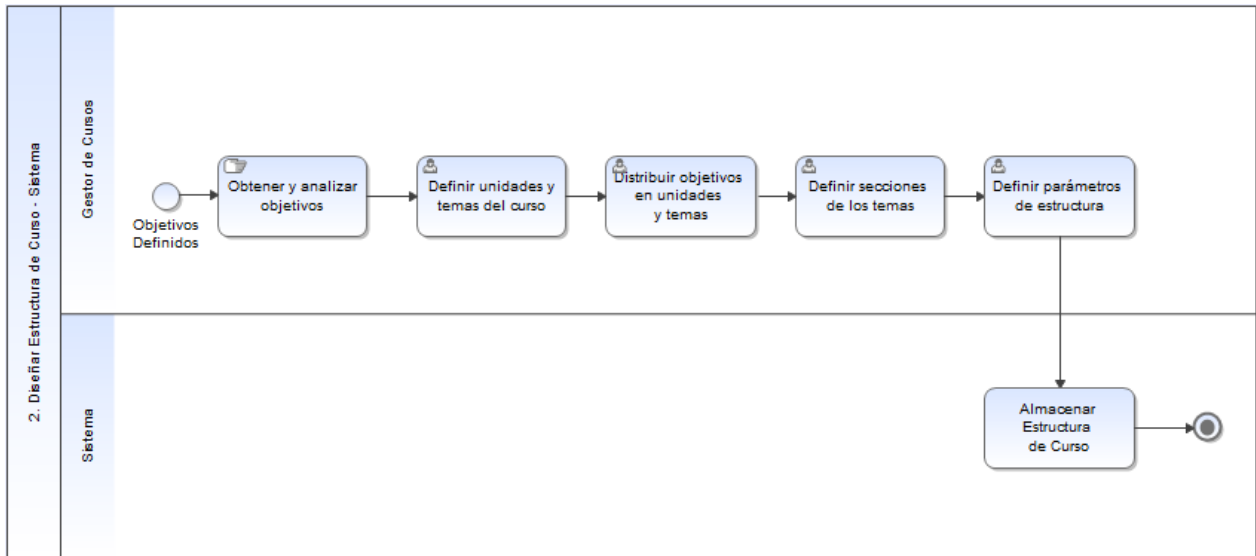


Figura 143. Proceso Diseñar Estructura de Curso

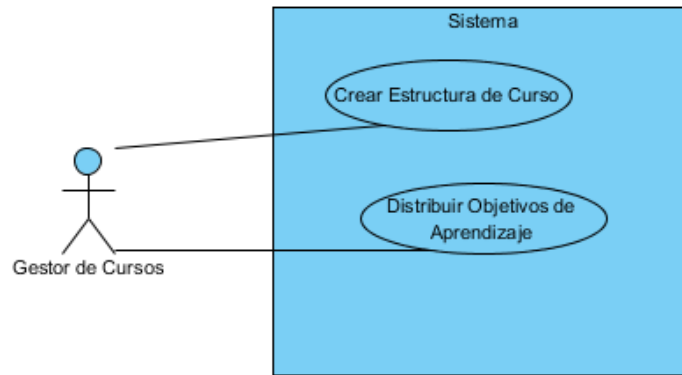


Figura 144. Caso de Uso Diseñar Estructura de Curso

En la figura se describe el diagrama de secuencia de los casos de uso de diseñar estructura de curso. La interacción con el usuario para diseñar la estructura de un curso consta de los siguientes pasos:

1. Crear Unidades.

2. Asignar Objetivos a Unidades.
3. Crear Temas.
4. Asignar Objetivos a Temas.
5. Crear Secciones.

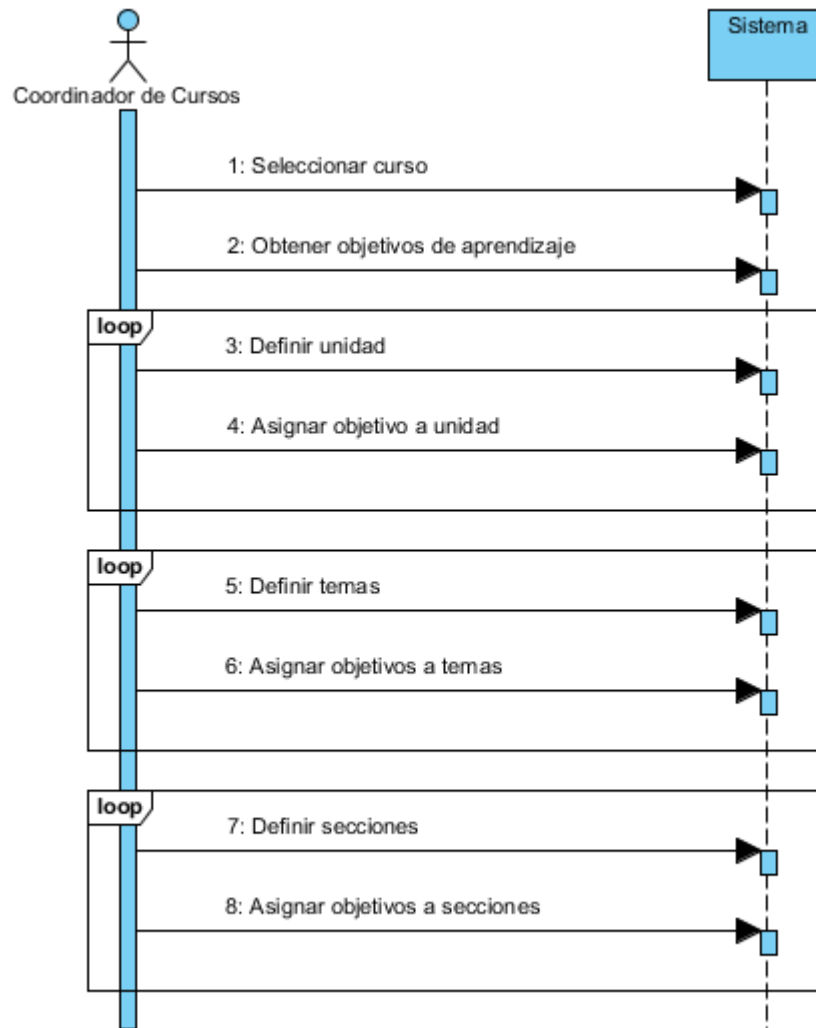


Figura 145. Diagrama de Secuencia Sistema Diseñar Objetivos de Curso

En la Figura 146 se muestra el diagrama de secuencia extendido para el diseño de la estructura de un curso

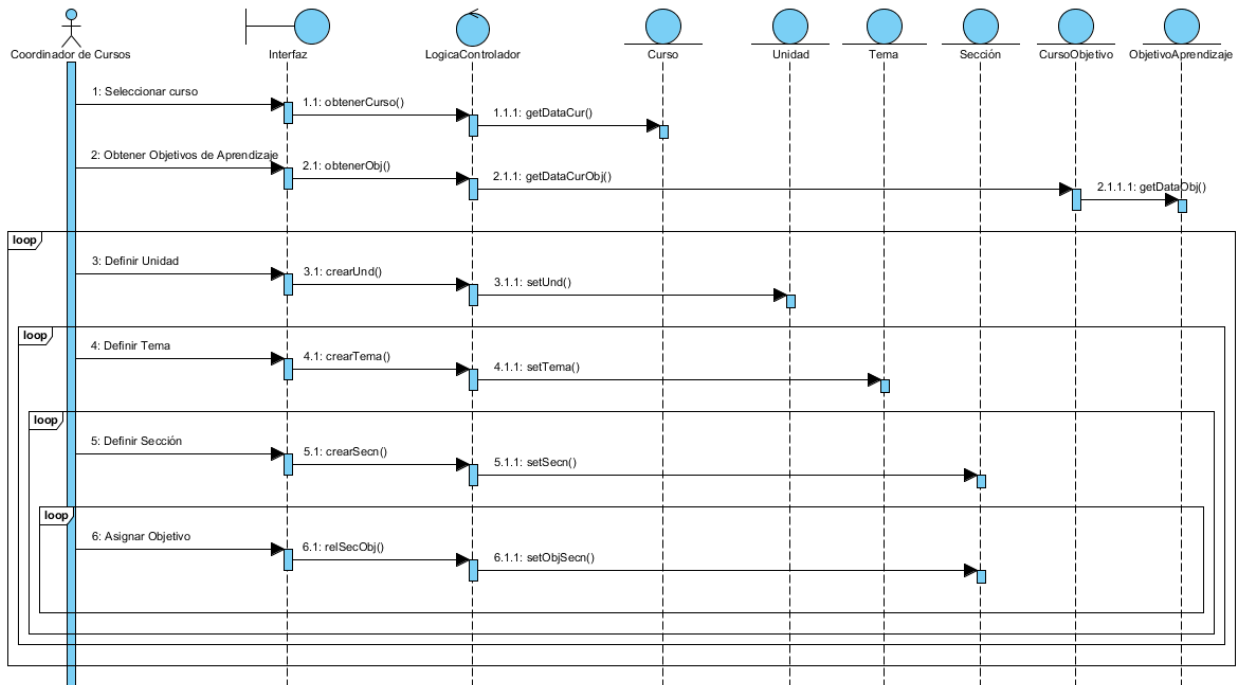


Figura 146. Diagrama de Secuencia Extendido Diseñar Estructura de Curso

15.2.2.3 Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes

El proceso “Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes” descrito en la Figura 147 se apoya con las funcionalidades “Diseñar Evaluaciones” y “Mantener Indicadores de Logro” de la Figura 148.

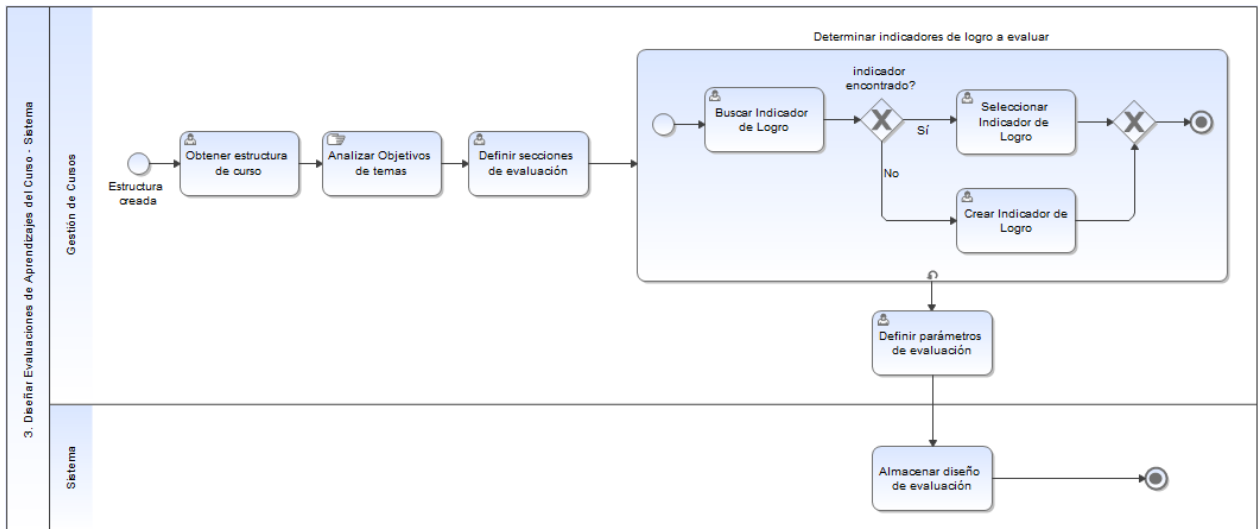


Figura 147. Proceso Diseñar Sección de Evaluación

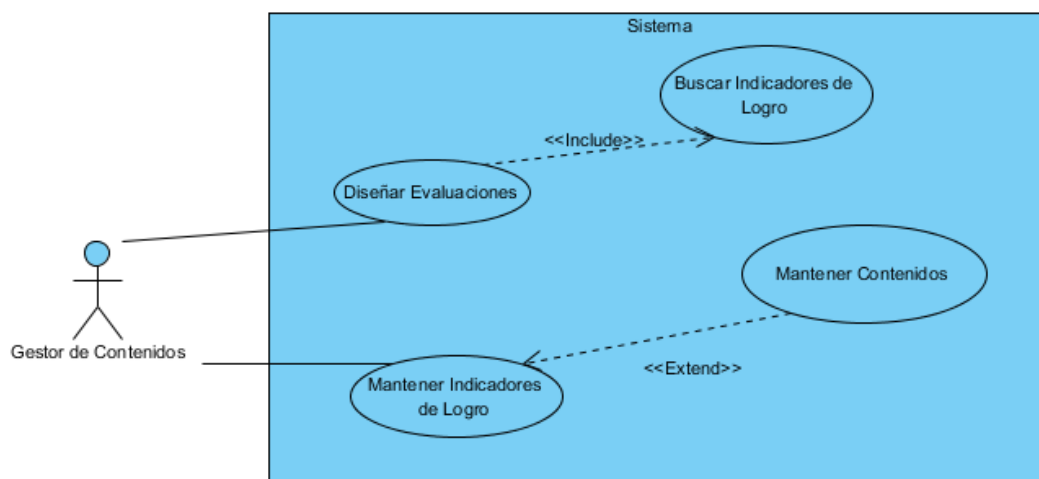


Figura 148. Caso de Uso Diseñar Sección de Evaluación

El caso de uso “Diseñar Evaluación” contempla la definición del tipo de evaluación, el tiempo, la cantidad de objetos de evaluación y los indicadores de logro que mide la evaluación, para que esta funcionalidad se pueda efectuar es necesaria la inclusión la funcionalidad de búsqueda de Indicadores de Logro.

Las evaluaciones pueden configurarse con cantidad definida de preguntas a resolver, con un tiempo definido para la evaluación, o con tiempo indefinido y cantidad indefinida de preguntas, según como sea necesario para el curso.

El caso de uso mantener Indicadores de Logro es una funcionalidad que permite crear Indicadores de Logro, de forma que se pueda diseñar una evaluación para la cual no hay indicadores de logro registrados en el sistema. La funcionalidad de mantener los Indicadores de Logro implica que se debe cubrir la necesidad de gestionar y mantener contenidos específicos, que son necesarios para lograr el indicador creado.

La interacción del coordinador de cursos con el sistema para diseñar evaluaciones de un curso se puede resumir como:

1. Seleccionar Curso.

2. Obtener Objetivos.
3. Obtener Secciones de Evaluación.
4. Definir tipo de Evaluación para Sección.
5. Definir tiempo de Evaluación.
6. Definir Indicadores de Logro que se medirán en la Sección.
7. Definir Cantidad de Objetos de Evaluación en función del tiempo de Evaluación.
8. Definir otros parámetros evaluación

En la Figura 149 se muestra el diagrama de secuencia sistema para el diseño de una evaluación de un curso.

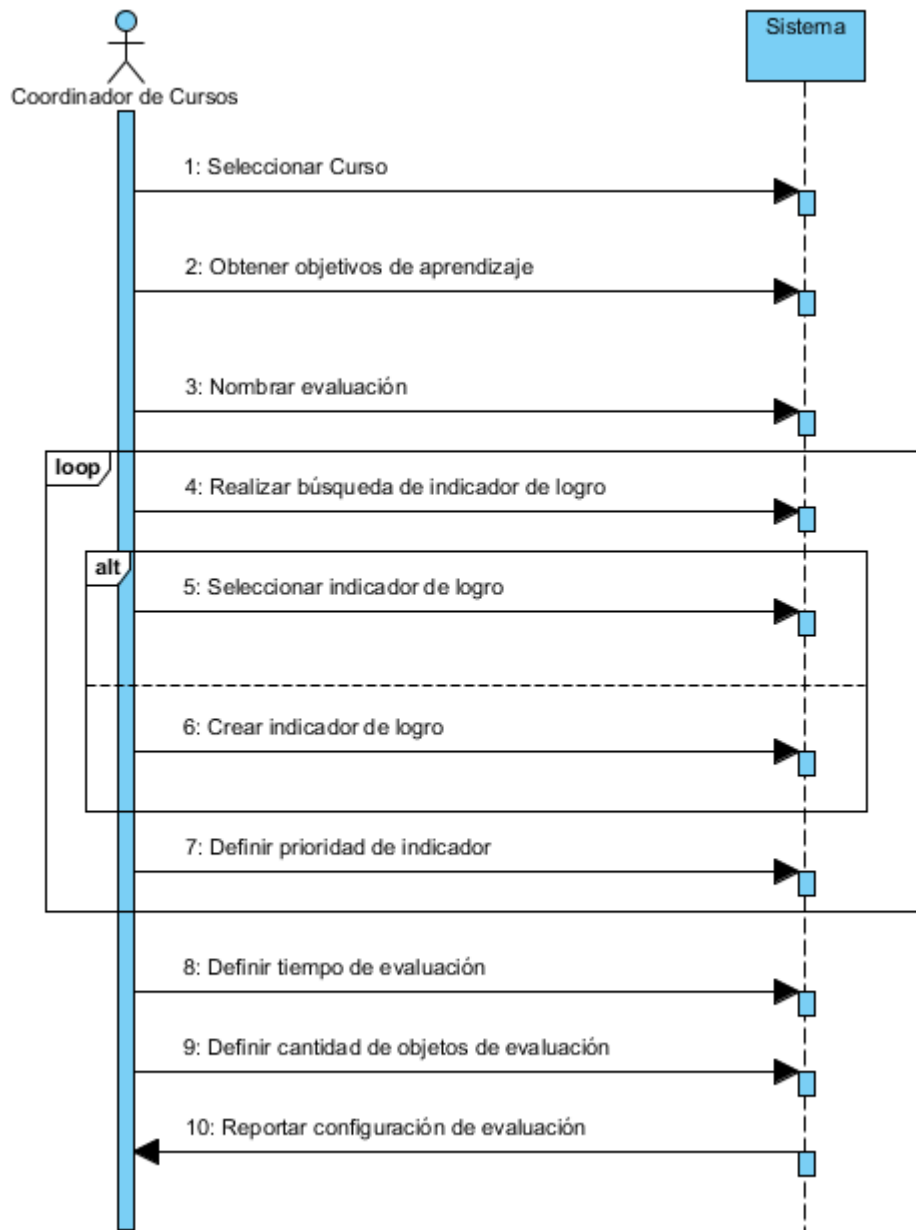


Figura 149. Diagrama de Secuencia Sistema Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes

La Figura 150 muestra el diagrama de secuencia extendido para el diseño de evaluaciones de un curso.

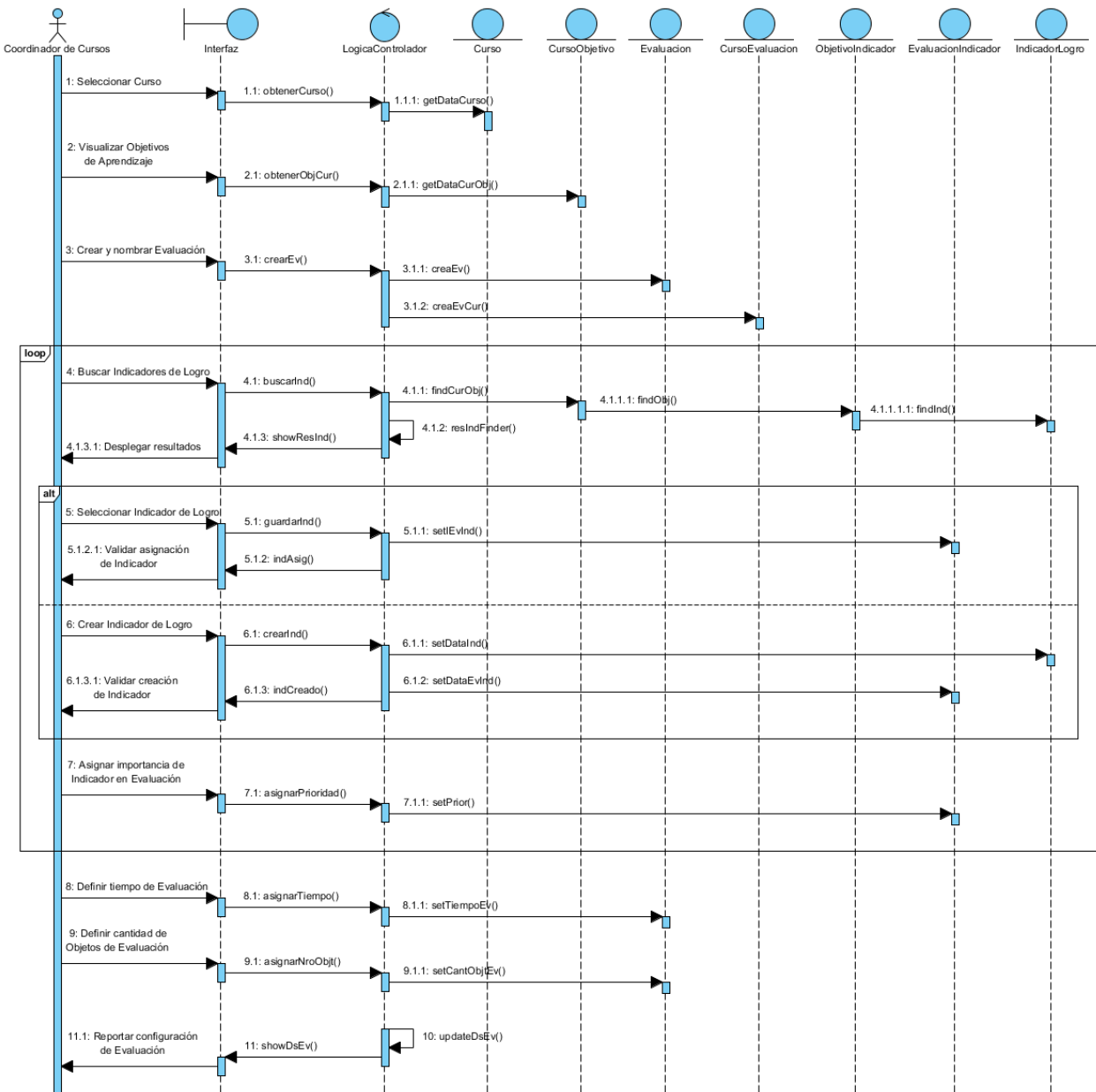


Figura 150. Diagrama de Secuencia Extendido Diseñar Evaluaciones de Aprendizajes

15.2.2.4 Determinar Necesidad de Contenido

Los casos de uso, Figura 152, que modelan las funcionalidades de apoyo al proceso “Determinar Necesidad de Contenido” de la Figura 151, son:

- Obtener Estructura de Curso: Esta funcionalidad permite visualizar la estructura y los objetivos definidos para un curso.

- Invocar Objetos de Aprendizaje: Al invocar los Objetos de Aprendizaje se realiza una búsqueda de Objetos de Aprendizaje y Componentes de OA que estén relacionados con los Objetivos de Aprendizaje, Indicadores de Logro y Contenidos definidos en la estructura del curso.
- Visualizar Objetos de Aprendizaje: Con esta funcionalidad el analista de contenido puede visualizar los Objetos de Aprendizaje y Componentes de OA propuestos por el sistema, de manera que puede analizar su validez para el curso.
- Clasificar Objetos de Aprendizaje: Esta funcionalidad permite asignar un valor al objeto (Aplica, Aplica con Modificación, No Aplica) asociado al curso, con el cual se determina si el objeto se puede reutilizar o se debe modificar para su utilización en el curso, así como también que objetos propuestos se deben desechar ya que no aplican para el curso.

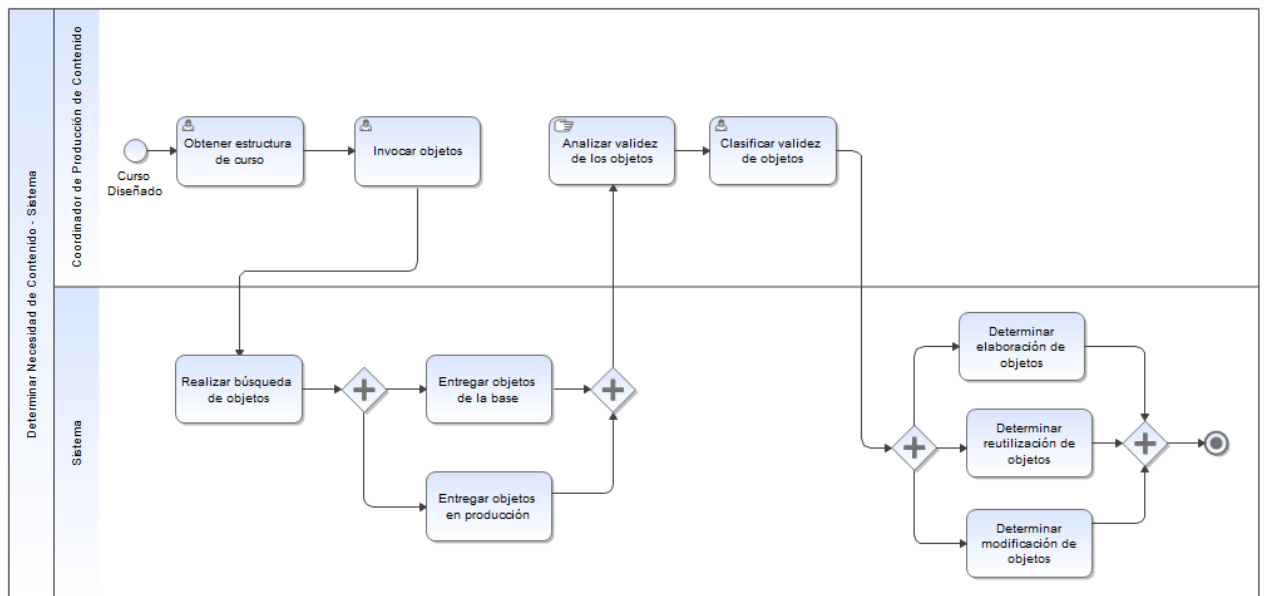


Figura 151. Proceso Determinar Necesidad de Objetos

Las variables que se consideran para realizar la búsqueda de objetos son las siguientes:

Búsqueda de un Objeto de Aprendizaje

- Nivel

- Asignatura
- Eje
- Clasificación de Bloom
- Contenido
- Contexto de aprendizaje

Búsqueda de un Objeto de Contenido

- Nivel
- Asignatura
- Eje
- Contenido
- Dificultad
- Contexto de aprendizaje

Búsqueda de un Objeto de Evaluación

- Nivel
- Asignatura
- Eje
- Indicador de Logro
- Clasificación de Bloom
- Contenido
- Dificultad
- Contexto de aprendizaje

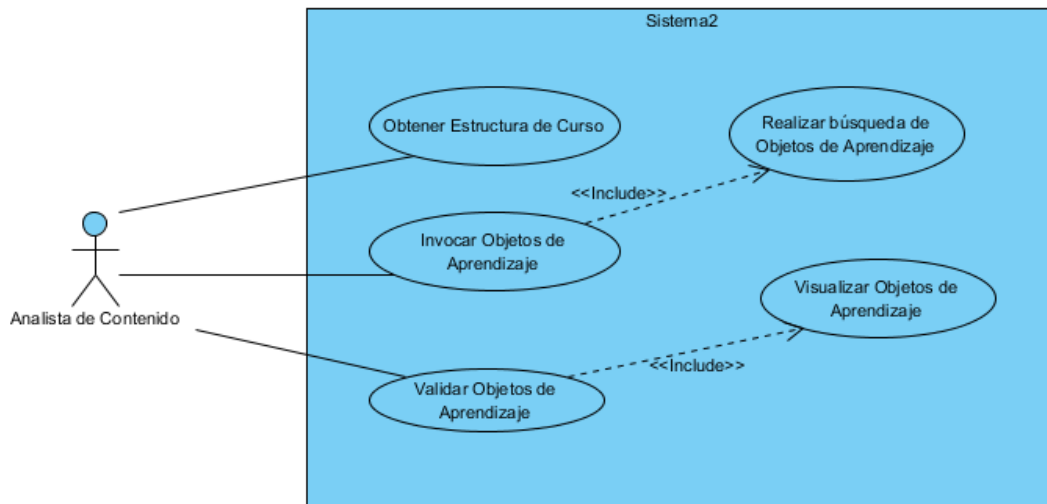


Figura 152. Caso de Uso Determinar necesidad de Contenido

La interacción del coordinador de cursos con el sistema para determinar las necesidades de contenido son básicamente las siguientes:

1. Definir cantidad de Objetos de Evaluación para medir el logro de cada Objetivo de Aprendizaje en función del tiempo definido para evaluar (tarea manual).
2. Definir cantidad de Objetos de Contenido necesario para alcanzar el logro de cada Objetivo de Aprendizaje en función de su tiempo (tarea manual).
3. Invocar Objetos de Aprendizaje.
4. Revisar Objetos de Aprendizaje propuestos por sistema.
5. Clasificar Objetos de Aprendizaje de acuerdo a su validez para el curso.
6. Invocar cálculo de necesidad de producción de Objetos de Aprendizaje para cubrir cada Objetivo de Aprendizaje.

En el diagrama de secuencia sistema de la Figura 153 se puede ver esta interacción, y en la Figura 154 se muestra el diagrama de secuencia extendido para esta funcionalidad.

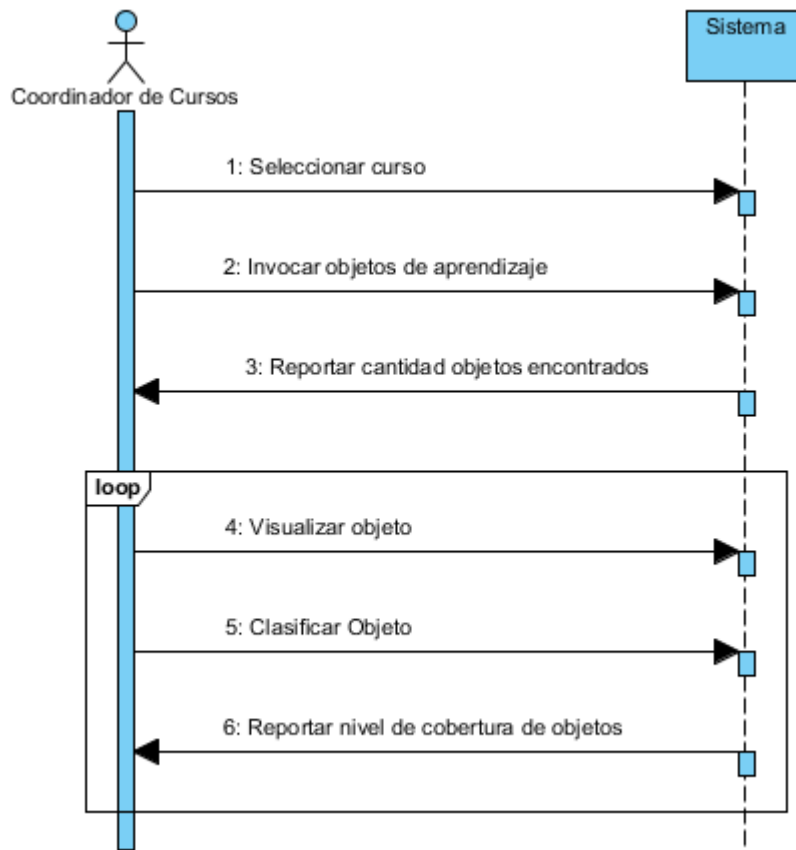


Figura 153. Diagrama de Secuencia Sistema Determinar Necesidad de Contenido

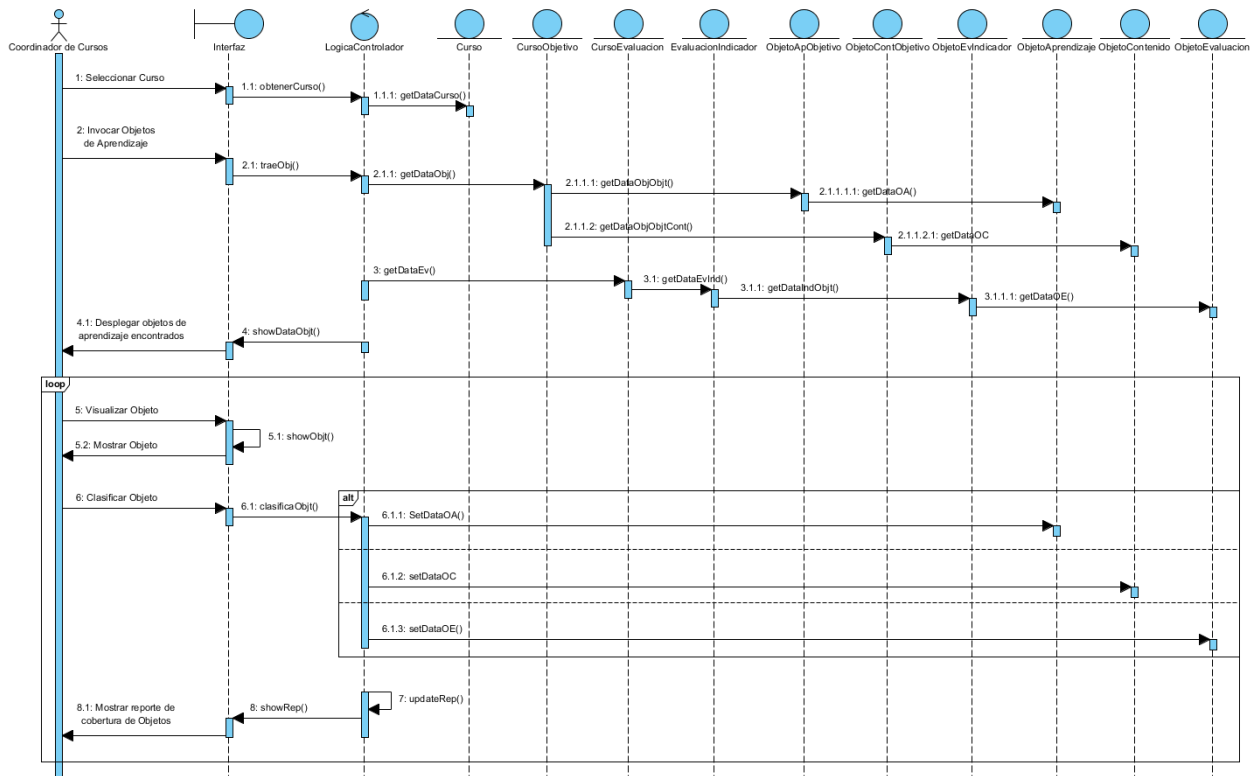


Figura 154. Diagrama de Secuencia Extendido Determinar Necesidad de Contenido

15.2.3 Producción de Contenido

Dentro del macro-proceso producción de contenido, se describen los casos de uso y diagramas de secuencia para el apoyo a las actividades de elaboración de evaluaciones y las actividades del macro-proceso producción de componentes de objetos, tanto para objetos de evaluación como para objetos de contenido.

15.2.3.1 Elaboración de Evaluaciones

El proceso de elaboración de evaluaciones se realiza una vez que las evaluaciones del curso han sido diseñadas. Este proceso consiste en determinar los objetos de evaluación que conforman una evaluación y realizar las configuraciones necesarias de acuerdo al diseño.

Si no se tienen objetos para cubrir los indicadores de logro de la evaluación se debe requerir su producción.

En la Figura 155 se describe el proceso de elaboración de evaluaciones del cual se obtienen los casos de uso de la Figura 156.

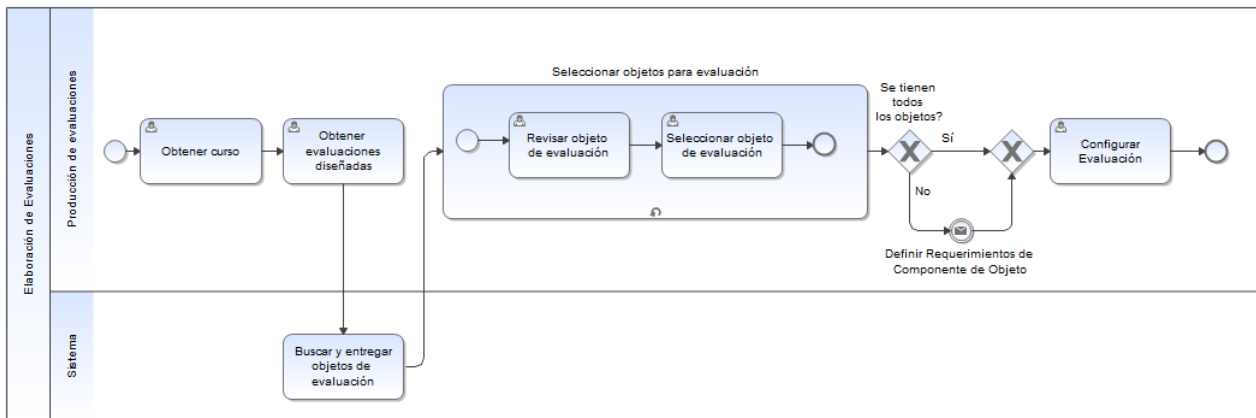


Figura 155. Proceso Elaboración de Evaluaciones

Las funcionalidades de apoyo consisten en visualizar las evaluaciones diseñadas, visualizar y seleccionar los objetos de evaluación y configurar la evaluación.

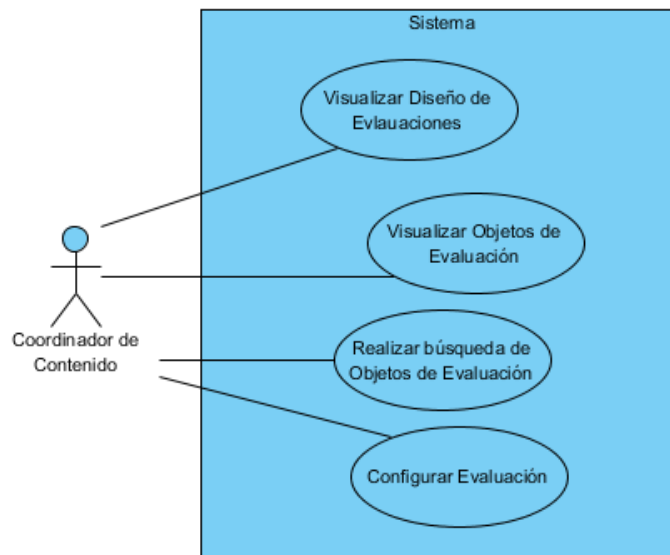


Figura 156. Caso de Uso Elaboración de Evaluaciones

La interacción del coordinador de contenido con el sistema es básicamente la búsqueda de objetos de evaluación y asignación de estos para la evaluación. Esta búsqueda de objetos de evaluación presupone que los objetos están correctamente

clasificados, de esta manera el sistema pueda realizar una búsqueda semiautomática de acuerdo a los indicadores de logro definidos en el diseño de la evaluación.

La Figura 157 muestra el diagrama de secuencia sistema para la elaboración de las evaluaciones de un curso y en la figura se puede ver el diagrama de secuencia extendido.

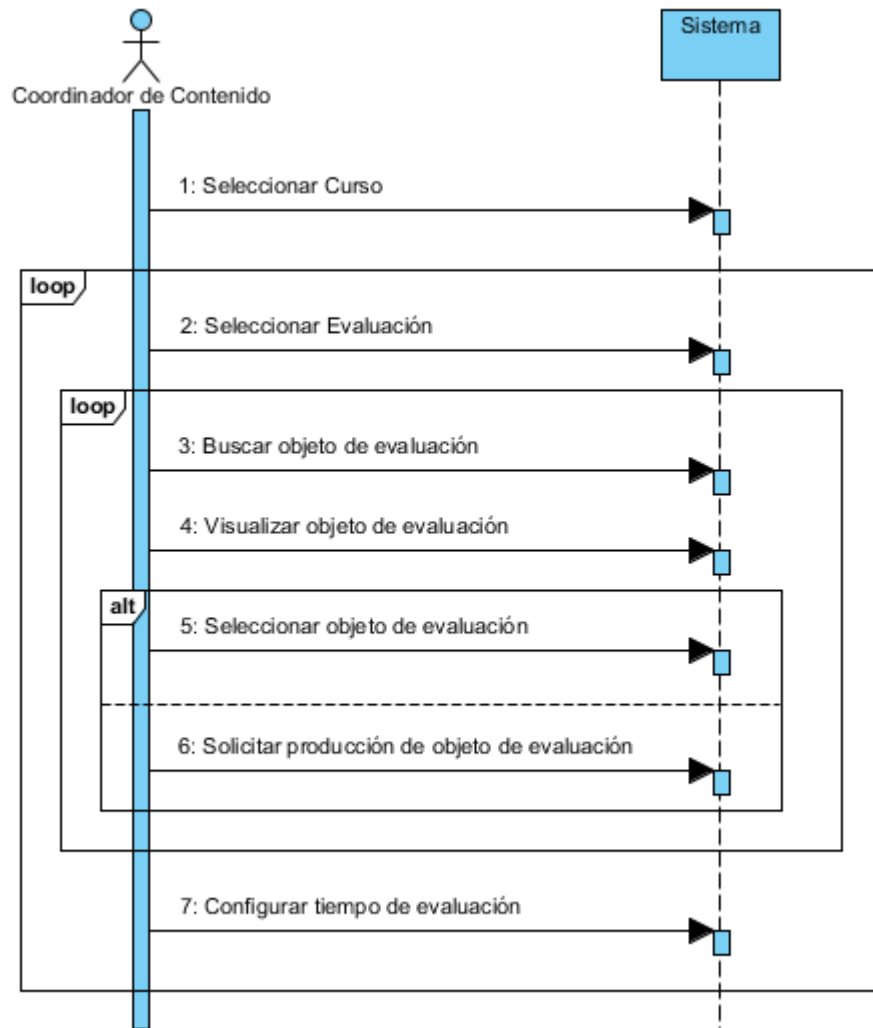


Figura 157. Diagrama de Secuencia Sistema Elaborar Evaluaciones de Aprendizaje

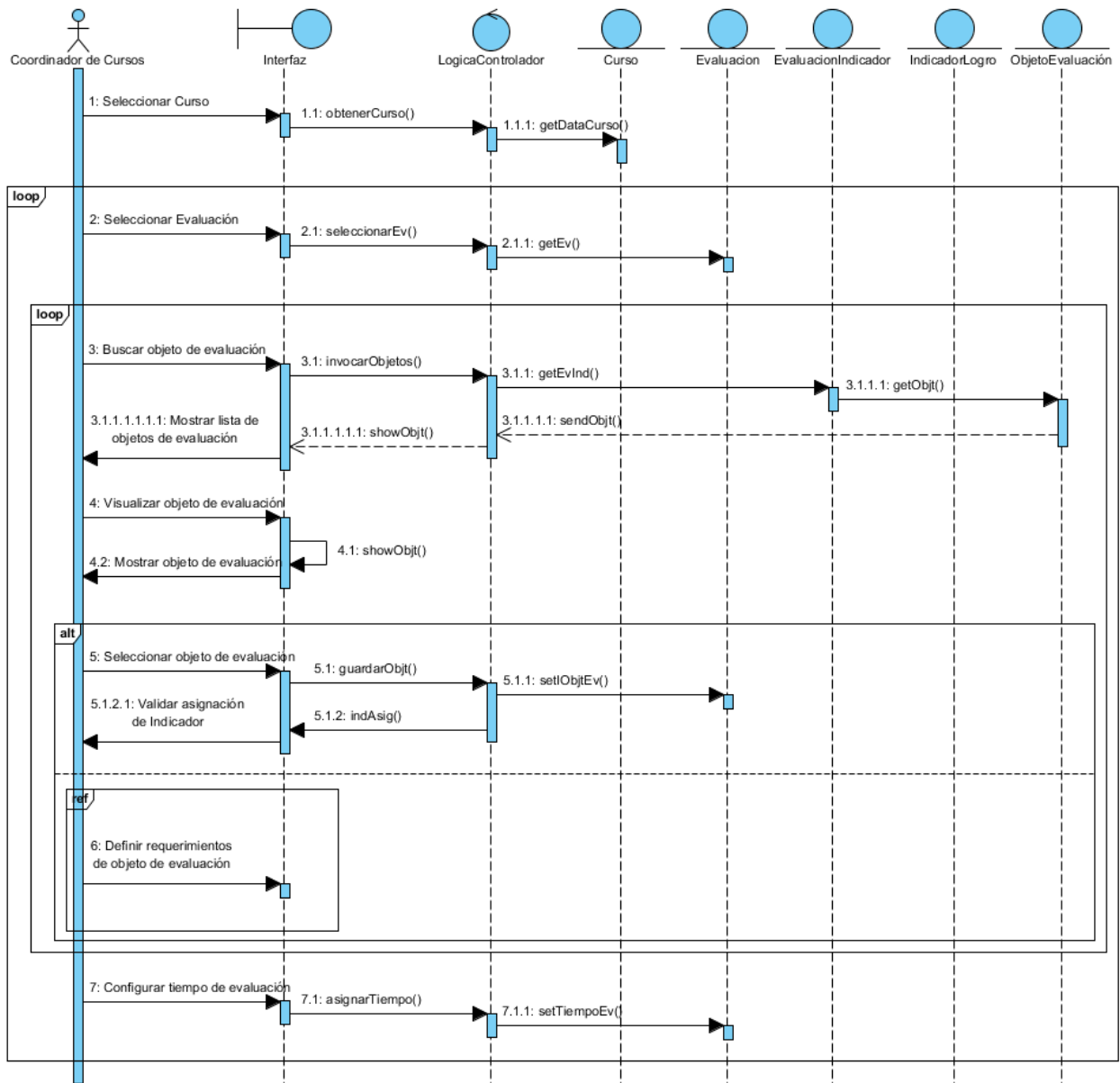


Figura 158. Diagrama de Secuencia Extendido Elaboración de Evaluaciones

15.2.3.2 Producción de Componente de Objetos

Para la producción de componentes de objetos se diseñó el apoyo para la definición de requerimientos de objeto, la producción de objetos y para la clasificación de objetos post-producción y aseguramiento de calidad del objeto.

15.2.3.2.1 Definición de Requerimientos de Componente de Objeto

En esta parte se presentan los diagramas para el diseño del apoyo computacional a la definición de requerimientos de producción de objetos de evaluación y objetos de contenido. De forma que la información o los metadatos asociados a los objetos y que son necesarios para la gestión del aprendizaje, se generen a lo largo del proceso de producción de los objetos.

En la Figura 159 se puede ver el diagrama de casos de uso para la definición de requerimientos para la producción de un componente de objeto. La funcionalidad que permite definir requerimientos de componente de objeto extiende de otras dos funcionalidades que son definir requerimientos de objeto de evaluación y de objeto de contenido, y estas a su vez extienden de la funcionalidad que permite definir los requerimientos para los objetos audiovisuales.

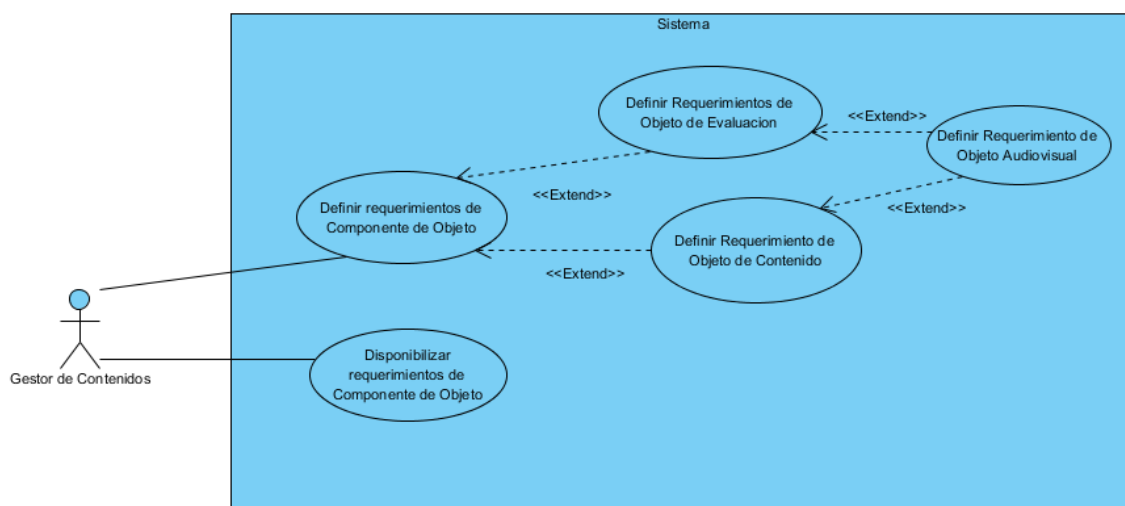


Figura 159. Caso de Uso Definir requerimientos de Componente de OA

Para definir los requerimientos de objetos de evaluación se debe definir las siguientes variables:

- Curso (Nivel-Asignatura)
- Contexto
- Tipo de Objeto de Evaluación

- Nombre de Objeto
- Objetivo de Aprendizaje
- Indicadores de Logro
- Descripción
- Formato
- País

Para definir requerimientos de componente de objetos de contenido se debe definir las siguientes variables:

- Curso (Nivel Asignatura)
- Contexto
- Tipo de Objeto de Contenido
- Nombre Objeto
- Objetivo de Aprendizaje
- Contenido
- Descripción
- Formato
- País

Para gestionar el estado de la producción de los objetos se deben manejar las siguientes variables:

- Proyecto
- Identificador
- Prioridad
- Idioma
- Estado
- Fecha creación

En la Figura 160 se muestra el diagrama de secuencia sistema para la definición de requerimientos de producción de componentes de objeto. La interacción

consiste básicamente en definir los requerimientos de producción de objetos de evaluación y de objetos de contenido, además de los requerimientos de soportes audiovisuales para cada caso en función de su necesidad. Por otro lado en la Figura 161 se muestra el diagrama de secuencia extendido para definir requerimientos de producción de componentes de objetos.

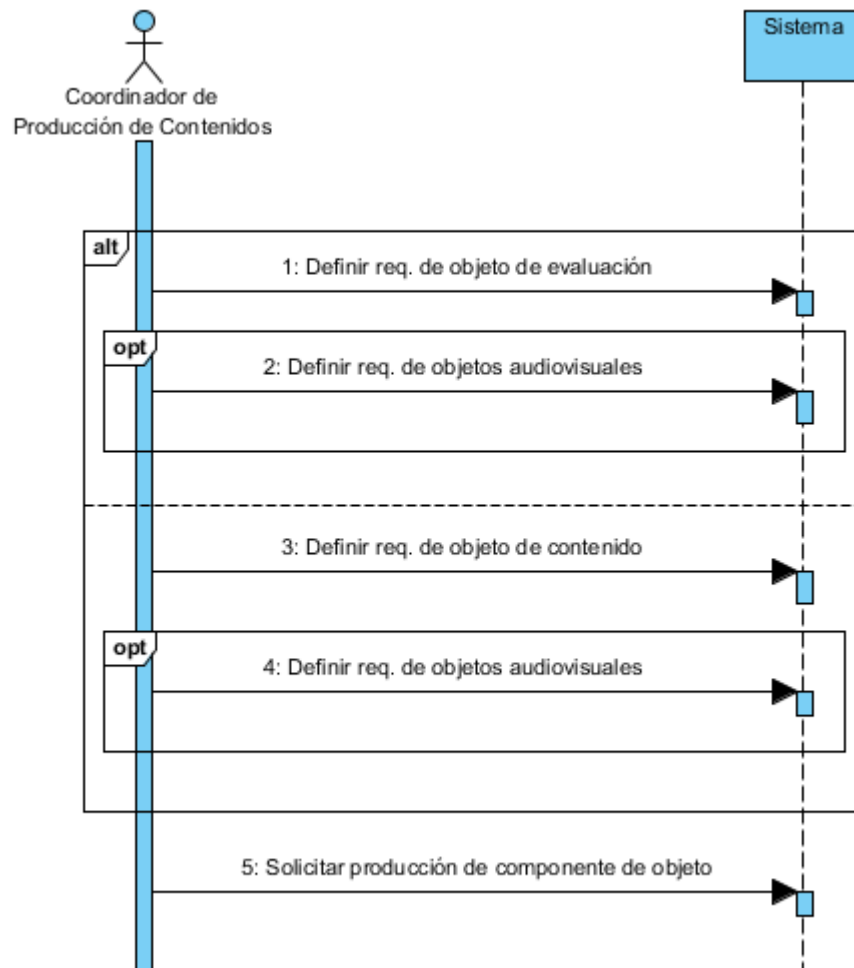


Figura 160. Diagrama de Secuencia Sistema Definir Requerimientos de Componente de Objeto

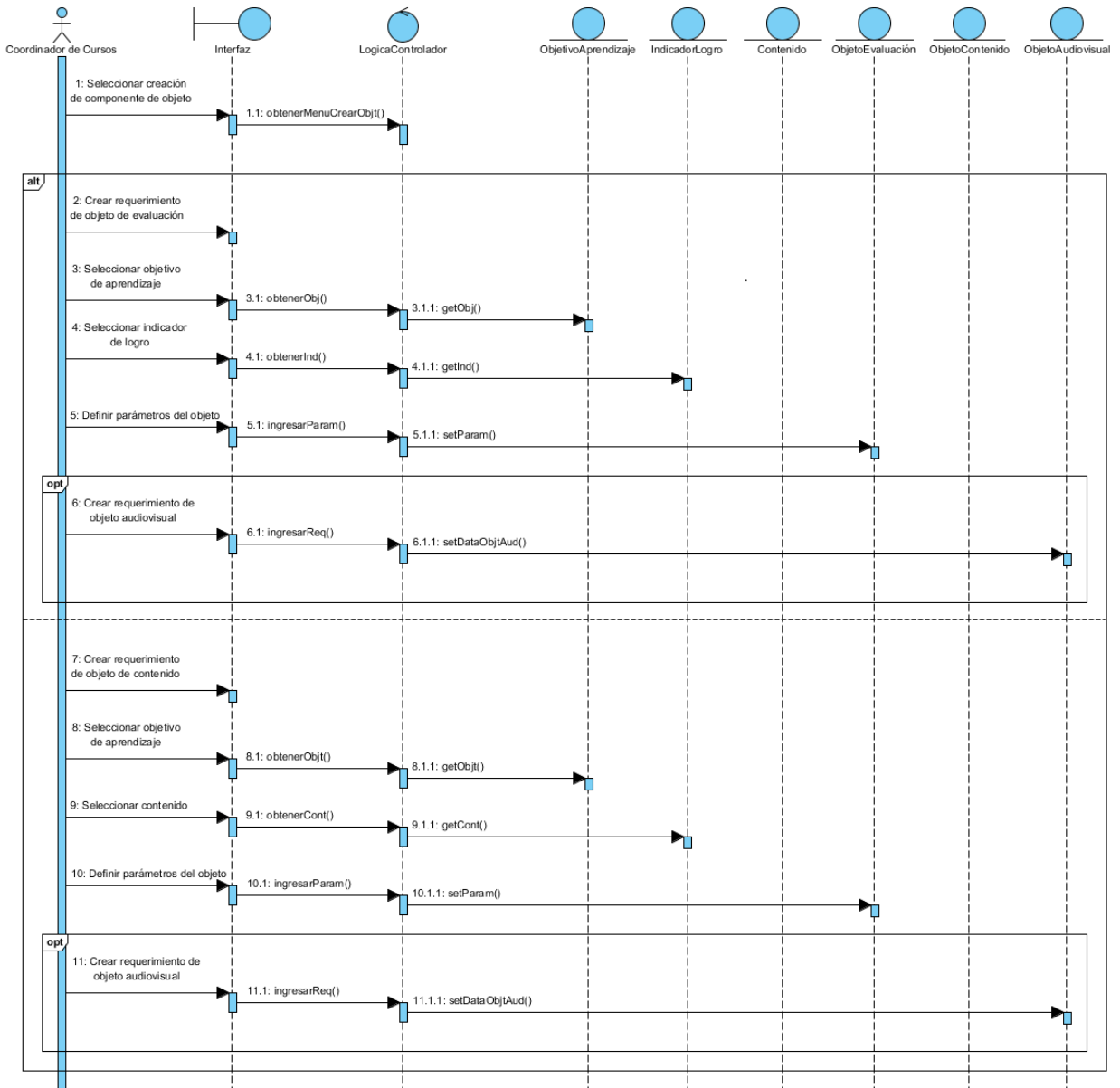


Figura 161. Diagrama de Secuencia Extendido Definir Requerimientos de Componente de Objeto

15.2.3.2.2 Producción de componente de objeto

Para el proceso de producción de componentes de objetos, se diseña un apoyo que permita manejar la interacción entre los productores de contenido y el sistema, de forma que se pueda hacer entrega de los objetos producidos y de la información asociada a estos.

En la Figura 162 se muestra el caso de uso que define las funcionalidades destinadas al registro de los componentes de objeto desarrollados y la información asociada a estos.

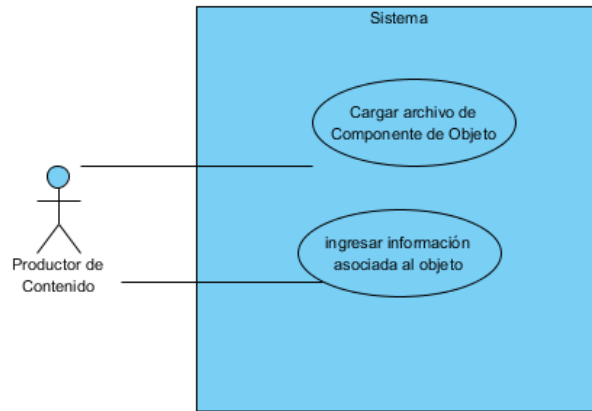


Figura 162. Caso de Uso Producir Componente de Objeto

En la Figura 163 se muestra el diagrama de secuencia sistema de producir componentes de objetos, y basicamente refleja la interacción entre el productor de contenidos, en la cual este carga los objetos producidos y completa la información pertinente que forma parte de la metadata del objeto.

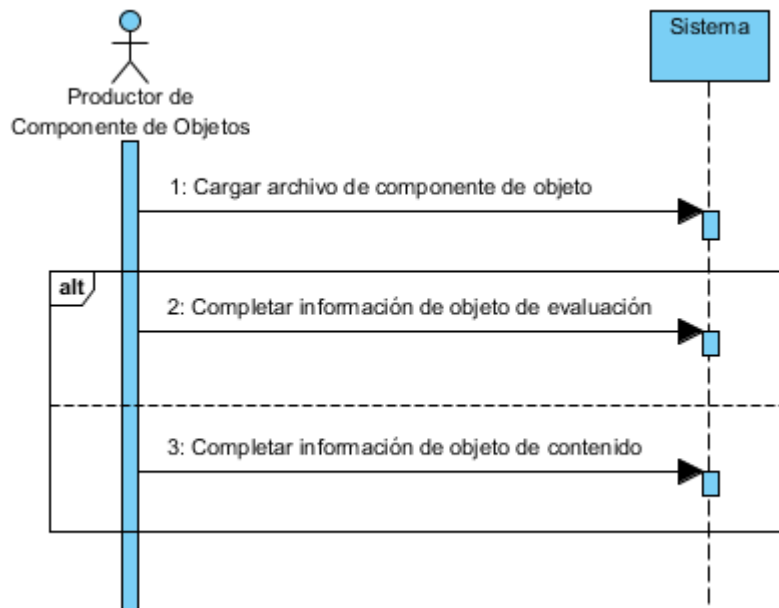


Figura 163. Diagrama de Secuencia Sistema Producir Componente de Objetos

En la Figura 164 se muestra el diagrama de secuencia extendido para la interacción entre el productor de contenido y el sistema.

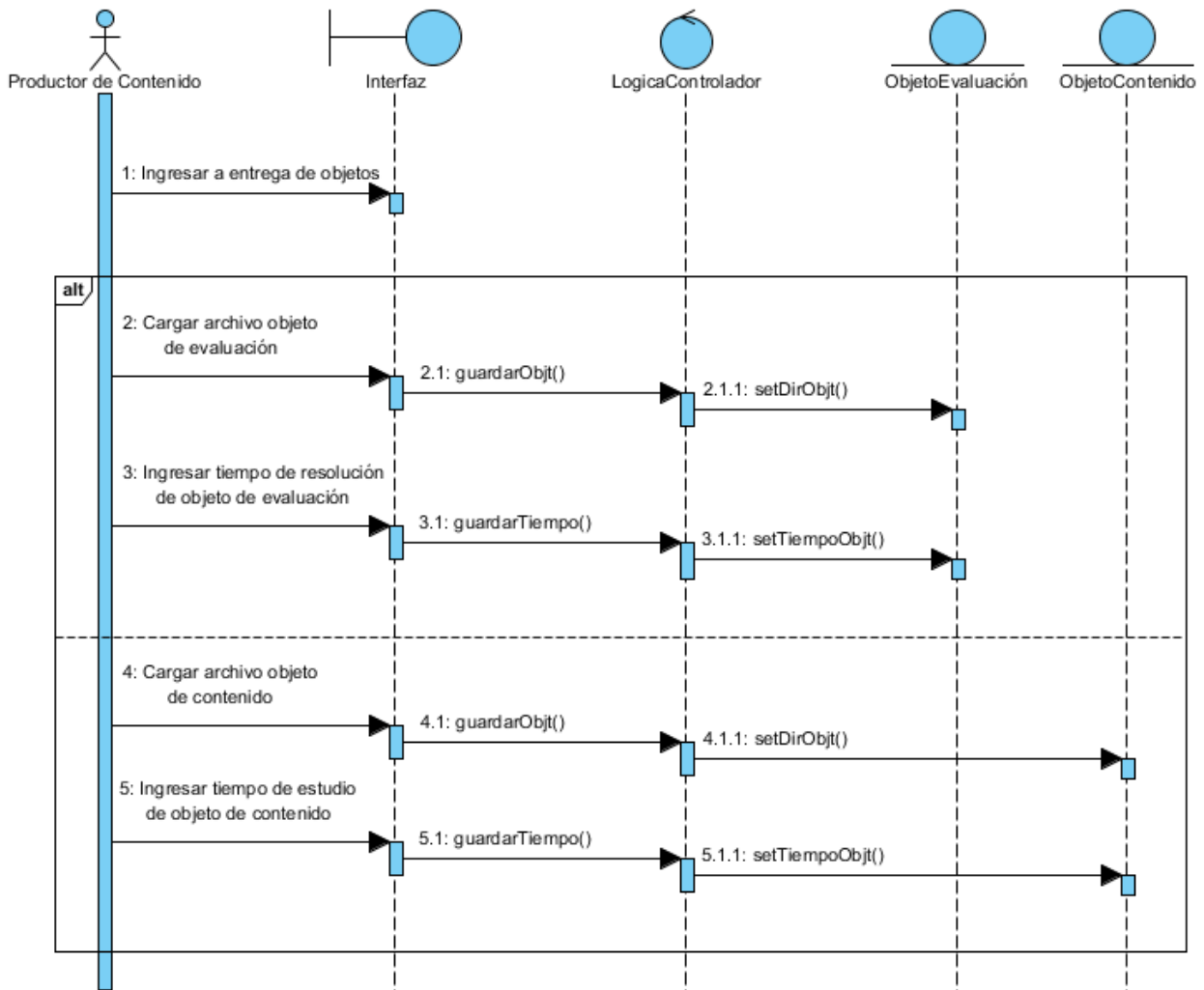


Figura 164. Diagrama de Secuencia Extendido Producir Componente de Objeto

15.2.3.2.3 Asegurar Calidad de Componente de Objeto

Para asegurar la calidad del objeto se diseña un apoyo que permita al coordinador de contenido visualizar el componente de objeto producido sus requerimientos y su clasificación, de manera que este pueda asegurar la consistencia de todos estos elementos.

En la Figura 165 se muestra el diagrama de caso de uso para este apoyo en donde se pueden observar las funcionalidades de visualizar el componente de

objeto, solicitar la corrección del componente de objeto y clasificar el componente de objeto.

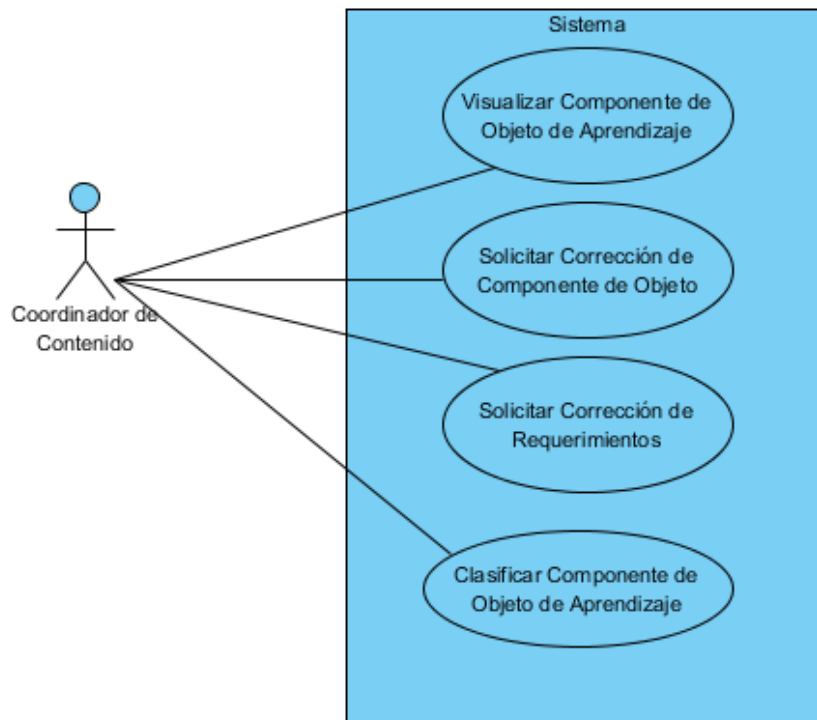


Figura 165. Caso de Uso Asegurar Calidad de Componente de Objeto

Básicamente la interacción entre el coordinador de contenido y el sistema se puede describir como sigue:

1. Visualizar componente de objeto
2. Validar cumplimiento requerimientos
3. Solicitar corrección de componente de objeto
4. Solicitar reformulación de requerimientos
5. Completar metadatos de clasificación del componente de objeto

En la Figura 166 se muestra el diagrama de secuencia sistema para asegurar la calidad del componente de objeto y en la Figura 167 se muestra el diagrama de secuencia extendido.

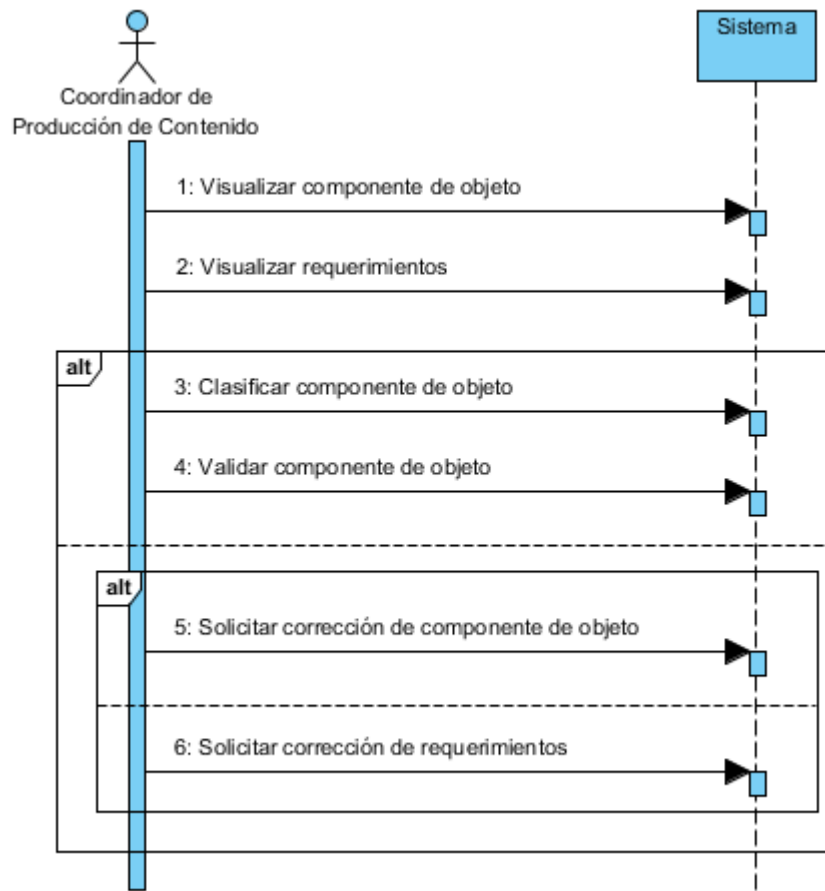


Figura 166. Diagrama de Secuencia Sistema Asegurar Calidad de Componente de Objeto

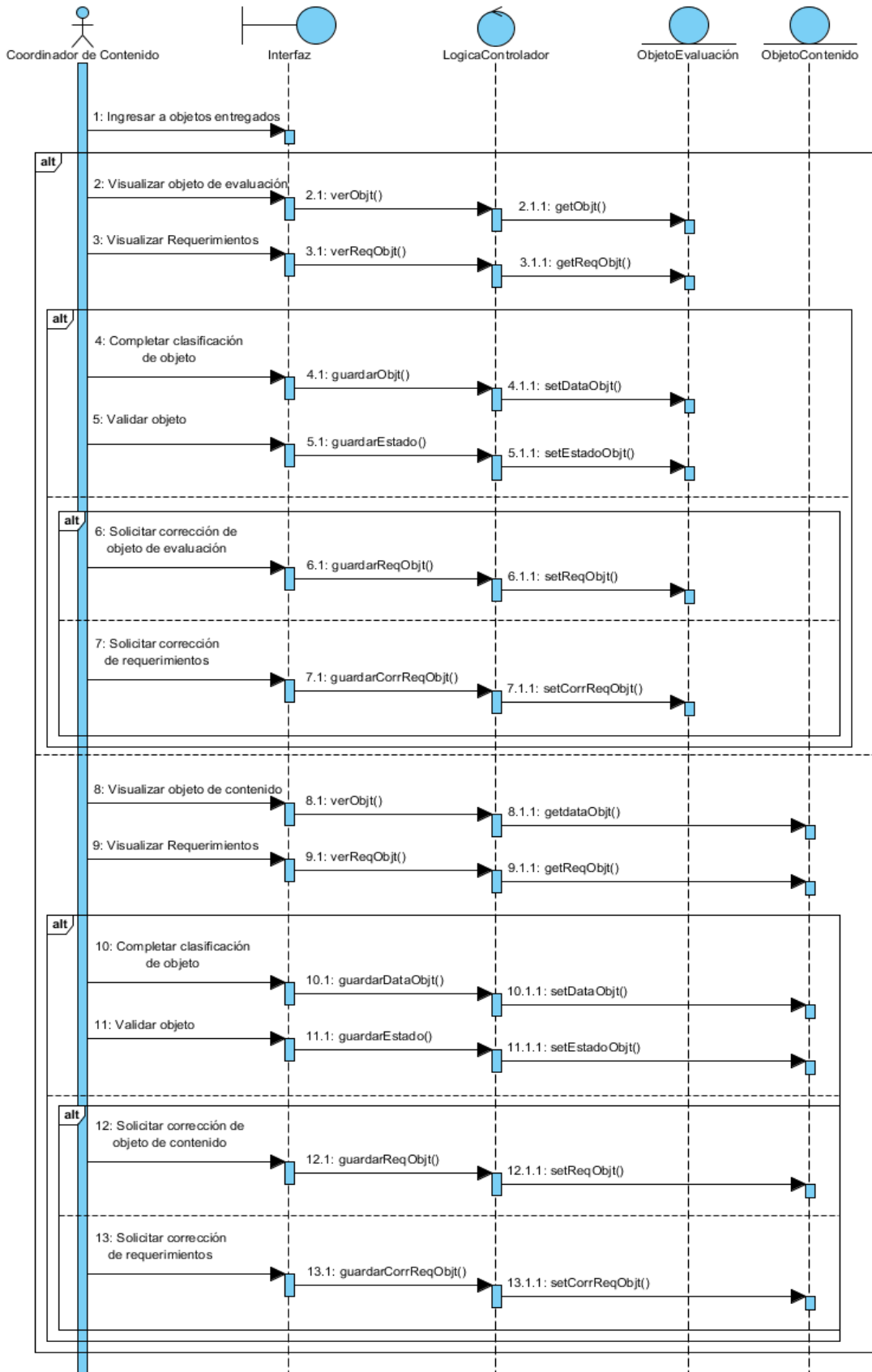


Figura 167. Diagrama de Secuencia Extendido Asegurar Calidad de Componente de Objeto
219

15.3 Diagrama de Clases

A continuación se derivan los diagramas de clases con sus respectivos métodos desde los diagramas de secuencia definidos.

Se presentan tres diagramas de clases tomados desde los diseños del apoyo para la gestión del aprendizaje, la gestión de cursos y la producción de contenido.

Con estos diagramas se define el alcance en la utilización de la ontología diseñada en el capítulo 13, ya que esta cubre aspectos que no son necesarios abordar para lograr los objetivos de este proyecto.

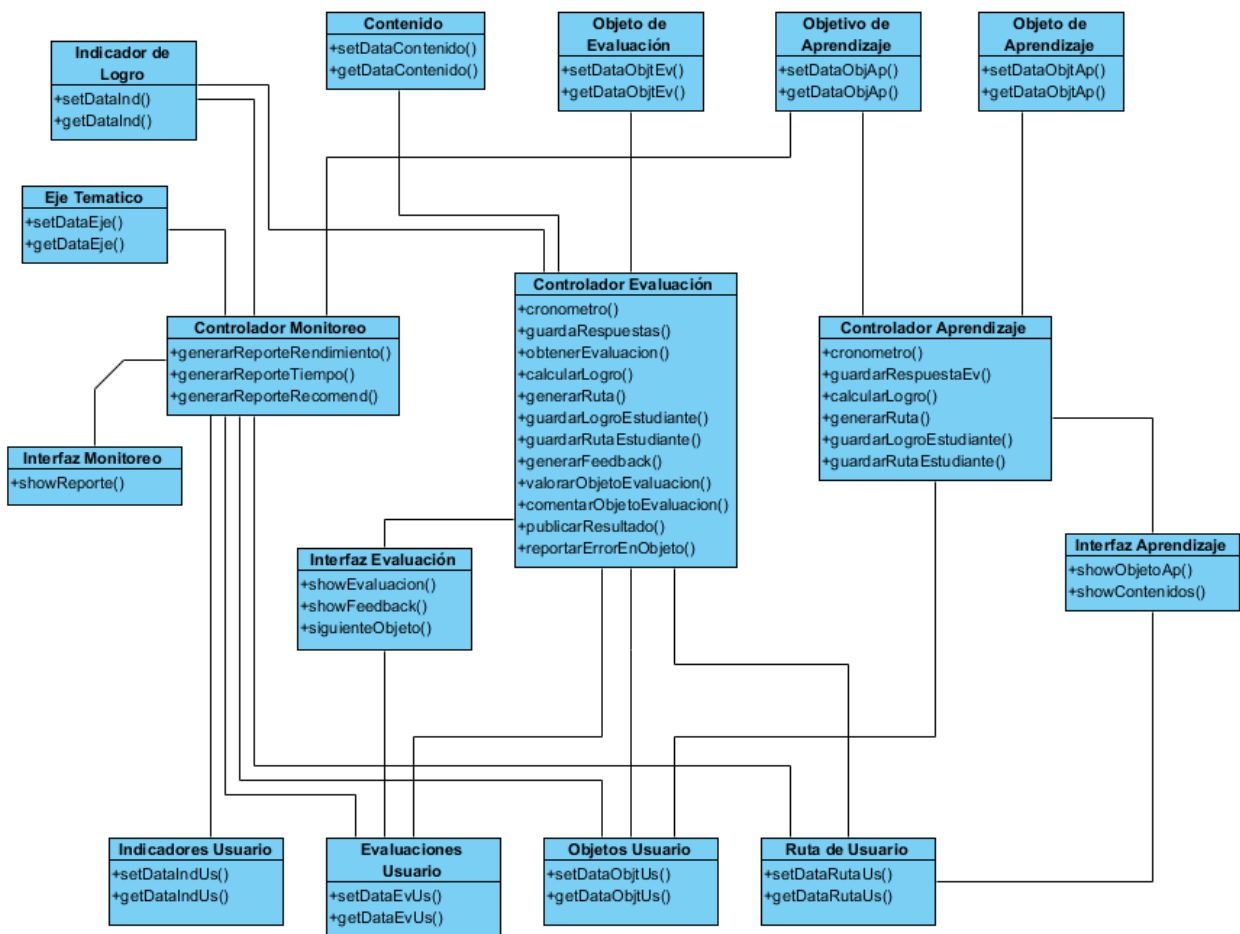


Figura 168. Diagrama de Clases para Gestión del Aprendizaje

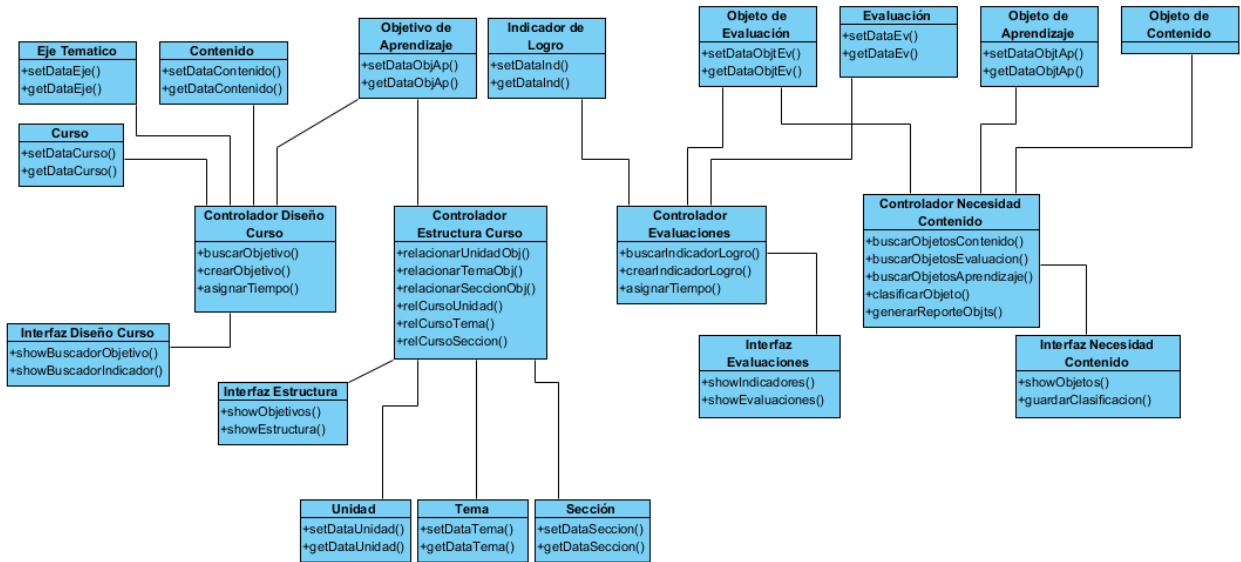


Figura 169. Diagrama de Clases para la Gestión de Producción de Cursos

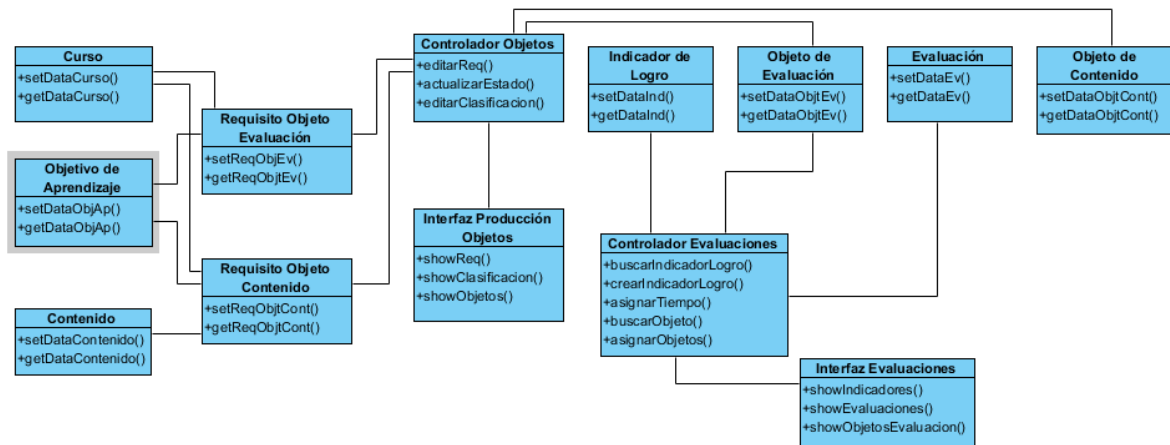


Figura 170. Diagrama de Clases para la Producción de Contenido

16 Proyecto de Implementación

Para la implementación del proyecto se consideró la implementación de la ontología para la gestión del aprendizaje, la implementación de la lógica de gestión del aprendizaje, la implementación de un apoyo computacional para la gestión de cursos y producción de contenidos, la implementación de un plan piloto para la validación del modelo y sus resultados.

16.1 Implementación de Ontología

Como se mostró en el capítulo 13, el diseño de la ontología se realizó en base a ontologías existentes, además de pequeños aportes obtenidos de la experiencia en Gal&Leo.

Se puede observar en la literatura, que el beneficio de desarrollar ontologías es que estas definen un marco genérico que representa un cúmulo de conocimiento y que además son reutilizables y ampliables. A pesar de esto, las ontologías usadas como referencia no fueron encontradas en su forma implementada sino solamente en publicaciones de investigaciones. Dado esto, se procedió a implementar la ontología en el lenguaje OWL a través de la herramienta protégé.

Protégé es una herramienta de software libre y un *framework* para la construcción de sistemas inteligentes, que permite editar ontologías. Esta herramienta es soportada por una fuerte comunidad de académicos, gobierno y empresas y es utilizado para modelar el conocimiento en diversas áreas.

La implementación de la ontología fue acotada por la definición del conjunto de clases necesario para la construcción de la aplicación de apoyo, ya que la ontología presentada en el capítulo 13 tiene un alcance mayor. En la Figura 171 se puede observar las clases implementadas.

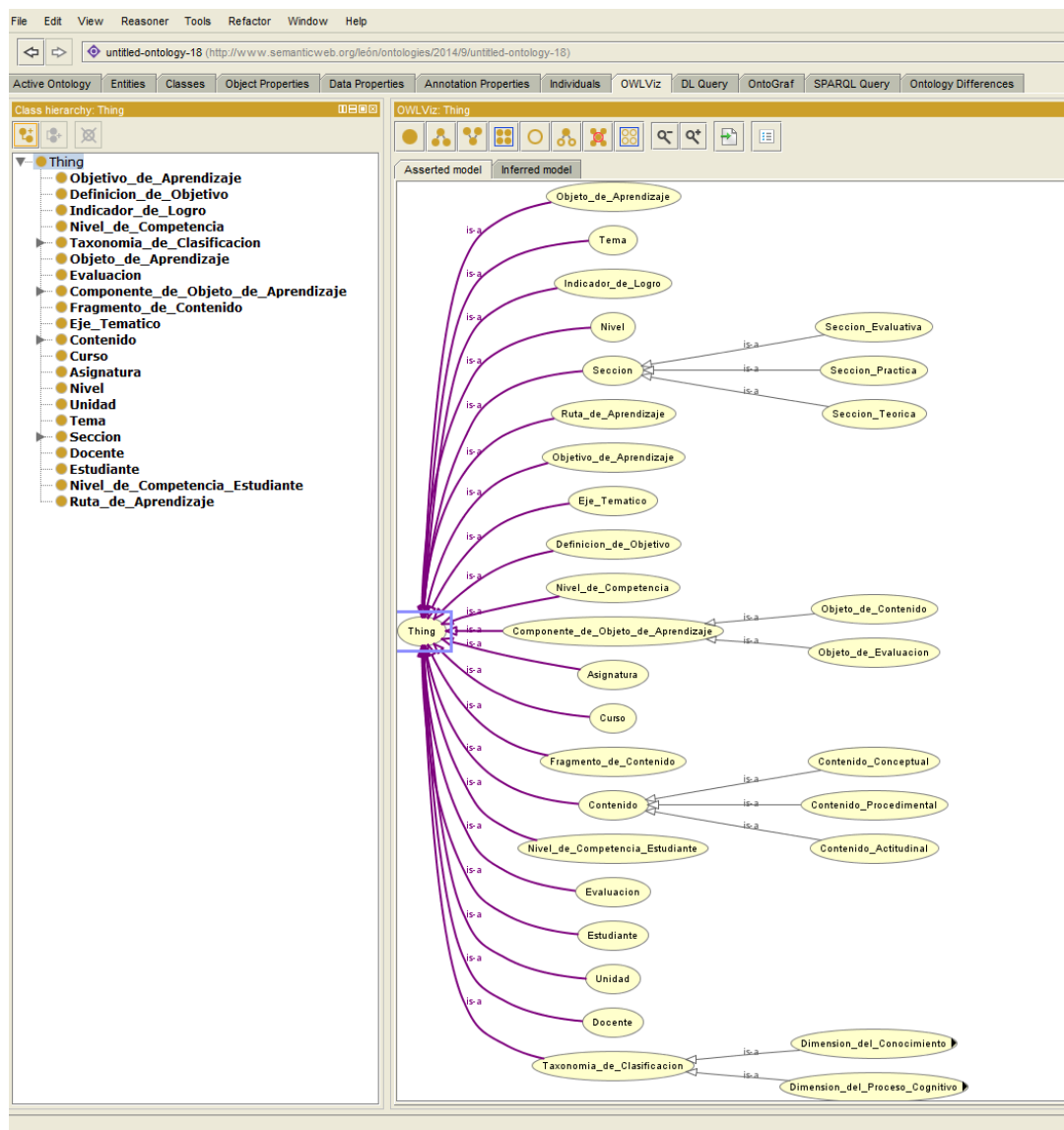


Figura 171. Clases de la ontologia

16.2 Implementación de lógicas para la gestión del aprendizaje

De acuerdo a los procesos diseñados en este trabajo se planteó el diseño de una aplicación para la gestión del aprendizaje y un apoyo computacional para la gestión y producción de cursos.

Como ya fue mencionado antes, actualmente Gal&Leo provee sus cursos a través del sistema de gestión del aprendizaje (LMS) Moodle, y para cada proyecto se prepara una plataforma con los cursos solicitados. El curso generado en la

plataforma Moodle funciona como un front-end, es decir, los usuarios del sistema interactúan directamente con la plataforma Moodle.

En este trabajo se propone utilizar el LMS Moodle como una herramienta que administra los objetos de aprendizaje y el diseño del curso. Para esto se debe añadir a Moodle campos descriptivos necesarios para la gestión de los objetos.

Adicional a esto, se planteó la construcción de una aplicación que implementa las lógicas para la gestión del aprendizaje. De manera que los usuarios dejan de interactuar con Moodle, y utilizan la nueva aplicación que contiene las lógicas para la gestión del aprendizaje.

En resumen, la gestión y producción de cursos se realiza en Moodle y la gestión del aprendizaje en una aplicación ad-hoc que posee las lógicas de gestión del aprendizaje.

16.2.1 Uso de LMS Moodle

Moodle es un sistema de gestión del aprendizaje de software libre que provee un ambiente educativo virtual en el cual se puede manejar cursos, recursos educativos, distintos roles de usuarios, entre otras funcionalidades. A pesar de ser un sistema robusto, este no está enfocado en proveer herramientas de reportes que permitan realizar un seguimiento continuo y en línea de los estudiantes, sino más bien, está enfocado en el manejo de cursos y contenido, sin dejar de mencionar que posee reportes de calificaciones y actividad de los usuarios.

En comparación con el modelo planteado en esta tesis, si bien Moodle posee una capacidad de administrar recursos educativos como objetos de evaluación y de contenido a través de metadatos, dentro de los metadatos considerados por Moodle no se encuentran conceptos importantes como: objetivo de aprendizaje, indicador de logro o contenidos requisitos, entre otros, que son parte fundamental en este trabajo para lograr gestionar el aprendizaje de forma eficaz.

En base a lo mencionado se planteó utilizar la herramienta Moodle para gestionar los objetos de aprendizaje, supliendo a través del desarrollo de extensiones en la herramienta, las necesidades de metadatos para clasificar los objetos de acuerdo a lo desarrollado en este trabajo.

16.2.2 Implementación de front – end

La implementación de las lógicas para la gestión del aprendizaje, de acuerdo al diseño planteado en el capítulo 15, comprenden las lógicas de generación de ruta de aprendizaje, práctica de aprendizajes y monitoreo de aprendizajes.

En la Figura 172 se puede ver la interfaz de inicio de la aplicación, esta contiene un gráfico de calificaciones y tiempo de estudio, la ruta de aprendizaje y un calendario de actividades.

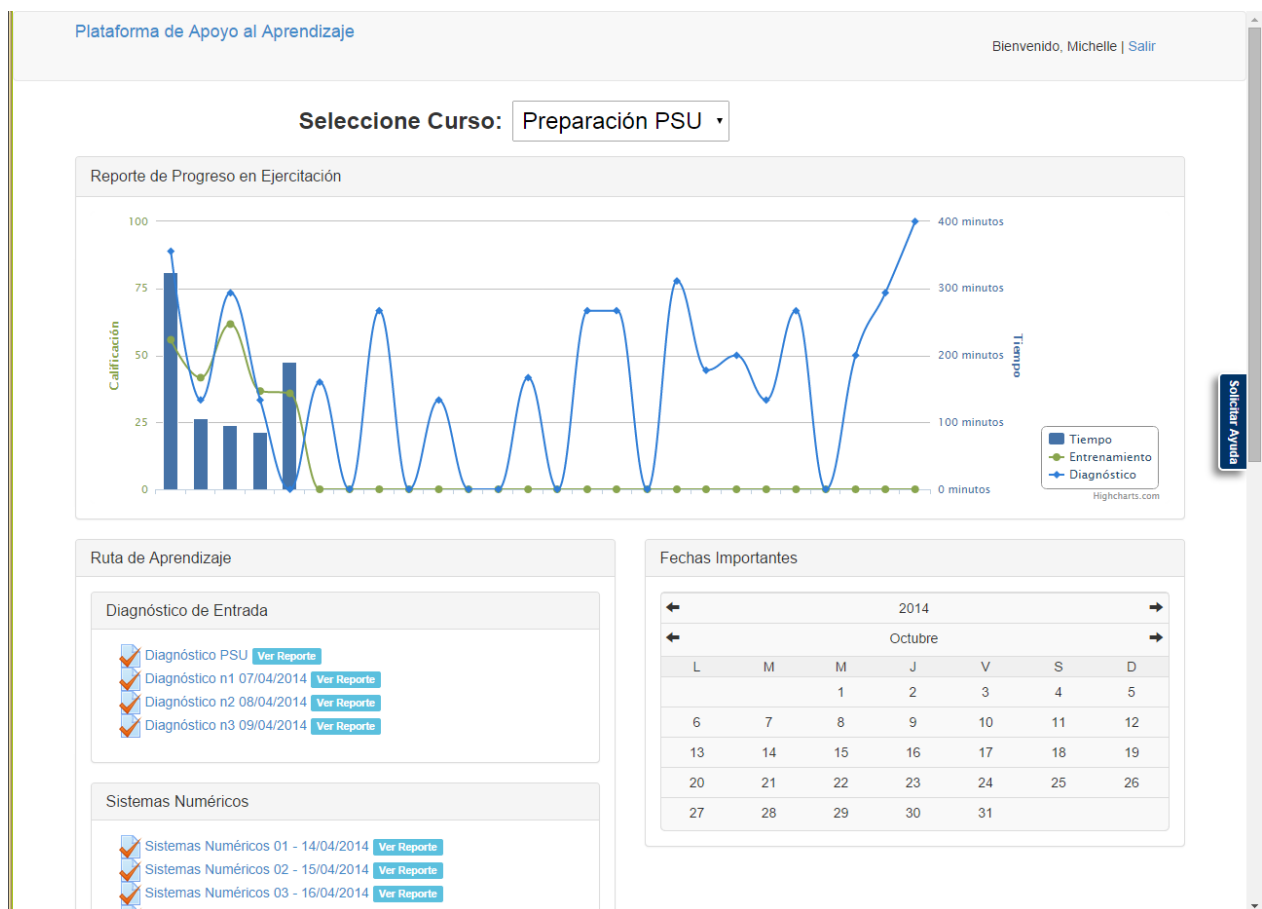


Figura 172. Interfaz del curso PSU

La interfaz presentada en la Figura 172 corresponde a la vista de un estudiante que está inscrito en el curso PSU Matemáticas. En la Figura 173 se muestra la ruta de aprendizaje del estudiante. Se puede ver que la primera actividad corresponde al diagnóstico que genera la ruta de aprendizaje. Para esta implementación se consideró solo secciones de evaluación de aprendizajes. Por lo que las actividades comprendidas en la ruta de aprendizaje corresponden a evaluaciones de aprendizaje con la lógica de práctica de aprendizajes.

The screenshot displays a web interface titled "Ruta de Aprendizaje" (Learning Path). It is organized into several sections, each with a header and a list of activities. Each activity entry includes a blue checkmark icon, the activity name, a date, and a "Ver Reporte" (View Report) button.

- Diagnóstico de Entrada**
 - Diagnóstico PSU [Ver Reporte](#)
 - Diagnóstico n1 07/04/2014 [Ver Reporte](#)
 - Diagnóstico n2 08/04/2014 [Ver Reporte](#)
 - Diagnóstico n3 09/04/2014 [Ver Reporte](#)
- Sistemas Numéricos**
 - Sistemas Numéricos 01 - 14/04/2014 [Ver Reporte](#)
 - Sistemas Numéricos 02 - 15/04/2014 [Ver Reporte](#)
 - Sistemas Numéricos 03 - 16/04/2014 [Ver Reporte](#)
 - Sistemas Numéricos 04 - 17/04/2014 [Ver Reporte](#)
- Potencias**
 - Potencias 01 - 28/04/2014 [Ver Reporte](#)
 - Potencias 02 - 29/04/2014 [Ver Reporte](#)
 - Potencias 03 - 29/04/2014 [Ver Reporte](#)
 - Potencias 04 - 30/04/2014 [Ver Reporte](#)
- Razones y Proporciones**
 - Razones y Proporciones 01 - 05/05/2014 [Ver Reporte](#)
 - Razones y Proporciones 02 - 06/05/2014 [Ver Reporte](#)
- Porcentaje e Interés**
 - Porcentaje e Interés 01 - 07/05/2014 [Ver Reporte](#)

Figura 173. Ruta de Aprendizaje

Una vez que el estudiante realiza la práctica de aprendizaje puede solicitar la retroalimentación de la evaluación la cual se puede observar en la Figura 174 y Figura 175.

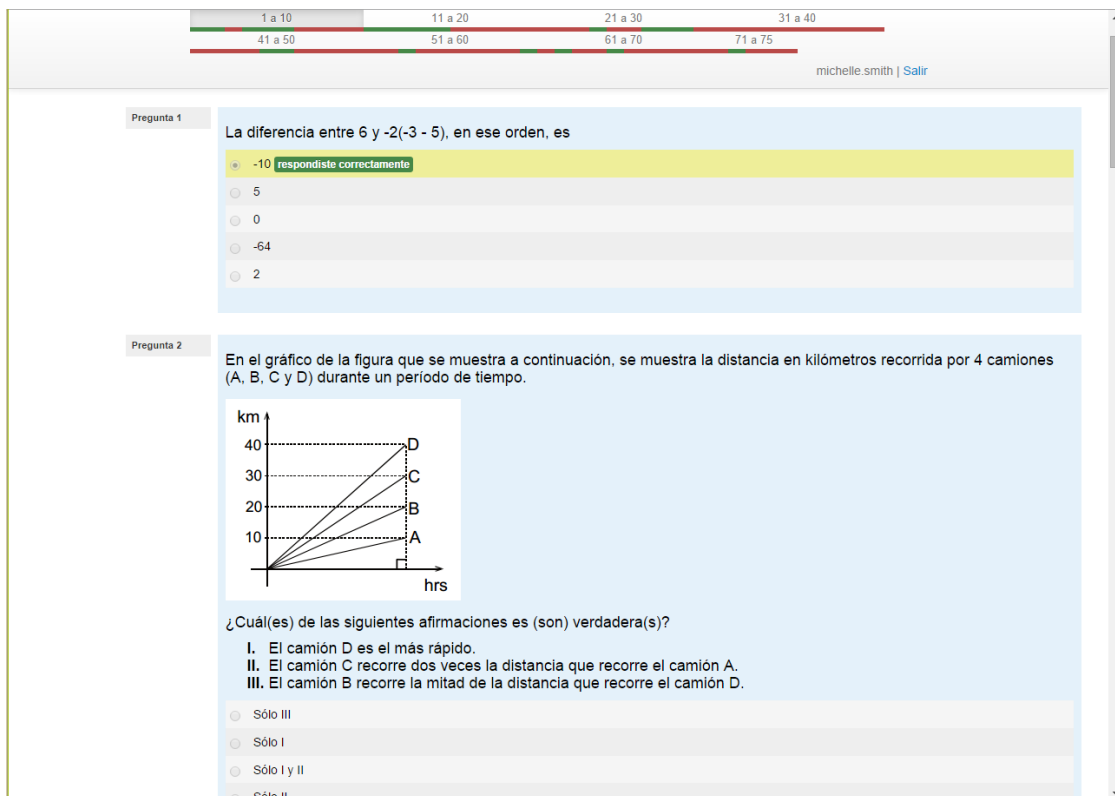


Figura 174. Interfaz de retroalimentación de evaluación rendida



Figura 175. Interfaz de reporte de retroalimentación de evaluación

16.2.3 Plan piloto

Para validar el modelo diseñado en este trabajo se construyó un plan piloto con la implementación del curso PSU-Matemáticas y se analizaron los resultados de rendimiento obtenidos con la evaluación diagnóstica del curso.

16.2.3.1 Consideraciones plan piloto

Para la realización del plan piloto se tomaron algunas consideraciones para la implementación del curso PSU-Matemáticas y el análisis de los resultados.

- Para la construcción del curso se realizaron las actividades formalizadas en los procesos diseñados en el capítulo 14.
- No se debió construir contenido ya que Gal&Leo posee una gran cantidad de objetos de aprendizaje para los cursos de matemáticas de primero a cuarto medio.
- Para esta instancia se consideró solamente el uso de objetos de evaluación de manera de probar la lógica de generación de ruta de aprendizaje y de práctica de aprendizajes para la cual se necesitan básicamente evaluaciones.
- Los gráficos de monitoreo de aprendizaje no están al cien por ciento implementados, por lo que se explicará en detalle con uso de datos si es necesario.

16.2.3.2 Diseño del curso

Se diseña el curso en los términos de los procesos definidos, por lo que se deben definir los objetivos e indicadores de logro que se medirán para cuantificar el logro de los objetivos, la estructura que tendrá el curso, esto define como se agruparan los objetivos de aprendizaje en secciones, temas y unidades, por último se diseñan las evaluaciones de aprendizaje.

16.2.3.3 Construcción de mapa de contenidos

Para generar la ruta de aprendizaje se debe construir la relación de orden de los contenidos específicos, estas relaciones determinan que contenidos son requisitos de otros contenidos para ser aprendidos, el resultado de esta actividad es un grafo de contenidos, en que cada nodo representa un contenido específico.

16.2.3.4 Clasificación de objetos de evaluación

Gal&Leo no posee todos sus objetos de aprendizaje clasificados de acuerdo a la especificación de este trabajo por lo que para implementar el piloto se debe clasificar los objetos de evaluación que se vayan a utilizar en el curso PSU-Matemáticas con los indicadores de logro que están midiendo, además, se debe clasificar los indicadores de logro con los contenidos requisitos que son necesarios para lograr el indicador.

16.2.3.5 Construcción de evaluaciones

Con el diseño del curso realizado y los objetos de evaluación clasificados, se construyeron las evaluaciones necesarias para cubrir los contenidos del curso PSU-Matemáticas. La construcción de evaluaciones se realizó en la plataforma *Moodle* las cuales son consultadas desde la aplicación *front-end* para ser presentadas al estudiante.

16.2.3.6 Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en este plan piloto son de dos tipos, por un lado se producen mejoras en los procesos de gestión de cursos, y por otro lado, se producen mejoras en el proceso de gestión del aprendizaje de los estudiantes.

Dentro de los procesos de gestión de cursos, la utilización del modelo de clasificación de objetos de aprendizaje permite agilizar los tiempos y disminuir los costos de construcción de cursos, a través de un ahorro en el tiempo de búsqueda y

selección de contenidos digitales, y de un aumento en la tasa de reutilización de los contenidos.

De una muestra de 500 objetos de evaluación analizados, se encontró que un 40% de ellos eran redundantes, este valor se calculó considerando que pueden existir máximo dos réplicas de una categoría de preguntas, por lo que desde la tercera réplica se considera un objeto de evaluación redundante, en la Figura 176 se muestra la cantidad de objetos de evaluación considerados redundantes de la muestra analizada.

Cantidad de Objetos de Evaluación	Número de veces repetido	Total de objetos	Categorías redundantes	% de objetos redundantes
103	3	309	103	33%
27	4	108	54	50%
9	5	45	27	60%
3	7	21	15	71%
2	8	16	12	75%
		499	211	42%

Figura 176. Porcentaje de objetos de evaluación redundantes

Este problema se genera cuando no se puede consultar si ya existe en inventario un objeto de evaluación que cumpla ciertas condiciones y por consiguiente se solicita la creación de un nuevo objeto, en lugar de reutilizar el objeto que ya existe. Esta situación genera una pérdida para la empresa, en tiempo de producción y costo del objeto de evaluación.

Considerando que el curso PSU debe tener como mínimo 2.000 objetos de evaluación, y utilizando la tasa de redundancia obtenida de 42%, se puede estimar se obtiene un ahorro de \$4.000.000 de pesos por curso, a través de la reutilización de contenido.

Adicional a esto, se estima una reducción significativa del tiempo empleado en las actividades de búsqueda y selección de objetos de aprendizaje. Actualmente estas actividades toman 2,9 días (búsqueda, selección y determinación de

necesidades de contenido) para un curso y se estima que pueden ser reducidas hasta 1,1 día. Esto se logra a través de correcta clasificación de los objetos de aprendizaje con el modelo propuesto. Esto equivale a un ahorro aproximado de un 63% del tiempo en la búsqueda y selección de objetos de aprendizaje.

Por otro lado, se produjo una mejora que impacta directamente en el proceso de gestión del aprendizaje, al aumentar la precisión de la detección de debilidades o vacíos de aprendizaje de los estudiantes en una materia. Esto se logró a través del correcto manejo de los objetos de evaluación utilizando el modelo de clasificación de objetos de aprendizaje propuesto.

La mejora en la precisión se produce, al definir el estado de conocimiento del estudiante a nivel de indicadores de logro o contenidos específicos, a diferencia del modelo anterior, en que se utilizaba un nivel de granularidad menor, para definir el estado de conocimiento, correspondiente a los temas definidos en el curso.

Para validar este resultado se consideró la simulación realizada en [4] con un conjunto de estudiantes, y además, se realizó prueba y control del modelo con un estudiante en el curso PSU-Matemáticas. Dentro de los resultados obtenidos se pudo constatar que el modelo arrojó resultados coherentes con el estado del estudiante de prueba.

De tres evaluaciones diagnósticas rendidas por el estudiante al inicio del curso, se obtuvo un 95% de efectividad en la detección de debilidades en ciertos contenidos específicos. Este porcentaje de efectividad aumentó considerablemente a medida que aumentaban los objetos de evaluación rendidos por el estudiante, llegando a poder caracterizar de manera muy precisa, 98% de efectividad, las debilidades del estudiante.

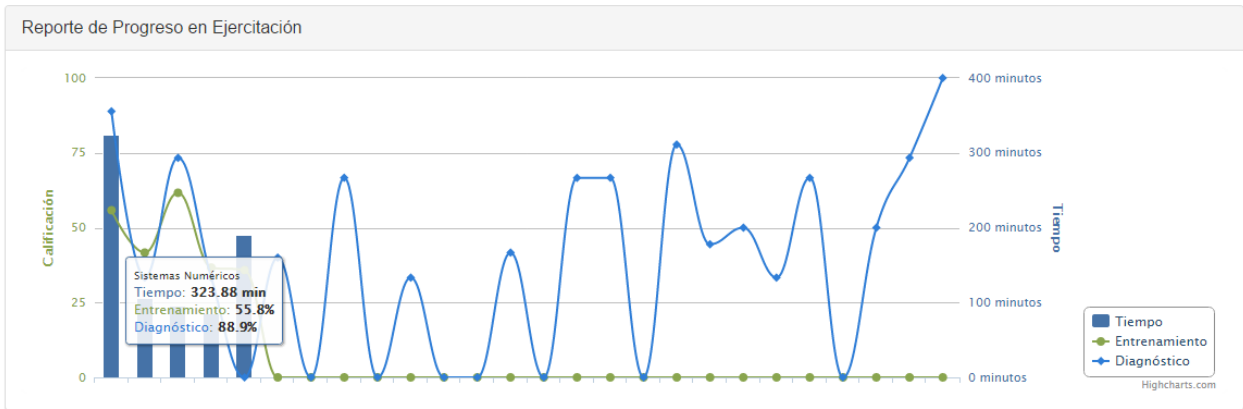


Figura 177. Gráfico de Rendimiento de Estudiante

En la Figura 177 se puede ver el rendimiento de un estudiante que está utilizando la plataforma para preparar su prueba PSU-Matemáticas. En el gráfico la línea azul corresponde al resultado obtenido en la evaluación diagnóstica, la línea verde corresponde al resultado obtenido con la práctica de aprendizajes, por último cada barra azul representa el tiempo empleado en cada tema del curso.

El gráfico implementado debe ser mejorado, en el sentido de que se debe separar la información del tiempo empleado de la información de rendimiento.

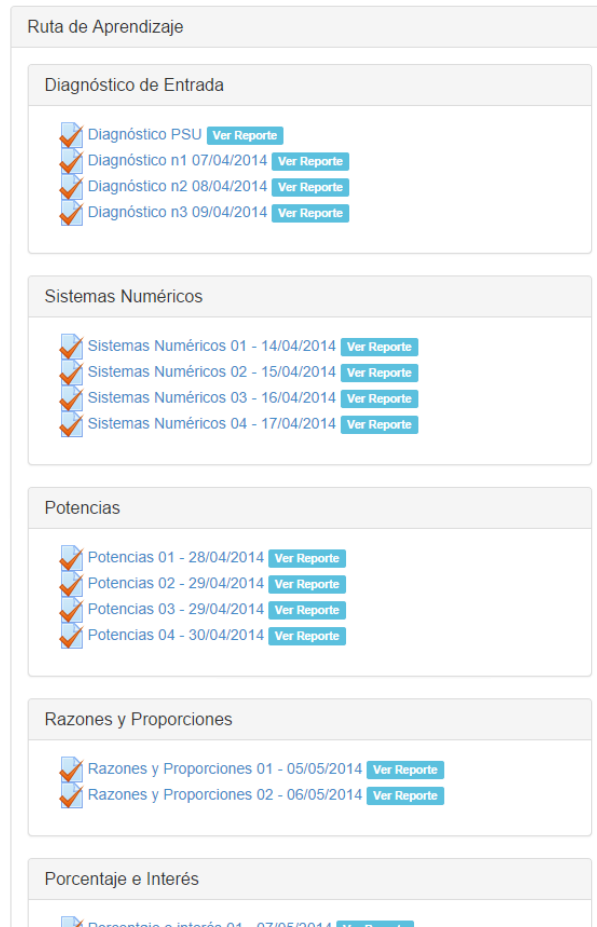


Figura 178. Ruta de Aprendizaje de Estudiante

La Figura 178 muestra parte de la ruta de aprendizaje del estudiante. Cada módulo corresponde a un tema, y dentro de este hay un conjunto de evaluaciones que se presentan con la lógica de práctica de aprendizajes.

17 Gestión del cambio

En este capítulo se describe la estrategia de gestión del cambio planteada para el desarrollo del proyecto. La estrategia consiste en la definición de una serie de pasos que permiten manejar los impactos de los cambios generados en las personas con la implementación del proyecto.

En la Figura 179 se resumen los pasos que son ejecutados para manejar el cambio dentro de la organización.

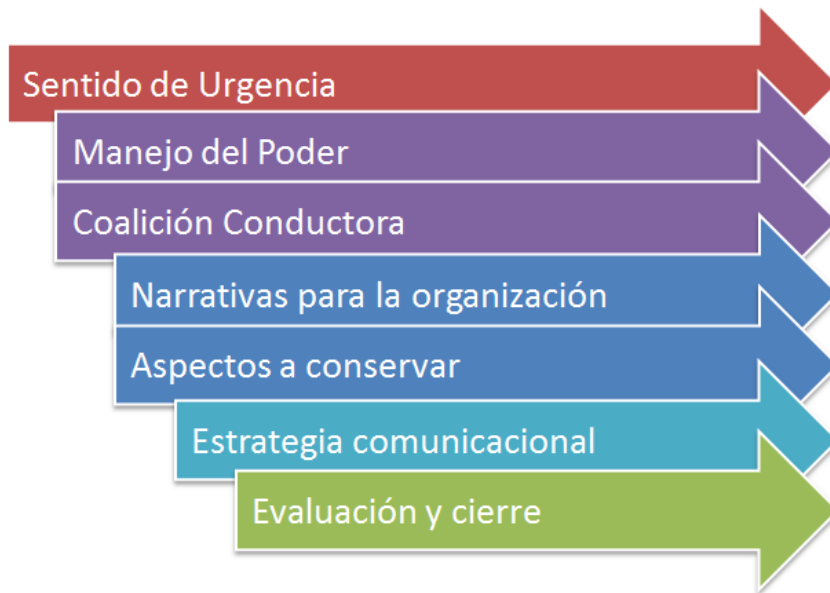


Figura 179. Estrategia de Gestión del Cambio

17.1 Contexto de la organización

Como se mencionó antes, Gal&Leo es una empresa que lleva siete años en el rubro de la educación, dentro del cual se ha planteado como una organización innovadora en el ámbito de la educación. Esta capacidad de innovación que posee la empresa le permite ser en cierto grado más flexible ante cambios en sus prácticas.

La empresa carece de procesos formales, y las actividades se realizan de acuerdo a la experiencia obtenida desde su origen. Por lo que los cambios planteados deben enfrentar la inercia con la que se concibe la organización de las actividades actualmente.

17.2 Sentido de Urgencia

El proyecto se realiza en un momento en que Gal&Leo tiene grandes desafíos por lograr, por lo que es una buena estrategia resaltar los beneficios del proyecto como soluciones directas a los quiebres que la empresa busca solucionar, ya que estos ya están posicionados con un sentido de urgencia por parte de los directores de la empresa.

El servicio que ofrece está viendo adelantado por las cualidades de los servicios que entrega la competencia. La experiencia de usuario no ha sido una de las prioridades de la empresa para con su sistema desde ya hace mucho tiempo.

Los costos de los servicios de la competencia se hacen cada vez menores, incluso han surgido servicios que son gratuitos para el usuario final.

La gestión del banco de objetos de aprendizaje que la empresa posee, se está haciendo muy costosa, debido a la gran cantidad de objetos que tiene y la inexistencia de herramientas adecuadas para hacer esta tarea.

La gran cantidad de tiempo necesario para el diseño de los cursos y su configuración, dado que es una tarea que se realiza sin las herramientas adecuadas.

17.3 El poder dentro de la organización

Para llevar a cabo el proyecto es necesario identificar los roles que dentro de Gal&Leo tienen poder de decisión, y que además el desarrollo del proyecto les interesa o los afecta en cierta medida.

Actor	Tipo de Poder
Director Ejecutivo	Conocimiento Estratégico
Director Comercial	Conocimiento del Mercado
Gerente General	Manejo de Recursos
Gerente de Contenido	Conocimiento Operación
Gerente Comercial	Conocimiento del Mercado
Coordinador de contenido	Conocimiento Especializado Educación
Coordinador de desarrollos	Conocimiento Técnico Plataformas

Figura 180. Mapa de Poder Proyecto

El proyecto debe producir sentido para los roles que tienen directa relación con el mercado, ya que este rediseña la forma en que el producto se presenta a los usuarios y clientes.

Por otro lado, el proyecto debe producir sentido a los roles estratégicos, por lo que debe estar alineado con la estrategia de la organización.

Por último, el proyecto debe producir sentido en los roles que administran recursos, por lo que debe ser atractivo en el sentido que ahorre costos o mejore la fluidez de los procesos.

17.4 Coalición conductora del cambio

Para el correcto desarrollo del proyecto es necesario formar una estructura de roles que cubra las capacidades necesarias para gestionar e implementar las mejoras planteadas.

Esta estructura es la que dirige el proyecto desde su diseño, durante su desarrollo y hasta que las nuevas prácticas, producto del proyecto, se realicen en régimen permanente.

En la Figura 181 se puede ver la estructura básica necesaria para la ejecución del proyecto.

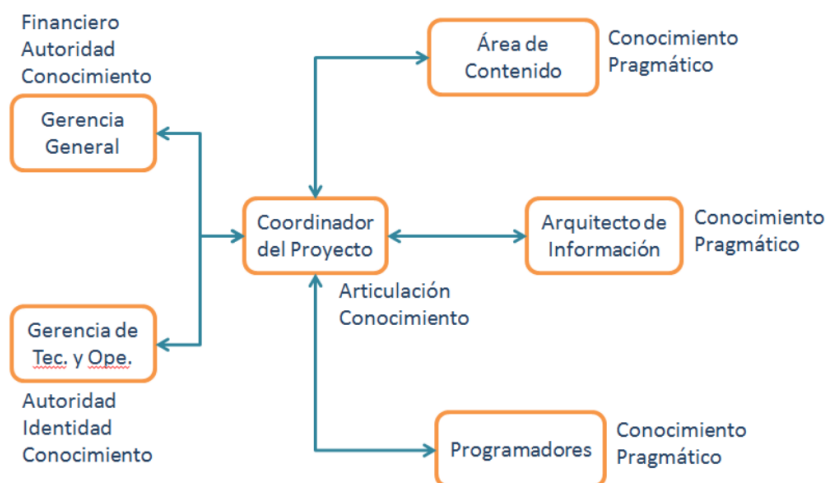


Figura 181. Coalición Conductora del Cambio

17.5 Narrativas para la organización

La creación de narrativas tiene por objetivo, hacerse cargo de la generación de sentido para los distintos actores a los que impacta de cierta manera el desarrollo del proyecto.

Para la construcción de narrativas es necesario conocer las preocupaciones de los actores involucrados, de forma que se puedan analizar y evaluar posibles mejoras al proyecto y además construir narrativas que se hagan cargo de las preocupaciones planteadas.

- Preocupación Gerencia:
 - Proyecto este alineado con la estrategia de la organización.
 - Proyecto aumente el valor de los productos y disminuya costos de producción.
- ✓ Narrativa: El proyecto busca hacer más eficientes los procesos de gestión y producción de cursos, de forma que el costo asociado a estos sea menor.

- Preocupación Área Contenido:
 - Proyecto no signifique mayor trabajo.
 - No sentirse desplazados o reemplazados.
- ✓ Narrativa: El proyecto formalizará los procesos y proveerá los apoyos tecnológicos adecuados para la ejecución de actividades críticas que hoy son realizadas de forma artesanal, disminuyendo el esfuerzo asociado.

- Preocupación Área Tecnología:
 - No hacer re-trabajos.
 - Interpretar correctamente el diseño a desarrollar.
- ✓ Narrativa: El proyecto considera el diseño de los cambios y su validación con los actores relevantes de forma de ser ejecutado de manera eficiente.

17.6 Aspectos a conservar

Este proyecto busca realizar cambios en la forma de operar para la producción de cursos, además busca proveer apoyos computacionales que simplifiquen el trabajo que se debe realizar, por esto es importante dejar claro los aspectos que se conservan una vez implementado el proyecto.

De esta forma la disminución de tiempos a través de la incorporación de nuevas tecnologías no es sinónimo de reducción de personal, sino más bien, ganancia en actividades mejor realizadas con un aumento de calidad y la apertura a nuevas actividades que hagan más robusto el producto.

17.7 Estrategia comunicacional

Durante el desarrollo del proyecto, es necesario mantener informadas a aquellas personas que participan en él y a quienes impacta su desarrollo. Para realizar esto de forma efectiva se genera una estrategia comunicacional que estructura y ordena la información a transmitir.

Para guiar la estrategia comunicacional se utilizan las siguientes preguntas claves:

- ¿Qué se quiere conseguir? ¿Cuál es el propósito?
- ¿A quiénes se va a dirigir la información?
- ¿Qué se quiere que se haga con la información?
- ¿Cuál es el mensaje que se debe transmitir?
- ¿Cómo se mide el impacto de la comunicación?

De esta forma se estructura la información de los hitos del proyecto. Por otro lado el contenido de la información a comunicar se basa en los siguientes aspectos:

- Comunicación de objetivos e ideas a la dirección, a los ejecutores y a los clientes del proyecto.

- Presentación de victorias de corto plazo.

17.8 Gestión de clima, relaciones y habilidades

Para ejecutar el proyecto de forma exitosa se hace necesario gestionar los estados de ánimo, las habilidades y las prácticas de los actores involucrados en el proyecto.

Para gestionar las habilidades necesarias para el correcto desarrollo del proyecto se planteó los siguientes pasos:

1. Identificar habilidades necesarias para el desarrollo del proyecto:
 - a. Habilidades de Gestión de Proyectos.
 - b. Habilidades de Gestión del Cambio.
 - c. Habilidades Técnicas:
 - i. Conocimiento sobre Ontologías del Aprendizaje.
 - ii. Manejo de Programas de Estudio.
 - iii. Conocimiento para Clasificar y Categorizar Contenido Educativo.
 - iv. Conocimiento de herramientas Web Semántica.
 - v. Conocimiento y manejo de lenguajes de Programación y BD's.
2. Localizar al personal con las habilidades necesarias.
3. Identificar los déficits de habilidades.
4. Generar plan de adquisición de habilidades.
5. Monitorear adquisición de habilidades.

En la Figura 182 se describe una tabla con los estados de ánimo deseados para el proyecto, el propósito de la identificación de los estados de ánimo es poder mantener estados de ánimo adecuados para el éxito del proyecto.

Actores	Estado de Ánimo	Estado de Ánimo Deseado
Gerencias	Ambición Confianza	Ambición Confianza
Área Contenido	Expectación Aceptación	Confianza Motivación
Área Tecnológica	Aceptación	Confianza Motivación
Coordinador Proyecto	Confianza Ambición	Confianza Ambición Motivación

Figura 182. Estados de ánimo para el proyecto

Por último en la Figura 183 se propone un conjunto de prácticas que permiten ir monitoreando los aspectos importantes del proyecto y en la Figura 184 la frecuencia y los actores involucrados en las prácticas.

Reuniones semanales de Gestión del Proyecto	Reuniones quincenales para reconocer Estados de Ánimo y actuar sobre ellos
Monitoreo semanal de adquisición de Habilidades Técnicas	Establecimiento de Prácticas Comunicacionales

Figura 183. Prácticas para el proyecto

Práctica	Frecuencia	Actores Involucrados
Reuniones de Gestión del Proyecto	Semanal	Ejecutores Dirección del Proyecto
Monitoreo de adquisición de Habilidades Técnicas	Semanal	Ejecutores
Reuniones para reconocer Estados de Ánimo y actuar sobre ellos	Quincenal	Ejecutores Dirección del Proyecto

Figura 184. Frecuencia y actores para prácticas del proyecto

17.9 Evaluación y cierre del proceso de cambio

La evaluación y cierre del proceso de cambio se plantea como una actividad permanente durante toda la ejecución del proyecto, no solamente al final de este.

Para esto se plantean algunos de los hitos importantes en los cuales se debe generar feedback al inicio de la fase, realizar una actividad de evaluación de la fase generar un feedback de término de la fase.

Fase del Proyecto	Ritual
Definición de Objetivos del Proyecto	Ritual de Inicio
Construcción de Analítica	Feedback Inicio y Término
Prototipo Terminado	Feedback Inicio y Término
Construcción del Sistema	Feedback Inicio y Término
Marcha Blanca de Implementación del Sistema	Feedback Inicio y Término
Implementación Proyecto	Feedback Inicio y Término

Figura 185. Hitos del Proyecto

18 Evaluación económica del proyecto

Los beneficios más claros en este proyecto es la disminución de costos en los procesos de diseño y construcción del cursos, además, existen beneficios intangibles y beneficios tangibles que no se considerarán de la realización del proyecto.

En cuanto a los beneficios tangibles que no se considerarán, corresponden a ver el producto desde el punto de vista de que va a ser un producto mejorado, la potencial consecuencia de una correcta clasificación de los contenidos digitales es que hará más precisa la Gestión del Aprendizaje, ya que se podrá identificar de mejor manera cuales son los contenidos y/o habilidades en los que cada alumno particular está fallando, pero dado que se está considerando como un beneficio potencial no se considerara en este análisis.

Por último los beneficios intangibles que entrega este proyecto son, mayor conocimiento sobre los contenidos que posee la empresa, mayor capacidad de planificación de elaboración de contenidos, menor cantidad retrasos en el diseño de los productos.

Para hacer el cálculo de los beneficios (disminución de costos) se realizaron simulaciones con la herramienta i-grafx de los procesos que se rediseñaran y las variables que se evaluaron fueron cantidad de personas por actividad y tiempos que

demoran las actividades, con una estimación de disminución de tiempo al apoyar la realización de actividades con el modelo de clasificación.

18.1 Beneficios

Los beneficios se obtienen de la reducción de tiempos en los procesos de “Diseño del Producto” y “Elaboración de Contenido” para los cuales se muestra el análisis a continuación.

Proceso “Diseño de Curso”

La Figura 186 muestra el tiempo promedio obtenido por actividad, y los tiempos promedio reducidos que fueron estimados considerando la implementación del modelo de clasificación.

Actividad	Nº Personas	Tiempo promedio (min)	Tiempo promedio reducido (min)
Examinar Contenidos en Stock	1	15	5
Evaluar Validez del Contenido	1	10	5
Determinar Necesidad de Contenido a Reutilizar	1	1	0,1
Determinar Necesidad de Contenido a Elaborar	1	1	0,1
Determinar Necesidad de Contenido a Modificar	1	1	0,1
Total		28	10

Figura 186. Reducción de tiempos promedio por actividad

A partir de la reducción de los tiempos se calculó la reducción de días que demora construir 10 cursos, cada curso posee 50 objetos de contenido y 260 objetos de evaluación en promedio, por lo que se consideró para el cálculo el diseño de 500 objetos de contenido.

El cálculo da como resultado una reducción de 29 días a 11 días para el diseño de 10 cursos. Las actividades seleccionadas en la Figura 187 se realizan por tres personas en paralelo para cada área Lenguaje, Matemática Escolar, Matemática Superior.

	Cantidad de Recursos Procesados por Día	Tiempo de Diseño de 10 cursos (días)
Recursos promedio	17	29
Recursos promedio tiempo reducido	47	11

Figura 187. Reducción de Días en Diseño de Diez Cursos

Al llevar esta reducción de tiempos a costos tenemos que el costo de una persona que realiza esta actividad es de \$ 1.100.000 durante el mes, dado que el diseño de la construcción de 10 cursos actualmente demora 29 días y esto se reduce a 11 días se considera una reducción del 63% del costo. Lo que equivale a \$ 695.357 por persona.

Costo Persona que Diseña Producto (\$)	\$ 1.100.000
% Tiempo ahorrado	63%
Costo ahorrado (\$)	\$ 695.357

Figura 188. Reducción Estimada de Costos

Proceso “Elaboración de Contenido”

Para el caso de la elaboración de contenido se realiza el mismo análisis, pero vemos que en este caso solo se impactan las actividades relacionadas con las matrices de aprendizaje.

Actividad	Nº Personas	Tiempo promedio (min)	Tiempo promedio reducido (min)
Elaborar Contenidos	1	80	80
Crear Matrices de aprendizaje	1	20	0
Programar categorías de contenido	1	20	20
Cargar contenido en plataforma	1	10	10
Cargar matrices en plataforama	1	10	0
Estructurar contenido en plataforma	1	5	5
Asegurar calidad de plataforma	1	5	5
Total		150	120

Figura 189. Reducción de Tiempos Promedio por Actividad

En este caso se consideró 1 curso para calcular la reducción de días, y el curso con 50 recursos en promedio.

Esta actividad es realizada por 10 personas que participan en el área de Lenguaje, Matemática Escolar y Matemática Superior.

	Cantidad de Recursos Procesados por Día	Tiempo de Diseño de 1 curso (días)
Recursos promedio	3	16
Recursos promedio tiempo reducido	4	13

Figura 190. Reducción de Días en Elaboración de un Curso

El cálculo arrojó que la reducción de tiempo reducido es de un 20% en promedio para las actividades del proceso de elaboración de contenidos.

En esta actividad trabajan 10 personas que tienen un sueldo promedio de \$ 700.000, por lo que con la tasa de reducción de tiempo se ahorraría \$ 140.000 por cada una de estas personas.

Costo Persona que Diseña Producto (\$)	\$ 700.000
% Tiempo ahorrado	20%
Costo ahorrado (\$)	\$ 140.000

Figura 191. Reducción Estimada de Costos

En resumen los beneficios esperados del proyecto son una reducción de costos de \$3.486.071 mensuales en el proceso de Producción del Servicio “Gestión del Aprendizaje” como se muestra en la Figura 192.

	Cantidad de personas	Reducción promedio de costos	Reduccion estimada total
Elaboracion de Contenidos	10	\$ 140.000	\$ 1.400.000
Diseño de Productos	3	\$ 695.357	\$ 2.086.071
Total			\$ 3.486.071

Figura 192. Reducción estimada de costo total

18.2 Costos

Los costos de desarrollo del proyecto se dividen en dos categorías los costos de desarrollo y los costos de cuando el producto salga a operación.

Por otro lado es necesario invertir en equipos, que se detallaran más adelante, para el desarrollo del proyecto.

Para el desarrollo se necesita principalmente conformar un equipo, incurrir en costos para crear una ambiente de desarrollo, se debe incurrir en costos para desarrollar un plan de comunicaciones y por último se deben costear las reuniones de gestión que se tendrán en la fase de desarrollo del proyecto.

En el caso de la etapa de operación se consideran costos del plan comunicacional costos de capacitaciones y costos de reuniones de gestión.

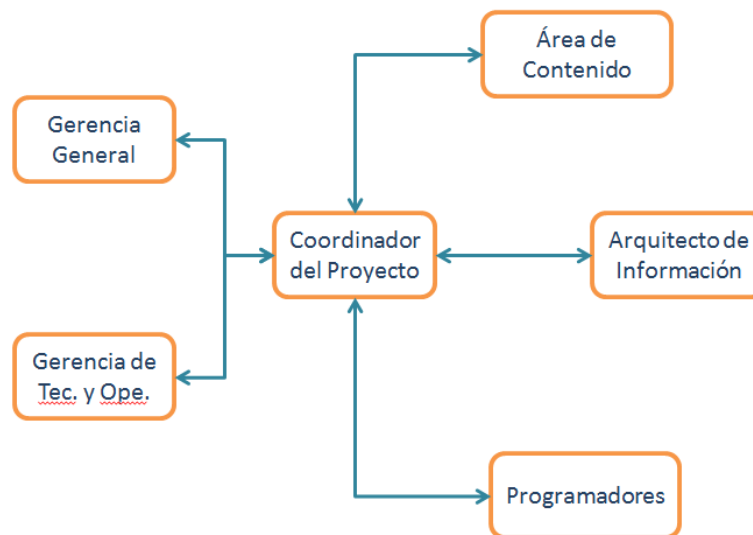


Figura 193. Estructura Organizacional del Proyecto

Los costos de Recursos Humanos están calculados de acuerdo a la estructura organizacional definida para el proyecto, la que se puede observar en Figura 193.

18.3 Otras Consideraciones

Período de evaluación

Se consideró un período de evaluación del proyecto de tres años debido a que es un proyecto tecnológico que puede ser reemplazado en ese período de tiempo. No se consideró un periodo menor ya que lo que se está construyendo con este proyecto es en parte un desarrollo a medida para la empresa y es algo que no se comercializa en el mercado, de manera que no se visualiza un escenario en que en uno o dos años más la empresa determine cambiarse por un producto que exista en el mercado.

Tasa de descuento del Proyecto

Por otro lado se utilizó la tasa de descuento de proyectos tecnológicos que usa la empresa para evaluar los proyectos internos y que corresponde a una tasa de un 10%, aún con esta información se decidió realizar una parametrización en el flujo de caja para poder conocer el VAN del proyecto a distintas tasas de descuento desde un 10% hasta un 40%.

18.4 Flujo de Caja del Proyecto

Se evaluó dos escenarios para la evaluación del proyecto, el escenario positivo se considera que la estimación de reducción de tiempos esta correcta y en el escenario negativo se considera un 50% de la reducción de los tiempos estimados.

Para el escenario positivo evaluado los valores del VAN y TIR se presentan a continuación:

Tasa de descuento	10,00%	20,00%	30,00%	40,00%
Van 3 años	\$ 46.829.400	\$ 37.137.561	\$ 29.860.624	\$ 24.259.891
TIR	182,32%			

Para el escenario negativo del Proyecto

Tasa de descuento	10,00%	20,00%	30,00%	40,00%
Van 3 años	\$ 9.670.083	\$ 5.445.417	\$ 2.297.551	-\$ 104.548

TIR	39,51%
-----	--------

Parte 9: Generalización de la experiencia y proyectos futuros

19 Generalización de la experiencia

El modelo de trabajo obtenido para lograr la gestión del aprendizaje personalizado y la solución tecnológica que automatiza a esta última, se pueden generalizar para que puedan ser implementadas en otros contextos u otras organizaciones.

La generalización de la experiencia en este caso, consiste en un nuevo modelo que implementa las herramientas para facilitar la gestión del aprendizaje personalizado de los estudiantes, y que incluye un modelo educativo basado en conocimientos y competencias.

De acuerdo a la propuesta del profesor Oscar Barros [57] para la confección de un *framework* de generalización a continuación se describe el dominio de la generalización, la lógica de negocio genérica y el diagrama de clases genérico.

19.1 Dominio de la generalización

La solución propuesta en este trabajo es posible extenderla a otras organizaciones en la cuales el manejo de recursos de aprendizaje es intensivo, en particular proveedores de cursos e-learning y b-learning. También se considera que la solución propuesta se puede utilizar para que una institución educacional, ya sea colegio o universidad, pueda integrarse verticalmente, implementando el modelo como apoyo a la gestión de sus clases.

Por otro lado, el modelo puede ser útil para las editoriales que manejan un gran conjunto de recursos educativos, ayudando el modelo a gestionar estos recursos y que de esta manera las editoriales puedan proponer soluciones más focalizadas a sus clientes.

En general, para cualquier organización que necesite gestionar el aprendizaje de un conjunto de individuos, el modelo propone una solución desde la definición de los objetivos de aprendizaje que se desean alcanzar pasando por la clasificación de los recursos necesarios, para finalmente automatizar la gestión de la adquisición de aprendizaje por parte de los estudiantes.

19.2 Lógica de Negocio Genérica

La lógica de negocio genérica propuesta corresponde a las lógicas de diagnóstico y práctica de aprendizajes dentro del proceso de aprendizaje propuesto de la Figura 195.

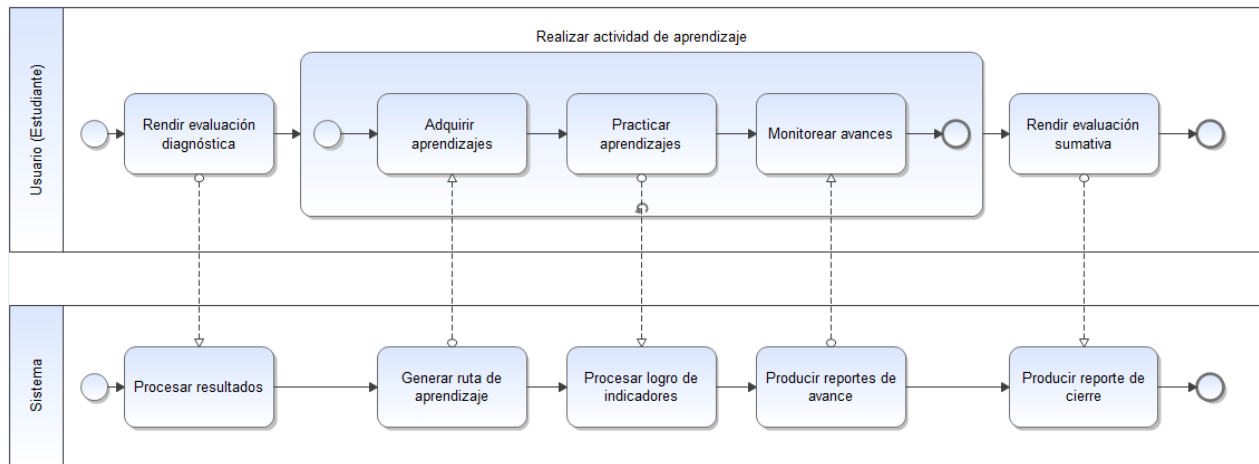


Figura 195. Proceso de Gestión del Aprendizaje

El procesamiento de resultados que se realiza para diagnosticar al estudiante dado por:

1. La definición de una Matriz de aprendizaje MA_{mn} con n preguntas que miden m aprendizajes esperados.
2. La obtención de un vector de aprendizajes logrados AL_{m1} a partir de la multiplicación la matriz de aprendizaje por el vector resultado de la evaluación:

$$AL_{m1} = MA_{mn} \times \vec{r}_{n1}$$

3. Y por último la obtención de un vector tasa de logro TL_{m1} a partir de los vectores aprendizajes medidos AM_{m1} y aprendizajes logrados AL_{m1} como sigue:

$$TL_{m1} | tl_{i1} = \frac{al_{i1}}{am_{i1}}, \text{ con } al_{i1} \in AL_{m1} \text{ y } am_{i1} \in AM_{m1}$$

Por otro lado, la lógica de práctica de aprendizajes generalizada que es además habilitante para el monitoreo del aprendizaje, corresponde a la presentación de objetos de evaluación con retroalimentación inmediata. En la Figura 196 se muestra el funcionamiento de la lógica descrita.

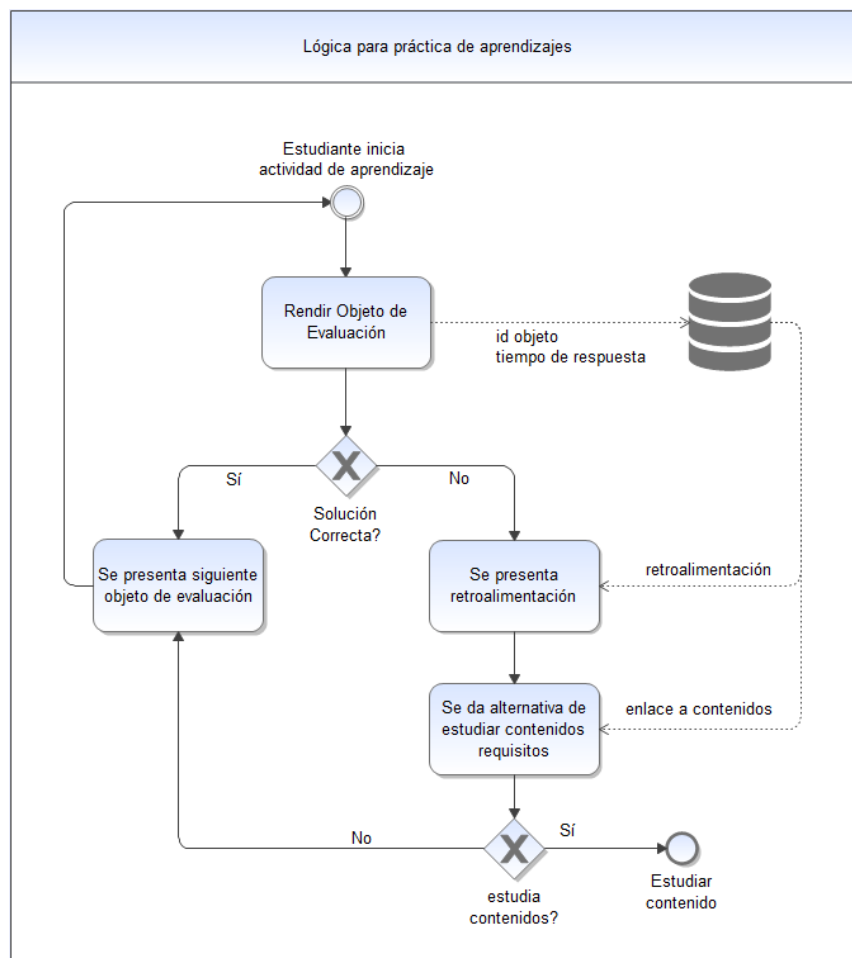


Figura 196. Lógica para la práctica de aprendizajes estudiados

19.3 Diagrama de Clases Genérico

El diagrama de clases para esta generalización debe contener los objetos que son necesarios para realizar la gestión del aprendizaje. En este sentido con la construcción de la ontología para la gestión del aprendizaje, se busca obtener un modelo genérico que permita aplicarse en diferentes contextos de aprendizaje.

Los objetos que deben estar presentes se incluyen dentro de cuatro modelos, estos son: La ontología del objetivo de aprendizaje, ontología de objeto de aprendizaje, el modelo del dominio y el modelo del usuario.

En las figuras a continuación se describen los cuatro modelos mencionados (Figura 197; Figura 198; Figura 199; Figura 200).

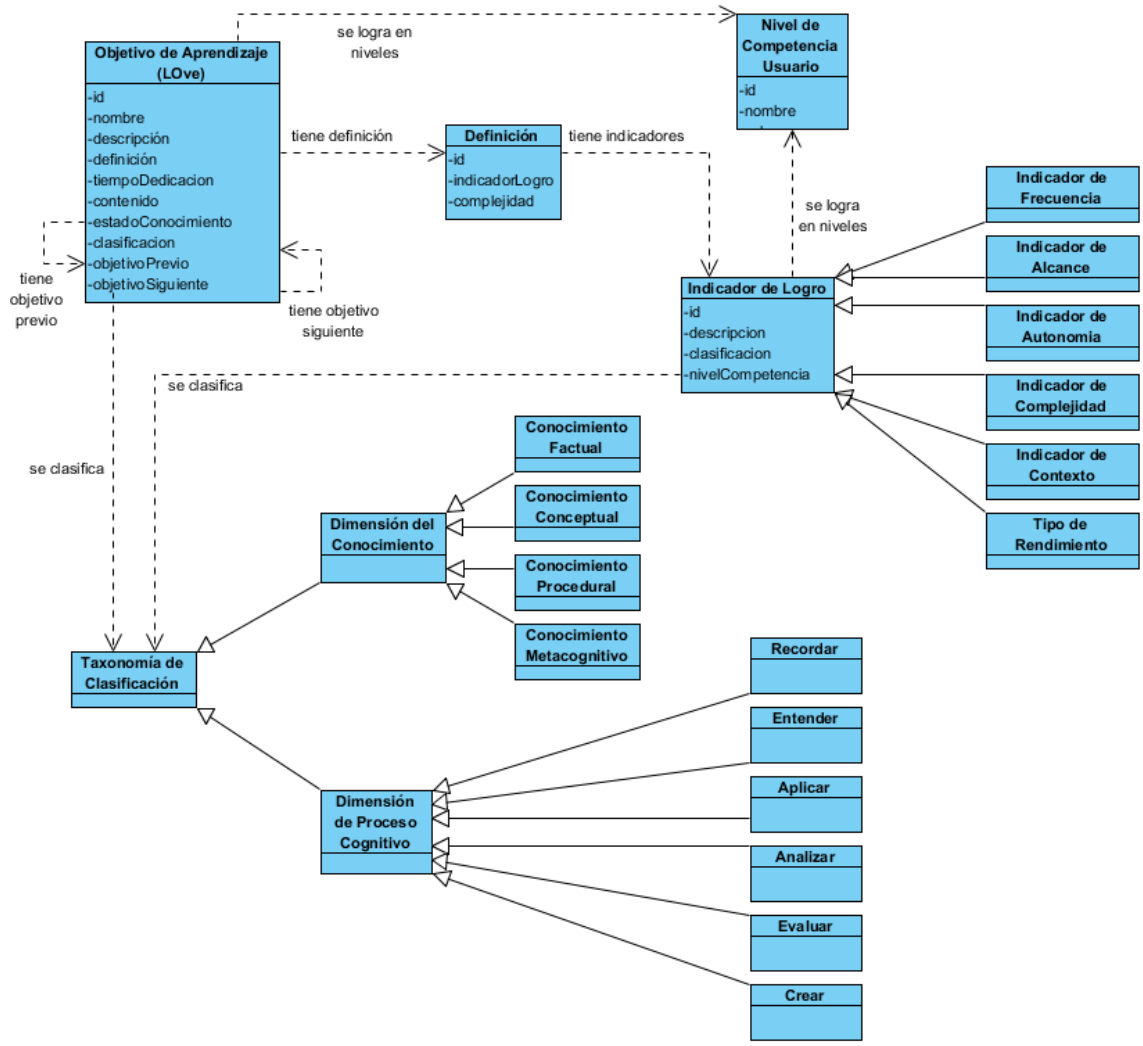


Figura 197. Ontología Objetivo de Aprendizaje

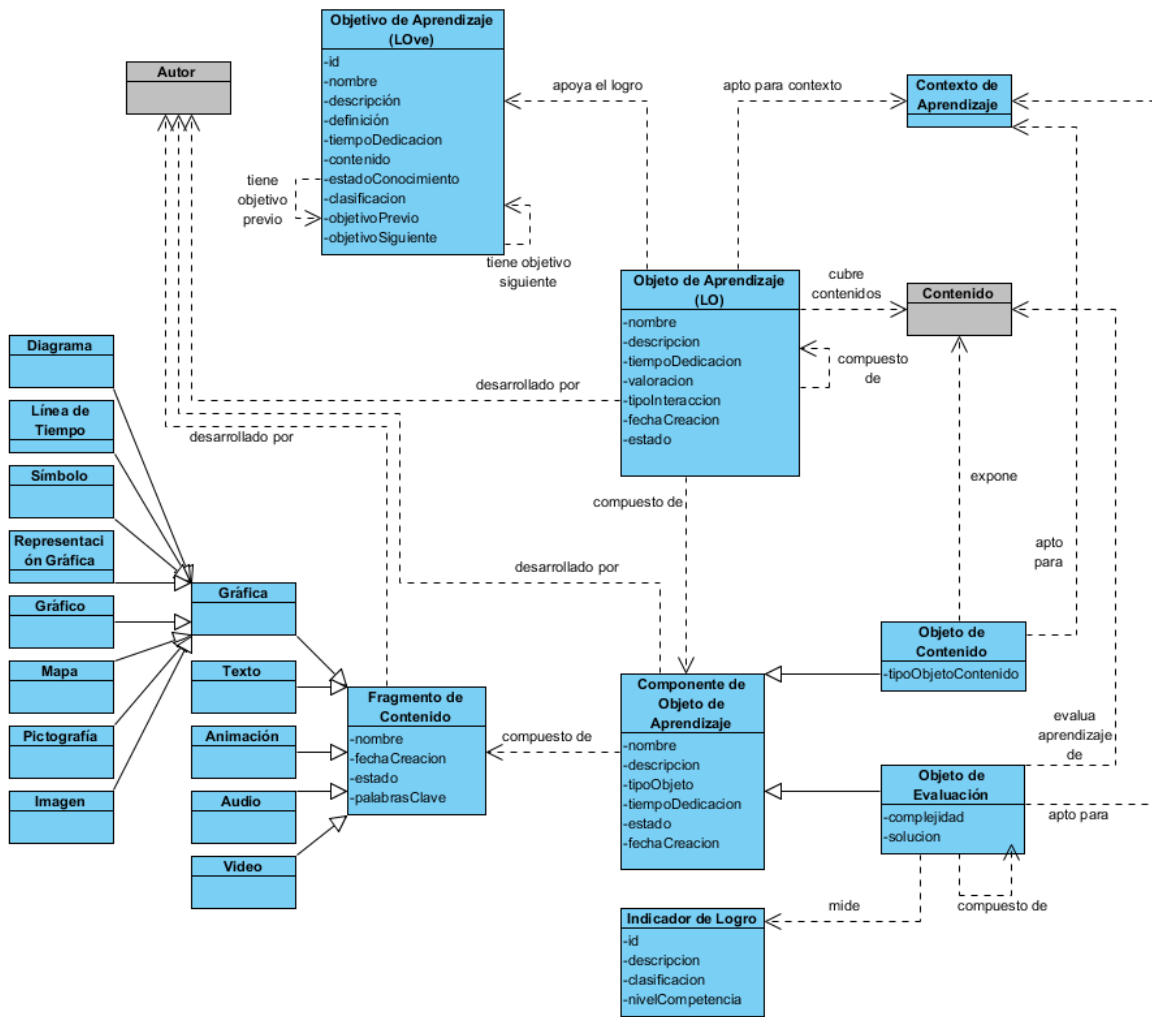


Figura 198. Ontología Objeto de Aprendizaje

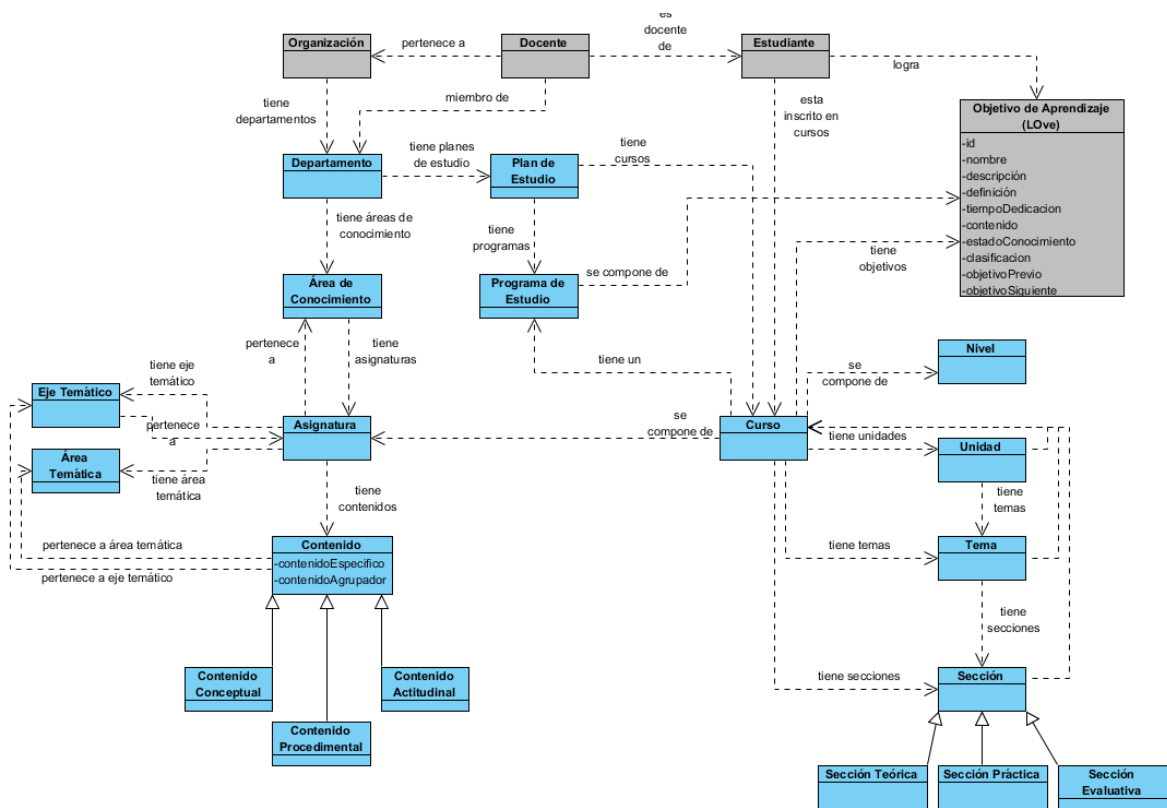


Figura 199. Modelo del Dominio

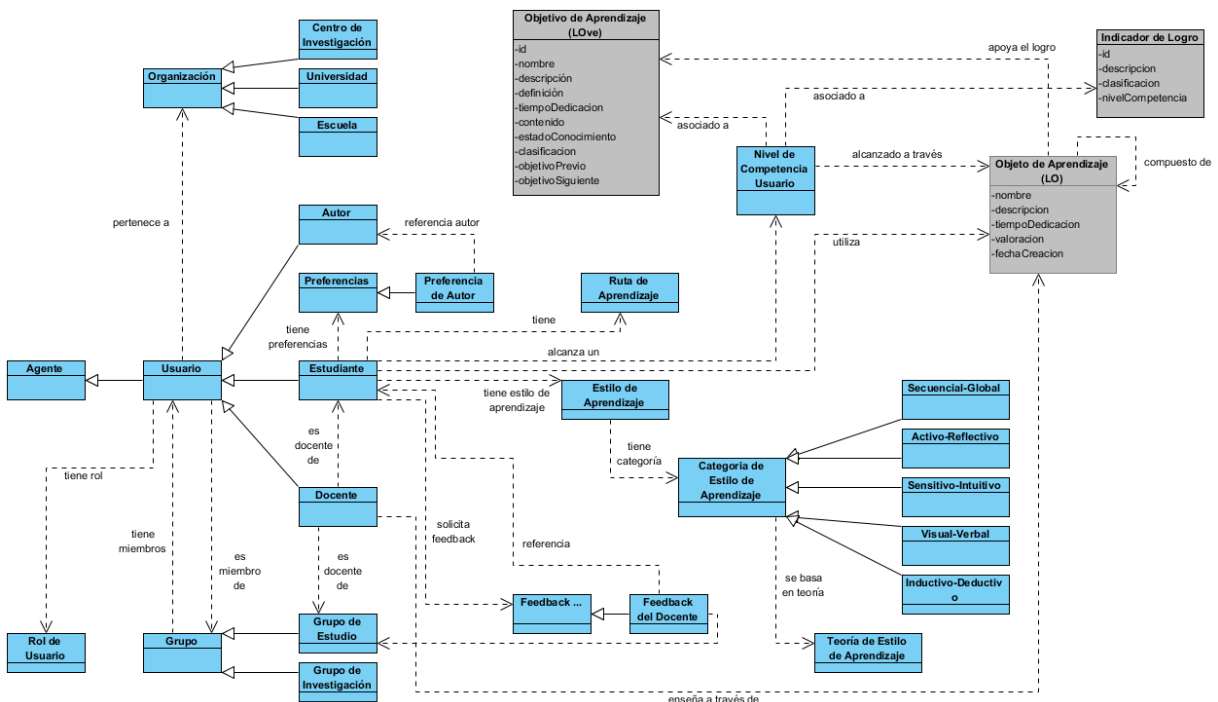


Figura 200. Modelo del Usuario

20 Proyectos futuros

Dentro del alcance del proyecto descrito en este trabajo, se abordó la implementación del curso para la preparación de la prueba PSU matemáticas. Sin duda, uno de los proyectos futuros contemplados a partir de este trabajo es la ampliación del alcance en la dimensión de asignaturas, es decir, utilizar el modelo propuesto para realizar gestión del aprendizaje sobre otras asignaturas, como por ejemplo: Lenguaje y Comunicación, Ciencias Sociales, Física, etc.

Así como también, se considera ampliar el alcance en la dimensión de los niveles como por ejemplo cursos de educación media, educación básica y universitaria. Con esto se abarcarían los segmentos de mercado actuales de Gal&Leo.

Además, el modelo puede ser utilizado en la preparación de otras pruebas estandarizadas, tales como: prueba PISA, examen TOEIC de Inglés, evaluación Simce, entre otras.

Se propone además, que es necesario ampliar las funcionalidades del sistema en dos sentidos, por un lado es necesario proveer funcionalidades que permitan la colaboración, y por otro brindar reportes que permitan a los docentes, coordinadores y directores de una institución manejar información de forma agregada y desagregada de los cursos.

21 Conclusiones

Como primera conclusión, se puede reconocer que la metodología utilizada en este trabajo es adecuada para abordar proyectos de alto impacto dentro de las organizaciones, así como también, esta metodología es un herramienta poderosa para reconocer oportunidades de mejora que estén alineadas con los intereses de quienes toman las decisiones y la estrategia de la organización.

Al introducirse dentro de la metodología, se pudo ver que existe un aspecto clave para concebir mejoras en los negocios, y esto tiene que ver con la identificación de las lógicas actuales de negocio y las lógicas deseadas o nuevas lógicas a incorporar. Una distinción importante que se obtuvo de la metodología es la identificación de tres elementos que son inherentes a las lógicas de negocio, estas son:

- La mayor parte de las veces las lógicas de negocio están soportadas por datos o información relevante del negocio.
- La lógica produce una transformación de esta información, de acuerdo a ciertas reglas de negocio de la organización.
- Se deben definir los cursos de acción que se toman de acuerdo al resultado obtenido al ejecutar la lógica de negocio.

En cuanto a la gestión del aprendizaje, de acuerdo a la investigación realizada en el ámbito de la educación, se pudo observar a través de la historia como las sociedades han cumplido un objetivo importante, consistente en ampliar la cobertura de educación pública. Es sabido que luego de cumplir este objetivo las sociedades se han centrado en un segundo objetivo que tiene que ver con la calidad de la educación, podemos ver esto en la coyuntura social actual de Chile.

Como conclusión, se plantea que abordar el objetivo de aumentar la calidad de la educación de acuerdo a las condiciones actuales, como por ejemplo cantidad de alumnos en una sala de clases, modelo de enseñanza, infraestructura actual, se hace logísticamente muy complejo y se debe incurrir en un costo muy alto.

Es aquí donde las tecnologías de información juegan un rol fundamental, ya que así como han ayudado a las empresas a alcanzar niveles de eficiencia altos, se plantea también se puede hacer en la educación ya que las tecnologías de información, como por ejemplo este trabajo de tesis, pueden ayudar a elevar la calidad de la educación aportando herramientas de apoyo a la logística de entrega de educación a un costo bajo.

En cuanto a las tecnologías utilizadas, principalmente a la implementación de la base de conocimiento (ontología), se puede decir que corresponde a una poderosa herramienta actual, dada su versatilidad al clasificar la información y producir relaciones.

En cuanto al trabajo realizado se obtuvo un resultado exitoso en cuanto a la detección de necesidades de aprendizaje y la provisión de los recursos necesarios para suplir esas necesidades, lo que se ha identificado como gestión del aprendizaje.

Se concluye que el modelo planteado puede tener un gran valor para el docente e instituciones, en cuanto a la información personalizada del proceso de aprendizaje de cada estudiante que el sistema puede proveer en tiempo real.

22 Bibliografía

[1] Administración estratégica COMPETITIVIDAD Y GLOBALIZACIÓN CONCEPTOS Y CASOS, Michael A. Hitt Texas A&M University R. Duane Ireland Texas A&M University, Robert E. Hoskisson Arizona State University, 2008, Cengage Learning Editores

[2] Educación y nuevas tecnologías: Los desafíos pedagógicos. Inés Dussel, Luis Alberto Quevedo, 2010, Buenos Aires: Santillana.

[3] Página de Presentación de Gal&Leo (<http://www.galyleo.net/proposito/>)

[4] The delta project: discovering new sources of profitability in a networked economy. Hax, A. C., & Wilde, D. L., 2001, Palgrave Macmillan.

[5] The Delta Model. Reinventing Your Business Strategy. Hax, A. C., 2010, Springer.

[6] Ingeniería de Negocios. Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones TI, Primera parte, Versión 5, Barros, O., Depto. Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Chile.

[7] Ingeniería de Negocios. Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones TI, Segunda parte, Versión 5, Barros, O., Depto. Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Chile.

[8] Desarrollo de Ontologías-101: Guía Para Crear Tu Primera Ontología, Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness, 2005, Stanford University, Stanford, CA,.

[9] Reinventing Your Business Model, Johnson, Christensen, & Kagermann, 2008, HBR.

[10] The KACTUS view on the 'O' word. Technical Report,. Schreiber Ath., Wielinga B., Jansweijer W., 1995, ESPRIT Project 8145 KACTUS, University of Amsterdam, The Netherlands.

[11] Ontological Engineering with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web. First Edition Gómez-Pérez, Asunción, Fernandez-Lopez, Mariano, Corcho, Oscar, 2004.

[12] T.R. Gruber, Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing, in: N. Guarino, R. Poli (Eds.), Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation, Kluwer Academic Publishers., Deventer, The Netherlands, 1993.

[13] Neches, R.; Fikes, R.; Finin, T.; Gruber, T.; Patil, R.; Senator, T.; Swartout, W.R. Enabling Technology for Knowledge Sharing. AI Magazine. Winter 1991. 36-56.

[14] Revista Ingeniería Informática, edición 14, mayo de 2007 <http://www.inf.udec.cl/revista> EL ROL DE LAS ONTOLOGÍAS EN LOS SI Graciela Barchini, Margarita Álvarez, Susana Herrera y Melina Trejo.

[15] A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, by Lorin W. Anderson, David R. Krathwohl, 2001.

[16] Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy, David A. Wiley, Utah State University, 2000.

[17] Wiley, D.A.: Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. The instructional use of learning objects, Bloomington, 2002.

[18] Learning Technology Standards Committee of the IEEE, Draft Standard for Learning Objects Metadata, IEEE Draft, 2002.

- [19] L. Aroyo, S. Pokraev, R. Brussee, Preparing SCORM for the semantic Web, in: Proceedings of International Conference on Ontologies, Databases, and Applications of Semantics, Catania, Italy, 2003.
- [20] Reusable Learning Object Strategy: Designing and Developing Learning Objects for Multiple Learning Approaches, 2003
- [21] Towards a Global Component Architecture for Learning Objects: An Ontology Based Approach, Katrien Verbert, Joris Klerkx, Michael Meire, Jehad Najjar, and Erik Duval, 2004.
- [22] Jovanović, J, Gašević, D., Verbert, K., & Duval, E. Ontology of Learning Object Content Structure, 2009
- [23] R. Mizogushi, Ontology-based systematization of functional knowledge, in: Proceedings of tools and methods of competitive engineering (TMCE2002), Wuhan, China, 2002.
- [24] B. Simon, Do e-Learning standards meet their challenges? in: Proceedings of Workshops Standardisierung im e-Learning, Frankfurt, Deutschland, 2002.
- [25] Ontological model for representation of learning objectives, Lai Ng, BSc, Simon Fraser University, Master of Science, 2005.
- [26] A Model of Learning Objectives, A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. <http://www.celt.iastate.edu/teaching/RevisedBlooms1.html>
- [27] Enterprise Architecture at Work: Modeling, Communication and Analysis, Lankhorst, M., et al., Springer, Germany, 2005.
- [28] m-LOCO: An Ontology-based Framework for Context-Aware Mobile Learning, Melody Siadaty, Carlo Torniai, Dragan Gašević, Jelena Jovanovic, Ty Mey Eap and Marek Hatala, Simon Fraser University, Master of Science, 2009.

[29] Ontology of Learning Object Content Structure. Jovanović, J, Gašević, D., Verbert, K., & Duval, E. <http://ariadne.cs.kuleuven.be/alocom/papers/AIEDsubmission.doc>. Retrieved: 10 Junio, 2009.

[30] Ingeniería de Negocios. Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones TI, Cuarta parte, Barros, O., Depto. Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Chile.

[31] An Ontology and a Software Framework for Competency Modeling and Management, Gilbert Paquette, LICEF Research Center, Télé-université, Montreal, Canada, 2007.

[32] Learning Object Context Ontologies - The LOCO Framework <http://jelenajovanovic.net/LOCO-Analyst/loco.html>

[33] What is IEEE Learning Object Metadata / IMS Learning Resource Metadata?, Phil Barker

[34] Algorithmically Generating Questions, Jonathan Goldman, 2013. <http://www.knewton.com/tech/blog/2013/09/algorithmically-generating-questions-2/>

[35] L'Allier, J.J.: Frame of reference: NETg's map to the products, their structure and core beliefs. NetG whitepaper. Cited in Polsani, Pithamber R. (2003) The Use and Abuse of Reusable Learning Objects. J. Digit. Inf. 3(4)

[36] Wagner; E.D.: Steps to creating a content strategy for your organization. e-learn. Dev. J. (2002).

[37] Berrocal, J., García, J., & Murillo, J. (2009). Patrones para la Extracción de Casos de Uso a partir de Procesos de Negocio. Universidad de Extremadura, España: Actas de los Talleres de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, Vol. 3, No. 3, 2009.

[38] La tabla de especificaciones, Edith Cásquez León (ENP-7) y Gabriela Reding Borjas (ENP-9), México D.F., 2012.

[39] Instrumentos Virtuales de Micro Diagnóstico: Una herramienta imbatible para salvar las brechas de aprendizaje, Roberto Hojman, Tecnologías Educativas Colaborativas GAL&LEO, Abril 2013.

[40] Ontologías del modelo del alumno del modelo del dominio en sistemas de aprendizaje adaptativos y colaborativos, José M. Gascueña, Antonio Fernández Caballero, Pascual González.

[41] Página web de framework LOCO-Analyst <http://jelenajovanovic.net/LOCO-Analyst/loco.html>

[42] Página oficial de LMS Moodle <https://moodle.org/>

[43] Página oficial de LMS Chamilo <http://www.chamilo.org/es>

[44] Página oficial de LMS claroline <http://www.claroline.net/>

[45] Página oficial de LMS efront <http://www.efrontlearning.net/>

[46] Página oficial de LMS Docebo <http://www.docebo.com/es/>

[47] Página oficial de LMS ATutor <http://www.atutor.ca/>

[48] Temario PSU Matemática admisión 2015, DEMRE, 2014.

[49] Programa de Estudio Matemática Primer Año Medio, Ministerio de Educación, 2011

[50] Programa de Estudio Matemática Segundo Año Medio, Ministerio de Educación, 2011

[51] Programa de Estudio Matemática Tercer Año Medio, Ministerio de Educación, 2001

[52] Programa de Estudio Matemática Cuarto Año Medio, Ministerio de Educación, 2001

[53] Ingeniería de Negocios Diseño Integrado de Servicios, sus Procesos y Apoyo TI, Oscar Barros, Master in Business Engineering, Universidad de Chile, 2013.

[54] Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos.
http://eprints.rclis.org/17463/1/bases_teoricas.pdf

[55] Aplicación de un modelo de aprendizaje para un caso de docencia en Internet
<http://www.rieoei.org/experiencias74.htm>

[56] <http://www.rogerschank.com/>

[57] Barros, O. (2004). Business Process Patterns and Frameworks: Reusing Knowledge in Process Innovation. DII, Universidad de Chile.