

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INFORMATICA

**DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA
MULTIMEDIA EDUCATIVA ADAPTATIVA**

Enzo Valentín Barbaguelatta Díaz.

INFORME FINAL DEL PROYECTO
PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

JUNIO DE 2017.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INFORMATICA

DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA MULTIMEDIA EDUCATIVA ADAPTATIVA

Enzo Valentín Barbaguelatta Díaz.

Profesor Guía: **Claudio Cubillos Figueroa.**

Profesor Co-referente: **Ignacio Araya Zamorano.**

Carrera: **Ingeniería Civil Informática**

Junio de 2017.

“Cuando un estudiante está creando algo, está plasmando su felicidad en ello”

Mis profundos agradecimientos a mis padres Jorge Barbaguelatta M. y Berta Díaz M, por todo el apoyo brindado tanto familiar como también al guiarme dentro del mundo pedagógico /artístico. A mis abuelos Isaías Díaz B. y Berta Mena P. por su imprescindible apoyo durante mis estudios. A Sebastián Rodríguez O. y Felipe Díaz B. por toda la ayuda y asesoría investigativa/ tecnológica. Finalmente, a Francisco de la Peña y Diego Palma por su ayuda desinteresada tanto en este como en otros proyectos profesionales, así como también a varios amigo/as de la vida, que de una forma u otra brindaron un grano de arena aquí.

Índice.

Lista de abreviaturas.	vi
Resumen.....	vii
Lista de figuras.....	viii
Lista de tablas.....	x
1. Introducción.	1
2. Objetivos2	2
2.1. Objetivo general.....2	2
2.2. Objetivos específicos.....2	2
3. Plan de trabajo.....3	3
3.1. Problema y marco teórico.....3	3
3.2. Análisis y diseño.....3	3
3.3. Desarrollo.....3	3
3.4. Puesta en prueba y resultados.....3	3
4. Metodología de trabajo.....4	4
4.1. Método de prototipado.....4	4
5. Enfoque pedagógico.....5	5
5.1. Caso de estudio5	5
5.1.1. Identificación del caso de estudio.....5	5
5.1.2. Contenidos de las materias a abordar.....5	5
5.1.3. Aprendizajes esperados de las materias a abordar.....6	6
5.2. Actividades educativas para el desarrollo de habilidades.....7	7
5.2.1. Definiciones.....7	7
5.2.2. Ejemplos.....7	7
5.3. Personalización de la enseñanza.....9	9
5.3.1. La adaptación en la educación.....9	9
5.3.2. Modelado del estilo del aprendizaje del alumno.....9	9
5.3.3. Estilos de aprendizaje según Felder- Silverman.....10	10
5.3.4. Estilos de enseñanza según Felder- Silverman.....11	11
5.3.5. Identificación del estilo de aprendizaje.....11	11
5.4. E-learning: Una solución a la diversidad educativa.....12	12
6. Marco tecnológico.....13	13

6.1.	Sistemas adaptativos hipermedia	13
6.1.1.	Modelo de estudiante.....	15
6.1.2.	Modelo de dominio.	16
6.2.	Sistemas educativos adaptativos.....	17
6.2.1.	Definición.....	17
6.2.2.	Metodología para aplicación de adaptación en sistemas e-learning.....	17
6.2.3.	KnowledgeTree: Una arquitectura para e-learning adaptativo orientado a actividades. 19	
6.2.3.1.	Definición.....	19
6.2.3.2.	Esquematización de funcionamiento.....	20
6.2.4.	Algoritmo de adaptación para actividades colaborativas basado en reglas.	21
6.2.5.	Representación de un curso basado en reglas.	22
6.3.	Herramientas para creación de actividades.....	23
6.3.1.	Sistemas gestores de aprendizaje (LMS).....	23
6.3.2.	Requerimientos para actividades en LMS.....	23
6.3.3.	Creación de contenido personalizado compatible con SCORM.	24
6.3.4.	Suites creadoras de actividades compatibles con SCORM.	24
6.3.4.1.	JClic.....	25
6.3.4.2.	Hot Potatoes	25
6.3.4.3.	Lim	25
7.	Prototipo de plataforma de adaptación.....	26
7.1.	Mecanismo de adaptación.....	26
7.2.	Cálculo de datos del estudiante.....	27
7.2.1.	Estilo de aprendizaje.	27
7.2.2.	Factor de dificultad.....	28
7.2.3.	Actividades realizadas.....	29
7.3.	Plataforma a confeccionar.....	29
7.4.	Plan de validación del mecanismo de adaptación.....	29
7.5.	Criterios de aprobación del mecanismo de adaptación.....	30
7.5.1.	Obtención efectiva de los datos del estudiante.....	30
7.5.2.	Impacto en la adaptación de actividades.	30
8.	Estudio de factibilidad de la plataforma.....	31
8.1.	Factibilidad operativa.	31

8.1.1.	Aspecto técnico.	31
8.1.2.	Aspecto económico.	31
8.2.	Factibilidad legal.....	32
8.2.1.	Sobre los componentes de la plataforma.....	32
8.2.2.	Sobre datos generados por los alumnos.	32
9.	Ingeniería de requerimientos.....	33
9.1.	Levantamiento.	33
9.2.	Requerimientos a nivel de usuario.....	33
9.3.	Análisis.	33
9.3.1.	Requerimientos a nivel de plataforma.....	33
9.3.2.	Requerimientos a nivel de componentes.....	34
9.4.	Especificaciones.....	34
9.4.1.	Plataforma.	34
9.4.2.	Datos del estudiante.....	35
9.4.3.	Datos del dominio.	35
9.4.3.1.	Actividad unitaria.	36
9.4.3.2.	Compendio de actividades.....	36
9.4.4.	Modelo de interacción.	36
9.5.	Especificaciones de interfaz.....	37
9.6.	Orígenes y almacenamiento de datos.....	38
9.6.1.	Tablas para bases de datos.....	38
9.6.1.1.	Estilo de aprendizaje.	38
9.6.1.2.	Factor de dificultad.....	38
9.6.1.3.	Instancia de actividad.	38
9.6.2.	Datos de definición estáticos de actividades.	39
9.6.2.1.	Definición de un curso.	39
9.6.2.2.	Definición de una actividad unitaria.	40
9.6.2.3.	Definición de un compendio de actividades.....	40
9.7.	Funcionalidades.	40
10.	Diseño.....	41
10.1.	Componentes externos.....	41
10.2.	Arquitectura.	41
10.2.1.	Capa de presentación.....	42

10.2.2.	Capa lógica	42
10.2.3.	Capa de datos.....	42
10.3.	Estructura jerárquica	42
11.	Implementación de la plataforma	45
12.	Plan de diseño de actividades.....	46
12.1.	Plan de pruebas general	46
12.1.1.	Lineal.....	46
12.1.2.	Adaptativo	46
12.1.3.	Adaptativo inverso	46
12.2.	Contenido de actividades	46
12.3.	Organización de actividades	47
12.4.	Encuesta de finalización	47
12.5.	Confección de actividades	48
13.	Desarrollo de pruebas.....	49
13.1.	Evaluación heurística de la plataforma	49
13.2.	Pruebas de uso de la plataforma en terreno.	49
13.2.1.	Contexto	49
13.2.2.	Desarrollo de pruebas.....	50
14.	Análisis de resultados de pruebas.....	51
14.1.	Impacto en la adaptación de las actividades.	51
14.1.1.	Tiempo en realización actividades	51
14.1.2.	Comparación test final con test inicial.	52
14.1.3.	Desempeño de test final.	52
14.1.4.	Análisis de ítems de encuestas de finalización.....	53
14.2.	Obtención efectiva de los datos del estudiante.	54
14.2.1.	Análisis de ítems de encuestas de finalización.....	54
14.2.2.	Comparación ejecuciones de actividades exitosas versus fallidas.	54
14.3.	Otros aspectos de evaluación	55
15.	Análisis y trabajo a futuro.	56
16.	Conclusiones.	57
17.	Referencias.	58
Anexos.	62
A.	Actividades educativas.	62

A.1. Definiciones.	62
B. Índice de estilos de aprendizaje.	63
B.1. Cuestionario.	63
B.2. Hoja de respuestas.	63
B.3. Diagnostico.	64
C. Aplicaciones del e-learning.	65
D.1. Presentación adaptativa.	66
D.2. Soporte de navegación adaptativa.	67
E. SCORM: Un modelo de referencia para actividades.	68
E.1. Definición.	68
E.2. Componentes de SCORM.	68
E.2.1. Empacado de contenido.	68
E.2.2. Tiempo de ejecución.	69
E.2.3. Secuenciamiento.	69
F. Diagramas de diseño de plataforma.	70
F.1. Diagrama de casos de uso.	70
F.2. Diagrama de entidad-relación.	70
F.3. Esquema de datos estáticos.	71
G. Diagramas de secuencia y colaboración.	73
G.1. Inicializar plataforma.	73
G.2. Inicializar actividad.	74
G.3. Finalizar actividad.	75
G.4. Realizar actividad.	76
G.5. Registrar perfil estudiante.	77
H. Ejemplos de datos en archivos manifest.	79
H.1. Archivo manifest para la definición de un curso.	79
H.2. Archivo manifest para la definición de una actividad unitaria.	80
H.3. Archivo manifest para la definición de un compendio de actividades.	80
I. Implementación del prototipo.	81
I.1. Entorno de desarrollo.	81
I.2. Código fuente.	81
I.3. Estructura de carpetas de desarrollo.	81
I.4. Montaje de la plataforma.	82

Lista de abreviaturas.

AHS	: Adaptive Hypermedia System.
API	: Application Programming Interface.
BD	: Base de datos.
CSS	: Cascade Style Sheet.
GUI	: Graphical User Interface
IDE	: Integrated Development Environment.
ILS	: Index of Learning Styles.
JS	: <i>JavaScript</i> .
LMS	: Learning Management System
LTI	: Learning Tools Interoperability
SCORM	: Sharable Content Reference Model.
SQL	: Structured Query Language.
VPS	: Virtual Private Server

Resumen

El objetivo del presente proyecto es desarrollar una plataforma educativa multimedia con características adaptativas que apoye el desarrollo de habilidades de geometría, según especifica el programa de gobierno de Chile para alumnos de primer año de enseñanza media. El desarrollo de habilidades en los estudiantes se puede reforzar empleando el uso de actividades, mientras que se afirma que cada estudiante posee distintas formas de aprender, elemento el cual puede moldearse según distintos criterios. Por otro lado, una plataforma educativa adaptativa es un sistema de e-learning cuyos objetos de aprendizaje son entregados de forma personalizada al estudiante conforme a sus características personales, de modo de optimizar así su proceso de aprendizaje.

Es así como se propone con la anterior, un modelo de adaptación enfocado en actividades multimedia, el cual se implementó en un prototipo de plataforma educativa adaptativa, buscando validar tanto la eficacia de la obtención de los datos del estudiante, así como un adecuado proceso de adaptación de las actividades. Luego de confeccionar una unidad educativa de prueba y de efectuar evaluaciones heurísticas se probó en diferentes establecimientos educativos para así poder validar el mecanismo propuesto y obtener la conclusión de tener que ver aspectos más allá de los aquí propuestos.

***Palabras clave:** Adaptabilidad, e-learning, hipermedia, plataformas de aprendizaje, actividades multimedia.*

Abstract

The aim of the current project is to develop a multimedia educative platform with adaptive features in order to help students learn geometry abilities, like is said in the Chilean government program that is required for 1st year of secondary studies. The development of abilities in students can be strengthen doing different activities, is known that each student has different ways to learn, a fact that can be molded with different criteria. On the other hand, an adaptive educative platform is an e-learning system whose learning objectives are provided in a customized way to the student, according to their personal characteristics, so optimizing in this way their learning process.

With the above, we propose an adaptive model focused in multimedia activities, which was implemented in an adaptive educative platform prototype, seeking to validate the efficacy of data obtained from students, and an adequate activity adaption process. After building an educative test unit, and performing heuristic evaluations, this platform was tested in different schools with the purpose of validating the proposed mechanism and obtain the conclusion of getting more aspects to analyze, even more than the ones proposed here.

***Keywords:** Adaptivity, e-learning, hypermedia, learning platforms, multimedia activities.*

Lista de figuras.

Figura 4.1. Esquematización etapas modelo prototipado [1].	4
Figura 5.1. Ejemplo de actividad, referente a transformación de figuras. [6]	8
Figura 5.2. Ejemplo de actividad, referente a congruencia de formas. [6]	8
Figura 5.3. Aspectos multi-disciplinarios de E-learning	12
Figura 6.1. Esquematización general modelo usuario-adaptación [15].	13
Figura 6.2. Esquematización de un sistema hipermedia	14
Figura 6.3. Relación entre modelo de estudiante y modelo de dominio.	16
Figura 6.4. Metodología de aplicación de adaptación en sistemas e-learning [19]	17
Figura 6.5. Modelo arquitectura KnowledgeTree	19
Figura 6.6. Esquematización de funcionamiento de KnowledgeTree [20].	21
Figura 7.1. Mecanismo de adaptación propuesto.	27
Figura 9.1. Especificación de una vista de usuario para una actividad.	37
Figura 10.1. Relación entre componentes externos de la plataforma.	41
Figura 10.2. Arquitectura física de la plataforma.	42
Figura 10.3. Estructura jerárquica de los módulos de la plataforma.	43
Figura 10.4. Abanico de servicios internos de plataforma X9.	44
Figura 11.1. Pantalla de la fase de Test ILS de la plataforma X9.	45
Figura 11.2. Pantalla de actividad de la plataforma X9.	45
Figura 12.1. Componentes de una actividad.	47
Figura 12.2. Estructura de organización de las actividades.	48
Figura 13.1. Ejecución prueba con estudiantes.	50
Figura B. 17.1 Campo de diagnóstico para test.	64
Figura D 17.2. Formas de adaptación en sistemas hipermedia adaptativos.	66
Figura F.1. Diagrama de casos de uso de alto nivel para la plataforma X9.	70
Figura F.2. Diagrama entidad relación para la plataforma X9.	71
Figura F.3. Estructura de carpeta para un curso.	72
Figura F.4 Diagrama secuencia para inicializar plataforma.	73
Figura F.5. Diagrama interacción para inicializar plataforma.	73
Figura F.6. Diagrama secuencia para inicializar actividad.	74
Figura F.7. Diagrama de interacción para inicializar actividad.	74

Figura F.8. Diagrama de secuencia para finalizar actividad.	75
Figura F.9. Diagrama de interacción para finalizar actividad.	75
Figura F.10. Diagrama de secuencia para realizar actividad.	76
Figura F.11. Diagrama de interacción para realizar actividad.	77
Figura F.12. Diagrama de secuencia para registrar perfil estudiante.	77
Figura F.13. Diagrama de interacción para registrar perfil estudiante.	78
Figura I.1. Paso para ejecutar plataforma de adaptación.	82

Lista de tablas.

Tabla 5.1. Dimensiones de los estilos de aprendizaje y enseñanza.	10
Tabla 6.1. Características comunes en el modelamiento de estudiante.	15
Tabla 6.2. Representación de un curso basado en reglas.	22
Tabla 6.3. Regla de secuencias para cursos basados en reglas.	22
Tabla 9.1. Tipos de restricciones para un compendio de actividades.	36
Tabla 9.2. Tipos de diagnósticos para una actividad.	37
Tabla 9.3. Tabla de estilo de aprendizaje.	38
Tabla 9.4. Tabla de factor de dificultad.	38
Tabla 9.5. Tabla de instancia de actividad.	39
Tabla 9.6. Definición de un curso.	39
Tabla 9.7. Definición de def_actividad.	39
Tabla 9.8. Definición de una actividad unitaria	40
Tabla 9.9. Definición de un compendio de actividades.	40
Tabla 14.1. Tiempo total de estudiantes en resolver actividades (1era prueba).	51
Tabla 14.2. Tiempo total de estudiantes en resolver actividades (2nda prueba).....	51
Tabla 14.3. Comparación puntajes test final versus test inicial.	52
Tabla 14.4. Rendimiento de estudiantes en el test de diagnóstico final, primera prueba.	52
Tabla 14.5. Rendimiento de estudiantes en el test de diagnóstico final, segunda prueba.	53
Tabla 14.6. Análisis ítems de efectividad de adaptación en encuesta final.	53
Tabla 14.7. Análisis de ítems de obtención efectiva de datos de estudiante en encuesta final.....	54
Tabla 14.8. Comparación runs exitosas promedio versus actividades fallidas con diferentes formas de adaptación.	54
Tabla 14.9. Comparación resultados de encuesta final respecto del uso de la plataforma	55
Tabla A.17.1. Estándar de aprendizaje observado en estudiantes de 6° y 8° año básico. [34]	62

1. Introducción.

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han sido una herramienta fundamental en las últimas décadas para los campos de la enseñanza tanto a nivel escolar, universitario, así como también el área profesional, médica entre otros. El paso de los años ha demostrado que el aprendizaje electrónico puede ser una herramienta eficaz para abrir nuevas formas de aprendizaje.

Un ejemplo de uso de éstos es utilizar material educativo interactivo para lograr objetivos de estudio orientado al desarrollo de habilidades educativas, el cual ha arrojado resultados positivos, en especial demostrando el “cómo hacer las cosas” de formas que en el pasado eran difícil de explicar con los recursos tradicionales del aula (entiéndase como la pizarra). En colegios ha habido múltiples proyectos de profesores para utilizar estas actividades interactivas multimedia a favor de los estudiantes.

Sin embargo, si bien el uso de elementos multimedia en el proceso de aprendizaje puede ayudar a que los estudiantes puedan desarrollar sus habilidades, éste no garantiza que esta mejora sea homogénea para todo el grupo curso. Desde el nicho de la psicología se entiende que todo individuo posee distinta forma de ser, de percibir el mundo. De este modo, algunos estudiantes pueden estar más motivados a ciertos estímulos ya sea sobre la forma de efectuar clases o sobre cómo se presentan los contenidos. El profesor debe satisfacer cada una de las necesidades personalizadas de un estudiante: un requerimiento relativamente utópico en el aula.

Así nace entonces el concepto de la educación adaptativa: Cómo una materia, una unidad de enseñanza puede adaptarse a cada una de las necesidades de cada estudiante. El uso de la informática hace que esto sea posible, seleccionando automáticamente el tipo de actividad más adecuado. Sin embargo, las soluciones disponibles están orientadas a enseñanza de contenidos, no a actividad, y son aplicadas a grandes plataformas, con cantidades de estudiantes gigantes, tales como universidades. Se vuelve necesario crear una plataforma orientada a actividades educativas multimedia para cursos de pequeño tamaño.

En el contexto del presente proyecto, se abordará un caso particular de cursos de matemáticas de 1er año medio de colegios de la V región del país. La unidad de geometría es una sección de la asignatura con una potencial fuente de actividades interactivas, en especial por la razón de poder mostrar de diferentes formas conceptos sobre transformaciones geométricas, tópico principal de la unidad. El desarrollo de una plataforma adaptativa multimedia que apoye este capítulo de la asignatura adaptativamente puede ser útil para reforzar el aprendizaje de los estudiantes.

En este informe, se presentará primero el marco teórico, compuesto por una sección pedagógica como una sección de contexto tecnológico. Luego el informe continuará por la presentación del mecanismo de adaptación a desarrollar además del análisis y diseño para un prototipo de una plataforma adaptativa educativa funcional que utilice el mecanismo anterior. Además de algunos detalles de implementación del prototipo y la confección de actividades para éste, se explicarán detalles sobre la realización de las pruebas hechas para la validación del proyecto y el análisis de ellos, para finalmente dar con un veredicto y establecer el trabajo a futuro.

2. Objetivos

A continuación, se presenta el objetivo general y objetivos específicos actuales que posee el presente proyecto.

2.1. Objetivo general.

Desarrollar una plataforma educativa multimedia con características adaptativas que apoye al desarrollo de habilidades de geometría, según especifica el programa de gobierno de Chile para alumnos de primer año de enseñanza media.

2.2. Objetivos específicos.

- Dar a conocer el marco teórico, referente al enfoque pedagógico, acerca técnicas de adaptación aplicadas a la educación.
- Dar a conocer el marco teórico referente al enfoque tecnológico acerca de sistemas de hipermedia adaptativos, sus componentes y mecanismos de adaptación.
- Plantear una propuesta base para un modelo de adaptación, y sobre él, implementar un sistema adaptativo multimedia, teniendo en cuenta un cierto caso en particular.
- Presentar una arquitectura y un diseño utilizando la anterior propuesta base.
- Implementar un prototipo funcional de la plataforma propuesta.
- Validar el modelo presentado, realizando diversas pruebas del prototipo en terreno y determinar conclusiones al respecto.

3. Plan de trabajo.

Una parte fundamental a la hora de desarrollar algún proyecto de cualquier área en cualquier contexto es especificar un plan de trabajo, cuyo fin es el de clarificar y establecer periodos de tiempo fijos para las tareas planteadas para el desarrollo del proyecto. A continuación, se presentará el plan de trabajo a abordar en el proyecto.

Principalmente, el presente proyecto se dividirá en 4 fases denominadas: Problema y Marco Teórico, Análisis y Diseño, Desarrollo, Prueba y resultados. El detalle de cada una se especificará a continuación.

3.1. Problema y marco teórico.

Tiempo: 2 meses. (Marzo –Abril).

- Definición de la problemática.
- Marco teórico (educativo, tecnológico).
- Diseño preliminar tentativo.

3.2. Análisis y diseño.

Tiempo: 2 Meses (Mayo- Junio).

- Análisis de la plataforma a construir.
- Diseño de la arquitectura propuesta.
- Diseño de actividades.
- Confección de prototipo y puesta en prueba.

3.3. Desarrollo.

Tiempo: 3 Meses (Julio- Agosto- Septiembre)

- Desarrollo versión funcional.
- Pruebas internas de plataforma.
- Confección de actividades.
- Definición de parámetros de medición para validación del modelo.

3.4. Puesta en prueba y resultados.

Tiempo: 3 Meses (Octubre- Noviembre-Diciembre)

- Prueba de plataforma en terreno.
- Análisis de datos y obtención de resultados.
- Conclusiones sobre mecanismo propuesto.
- Definición de trabajo a futuro.

4. Metodología de trabajo.

La metodología de trabajo hace referencia sobre un producto y las fases de desarrollo ésta debe contener. La metodología a utilizar en el presente proyecto corresponderá a la adopción de un modelo de desarrollo evolutivo, más específicamente, el modelo de prototipado.

4.1. Método de prototipado.

El método de prototipado se centra en los aspectos de la solución que serán visibles para el usuario final. Este diseño conduce al diseño de un prototipo el cual, se somete a una etapa de evaluación para obtener así una retroalimentación. De este modo se permite reajustar el proyecto acorde a las necesidades reales del proyecto, y se puede visualizar resultados tangibles a corto plazo [1]. Una esquematización del modelo de prototipado puede verse en la Figura 4.1.

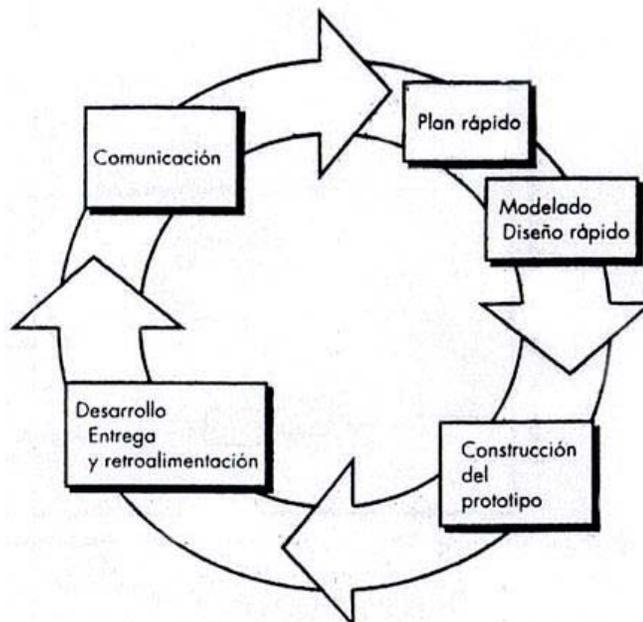


Figura 4.1. Esquematización etapas modelo prototipado [1].

Se hace la elección del presente método debido a que la confección de la presente plataforma tiene una característica de experimental, por lo que conviene que el desarrollo de éste se someta a frecuentes revisiones; ya sea con el usuario final (profesor con alumnos) o bien con el profesor guía de la asignatura de Proyecto. Esto provee feedback útil para la maduración de requisitos sobre que se desea realmente obtener como plataforma multimedia educativa adaptativa.

5. Enfoque pedagógico.

5.1. Caso de estudio

5.1.1. Identificación del caso de estudio.

Una motivación para el presente proyecto es el caso de estudio que este conlleva atrás. Este, consistente en la identificación de un problema en una serie de colegios pertenecientes a una fundación se logró obtener mediante la consulta a una cantidad de profesores, tanto del área matemática como pedagogos mediante una entrevista personal. La presente constataba de consulta acerca diferentes aspectos educativos. [2]

- Cursos con dificultades en el aprendizaje en general.
- Diversidad del rendimiento entre los estudiantes.
- Dominio de contenidos, capacidad de resolver problemas
- La ayuda de las tecnologías de la información y su efectividad en los estudiantes.

De lo anterior, fue posible desprender que, en el área matemática existen problemas de aprendizaje en los cursos de primer año de enseñanza media, respecto a geometría y problemas aplicados. Los profesores, además, comentaban la existencia de una resistencia al aprendizaje al aumentar la dificultad de los contenidos y problemas, por razones tales como baja autoestima académica, motivación personal, entre otros. Se afirma, además, la existencia de diversidad de rendimiento entre los estudiantes [2]

Se comenta que existe dominio de los contenidos de los cursos entre los estudiantes, pero se carece de habilidades para la resolución de problemas y ejercicios. Además, los profesores se declaran receptivos a nuevas tecnologías de la información, creyendo que pueden ser un buen canalizador para la realización de actividades de forma más interactiva y dinámica. [2]

5.1.2. Contenidos de las materias a abordar.

El contenido de las materias a abordar, los define la planificación de unidad, el cual implica tomar decisiones precisas sobre qué y cómo enseñar, considerando la necesidad de ajustarlos a los tiempos asignados a las unidades en cuestión [3]. Estas planificaciones corresponden a las definidas en la unidad de geometría según especifica el programa del gobierno de Chile.

En la presente unidad de estudios se presenta a los alumnos la posibilidad de trabajar la geometría en el plano cartesiano, realizando trabajos básicos tales como transformaciones, traslaciones, rotaciones y reflexiones, e identificando criterios de congruencia en éstos. De esta forma, se les presenta una oportunidad para obtener resultados geométricos reforzando contenidos vistos en cursos anteriores, específicamente 8° de Enseñanza Básica.

Los contenidos se categorizan como sigue:

- Caracterización del plano cartesiano.
- Ubicación de puntos y figuras en el plano cartesiano e identificación de las coordenadas en los vértices de polígonos dibujados en él.
- Vectores en el plano cartesiano.
- Aplicación de transformaciones isométricas y composiciones de ellas en el plano cartesiano.
- Concepto de congruencia.
- Criterios de congruencia en triángulos
- Aplicaciones de los criterios de congruencia.

5.1.3. Aprendizajes esperados de las materias a abordar.

Los aprendizajes esperados son el resultado que un estudiante logra durante un proceso de aprendizaje. En el marco curricular consultado y los programas de estudio, los aprendizajes apuntan a un desarrollo integral de los estudiantes, los cuales involucran habilidades, conocimientos y actitudes. [4]

Los aprendizajes esperados de la unidad a tratar se mostrarán a continuación.

- Identificar y representar puntos y coordenadas de figuras geométricas en el plano cartesiano, manualmente o usando un procesador geométrico.
- Representar en el plano adiciones, sustracciones de vectores y multiplicaciones de un vector por un escalar.
- Identificar regularidades en la aplicación de transformaciones isométricas a figuras en el plano cartesiano.
- Formular y verificar conjeturas acerca de la aplicación de transformaciones isométricas en el plano cartesiano.
- Establecer el concepto de congruencia a partir de las transformaciones isométricas.
- Formular y verificar conjeturas acerca de criterios de congruencia en triángulos.
- Resolver problemas relativos a cálculo de vértices y lados de figuras geométricas del plano cartesiano y a la congruencia de triángulos.

5.2. Actividades educativas para el desarrollo de habilidades.

5.2.1. Definiciones.

Una actividad educativa se define como la canalización de inquietudes provenientes de alguna necesidad o interés, de forma que el alumno logre motivarse a sí mismo por su propio aprendizaje. Además, se entiende un juego como "un sistema basado en reglas con resultados variables y cuantificables, donde el usuario se compromete y realiza esfuerzos para influenciar positivamente aquellos resultados". [5]

El impacto del uso de actividades y juegos educativos en el ámbito educacional es ampliamente válido. Por un lado, existe evidencia suficiente para justificar a gran escala las ventajas de utilizar actividades multimedia y/o videojuegos para el aprendizaje, donde se presenta como una herramienta útil para entender algunas diferencias entre diferentes formas de personalidad. Por otro lado, las actividades son en el dominio de la educación moderna, uno de los pilares fundamentales para la existencia de aprendizaje. [6]

La formación de habilidades depende únicamente de las acciones, conocimientos y hábitos. Así, para desarrollar una habilidad, se debe trabajar y poner en práctica los conocimientos previamente adquiridos para descubrir la capacidad que el alumno posee para realizar los trabajos dados, y por ende el cumplimiento de los objetivos de un curso. Por ende, se plantea que las habilidades se forman y se desarrollan por la vía de la ejercitación, entrenamiento continuo, tópico que la formulación del presente proyecto desea abarcar. [5]

5.2.2. Ejemplos.

En el ya presentado caso de estudio, se proponen actividades tipo en el programa de gobierno para Primer año medio y en libros guías aprobados por la autoridad competente, organizados según los aprendizajes esperados de la unidad. A continuación, en la Figura 5.1 y en la Figura 5.2 se mostrarán algunos ejemplos de actividades de geometría para primer año de Enseñanza Media.

* Esta actividad está dirigida a demostrar que las traslaciones preservan ángulos: Dibuja un ángulo cualquiera y trasládalo.



Debemos demostrar que el ángulo rojo $\angle ACB$ mide lo mismo que $\angle A'C'B'$.

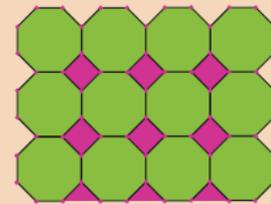
- Nota que $CC'B'B$ es un paralelogramo, lo mismo que $CC'A'A$. ¿Por qué?
- Como los ángulos opuestos en un paralelogramo miden lo mismo, muestra que $\angle ACC' = \gamma$ y que $\angle A'C'C = \beta$.
- Demuestra que el $\angle A'C'B' = \delta + \beta$. Como los ángulos opuestos en un paralelogramo son suplementarios (suman 180°). Muestra que $\delta = 180^\circ - \alpha$ y que $\beta = 180^\circ - \gamma$.
- Demuestra que $\angle A'C'B' = \delta + \beta = 360^\circ - (\alpha + \gamma)$.
- Demuestra que el ángulo rojo mide $360^\circ - (\alpha + \gamma)$. Concluye que el ángulo rojo mide lo mismo que el que resulta de la traslación.

Figura 5.1. Ejemplo de actividad, referente a transformación de figuras. [7]

actividades

1. Cuando intentábamos teselar con octógonos regulares nos dimos cuenta de que era imposible, porque al pegar dos baldosas sólo quedaban disponibles 90° los que no eran suficientes para poner otra baldosa. Esto nos lleva a pensar que sí podemos teselar utilizando octógonos y cuadrados:

Estas teselaciones se llaman *semi-regulares* y están compuestas por más de un polígono regular. Encuentra otra de este tipo.



2. ¿Puede el pentágono regular ser parte de una teselación semi-regular?

Figura 5.2. Ejemplo de actividad, referente a congruencia de formas. [7]

Como se puede apreciar en la actividad de la Figura 5.1 se pone a práctica los conocimientos referentes a transformación de figuras mediante un ejercicio de carácter práctico y de aplicación, desarrollando así la habilidad de realizar transformaciones. Por otro lado, en la Figura 5.2 se aprecia una actividad de carácter analítico deductivo, que desarrolla la habilidad de caracterizar congruencias.

5.3. Personalización de la enseñanza.

5.3.1. La adaptación en la educación

En las aulas se puede reconocer que el proceso educativo, tanto como conjunto como por sus componentes (estudiantes, profesores, materias, así como el funcionamiento del grupo u las situaciones instructivas planteadas), existe la presencia de variabilidad, en un intento de diseñar los procesos educativos utilizando a favor las características sobresalientes de cada situación y grupo, considerando las necesidades de los estudiantes.

Por su naturaleza toda intervención educativa conlleva cierta adaptación, asumiendo así la diversidad. Esta diversidad debe ser atendida de modo que todos puedan lograr los aprendizajes esperados. Los estudiantes aprenden cada uno los tópicos de diferentes formas, por lo que uno de los objetivos del profesorado es que cada uno de éstos logre los objetivos de aprendizaje utilizando los procedimientos más adecuados para cada uno. El hecho de que estas diferencias individuales estén presentes en las aulas es donde se centra el enfoque de la educación adaptativa. [8]

La educación adaptativa hace alusión a la capacidad de amoldarse a la situación de un determinado estudiante dado un determinado objeto de estudio. Son provistos de un diseño de aprendizaje determinado, el cual es adaptado en lo posible a sus características personales, así como también intereses o metas. No obstante, al identificar material relevante para el desarrollo de alguna unidad y organizándolo en una sección de algún curso, el profesor tiende a pensar en el grupo como un ente global, limitando el concepto anteriormente presentado. [9]

5.3.2. Modelado del estilo del aprendizaje del alumno.

Se define el estilo de aprendizaje como la combinación de características cognitivas, afectivas y los factores fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo percibe, interactúa y responde un estudiante a un ambiente determinado de aprendizaje. [10]

Es de esperar que un alumno con un marcado estilo de aprendizaje sea más receptivo si su inteligencia dominante o estilo se explota en el proceso pedagógico. Por consiguiente, el estilo de aprendizaje de un alumno es parte fundamental para poder realizar la personalización de un proceso de aprendizaje, tanto para el ámbito pedagógico genérico, como para aplicaciones como lo es el e-learning. Con los datos correctos, un modelo del estudiante podrá entregar información oportuna para determinar que estilo de aprendizaje posee cada individuo. [11]

Existen variadas teorías de estilos de aprendizaje, varias de ellos aceptadas por la comunidad. No obstante, diversos autores destacan la teoría de estilo de aprendizaje y enseñanza presentada por Felder-Silverman por la influencia en variadas publicaciones durante los años 2000 y 2011. [10]

5.3.3. Estilos de aprendizaje según Felder- Silverman.

Un modelo de estilo de aprendizaje, según Felder-Silverman clasifica a los estudiantes acorde como éstos perciben y procesan la información. Por consiguiente, según los citados autores, se presenta un modelo donde el estilo de aprendizaje de un estudiante puede ser definido en general haciéndose las siguientes preguntas. [10]

- ¿Qué tipo de información el estudiante percibe? ¿Visión, sonidos, sensaciones físicas, o más bien ¿posibilidades, intuiciones, sospechas?
- ¿Mediante que canal sensorial la información se percibe mejor? ¿Imágenes, diagramas, gráficos demostraciones, o quizá con palabras, explicaciones y/o sonidos?
- ¿Cómo la información debe ser organizada para que el estudiante se sienta lo más cómodo posible? ¿Usando hechos y observaciones para así inferir los principios? o al contrario, ¿que se den los principios, sus consecuencias y sus aplicaciones sean deducidas?
- ¿Cómo el estudiante progresa entendiendo los conceptos? ¿Mediante pasos concretos? ¿O de manera integral, dando saltos en los contenidos?

De ésta forma, se puede determinar el estilo de aprendizaje bajo 8 perfilamientos en 4 dimensiones, referentes al trato de la información (activo/reflexivo), percepción de la información (sensitivo/intuitivo), recepción de la información (visual/verbal) y al entendimiento de la información (secuencial/global). [10] Una síntesis de los dichos estilos se puede apreciar en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Dimensiones de los estilos de aprendizaje y enseñanza.

Dimensiones de los estilos de aprendizaje y enseñanza			
<i>Estilo de aprendizaje preferido</i>		<i>Estilo de enseñanza correspondiente</i>	
Sensorial	Percepción	Concreto	Contenido
Intuitivo		Abstracto	
Visual	Consumo	Visual	Presentación
Auditivo		Verbal	
Inductivo	Organización	Inductivo	Organización
Deductivo		Deductivo	
Activo	Procesamiento	Activo	Participación estudiante
Reflexivo		Pasivo	
Secuencial	Entendimiento	Secuencial	Perspectiva
Global		Global	

5.3.4. Estilos de enseñanza según Felder- Silverman.

De manera análoga, los estilos de enseñanza, la forma de enseñar un contenido, pueden deducirse realizando las siguientes preguntas:

- Qué tipo de información es enfatizada por el instructor: ¿Concreto o abstracto?
- ¿De qué forma se presentan los contenidos? Con imágenes, diagramas, vídeos, demostraciones o más bien verbal mediante lecturas, vistazos, debates y discusiones.
- ¿Cómo la presentación de éstos está organizada? Inductivamente, los fenómenos liderando los principios, o al revés, deductivamente, los principios liderando a los fenómenos.
- ¿Qué tipos de perspectiva es entregada en la información presentada? Secuencial, paso por paso (árboles), o globalmente, usando el contexto y su relevancia (bosque).

Se concluye que los componentes de los estilos de enseñanza mostrados comparten semejanzas con los estilos de aprendizaje, por lo que están de una forma u otros entrelazados. [10] Dicha información también se incluye en la Tabla 5.1

5.3.5. Identificación del estilo de aprendizaje.

Para la identificación del estilo de aprendizaje predominante en un estudiante, según los citados autores, se pueden emplear diversas metodologías e instrumentos. No obstante, un instrumento aceptado por la comunidad en la actualidad es el *Index of Learning Styles (ILS)*. Este consiste en un cuestionario de 44 preguntas cuyo rol es determinar las preferencias personales dentro de las dimensiones sensitiva/intuitiva, visual/verbal, activo/reflexivo y secuencial/global. [12]

El presente instrumento ha sido aplicado en numerosos estudiantes y miembros de diferentes facultades universitarias, donde el cual, utilizando procesos educativos adecuados, pudieron lograr en un grado de un 63% condiciones de aprobación, por lo que es considerado apto para su uso en contexto de enseñanza de ciencias exactas. [12] [13] El cuestionario en sí y el modo de evaluación y diagnóstico de éste se puede consultar en el Anexo B: Índice de estilos de aprendizaje. del presente informe.

5.4. E-learning: Una solución a la diversidad educativa.

La diferencia de rendimiento escolar en el mundo educacional se ha podido enfrentar individualmente empleando a tutores: Profesores que apoyan el proceso educativo de un individuo reforzando los contenidos de dificultad u interés, de forma personalizada, adaptada al estilo de aprendizaje del alumno. No obstante, el coste del servicio de un tutor hace que familias y/o establecimientos de clases socioeconómicas más vulnerables no puedan costárselo, disminuyendo así la igualdad de oportunidades en los alumnos.

No obstante, numerosas alternativas para el apoyo del estudiante comúnmente han aparecido, empleando activamente el uso de multimedia y e-learning, permitiendo así a que cada vez más estudiantes tengan acceso a material adicional. Sin embargo, en un principio, estos no dejaban de ser usualmente más allá que una especie de repositorio de información “Todo-el-contenido-en-uno”, por lo que se ha trabajado en poder diversificar dinámicamente los contenidos en diferentes formas, según las necesidades del estudiante en particular. El uso de nuevas tecnologías, así como internet ha sido crucial para el auge de estas soluciones, para promocionar una alternativa de educación “donde sea, cuando sea y para quien sea”. [14]

E-learning se define como un servicio entregado vía un medio digital (por ejemplo, un computador, Smartphone, entre otros) el cual fue diseñado para apoyar al aprendizaje individual o alcanzar objetivos grupales (en el contexto del proyecto, al grupo curso), estrechamente relacionado con el auto-aprendizaje. La mención de “E” en el nombre, hace alusión a que el curso en cuestión se encuentra digitalizado, almacenado y entregado. [15] Este es de un aspecto multi-disciplinario, tal como puede verse en la Figura 5.3.

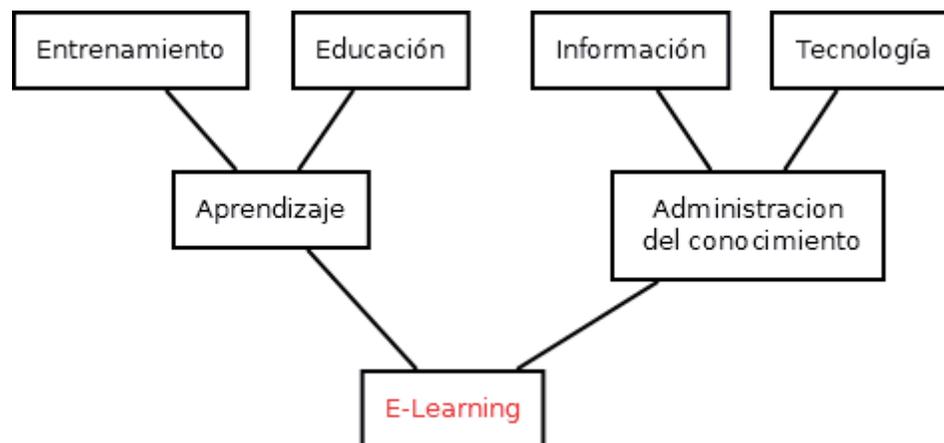


Figura 5.3. Aspectos multi-disciplinarios de E-learning

6. Marco tecnológico.

6.1. Sistemas adaptativos hipermedia

Un sistema adaptativo de hipermedia (AHS) generalmente es considerado como un cruce entre el uso de hipermedia y el modelamiento de usuario. Se puede entender como cualquier sistema de hipermedia que considera algunas características del usuario, y aplica éste modelo para adaptar varios aspectos visibles del sistema al usuario. Las tecnologías de Hipermedia adaptativo son capaces de seleccionar dinámicamente el material más adecuado desde una base de conocimiento y poder presentarlo en el momento oportuno al estudiante oportuno, empleando así, un óptimo uso del material. [16] Un esquema de lo anterior se detalla en la Figura 6.1.

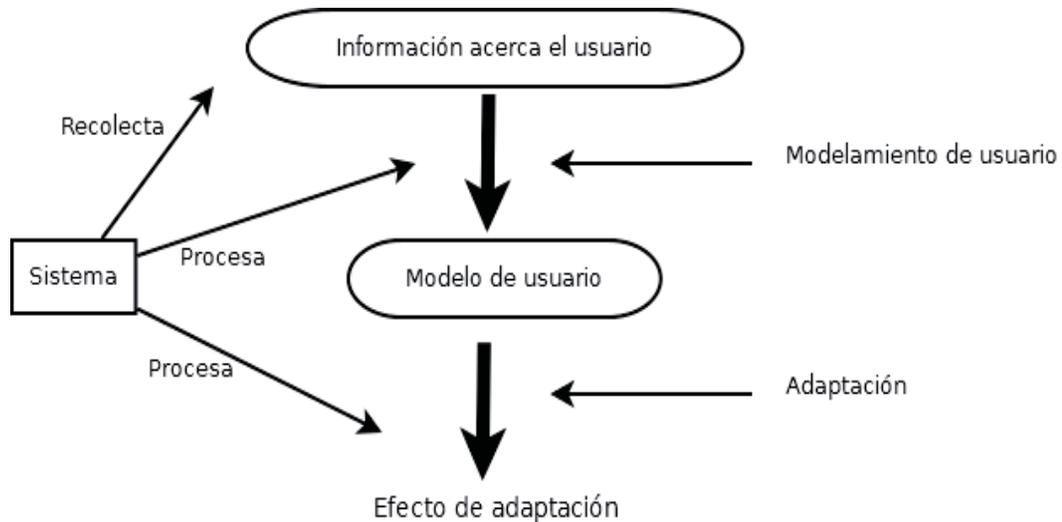


Figura 6.1. Esquematización general modelo usuario-adaptación [16].

Este construye un modelo de objetivos, preferencias y conocimiento de cada uno de sus usuarios y lo utiliza dinámicamente mediante un modelo de Interacción y un modelo de Dominio para adaptar su contenido, navegación e interfaces según las necesidades del usuario. Resumiendo lo anterior, para que éste sea un sistema de hipermedia, debe contener un modelo de usuario y debe ser capaz de adaptar tal hipermedia usando este modelo, como puede verse en la Figura 6.2.

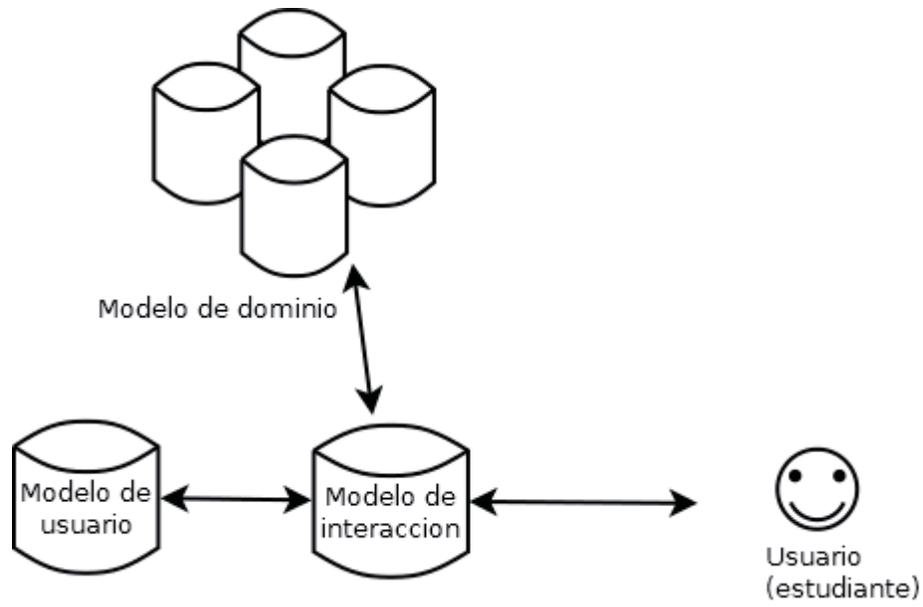


Figura 6.2. Esquematización de un sistema hipermedia

Detallando lo anterior, un *AHS* debe ser compuesto por los elementos mostrados a continuación.

- **Modelo de usuario:** Describe información, conocimiento, preferencias, entre otros del usuario. Este componente permite la extracción y expresar conclusiones bajo las características de éste. [17]
- **Modelo de dominio:** Representa un grupo de conceptos de dominios. Cada uno de estos conceptos están conectados / relacionados con otros, formando así una red semántica. La función más importante de éste modelo es proveer una estructura de la representación del conocimiento del dominio por parte del usuario. Este valor puede ser representado cuantitativamente, cualitativamente o de forma probabilística. [17]
- **Modelo de interacción:** Representa y define la interacción entre el usuario y la aplicación. La información almacenada en este modelo es usada para inferir las características del usuario con el objetivo, actualizando y validando el modelo de usuario. Para tal propósito, este componente incluye mecanismos de evaluación, y adaptación. [17]

6.1.1. Modelo de estudiante

Un modelo de usuario en un sistema adaptativo de hipermedia permite que aspectos de un sistema puedan mutar en reacción a ciertas características dadas o inferidas provenientes del usuario. Aquellas características representan el conocimiento y las preferencias del estudiante, asumiendo el sistema de que estas son ciertas. Este modelo es de relevancia: El sistema debe ser capaz de adaptarse cuando el estudiante alcanza objetivos de un curso para múltiples fines, construyendo así sobre el conocimiento previamente adquirido. [18]

El modelo de usuario incluye información referente al conocimiento específico que el sistema cree que un usuario tiene sobre un dominio en particular, el cual se conoce como los datos dependientes del Dominio. Por otro lado, el modelo también incluye datos independientes del Dominio, los cuales se componen del modelo psicológico y el modelo físico. El primero contiene información de los aspectos cognitivos y afectivos de un estudiante, datos por su naturaleza más persistentes en el tiempo, mientras que el segundo contiene información tales como intereses. [17]. Una relación de cómo los datos dependientes e independientes se relacionan con el modelo de dominio puede verse en la Figura 6.3.

En cada sistema hipermedia adaptativo es crucial especificar qué características de un usuario son relevantes para llevar a cabo con éxito las características de adaptación. En la Tabla 6.1 se muestra las características más comunes de un modelo de estudiante, según los autores.

Tabla 6.1. Características comunes en el modelamiento de estudiante.

Modelo	Perfil	Características	Comentarios
Datos independientes del Dominio	Perfil Genérico	Información personal	Nombre, usuario, claves
		Información demográfica	Edad, etc.
		Detalles académicos	Estudios. v/s economía, etc.
		Calificaciones	Certificados, etc.
		Conocimiento (general)	Resumido en conceptos
		Deficiencias (visuales/otras)	Uso lentes, ayudas.
		Dominio aplicación	Localización
		Herencia de características	Estereotipos clasificados.
	Perfil psicológico	Estilo aprendizaje	Definición estilo aprendizaje
		Capacidades cognitivas	
		Personalidad	Extrovertido., activo, etc.
		Herencia de características	
Datos dependientes del Dominio		Objetivos	Estereotipos clasificados.
		Planificación	
		Descripción de navegación	Registro navegación página.
		Conocimiento adquirido	Resumido en conceptos
		Resultados de calificaciones	Datos ejercicios, pruebas
		Modelo contexto	Monitor, dispositivo, etc.
		Aptitudes	Para adaptación
		Intereses	Para adaptación
	Extensiones de plazos	Tardío, intercambio, otros	

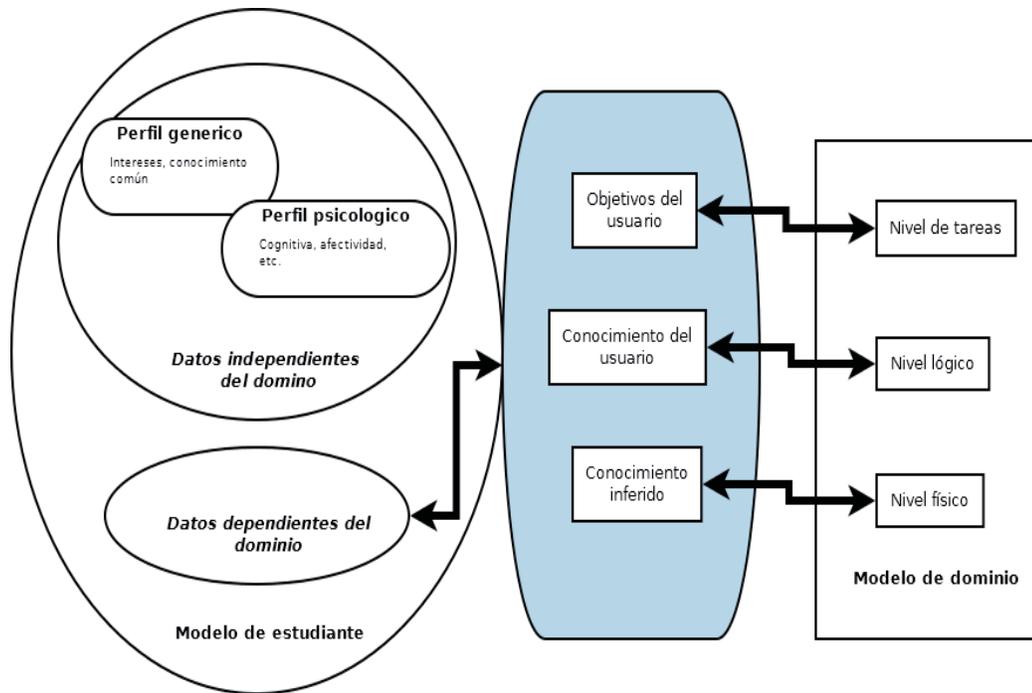


Figura 6.3. Relación entre modelo de estudiante y modelo de dominio.

6.1.2. Modelo de dominio.

Además, un modelo de estudiante debe incluir información referente a sus conocimientos específicos. Esta, es determinada por jueces en el dominio en el sistema *AHS*, y son conocidos como los **datos dependientes del dominio**. Estos datos corresponden al modelo de dominio, cuya funcionalidad consta de 3 niveles distintos.

- **Nivel de tareas.** Consiste en los objetivos y competencias definidas por el dominio que el usuario tendría que dominar. Puede ser que los objetivos principales u intermedios puedan ser alterados de acuerdo a la evolución del proceso de aprendizaje.
- **Nivel lógico.** Describe el conocimiento de los usuarios, es actualizado durante el proceso de aprendizaje del estudiante.
- **Nivel físico.** Registra y deduce el perfil de conocimientos, inferidos del usuario.

La relación entre el modelo de estudiante y el modelo de dominio se puede apreciar también en la Figura 6.3.

6.2. Sistemas educativos adaptativos.

6.2.1. Definición.

Los sistemas educativos adaptativos es un área de aplicación de la hipertexto adaptativa al e-learning. Su objetivo es proveer servicios personalizados para beneficio del usuario individual versus la enseñanza tradicional con enfoque “*todo en uno*”. Normalmente un sistema educacional adaptativo recolecta información del estudiante participante creando un modelo, y es utilizado para adaptar la presentación del material de un curso, su navegación, entre otros. También puede ser usado para formar grupos con características en común para identificar estudiantes con patrones en común, ya sea de lento o rápido avance. [19]

6.2.2. Metodología para aplicación de adaptación en sistemas e-learning.

De modo de esquematizar y modelar el proceso de personalización de un curso basado en actividades, Despotović [20] propone un modelo iterativo dinámico donde las fases están claramente definidas, como puede apreciarse en la Figura 6.4.

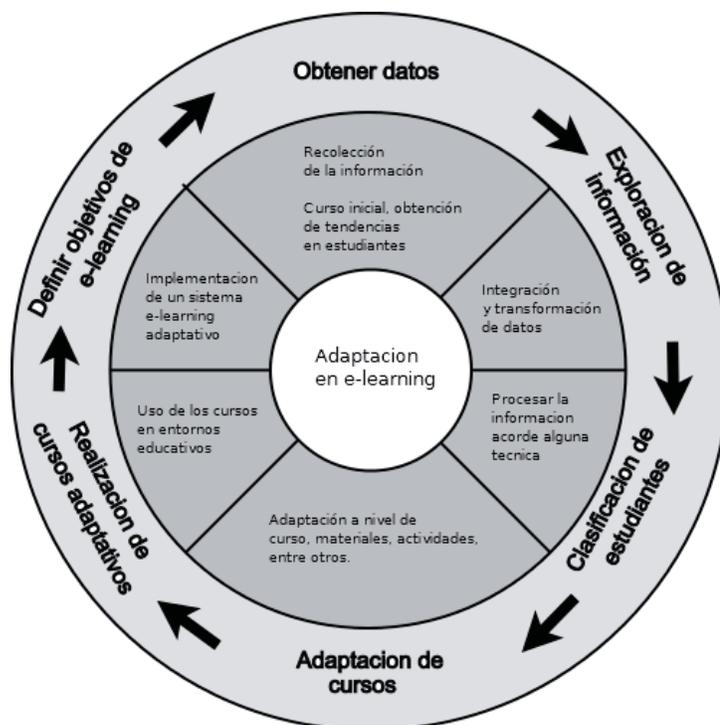


Figura 6.4. Metodología de aplicación de adaptación en sistemas e-learning [20]

Este modelo se compone de 6 pasos más una fase de retroalimentación, los cuales serán detallados a continuación. [20]

- **Definir objetivos y modelos de la adaptabilidad.** El objetivo principal del presente proyecto es desarrollar una plataforma adaptativa. Mientras que en este informe se definen objetivos, los modelos se definirán posteriormente en la fase de diseño, basado en extractos de este informe. [20]
- **Recolectar información de los estudiantes para la personalización del curso:** La información de los estudiantes deben recolectarse desde dos fuentes. El cuestionario y una actividad introductoria. Por un lado, para el cuestionario, el estudiante deberá resolver un cuestionario para así identificar algunos aspectos de su estilo de aprendizaje, además de otros datos del modelo de estudiante ya sea su edad, o su percepción de rendimiento. Mientras que, para la actividad introductoria, debería realizarse de tal forma que se pueda de ésta obtener información referente al estilo de aprendizaje, identificando su reacción frente a diferentes estímulos. [20]
- **Exploración de la información obtenida.** La información de la fase anterior debe ser integrada a un modelo formal, de tal modo que cada ítem del modelo pueda ser cuantificable, y que sea apto para su análisis, siendo así transformada y reducida. Si llegasen a haber valores faltantes, estos deben ser reemplazados por valores promedio. [20]
- **Clasificación de estudiantes.** La información obtenida y reducida a valores cuantificables se procesa para así clasificar al estudiante a algún estándar que maneje la plataforma. Autores mencionan la efectividad de técnicas de minería de datos, inteligencia artificial o bien mecanismos basados en reglas para lograr tal fin. Lo anterior depende de los tamaños de las muestras (en el contexto del presente proyecto, el número de estudiantes). [20]
- **Adaptación de los cursos acorde a los grupos definidos.** Usando los resultados anteriores, y dados un conjunto de actividades que se compone un curso, la plataforma procede a realizar selecciones y escoger actividades acordes a los resultados para personalizar y optimizar el proceso de aprendizaje. Esto es llamado el proceso de adaptación. [20]
- **Realización de los cursos adaptativos generados.** El curso es llevado a cabo, y se monitorea al estudiante acerca su actividad y comportamiento dentro de este, para así generar nueva información relevante para las futuras adaptaciones. [20]
- **Evaluación de los cursos personalizados.** La fase final del mecanismo de generación es probar su eficacia, funcionamiento del modelo de personalización y su comparación con la efectividad del curso con el estado antes-de. Debería considerarse un pre-test, post-test, y una encuesta hacia los estudiantes, ya para medir conocimientos y/o para medir sus impresiones del curso adaptado. Esto es de utilidad para la validación del proyecto. [20]

6.2.3. KnowledgeTree: Una arquitectura para e-learning adaptativo orientado a actividades.

6.2.3.1. Definición.

Peter Brusilovsky y Hemanta Nijhavan [21] proponen una arquitectura para la elaboración de una plataforma e-learning basado en actividades de hipertexto reusables distribuidas llamado *KnowledgeTree*. Su principal objetivo es entregar un puente entre el poder del material educativo interactivo y el poder de personalización de los sistemas hipertexto adaptativos. Básicamente la arquitectura se compone por una comunidad de servidores intercomunicados entre sí, existiendo la presencia de servidores de actividad, portales de aprendizaje y servidores de modelos de estudiantes, y se comunican como se puede observar en la Figura 6.5.

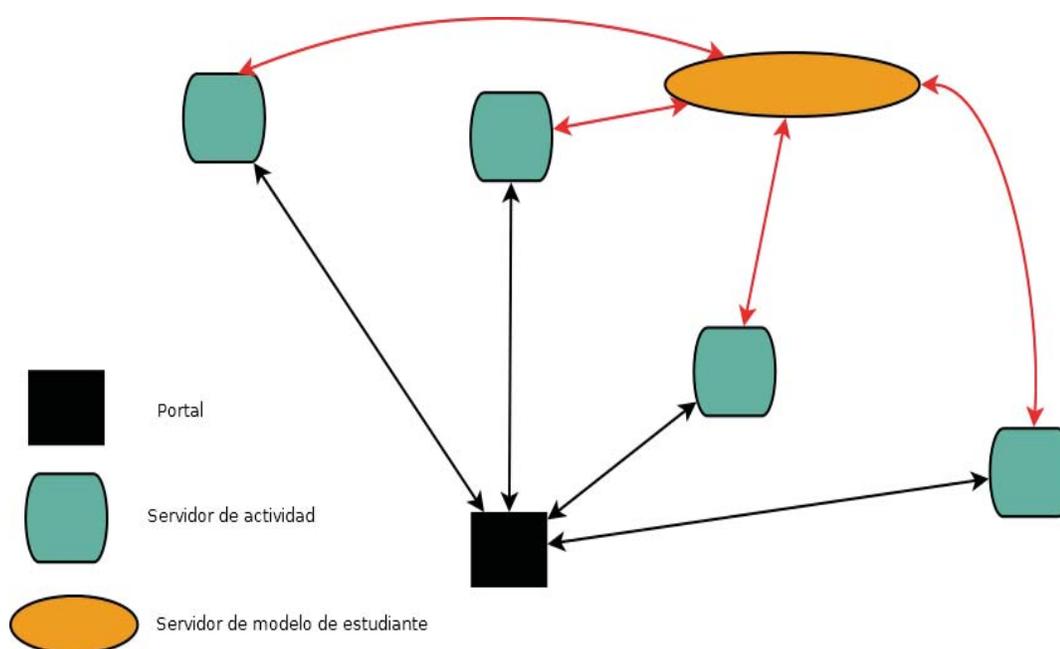


Figura 6.5. Modelo arquitectura *KnowledgeTree*

Con la arquitectura presentada, un profesor puede implementar un curso haciendo empleo de un portal y varios servidores de actividad; mientras que un estudiante trabaja mediante tal portal/curso, pero interactúa con varias actividades ofrecidas directamente por varios servidores de actividad.

Los componentes de este modelo se detallarán a continuación. [21]

- **Portal de aprendizaje:** Tal como en los sistemas de gestión de contenidos (CMS), permite al profesor diseñar un curso y permite administrar la interacción de éste con el estudiante. El contenido de aprendizaje (las actividades) no reside en el portal sino en los servidores de actividad. Un portal, además, debe tener la habilidad de consultar servidores de actividad adecuados y llamar a su ejecución.

- **Servidores de actividad:** Los servidores de actividad juegan un rol similar a un repositorio de contenido educacional, en el sentido que almacena contenidos de aprendizaje usualmente especializados. Estos servidores además de almacenar las actividades, son capaces de ejecutarlas, informar al portal sobre sus actividades disponibles y entregar al estudiante un soporte completo mientras se encuentra en éste. Hay que mencionar que un servidor de actividad puede contener varias actividades en su interior.
- **Servidores de modelo de estudiante:** Estos servidores colectan datos acerca el estudiante y su rendimiento desde cada portal y desde cada servidor de actividad donde éste trabaja. A cambio, provee información sobre el estudiante a los servidores de actividad para personalizar su comunicación (la adaptabilidad).
- **Protocolos de comunicación:** La naturaleza abierta de la arquitectura presentada está basada en protocolos de comunicación entre componentes, ya sea para la autenticación, para que posteriormente cada actividad pueda usar el modelo del estudiante (el cual puede ser almacenado remota u localmente), o bien para que el portal pueda comunicarse con los servidores de actividades y viceversa.

6.2.3.2. Esquematización de funcionamiento.

Los usuarios principales de cualquier portal del modelo son autores (profesores) y estudiantes. Los autores de curso son los responsables de dar forma a un curso como un contenedor de actividades educacionales, como un árbol de módulos (donde usualmente un módulo corresponde a una actividad). Cada módulo deberá contener un objetivo específico (el cual podrá ser escrito en lenguaje natural) para que así se puedan seleccionar manualmente actividades aptas para aquel objetivo en los repositorios. [21]

Cuando un estudiante accede a un curso/modulo en particular, se utiliza el modelo de estudiante para seleccionar adaptativamente las actividades más relevantes a su perfil en tiempo real, además de proveer soporte a navegación adaptativa para ayudar a éste a navegar por las distintas secciones del curso. En este paso el sistema debería adaptarse según el nivel de conocimiento del estudiante y su estilo de aprendizaje individual.

La esquematización del funcionamiento de *KnowledgeTree* puede apreciarse en la Figura 6.6.

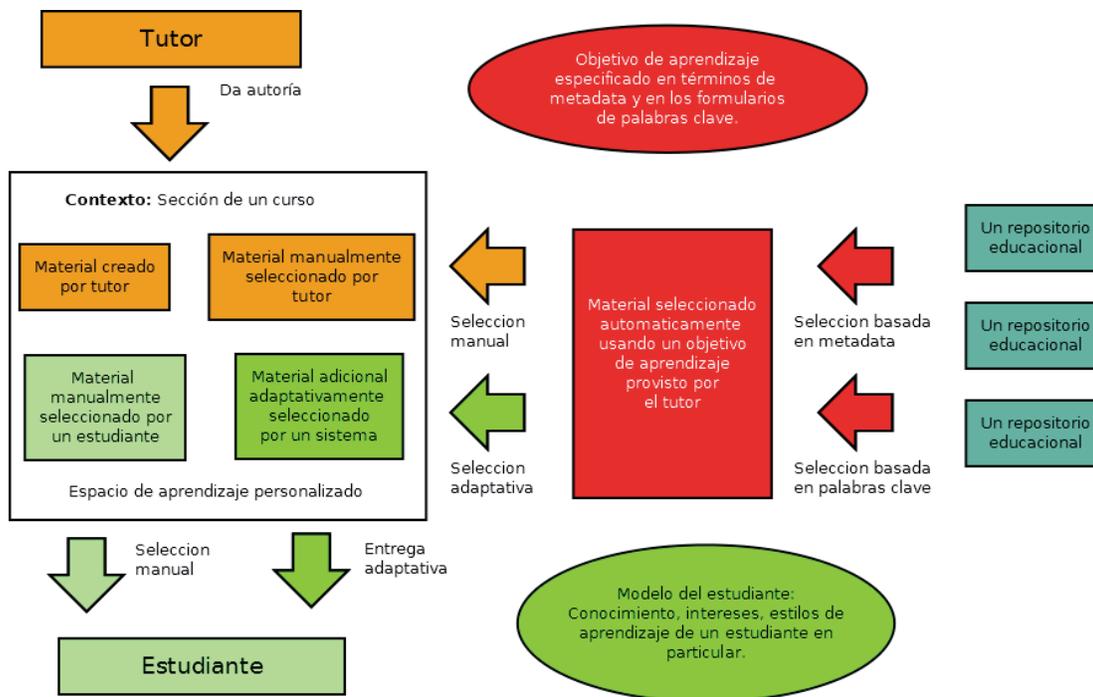


Figura 6.6. Esquematización de funcionamiento de *KnowledgeTree* [21].

6.2.4. Algoritmo de adaptación para actividades colaborativas basado en reglas.

Una actividad colaborativa se entiende como la tarea de poner en práctica el conocimiento adquirido relacionado a temas en partículas, o para desarrollar habilidades personales y sociales, las cuales se realizan colaborativamente. Este tipo de cursos puede ser adaptado por cada usuario en tiempo real, seleccionando así las actividades disponibles para cada estudiante, su ruta de navegación dentro de un curso y el contenido multimedia que debe mostrar en las diferentes secciones de éste. [22]

En este sentido la adaptación se enfoca en la presencia/ausencia de actividades colaborativas, los problemas a resolver que sean más aptos para cierto tipo de estudiante, los compañeros más aptos para resolver aquel tipo de actividades, entre otros. Esta adaptación colaborativa dependerá del modelo del estudiante (dependiendo si el tutor escoge poner una actividad bajo ciertas condiciones para un cierto perfil de estudiantes).

Cuando los estudiantes se sienten listos para realizar una actividad colaborativa, es de utilidad agruparlos automáticamente acorde a sus características (guardados en el modelo del estudiante), tomando sus experiencias sobre experiencias previas en actividades colaborativas también. [22]

Este modelo en particular debería tener:

- **Características personales.** Edad, idioma, conocimiento previo, estilo de aprendizaje.
- **Preferencias.** Información general-detallada, teoría antes de la práctica, practica antes de la teoría.

- **Logros.** Actividades ya hechas, conocimiento adquirido (actividades completas o incompletas).
- **Comportamiento.** Tiempo gastado en cada actividad, actividad pasiva-activa dentro de éste, contribuciones a las actividades colaborativas.
- **Opiniones respecto a actividades colaborativas previas.** Dificultad de comunicación, ¿los grupos fueron bien formados?

6.2.5. Representación de un curso basado en reglas.

La estructura de un curso es medida en base de sus tareas y reglas de enseñanza (sus mecanismos de adaptación en sí). El uso de un conjunto de tareas y reglas soporta la creación de diferentes cursos para diferentes estudiantes sin tener que así especificar una nueva estructura de curso para cada variación deseada [22]. Un ejemplo puede verse en la Tabla 6.2 a continuación.

Tabla 6.2. Representación de un curso basado en reglas.

Condición	Actividad compuesta	Sub actividades	Secuencia
Novato	<i>Curso</i>	<i>T1, T2, T3, C1</i>	<i>AND</i>
Avanzado	<i>Curso</i>	<i>T2, T3, C1</i>	<i>ANY</i>
Pasivo	<i>T4</i>	<i>T5, T6</i>	<i>AND</i>
Activo	<i>T4</i>	<i>T5, T6, C2, T7</i>	<i>ANY</i>
<i>T2</i>	<i>T8</i>	<i>T7, C3</i>	<i>OR</i>
-	<i>T10</i>	<i>T11, C4, T12</i>	<i>AND</i>

Sea Cx actividades colaborativas, y Tx una actividad cualquiera. Las condiciones son requisitos que un perfil debe de cumplir para poder asignarle alguna actividad compuesta, esta misma compuesta de sub-actividades. Estas sub-actividades deberán de realizarse siguiendo una regla de secuencias:

Tabla 6.3. Regla de secuencias para cursos basados en reglas.

Nombre regla	Descripción
<i>OR</i>	Se debe realizar algunas (una u todas) de las actividades disponibles.
<i>AND</i>	Se deben realizar todas las actividades en orden.
<i>ANY</i>	Se deben realizar las actividades en el orden de preferencia del estudiante.

La interpretación del ejemplo mostrado en la Tabla 6.3 se detalla a continuación.

- La tarea colaborativa *CI* está disponible para estudiantes novatos solo después de haber realizado previamente las actividades *T1*, *T2*, *T3* en orden (por la secuencia *AND*).
- Por otro lado, para los estudiantes avanzados, todas estas actividades están disponibles de forma inmediata (secuencia *ANY*). Nótese que no es necesario que realicen la sub-actividad *T1*.
- Para los estudiantes pasivos, no es necesario que realicen la actividad colaborativa *C2*, pues ésta es más apta para estudiantes activos.
- Si los estudiantes en sus actividades se incluye la actividad *T2*, entonces involucrar la actividad *T8*, consistente en realizar la actividad *T7* o bien, la actividad colaborativa *C3* (secuencia *OR*).
- Finalmente, ningún requisito es necesario para la última regla, por ende, todas las adaptaciones del curso incluirán la actividad *T10*.

Nótese que, en las actividades compuestas, se puede realizar una misma actividad para diferentes tipos de condiciones, pero cada uno de estas compuestas con diferentes sub-actividades, de modo de proveer personalización de un mismo curso a diferentes estudiantes, usando diferentes recursos. [22]

6.3. Herramientas para creación de actividades.

6.3.1. Sistemas gestores de aprendizaje (LMS).

Los sistemas de gestión de aprendizaje, o LMS por sus siglas en inglés, son sistemas integrados que contienen un determinado número de cursos, donde participan tutores y estudiantes durante un proceso de e-learning. Tutores utilizan los sistemas de gestión de aprendizaje para desarrollar apuntes, actividades y evaluaciones basados en la web, para comunicarse con sus estudiantes y monitorearlos/ evaluar su progreso de aprendizaje. Los estudiantes usan estos sistemas de gestión de aprendizaje para aprender, comunicarse con los participantes de este proceso y la colaboración. [20]

6.3.2. Requerimientos para actividades en LMS.

Los sistemas gestores de aprendizaje web soportan la carga cursos personalizados si éstos cumplen el modelo de referencia *SCORM*. Por ende, el requerimiento primordial que una actividad virtual debe cumplir es que ésta deba poder funcionar sobre la web. Una condición adicional para poder insertar éstos en una plataforma anteriormente vista es que éstas, definidas en *SCORM* como objetos de aprendizaje, deban ser parte de un curso y ubicarse una parte del árbol de actividades, además de poder entregar retroalimentación a la plataforma conforme a la especificación. [23]

Existen en internet múltiples repositorios de cursos y actividades conformes a la norma *SCORM*, disponibles libre o mediante pago, tales como *EducaPlay* [24]. No obstante, para la creación de actividades interactivas para uso en las plataformas educativas anteriormente mencionadas, deben ser desarrolladas de modo que sea compatible con la referencia *SCORM*.

6.3.3. Creación de contenido personalizado compatible con SCORM.

Es posible desarrollar una actividad interactiva desde cero (utilizando tecnologías compatibles con *HTML*) e insertarla luego en un curso compatible con *SCORM* manualmente si se siguen la referencia correspondiente. No obstante, existen herramientas de apoyo que generan los archivos de manifiesto, secuenciación y empaque de paquetes *SCORM*, lo que simplifica el trabajo de realizar lo anterior de forma manual.

Una herramienta popular entre la comunidad es *RELOAD* editor el cual ayuda a la creación de cursos acorde a especificaciones de interoperabilidad, el cual incluye *SCORM*. Incluye un editor de metadatos, un visor de secuenciamiento de objetos de aprendizaje y un visor de vista previa. *RELOAD* es de código abierto y utiliza licencia *MIT*. [25] Además, existen *Frameworks* de desarrollo de actividades educativas para *HTML5* tales como *Adapt* [26].

Una ventaja de desarrollar actividades personalizadas es poder construirlo a medida del curso a aplicar esta plataforma, la posibilidad de añadir elementos multimedia personalizados que permitan visualizar el contenido de una forma más eficaz al estudiante objetivo. Sin embargo, la desventaja de desarrollar actividades personalizadas es que éstas deben ser creadas específicamente por desarrolladores, debido a que se debe tener dominio de tecnologías web para desarrollar mini-aplicaciones web (entiéndase estas como las actividades), alejando así al profesor de esta fase.

Para la creación de una actividad personalizada se puede emplear cualquier tecnología y/u elemento compatible con *HTML* (por ejemplo, herramientas de renderizado de figuras geométricas), siempre y cuando se ajuste a las normas de *SCORM* referente al empaquetamiento de éstos y la comunicación entre actividad y *LMS*.

6.3.4. Suites creadoras de actividades compatibles con SCORM.

Pese a la posibilidad de crear contenido personalizado con tecnologías *HTML*, desarrollar actividades desde cero implica elevados costos de desarrollo. Una solución común a este tipo de problemas es utilizar una suite especializada que genere actividades, con interfaces intuitivas, accediendo así a que inclusive, un individuo (como lo puede ser un tutor) pueda crear actividades sin poseer necesariamente conocimientos en programación. No obstante, se presenta la desventaja de tener que limitarse a las opciones que la herramienta ofrece para poder generar actividades interactivas.

A continuación, se listarán algunas herramientas de creación de actividades disponibles, compatibles con la especificación *SCORM* disponibles de forma gratuita.

6.3.4.1. JClick

JClick es una suite cuyo objetivo es la creación, ejecución y realización de actividades multimedia. Sucesora de *Clic* y retro compatible con la misma, ésta es la herramienta que más tiene respaldo por educadores, quienes lo utilizan para crear actividades interactivas con diversos objetivos. Se compone de *JClick player* para ejecutar actividades en un PC, *JClick author* para crear y editar proyectos, *JClick reports* para obtener información referente al uso de las actividades y *JClick applet*, que permite incrustar actividades *JClick* en un navegador mediante el uso de Java web (obsoleto). No obstante, *JClick applet* está siendo paulatinamente reemplazado por *JClick.js*, basado en HTML5. Soporta exportación de proyectos conforme a *SCORM v1.2*, y utiliza licencia *GNU GPL v3*. [27]

6.3.4.2. Hot Potatoes

Hot Potatoes es una suite que permite la creación de ejercicios en múltiples formas. Es desarrollado por el centro de humanidades y computación de la Universidad de Victoria, Canadá, y está compuesto por 6 aplicaciones, cada una correspondiente al tipo de actividad que ésta puede crear. Genera actividades en formato *HTML* (pese a que el editor es para sistemas operativos Windows) y puede generar paquetes compatibles con la especificación *SCORM*. Es de uso gratuito, aunque es de código propietario. [28]

6.3.4.3. Lim

Lim (Libros Interactivos Multimedia) se define como un entorno para la creación de materiales educativos, desarrollado por Fran Macías. La suite está conformada por un editor de actividades (*EdiLim*), un visualizador (*LIM*) y un archivo en formato *XML* que definen las propiedades de un proyecto (libro) y las páginas que lo componen. Es basado en *Adobe Flash* y no ofrece exportación a paquete *SCORM*, aunque es fácilmente portable a éste con la utilización de herramientas externas. Posee licencia *Creative Commons 3.0 BY*. [29]

7. Prototipo de plataforma de adaptación.

De acuerdo a lo indicado en los objetivos del proyecto, se planteará una propuesta base para implementar un sistema adaptativo educativo con características multimedia. Tomando referencias tanto del marco tecnológico como el educativo, anteriormente presentadas se partirá construyendo un mecanismo de adaptación base el cual será empleado en una plataforma prototipo para la posterior prueba de este.

7.1. Mecanismo de adaptación.

El mecanismo de adaptación propuesto corresponde a una adaptación del tipo de navegación de orientación directa, y de escondite de enlaces adaptativo (véase D). Esencialmente se compone de tres partes, denominadas como sigue:

- **Datos de dominio:** Especie de repositorio de objetos de aprendizaje, denominadas actividades, agrupadas en compendios (compendios de actividades) las cuales estarán disponible solamente si se cumplen ciertos requisitos, brindados por los datos del estudiante (véase 6.1.2)
- **Datos de estudiante:** Corresponde a una imagen-estado actual del estudiante en cuanto a ciertos parámetros (véase 6.1.1). Estos serán su estilo de aprendizaje según Felder-Silverman (véase 5.3.3), sus actividades realizadas y un factor de dificultad. Este último corresponde a un factor que cuantifica su dominio en los tópicos del curso.
- **Asignación personalizada de actividades:** Es el mecanismo que toma los datos del estudiante y los contrasta con los datos de dominio, considerando las restricciones de los grupos-compendios de actividades, filtrando así las actividades adecuadas para el estudiante, resultando así un curso personalizado. Este mecanismo debe ser re-ejecutado a medida que los datos del estudiante vayan siendo actualizados, adaptándose así a éste.

Una síntesis del mecanismo de adaptación puede apreciarse en la Figura 7.1.

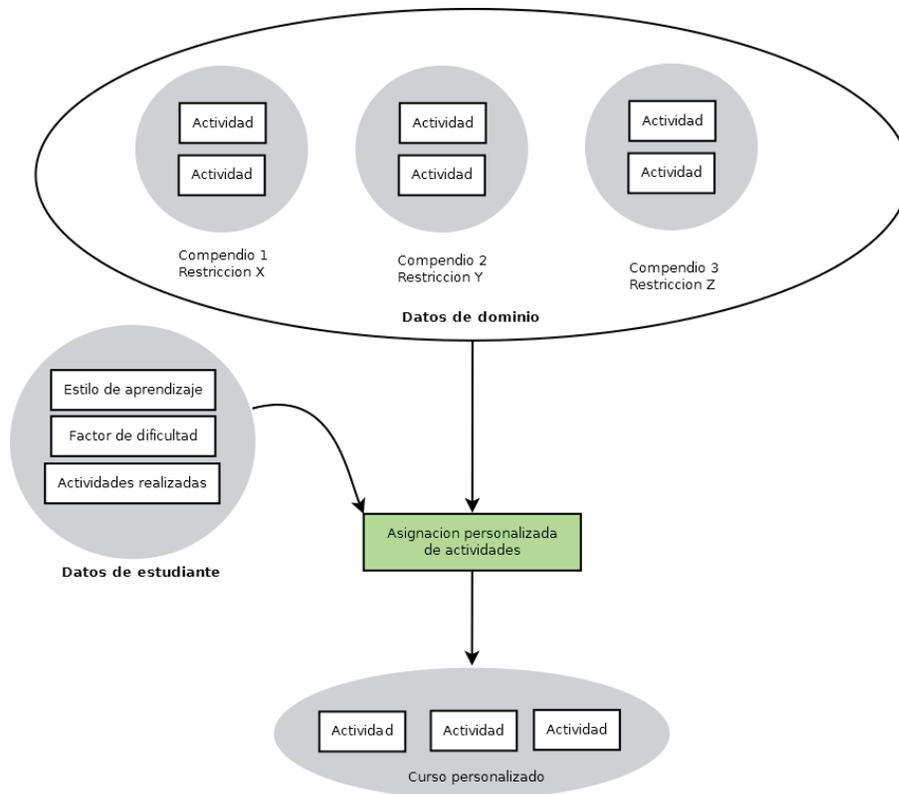


Figura 7.1. Mecanismo de adaptación propuesto.

7.2. Cálculo de datos del estudiante.

A continuación, se explicará cómo estarán representados los datos del estudiante relevantes para el mecanismo de adaptación, y su forma de cálculo de éstos.

7.2.1. Estilo de aprendizaje.

El estilo de aprendizaje está representado por 4 dimensiones distintas definidas en la sección 5.3.3 del presente informe. Cada una de estas dimensiones, con pares de cualidades opuestas entre ellas, será mostrada a continuación.

- Activo-reflexivo
- Sensorial-intuitivo
- Visual-Verbal
- Secuencial-Global

Sea $n = 4$ el número de dimensiones, e i una dimensión cualquiera. La preferencia de una cualidad A a otra B en cada dimensión i estará definido por un atributo denominado *Score*, el cual se define en la ecuación (7.2.1.1).

$$Score_i \in [-1, 1] : \begin{cases} \text{Preferencia A,} & Score_i < 0 \\ \text{Ambas pref.,} & Score_i \approx 0 \\ \text{Preferencia B,} & Score_i > 0 \end{cases} \quad (7.2.1.1)$$

El valor absoluto de $Score_i$ es un número normalizado en el rango $[-1, 1]$, el cual indica la fidelidad a una preferencia. De lo anterior se interpreta que valores más altos indican mayor tendencia a poseer cierta preferencia en cierta dimensión de aprendizaje, mientras que valores cercanos a 0 indican preferencias compartidas entre ambas alternativas.

Los valores iniciales de $Score_i$ se obtendrán desde un test *ILS* (véase 5.3.5) aplicándose una cierta cantidad de rondas de preguntas. Esta cantidad se denominará $factor_grado$. Además, se definirá un número llamado $\#preferencia_i$, donde $i = \{A, B\}$, el cual representa la cantidad de respuestas obtenidas a favor de una preferencia i , obtenido de la ejecución de un test *ILS*. De este modo, para calcular los valores iniciales de $Score_i$ se realiza el siguiente cálculo, mostrado en la ecuación (7.2.1.2).

$$Score_i = \left(\frac{\#preferencia_B}{factor_grado} - \frac{\#preferencia_A}{factor_grado} \right) \quad (7.2.1.2)$$

A medida que se van ejecutando las actividades, si el estudiante presenta un rendimiento de evaluación pobre, el mecanismo de adaptación irá ajustando el modelo de dimensiones de aprendizaje a preferencias contrarias de la actividad cursada, en magnitudes definidas en cada actividad como su peso. Así se define $(Score_i)'$ como el puntaje ajustado como sigue, en la ecuación (7.2.1.3).

$$(Score_i)' = Score_i + (Pref * Peso_{Actividad_i}), \quad Pref = \begin{cases} -1, & \text{Preferencia A} \\ 1, & \text{Preferencia B} \end{cases} \quad (7.2.1.3)$$

7.2.2. Factor de dificultad.

De manera análoga, el factor de dificultad representa el nivel de conocimientos que posee el estudiante sobre los dominios de los contenidos. Se cuantifica como un valor normalizado en el rango $[0, 1]$ donde un valor más bajo indica menos dominio de los contenidos, y valores más altos indican mayor nivel de contenidos.

El valor de este factor inicialmente se ajusta en un valor predeterminado a configurar como parámetro en el mecanismo de adaptación, y a medida que se van ejecutando las actividades, estos ajustan el factor mediante un peso, sumándose si el estudiante domina los contenidos, o restándose si el estudiante presenta dificultad. Así se define $(FactorDificultad)'$ como el factor de dificultad ajustado como sigue en la ecuación (7.2.2.1).

$$(FactorDificultad)' = FactorDificultad \pm Peso_{Actividad_i} \quad (7.2.2.1)$$

7.2.3. Actividades realizadas.

El modelo de estudiante incluye un registro de las actividades del curso realizadas exitosamente. Con ello se almacena además su duración en tiempo en realizar la actividad, así como también su número de intentos antes de finalizarla.

7.3. Plataforma a confeccionar.

Con el objetivo de poner en práctica el presente mecanismo teórico de adaptación, se construirá un prototipo de una plataforma adaptativa de e-learning. Deberá implementarse sobre una plataforma web-multimedia para cumplir el requerimiento de actividades, reutilizando componentes existentes en lo posible, debido a que el propósito de la presente investigación no consiste en confeccionar un sistema de gestión de aprendizaje completo, sino poner a prueba el mecanismo de adaptación. Esta plataforma a confeccionar se le denominará por nombre en clave X9.

7.4. Plan de validación del mecanismo de adaptación.

La plataforma a confeccionar, y con ello el mecanismo de adaptación propuesto deberá de probarse en entornos educativos reales, en terreno. Para tal fin, se propone equipar la plataforma adaptativa con actividades interactivas acorde a la unidad de geometría de primero medio del programa del gobierno de Chile (véase 5.1.2) y probar éste con estudiantes de primer año medio de múltiples establecimientos, en terreno. Para las pruebas se ha seleccionado abordar 3 contenidos de la unidad educativa presentada, correspondientes a Traslaciones, Rotaciones y Simetrías, cada uno perteneciente a la unidad de aprendizaje en objetivo ya presentada anteriormente.

En el presente proyecto se realizaron pruebas en terreno en diferentes establecimientos de la V región del país, durante el año 2016; así como también se realizó una prueba de validación de usabilidad de la plataforma, efectuando para ello una inspección heurística. Los detalles de la ejecución de las pruebas y el análisis de los resultados de ellos se pueden consultar más adelante, en la sección 13 y 14 del presente informe.

7.5. Criterios de aprobación del mecanismo de adaptación.

Para la aprobación del mecanismo, en general se medirán los siguientes aspectos, detallados a continuación.

7.5.1. Obtención efectiva de los datos del estudiante.

Este criterio hace alusión a que tan exacta ha sido la obtención del grado de dificultad y dimensión de aprendizaje predominante del estudiante, viendo así si la plataforma refleja sus objetivos y preferencias. Para tal finalidad, se medirán los datos obtenidos del estudiante en la fase inicial y sus actualizaciones de éste a medida que pasan las actividades. Esto, con el fin de poder comprobar si a la finalización de las pruebas, un alumno poseía afinidad sobre los estilos de aprendizaje inferidos u no, analizando su avance frente a las actividades de los test. Esto es realizado enfocándose en los estados y resultados de las actividades.

7.5.2. Impacto en la adaptación de actividades.

En este criterio se desea evaluar que el mecanismo de adaptación haya tenido un impacto relevante en comparación con una implementación del curso sin la aplicación de la adaptación. Para aquello, a los estudiantes participantes serán sometidos a un pre-test y post-test con una actividad evaluativa con los contenidos de la asignatura, cuyos resultados determinen en forma cuantificable cuanto dominan los tópicos involucrados. Con aquellos datos se plantearía una prueba, verificando si existe evidencia de un impacto al aplicar el mecanismo de adaptación a los estudiantes.

8. Estudio de factibilidad de la plataforma.

La factibilidad se refiere a la disponibilidad de recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados. Así, el éxito de un proyecto está determinado por el grado de factibilidad que se presente en cada uno de sus aspectos. El estudio de factibilidad tiene como finalidad recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión para el desarrollo del mismo.

8.1. Factibilidad operativa.

La plataforma educativa adaptativa a construir debe de poder llevar a cabo un curso virtual de una asignatura con la capacidad de auto-adaptación según diferentes factores de sus usuarios. Para asegurar el funcionamiento de éste a nivel proyecto, se realiza consultas y entrevistas a diferentes pedagogos, y se efectúa visitas a terreno a colegios para recolectar información y determinar diferentes aspectos referentes a éste.

8.1.1. Aspecto técnico.

Por el punto de vista técnico, para la realización del presente proyecto son necesarios los siguientes recursos físicos/de hardware/software, los cuales se detallarán a continuación.

- Computadoras personales, y sus correspondientes periféricos en estado operativo de modo de poder mostrar contenido en pantalla e interactuar con éste. La cantidad es variable, dependiendo del tamaño del grupo curso.
- Conexión de Red local (no necesariamente internet) para poder interactuar con la plataforma.
- Servidor u computador principal que aloje la presente plataforma y la brinde al resto de los computadores.
- Software de navegación de Internet, compatible con *HTML5*.
- Herramientas de desarrollo web, orientado a *PHP/JavaScript*.

Cabe mencionar que los recursos esenciales para la ejecución de la plataforma variarían dependiendo del establecimiento donde se use éste, requiriendo más o menos cantidad de componentes necesario para un uso fluido.

8.1.2. Aspecto económico.

La plataforma educativa está pensada para ser ejecutada en entornos reducidos, efectuándose un empleo no masivo de éste. Por ende, la plataforma puede ser puesta en ejecución en entornos no dedicados, empleándose elementos provistos por el usuario-establecimiento en cuestión, no existiendo así un costo relacionado por Hardware. Además, las plataformas existentes usadas en este contexto son de libre uso libre de costos adicionales, careciendo además costos de mano de obra, pues el desarrollo de éste es con un marcado fin académico/experimental.

8.2. Factibilidad legal.

Para la implementación del presente proyecto, se realiza un estudio para ver la posibilidad de realizar el proyecto sin pormenores del aspecto legal, ya sea por parte de los componentes que conformarían la plataforma como los datos generados por sus usuarios.

8.2.1. Sobre los componentes de la plataforma.

Los distintos componentes que se usarán para la confección de la plataforma deben estar basadas en licencias *Open-Source*, permitiendo así, el uso de éstos públicamente, siempre y cuando se respete el autor y el trabajo de anteriores colaboradores en éstos. Por un lado, el código fuente propio desarrollado para el proyecto, se encuentra bajo una licencia libre *GNU GPL v3* [30] No obstante, los componentes existentes difieren en que tipos de licencias utilizan, por lo que se detallarán a continuación.

- *PHP*, licenciado bajo *PHP License v3.1* por *PHP Group*. Esta es una licencia *Open Source*, del tipo *BSD – GPL*. [31]
- *Moodle*, como conjunto general posee copyright por Martin Dougiamas, con sus módulos bajo licencia *GNU-GPL v3*. [32]
- *JClic*, definido por los autores como software libre, distribuido bajo *GNU-GPL-v3* [33]
- *Jquery*, licenciado bajo la *MIT License*, que permite utilizar este componente en inclusive proyectos comerciales, siempre y cuando se respete las firmas y copyright del autor, además de mantener código intacto. [34]

8.2.2. Sobre datos generados por los alumnos.

Los datos generados por los alumnos y recolectados por la plataforma serán con fines únicamente académicos, pensados para ser usados para análisis de investigación. Estos datos serán de carácter anónimo y no incluyen datos personales de carácter confidenciales para el estudiante y/o sus apoderados.

9. Ingeniería de requerimientos.

9.1. Levantamiento.

El levantamiento de requisitos se realizó a través de nivel de detalle, utilizando información entregada desde la entrevista realizada a pedagogos y la visita a establecimientos, para luego traducir esta información a un nivel de plataforma. Además, se utilizan referencias teóricas rescatadas de investigaciones referentes al tema, detalladas en el marco teórico del presente informe.

9.2. Requerimientos a nivel de usuario.

La plataforma deberá ofrecer al estudiante un curso digital, compuesto por actividades interactivas, abundantes en contenido multimedia. Este deberá adaptarse según el estilo de aprendizaje y nivel de conocimiento actuales del alumno participante. Deberá ser capaz además de poder identificar un buen rendimiento o un desempeño pobre de un estudiante ante una tal actividad, donde el cual deberá tomar acciones pertinentes para intentar revertir la situación.

Así también, para lograr lo anterior, la plataforma además deberá ser capaz de analizar el nivel de conocimientos de un alumno, así como su estilo de aprendizaje predominante. Esa información, si no la puede inferir la plataforma, debería ser suministrada por el estudiante de forma interactiva e intuitiva. Por otro lado, las actividades deberán venir predefinidas y configuradas previamente por un pedagogo, indicando que tipos de actividades deberán ser más aptas en ciertos contextos (dimensión aprendizaje y conocimiento).

Esta plataforma deberá poder funcionar bajo cualquier computador personal con capacidades multimedia, haciendo uso de éste de carácter individual.

9.3. Análisis.

9.3.1. Requerimientos a nivel de plataforma.

La plataforma educativa deberá recolectar información de los estudiantes participantes referente a su estilo de aprendizaje y conocimiento previo a la asignatura correspondiente a ejecutar. Aquel registro de preferencias deberá almacenarse como datos del estudiante, y deberá estar asociado únicamente al estudiante del sistema *LMS*.

La plataforma deberá leer una estructura de un curso y sus actividades, previamente definidos por un pedagogo, escrito en un formato apto que el sistema sea capaz de leer de forma conveniente. Estas actividades, cada una de éstas asociada con por un nombre, pueden bien o ser unitarias o componerse de más sub-actividades las cuales requieran de ciertas condiciones definidas, ya sea dificultad, estilo de aprendizaje adecuado, u bien actividades previas. Estos conformarán lo que se conocerá como datos de dominio.

Con la información del dominio del estudiante y las actividades definidas con sus reglas correspondientes, la plataforma deberá filtrar las actividades compatibles con los datos del modelo del estudiante para así obtener un curso personalizado con un número determinado de actividades. Estas (unitarias) deberán interactuar con el usuario para que al momento de terminar determine según sus reglas si el estudiante cumplió los objetivos de la actividad, o bien presentó dificultades. Este veredicto deberá almacenarse para cada relación estudiante-actividad, denominándose datos de estudiante dependientes del dominio. La interacción estudiante-actividad-plataforma, por otro lado, se definirá como datos de interacción.

En el caso que se determine un rendimiento insuficiente, la plataforma deberá proveer de un mecanismo de feedback al estudiante, determinado así si el modelo de estudiante no es exacto referente su nivel de conocimientos o bien ante su dimensión de aprendizaje. La plataforma debería de actualizar el modelo del estudiante y almacenar los obsoletos con fines estadísticos.

Al finalizar el curso, la plataforma deberá almacenar la opinión del estudiante, en forma de encuesta, sobre su percepción personal del curso en sí y su efectividad en cuanto al uso de sus datos de estudiante para la personalización de actividades. Esto para fines estadísticos y análisis de datos.

9.3.2. Requerimientos a nivel de componentes.

La plataforma educativa debe contener un mecanismo de gestión de usuarios-roles, ya sean estudiantes o administradores. Este debe de estar externalizada de la plataforma, conectada a un sistema *LMS* vía alguna interfaz, debido a que confeccionar un sistema de gestión estudiantil no se encuentra dentro del alcance del presente proyecto.

Por otro lado, para la realización de actividades, la plataforma debe ser capaz de lanzar una actividad, compuesta por una secuencia multimedia de terceros. Esta deberá comunicarse con la plataforma para determinar como el estudiante interactúa con este, ya sea en cuanto a tiempo, numero de clics, si ha podido finalizar la actividad o no, entre otros, mediante una interfaz (*API*) de programación, parte del modelo de interacción.

9.4. Especificaciones.

A continuación, con lo obtenido del proceso de análisis, se precisarán los detalles sobre lo expuesto, con el objetivo de diferenciar los elementos con claridad unos de otros.

9.4.1. Plataforma.

La plataforma no debe ser una implementación completa de un sistema educativo *LMS*. Por el contrario, debe ser una extensión de éste, externalizando así elementos como la autenticación y gestión de usuarios, permisos y cursos. Por ello, al momento de inicializar la plataforma, debe relacionarse éste con una sesión activa con un estudiante único, que haya participado antes o no en éste. Para el presente informe se le denominará “*sistema host*”.

Para que la plataforma pueda funcionar se debe necesitar por lo menos de los datos del estudiante, y los datos del dominio. En el caso de no existir alguno de éstos, se deberá actuar como se especifica en las secciones correspondientes.

9.4.2. Datos del estudiante.

Los datos del estudiante deben estar compuestos por los datos independientes del dominio y los datos dependientes del dominio. Por un lado, los datos independientes del dominio describen al perfil de usuario como sí, obteniendo detalles tales como:

- Nombre
- Correo electrónico
- Usuario en sistema educativo
- Dimensiones de aprendizaje preferidas.
- Nivel de conocimiento previo.

Datos básicos como ID único, nombre y correo pueden obtenerse externamente por el sistema host, mientras que los datos de contexto pedagógicos referentes a su estilo de aprendizaje y nivel de conocimiento se deben obtener desde la misma plataforma. Las dimensiones de aprendizaje preferidos están definidas según los estilos de aprendizaje de Felder-Silverman (véase 5.3.3), mientras que el nivel de conocimiento es un factor que cuantifica cuanto domina los contenidos del curso.

Para que la plataforma funcione correctamente, deben poder manejarse la totalidad de estos datos, por lo que, si se carece de éstos, la plataforma deberá obtenerlos preguntando de forma interactiva al usuario éstos. Esto debe realizarse empleándose un test de Índice de Estilos de aprendizaje (véase 5.3.5), además de inferir un nivel de conocimiento genérico de nivel intermedio. A medida que se vayan realizando las actividades, si corresponde, el modelo dependiente puede irse ajustando, modificándose los factores anteriores para obtener una imagen más exacta del alumno, conservando los anteriores con fines históricos.

Los datos dependientes del dominio corresponden al historial del alumno cursando diferentes actividades de un curso y su estado en cada una de éstas (éxito, fracaso, abandono de actividad), así como también su rendimiento en éstos. Estos se van agregando a medida que el estudiante enfrenta cada una de las actividades.

9.4.3. Datos del dominio.

Los datos de dominio son los correspondientes a toda la información respecto al curso y sus actividades, en conjunto con sus restricciones y reglas de adaptación de cada una de éstas. De modo de imitar a especificaciones tales como *SCORM* o *LTI* un curso deberá estar compuesto por un árbol de actividades independientes unas a las otras.

Una actividad, definida en el contexto de e-learning como un objeto de aprendizaje, es un elemento independiente y modular el cual puede clasificarse como Unitario o un Compendio de Actividades. Estas deben ser identificadas mediante un identificador único.

9.4.3.1. Actividad unitaria.

Una actividad unitaria es un objeto de aprendizaje individual e independiente, el cual describe el o los recursos multimedia asociados a éste para ser ejecutado en el entorno deseado, además de sus criterios de éxito o fracaso, descritos como siguen.

- Tiempo de realización.
- Numero de intentos.

Así además en éste deberá indicarse que tanto debería afectar el índice de dificultad de un estudiante si la actividad la puede realizar con éxito o no.

9.4.3.2. Compendio de actividades.

Un compendio de actividades, es un subconjunto de actividades, sean unitarias o compendios, disponibles o no al usuario bajo ciertas restricciones definidas en un manifiesto. Este compendio referencia a sus actividades hijas mediante sus identificadores para ser cursadas mediante las reglas definidas en la sección 6.2.5 del presente informe, en la Tabla 6.3.

Por otro lado, las restricciones del compendio de actividades pueden clasificarse por las siguientes categorías como describe la Tabla 9.1.

Tabla 9.1. Tipos de restricciones para un compendio de actividades.

Nombre restricción	Descripción
Ninguna	No se aplica restricción. Para formar conjunto de actividades.
Nivel de dificultad	El estudiante debe cumplir (o no cumplir) cierto factor de dificultad para realizar las actividades.
Estilo de aprendizaje predominante	El estudiante debe tener rasgos de un cierto estilo de aprendizaje para realizar las actividades.
Actividad realizada	El estudiante debe haber realizado exitosamente cierta actividad (unitaria o compendio).

9.4.4. Modelo de interacción.

El modelo de interacción se define esencialmente como el componente que une el estudiante, la plataforma y las actividades. Funciona esencialmente tomando los datos del estudiante, para usarlos en la filtración de las restricciones de las actividades del curso. Así se obtiene una secuencia de actividades unitarias dinámica y personalizada para el estudiante el cual, en el presente componente se encarga de ejecutarlas en la vista del estudiante utilizando los datos de dominio referentes a la actividad correspondiente.

El modelo de interacción deberá realizar un seguimiento de la ejecución de la actividad a espera que este termine. Por otro lado, la actividad deberá notificar a la plataforma cuando éste termine y bajo qué condiciones, referentes al tiempo de realización y número de intentos. Dependiendo de lo indicado en los datos de dominio en cada actividad, se diagnosticaría la realización de cada una de éstas como se especifica en la Tabla 9.2.

Tabla 9.2. Tipos de diagnósticos para una actividad.

Diagnostico	Descripción
Exitosa	El estudiante cumple con los objetivos de la actividad notoriamente.
Neutral	El estudiante pasa la actividad dentro de los factores esperados.
Fracaso	El estudiante no cumple los factores esperados.

Al terminar la actividad deberá guardarse este diagnóstico y los datos entregados por la actividad para uso futuro en los datos dependientes del estudiante. Dependiendo del diagnóstico entregado, se deberían efectuar acciones correctivas, actualizando así los datos del estudiante independientes del dominio. Si la actividad fuese exitosa, se deberá reforzar el factor de dificultad, mientras que, si fuese un fracaso, deberá solicitarse feedback al estudiante, preguntándole si la actividad fue muy difícil, o bien no era acorde a su estilo de aprendizaje. Dependiendo de su respuesta se rebajará su factor de dificultad o bien se ajustarán sus dimensiones de aprendizaje.

9.5. Especificaciones de interfaz.

Con fines demostrativos para la especificación, en la Figura 9.1, se demostrará una demostración ilustrativa-explicativa sobre una vista general de usuario (estudiante) para una actividad multimedia adaptativa.

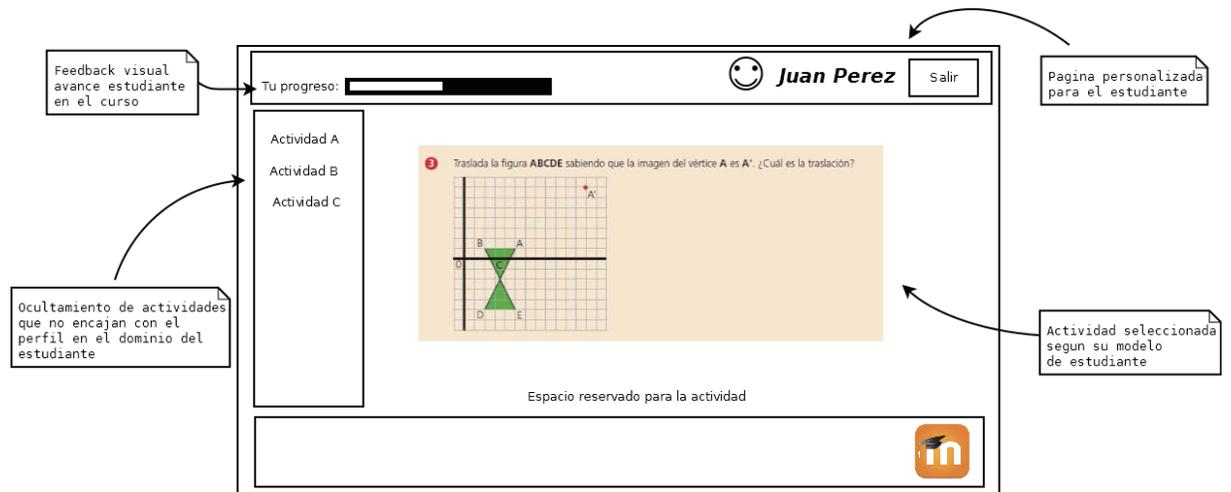


Figura 9.1. Especificación de una vista de usuario para una actividad.

9.6. Orígenes y almacenamiento de datos.

9.6.1. Tablas para bases de datos.

Las tablas de bases de datos a utilizar, se dividen en dos diferentes categorías: Las esenciales para el mecanismo de adaptación y las dependientes del sistema host. En el contexto del presente informe se presentarán solo las necesarias para comprender el origen y almacenamiento de datos de la plataforma. Se presentarán en un formato estilo *SQL-Compatible*.

9.6.1.1. Estilo de aprendizaje.

Tabla que almacena las preferencias del estilo de aprendizaje de un alumno en valores cuantificados (véase 7.2.1) en un cierto instante de tiempo. Es perteneciente a los datos del estudiante independientes del dominio. Su estructura puede verse en la Tabla 9.3.

Tabla 9.3. Tabla de estilo de aprendizaje.

Nombre	Tipo	Atributos	Comentario
<i>uid</i>	<i>int</i>	<i>Primary Key</i>	ID único
<i>Lti_user_id</i>	<i>Int</i>	<i>Not null</i>	ID usuario asociado en sistema host.
<i>Act_ref</i>	<i>Decimal</i>	<i>Not null</i>	Score Activo/Reflexivo
<i>Sns_int</i>	<i>Decimal</i>	<i>Not null</i>	Score Sensorial/Intuitivo
<i>Vis_vrb</i>	<i>Decimal</i>	<i>Not null</i>	Score Visual/Verbal
<i>Seq_glo</i>	<i>Decimal</i>	<i>Not null</i>	Score Secuencial/Global
<i>timestamp</i>	<i>Datetime</i>	<i>Not null</i>	Marca de tiempo

9.6.1.2. Factor de dificultad.

Tabla que almacena el factor de dificultad de un alumno en valores cuantificables de 0 a 1, más fácil a más difícil. Este representa cuanto dominio tiene de los contenidos del curso o no. Es perteneciente a los datos del estudiante independientes del dominio. Su estructura puede verse en la Tabla 9.4.

Tabla 9.4. Tabla de factor de dificultad.

Nombre	Tipo	Atributos	Comentario
<i>uid</i>	<i>int</i>	<i>Primary Key</i>	ID único
<i>Lti_user_id</i>	<i>Int</i>	<i>Not null</i>	ID usuario asociado en sistema host.
<i>lvl</i>	<i>Decimal</i>	<i>Not null</i>	Factor de dificultad de usuario [0-1]
<i>timestamp</i>	<i>Datetime</i>	<i>Not null</i>	Marca de tiempo

9.6.1.3. Instancia de actividad.

Tabla que almacena la instancia de una actividad, cuando un estudiante ejecuta una de estas. Almacena el estado actual de éstas, y un diagnostico si esta ya fue finalizada. Su estructura puede verse en la Tabla 9.5.

9.6.2. Datos de definición estáticos de actividades.

Estos datos, a diferencia de las bases de datos, son de solo lectura, las cuales definen tanto los cursos, actividades unitarias y compendios de actividades. Pueden almacenarse en archivos de almacenamiento de datos tales como *TXT*, *CSV*, *XML* u *JSON*.

Tabla 9.5. Tabla de instancia de actividad.

Nombre	Tipo	Atributos	Comentario
<i>uid</i>	<i>int</i>	<i>Primary Key</i>	ID único
<i>Lti_user_id</i>	<i>Int</i>	<i>Not null</i>	ID usuario asociado en sistema host.
<i>Activity_id</i>	<i>String</i>	<i>Not null</i>	Identificador de actividad, sea unitaria o compuesta.
<i>Entry_time</i>	<i>Datetime</i>	<i>Not null</i>	Marca de tiempo de inicio de la actividad.
<i>status</i>	<i>String</i>	<i>Not null</i>	Estado actual de la actividad, o diagnostico si esta ha finalizado.
<i>Finish_time</i>	<i>Datetime</i>	-	Marca de tiempo de fin de la actividad.
<i>attempts</i>	<i>int</i>	-	Numero de intentos realizados de la actividad.
<i>time</i>	<i>Int</i>	-	Tiempo en ser realizada la actividad.

9.6.2.1. Definición de un curso.

Un curso está definido por los siguientes datos compuestos como muestra la Tabla 9.6 a continuación.

Tabla 9.6. Definición de un curso.

Nombre	Tipo	Comentario
<i>defClass</i>	<i>String</i>	Debe estar definido como <i>COURSE</i> .
<i>courseUID</i>	<i>int</i>	ID único
<i>internalName</i>	<i>String</i>	Nombre-identificador interno del curso.
<i>name</i>	<i>String</i>	Nombre formal del curso
<i>shortName</i>	<i>String</i>	Nombre corto del curso
<i>language</i>	<i>String</i>	Idioma del curso
<i>Activity_suite</i>	<i>Array(def_actividad)</i>	Arreglo de definición de actividades que contiene el curso.

En este caso, *def_actividad* está definido como muestra la Tabla 9.7.

Tabla 9.7. Definición de *def_actividad*.

Nombre	Tipo	Comentario
<i>activityID</i>	<i>int</i>	ID único de actividad
<i>internalName</i>	<i>String</i>	Nombre-Identificador único de la actividad.
<i>name</i>	<i>String</i>	Nombre formal de la actividad
<i>Keyword_Tags</i>	<i>Array(String)</i>	Arreglo de palabras clave de la actividad.

9.6.2.2. Definición de una actividad unitaria.

Una actividad unitaria está definida por los siguientes datos compuestos como muestra la Tabla 9.8 a continuación.

Tabla 9.8. Definición de una actividad unitaria

Nombre	Tipo	Comentario
<i>defClass</i>	<i>String</i>	Debe estar definido como <i>ACTIVITY_OBJECT</i>
<i>activityObjectUID</i>	<i>int</i>	ID único
<i>internalName</i>	<i>String</i>	Nombre-identificador interno de la actividad.
<i>kickstartURL</i>	<i>String</i>	URL para ejecutar actividad-recursos multimedia.
<i>scoreWeight</i>	<i>Decimal</i>	Peso de la dificultad para ajuste al modificar datos estudiante.
<i>Time</i>	<i>Array(int)</i>	Tiempo esperado para cada diagnóstico. Está dividido en 3 casillas: Exitoso, neutral, fracaso. (véase 9.4.4)
<i>Attempts</i>	<i>Array(int)</i>	Numero de intentos esperados para cada diagnóstico. Está dividido en 3 casillas: Exitoso, neutral, fracaso. (véase 9.4.4)

9.6.2.3. Definición de un compendio de actividades.

Un compendio de actividades está compuesto por los siguientes datos compuestos como muestra la Tabla 9.9 a continuación.

Tabla 9.9. Definición de un compendio de actividades.

Nombre	Tipo	Comentario
<i>defClass</i>	<i>String</i>	Debe estar definido como <i>COMPOUND</i>
<i>compoundUID</i>	<i>int</i>	ID único
<i>internalName</i>	<i>String</i>	Nombre-identificador interno de la actividad.
<i>condType</i>	<i>String</i>	Tipo de restricción para el compendio de actividades. (Véase 6.2.5)
<i>condValue</i>	<i>Any/null</i>	Parámetro de la restricción (si aplica, de lo contrario puede dejarse vacío).
<i>compoundRule</i>	<i>String</i>	Regla de aplicación de las actividades. (Véase 6.2.5)
<i>Activity_suite</i>	<i>Array(String)</i>	Array de identificadores de actividades, sean unitarias o compendios; las cuales está conformada.

9.7. Funcionalidades.

- La plataforma deberá proveer un portal para que el estudiante pueda acceder a las diferentes funcionalidades a su alcance, incluyendo mecanismos para volver al sistema host.
- La plataforma deberá esencialmente proveer acceso a las actividades si y solo si se han obtenido los datos del usuario independientes del dominio, puesto que es esencial para poner en marcha el mecanismo de adaptación que brinde acceso a las actividades. Así, para el inicio y finalización del curso, la plataforma deberá proveer los cuestionarios correspondientes, mediante un mecanismo propio o bien de terceros.
- La plataforma al finalizar una actividad, si fuese necesario, deberá proveer pantallas de feedback al estudiante.

10. Diseño.

10.1. Componentes externos.

La plataforma, como se especificó en la sección de análisis, es de carácter modular, donde solo se desarrollará el componente del mecanismo de adaptación. El mecanismo de adaptación se denominará internamente *X9*. La plataforma *LMS* el cual usará el mecanismo de adaptación, corresponderá a *Moodle* y se conectará con ésta mediante su *API* vía su interfaz de actividades *LTI*. Para el caso de las actividades multimedia, la plataforma hará empleo de uso de una versión modificada de *JClic Player HTML5* (véase 6.3.4.1) el cual provee conexión directa con el mecanismo de adaptación, denominado *SCOLi-TreeHouse*.

La relación entre los componentes externos se puede apreciar en la Figura 10.1.

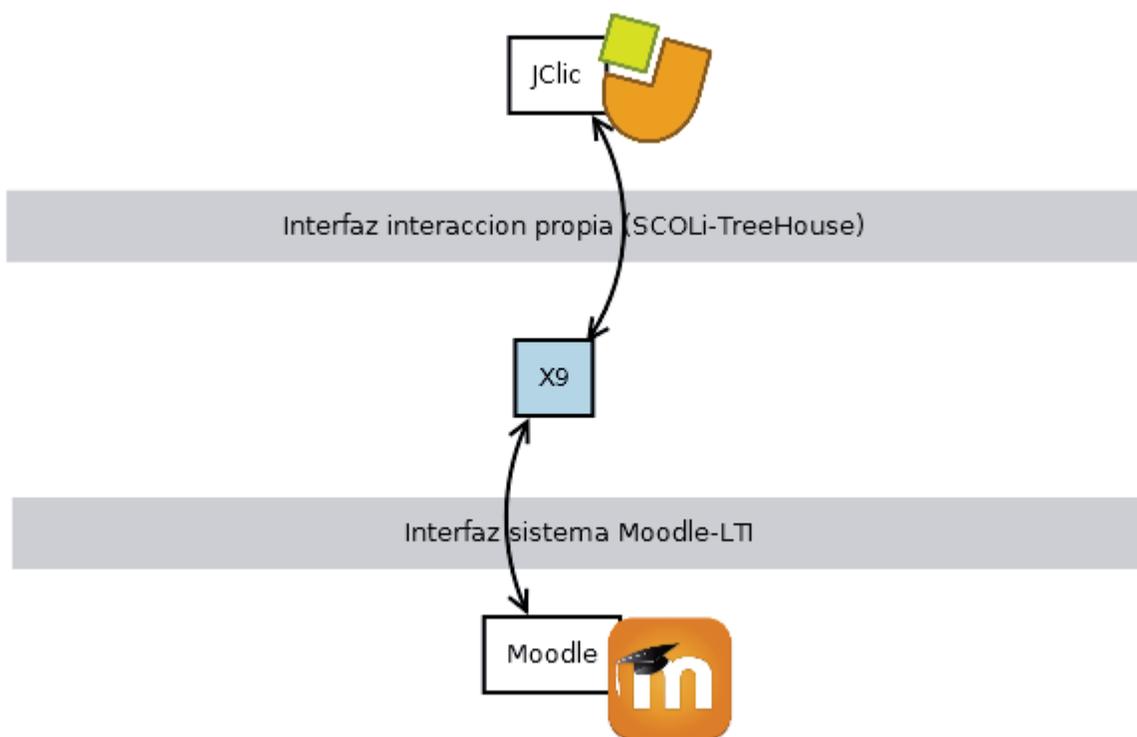


Figura 10.1. Relación entre componentes externos de la plataforma.

10.2. Arquitectura.

Para la confección de la plataforma se decidió establecer una arquitectura cliente-servidor de 3 capas, para facilitar la mantenibilidad y la integridad de los datos, sin sacrificar la naturaleza modular de la plataforma. La relación entre cada uno de los componentes en la arquitectura puede apreciarse en la Figura 10.2.

10.2.1. Capa de presentación.

Esta capa se encarga de proveer una interfaz entre las plataformas y el usuario. Se responsabiliza de que se le comunique información al usuario por parte de los componentes y viceversa.

10.2.2. Capa lógica.

Será la capa que contiene los procesos a realizar con la información recibida desde la capa de presentación, donde se realizan las peticiones de usuarios desde la plataforma LMS y se transfieren a los componentes indicados para ser procesados.

10.2.3. Capa de datos.

En esta capa se actualizarán los datos tanto dinámicos de estudiantes, así como también se leerán datos estáticos de cursos y actividades (dominio).

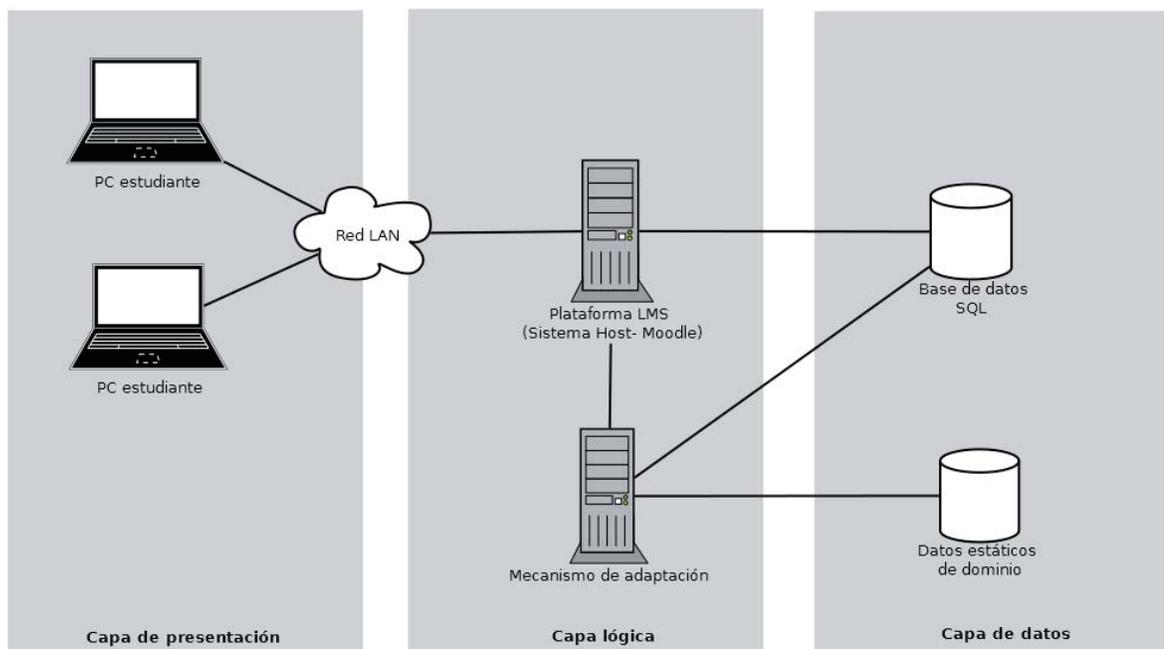


Figura 10.2. Arquitectura física de la plataforma.

10.3. Estructura jerárquica.

El sistema arquitectónico de la plataforma está compuesto de módulos y de librerías que prestan servicios a estos, confeccionando así un modelo que emule la estructura de funcionamiento de un sistema adaptativo de hipermedia, especificado en 6.1.

De manera general se identifican los siguientes módulos, mostrados en la Figura 10.3.

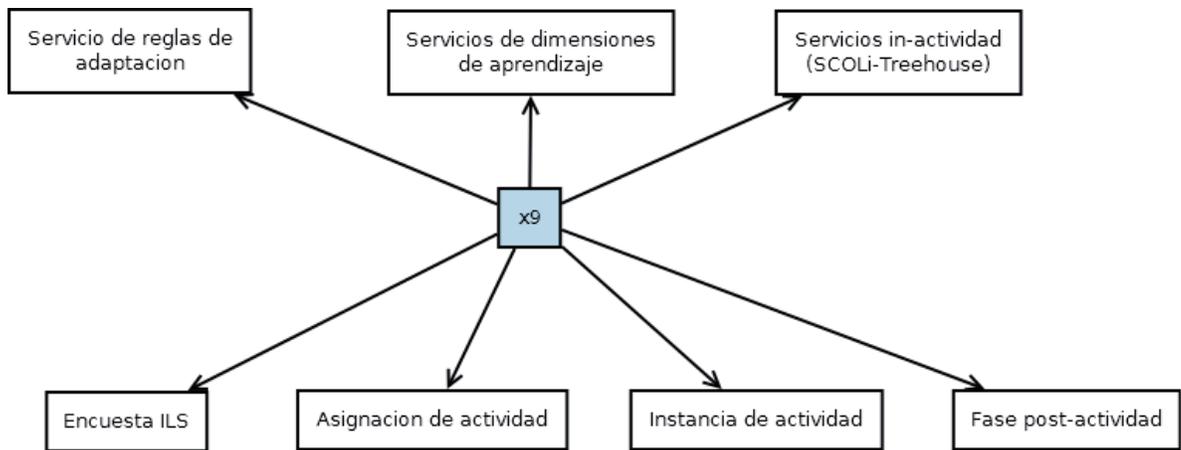


Figura 10.3. Estructura jerárquica de los módulos de la plataforma.

- **Servicio de reglas de adaptación:** Ofrece servicios referentes a las reglas de adaptación y sus restricciones en actividades.
- **Servicios de dimensiones de aprendizaje:** Ofrece servicios referentes al cálculo y diagnóstico de dimensiones de aprendizaje de Felder-Silverman.
- **Servicios in-actividad (SCOLi-Treehouse):** Ofrece servicios para la sincronización entre la plataforma y las actividades multimedia (*JClic*).
- **Encuesta ILS:** Se encarga de las vistas y manejo del cuestionario del test *ILS*.
- **Asignación de actividad:** Se encarga del manejo de asignación de actividades, aplicando las reglas de adaptación.
- **Instancia de Actividad:** Se encarga de las vistas y el flujo de la ejecución de una actividad.
- **Fase Post-actividad:** Se encarga del flujo del diagnóstico post-actividad y de las vistas de feedback en caso que fuese necesario.

Para cada uno de estos módulos, la plataforma brinda el siguiente abanico de servicios, definido arquitectónicamente como muestra la Figura 10.4. Estos servicios poseen su propia lógica interna, pero arquitectónicamente se relacionan de una manera estándar para una mejor mantenibilidad y claridad. Entre los servicios asociados al mecanismo de adaptación se encuentra lo siguiente.

- **Modelo de dominio:** Presta servicios referentes al manejo de actividades de algún curso y la realización de éstas.
- **Modelo de usuario:** Presta servicios referentes al manejo de usuarios dentro del contexto de la adaptabilidad. Para fines de gestión se debe usar la API de Moodle.
- **Modelo de interacción:** Presta servicios de adaptación y ejecución de actividades usando los modelos de usuario y dominio.

Por otro lado, entre los servicios-librerías de apoyo son proporcionadas por el desarrollador o por un *framework*, donde se encuentra lo siguiente.

- **Conector SCOLi-TreeHouse:** Brinda un puente entre la plataforma y la actividad en ejecución.
- **GUI:** Proporciona servicios de vistas de usuario.
- **BD:** Entrega servicios de base de datos para consultas SQL o funcionalidades específicas de otros componentes.
- **Moodle-LTI:** Brinda un puente entre la plataforma y el sistema host.
- **DataReader:** Entrega servicios de lectura de datos estáticos, utilizado principalmente para cursos.

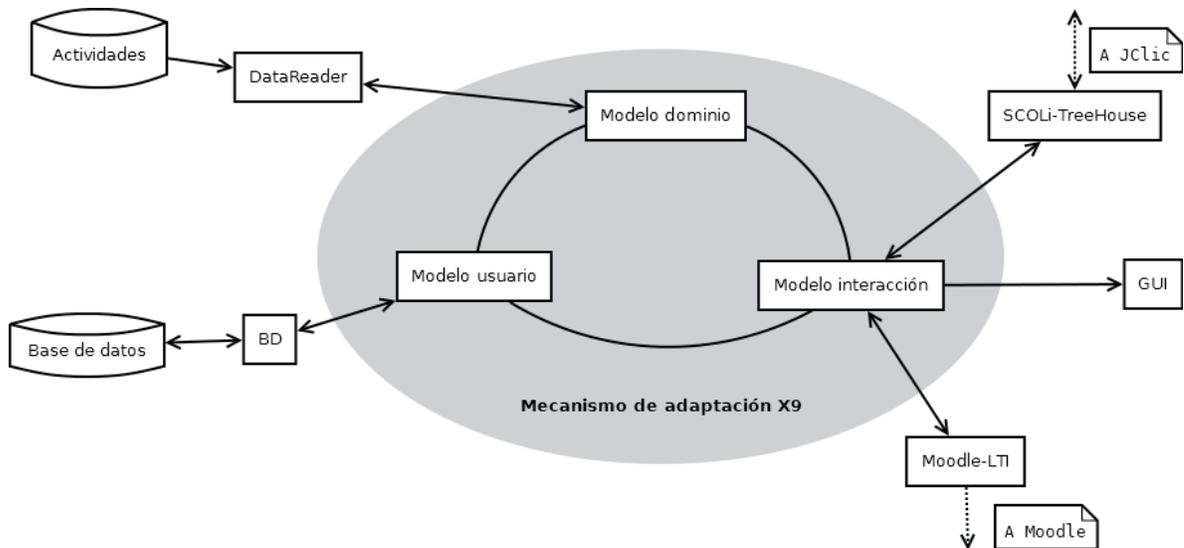


Figura 10.4. Abanico de servicios internos de plataforma X9.

11. Implementación de la plataforma.

A continuación, se mostrarán imágenes del prototipo en funcionamiento, empleando para aquello, un curso de actividades tipo, similar al aplicar en las pruebas a terreno. Cabe destacar que este prototipo puede estar afecto a cambios a lo largo del desarrollo del proyecto, en lo que es carácter visual. En la Figura 11.1 se puede apreciar el usuario siendo sometido a un test *ILS*, mientras que en la Figura 11.2 se muestra la plataforma durante la ejecución de una actividad, basada en *JClicJS*.

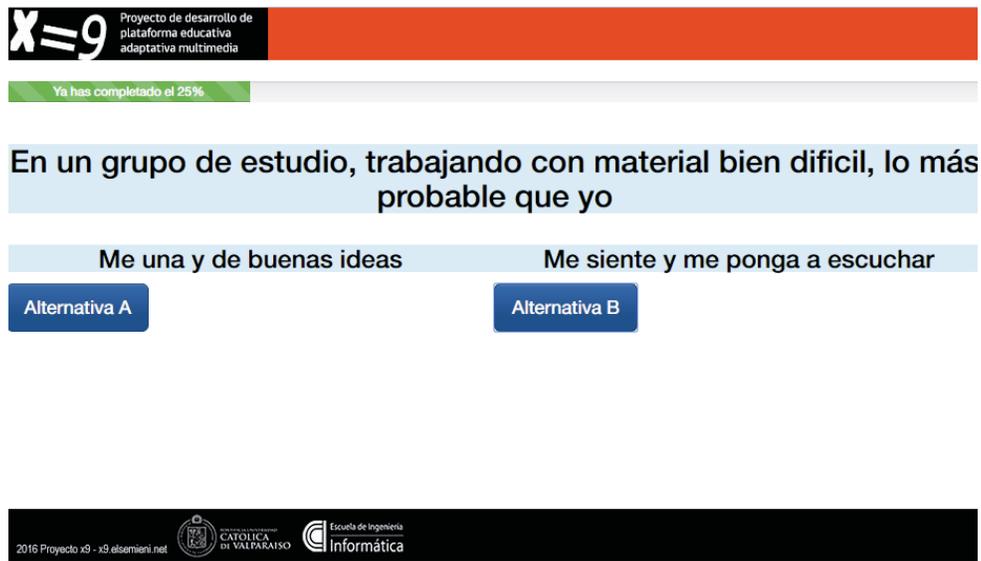


Figura 11.1. Pantalla de la fase de Test ILS de la plataforma X9.

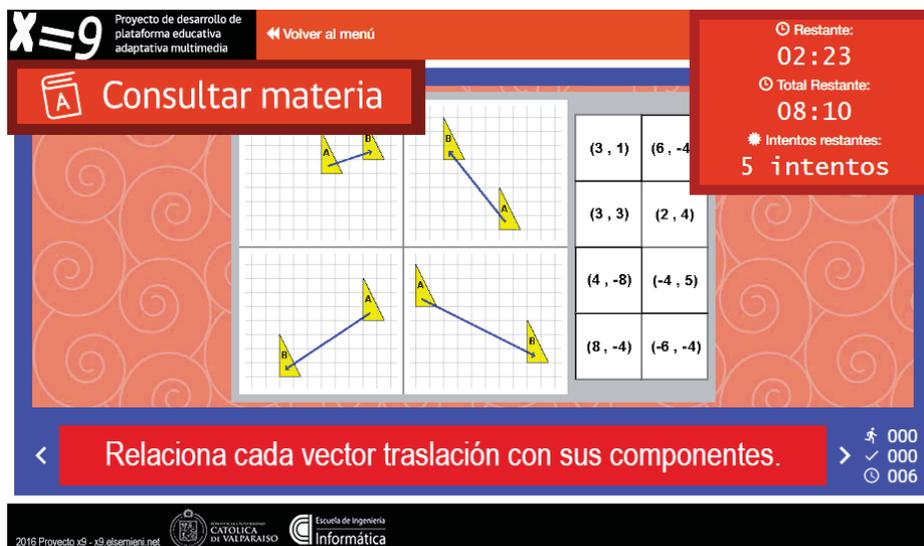


Figura 11.2. Pantalla de actividad de la plataforma X9.

12. Plan de diseño de actividades

12.1. Plan de pruebas general

Como se describió ya en la sección 7.3, se deberá probar la plataforma en establecimientos educacionales para obtener datos que puedan validar el mecanismo de adaptación y así, conducir a conclusiones concisas. Para tal fin, se confeccionará un curso prototipo sobre Geometría para 1° año de enseñanza media, tal como se describió en los inicios del informe, compuesta por diferentes actividades, cuya duración total es de dos horas pedagógicas (1 hora 30 minutos). Esta deberá ejecutarse en una sala de computación, u otra sala habilitada con dispositivos HTML5-compatibles (ya sean computadoras, tablets u teléfonos móviles).

Para la prueba de la plataforma, el grupo de prueba se dividiría en 3 partes iguales, donde cada uno desarrollarán diferentes formatos del curso descrito, los cuales se definirán a continuación.

12.1.1. Lineal

Es una versión del curso el cual carece de elementos adaptativos en lo absoluto. Este seguirá una estructura de las actividades de forma lineal, y no reaccionará ante su estilo de aprendizaje o cambios en su rendimiento.

12.1.2. Adaptativo

Es una versión del curso el cual introduce elementos adaptativos a las actividades, ya sea relacionadas al estilo de aprendizaje y/o a su rendimiento. La plataforma así monitorearía al alumno y seleccionaría según las reglas de adaptación los contenidos más apropiados.

12.1.3. Adaptativo inverso

Es una versión del curso el cual introduce elementos adaptativos a las actividades, ya sea relacionadas al estilo de aprendizaje y/o a su rendimiento. La diferencia con la versión anterior del curso radica en que, en la monitorización del alumno, se seleccionarían los contenidos menos apropiados, según las reglas de adaptación puestas.

12.2. Contenido de actividades

Para las pruebas se ha seleccionado abordar 3 contenidos de la unidad educativa presentada, correspondientes a Traslaciones, Rotaciones y Simetrías. Cada uno de estos contenidos se presentarán en un formato “Repaso-Actividades de desarrollo”, cada una de éstas adaptables en contenido (según dificultad) y estilo de aprendizaje. Para los estilos de aprendizaje, se han seleccionado las dimensiones activo-reflexivo y secuencial-global. Una explicación ilustrativa de lo presentado se puede apreciar en la Figura 12.1.

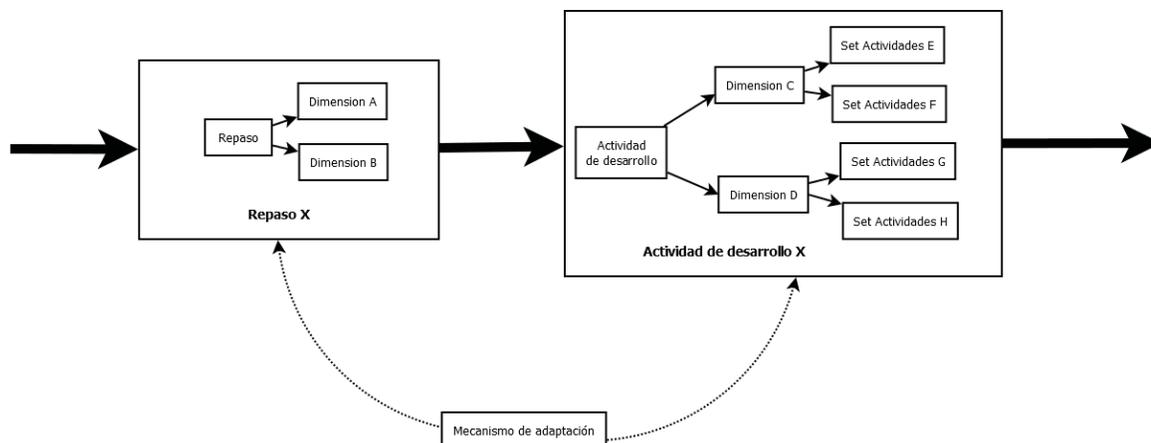


Figura 12.1. Componentes de una actividad.

12.3. Organización de actividades

El curso que contendrá las actividades de prueba ya mencionadas, se organizará en el siguiente orden cronológico general: Luego de una actividad de inducción a la plataforma, se hará el test ILS para identificar el estilo de aprendizaje, luego de un set de actividades de desarrollo de diagnóstico. Luego se procederá a la ejecución de las actividades por cada contenido, según el formato del curso y las reglas presentes. Al finalizar éstos, se procederá a hacer otro set de actividades de diagnóstico final para medir avances, finalizando el cuestionario final, el cual se explicará en la siguiente sección. La estructura de organización de actividades además se puede apreciar en la Figura 12.2.

12.4. Encuesta de finalización

Al final de la estructura del curso de prueba, existe un cuestionario final, el cual tiene como objetivo, obtener datos más allá del desempeño del alumno u otros que pudiese entregar el mecanismo de adaptación. Este consiste en una cantidad discreta de preguntas que evalúan aspectos del estudiante relacionados sobre cómo se siente frente a la plataforma en prueba. Esta encuesta deberá aplicarse por separado a cada formato distinto del curso (lineal, adaptativo y adaptativo inverso) para obtener datos concisos.

La encuesta en general evalúa los siguientes aspectos:

- Detección del estilo de aprendizaje del estudiante.
- Sensación de apoyo en contenidos
- Sensación de dificultad en repasos y actividades
- Aprendizaje del alumno
- Facilidad de uso de la plataforma

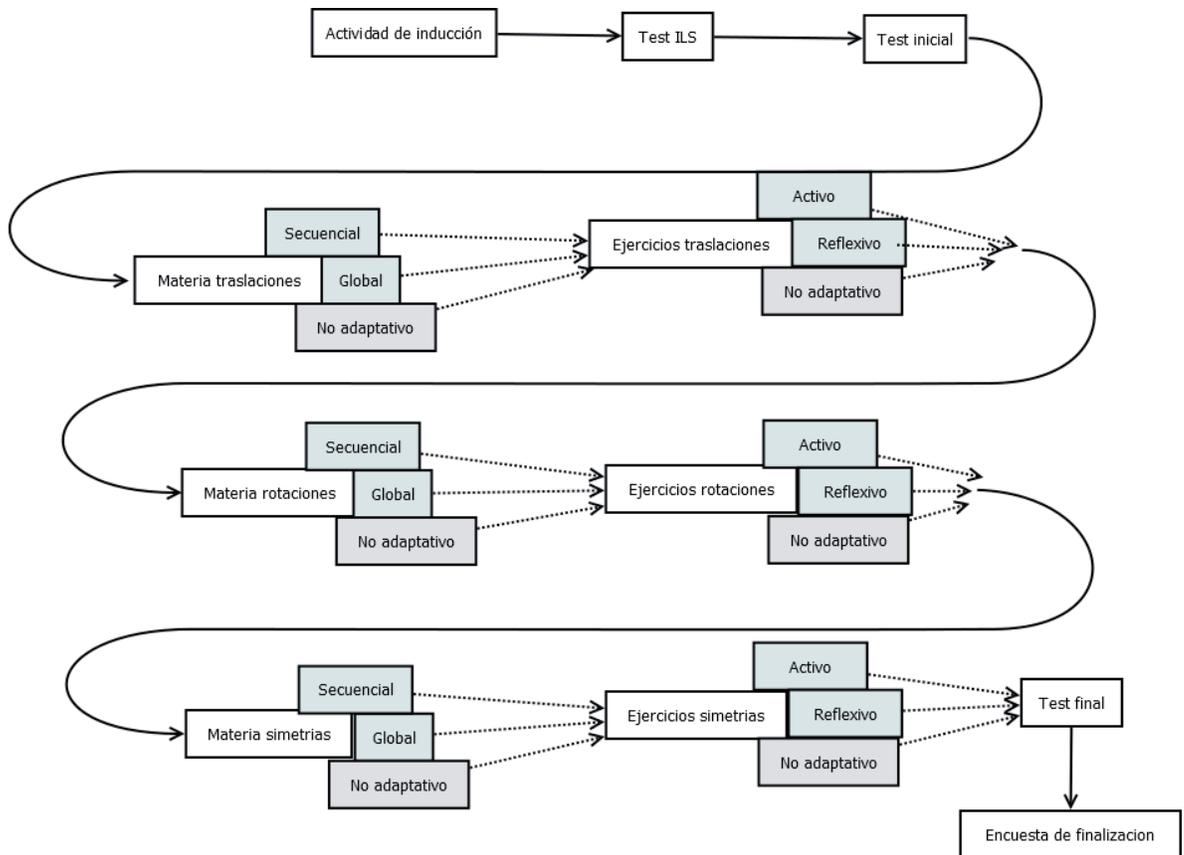


Figura 12.2. Estructura de organización de las actividades.

12.5. Confección de actividades

Las actividades del curso en elaboración, con sus distintas versiones, fueron hechas con la herramienta de confección de actividades para *JClic* llamada *JClic Author*, versión 0.3.1.0 [27], y descomprimidas y organizadas para su uso con la plataforma. La ejecución de éstas se realizó en una versión especial de *JClic.js* instalada en la plataforma, el cual facilita datos de las actividades a la plataforma.

13. Desarrollo de pruebas

Como se había descrito en la propuesta del mecanismo de adaptación, el modelo deberá validarse mediante dos factores (impacto en la adaptación de las actividades, y la obtención efectiva de los datos del estudiante) además de considerar otra información relevante. Para tal finalidad se efectuaron las siguientes pruebas con el presente prototipo, listados a continuación:

- Evaluación heurística del uso de la plataforma.
- Pruebas de uso de la plataforma en terreno con un curso piloto.

13.1. Evaluación heurística de la plataforma.

Una evaluación heurística, o análisis heurístico es una metodología para encontrar problemas y errores de usabilidad en una aplicación, portal web, u otro tipo de interfaz de usuario, mediante la realización de test específicos con evaluadores especializados. Para la evaluación de la plataforma, se optó por utilizar el test de Sirius [35], el cual permite dar información cuantitativa además de cualitativa.

Para la ejecución de la prueba, se consideró hacer una evaluación heurística de la plataforma, con un total de 3 evaluadores. Estos tuvieron la tarea de realizar una versión especial de las actividades de geometría, utilizando para ello el modo adaptativo del curso. Las apreciaciones, puntajes y comentarios correspondientes a la metodología se anotaron en una hoja de cálculo, el cual calcula el índice de usabilidad además de destacar los puntos a mejorar.

Así, luego de la ejecución de las evaluaciones correspondientes, se llegó al veredicto, de a pesar de tener un índice de usabilidad por sobre los $\frac{3}{4}$ (81.17%), la plataforma posee problemas respecto al control dentro de la navegación dentro y entre la realización de actividades, además de problemas de comprensión de algunas imágenes usadas tanto en actividades como en la interfaz de usuario. Tales problemas fueron tomados en cuenta y se consideró tomar las acciones correctivas correspondientes.

13.2. Pruebas de uso de la plataforma en terreno.

13.2.1. Contexto

Se realizaron pruebas de la plataforma con la unidad de geometría en diferentes grupos cursos correspondientes a 1er año de enseñanza media, de establecimientos educacionales de la V región del país. Tales pruebas consistían en realizar las actividades anteriormente presentadas en 2 horas pedagógicas de 45 minutos cada una, en una sala de computación habilitada, ya sea con computadores de escritorio, laptops u tablets. Estas pruebas fueron supervisadas en conjunto con los profesores de matemática correspondientes de cada curso, donde cada grupo curso fue dividido en 3 partes iguales, donde cada uno se le asignó un modo distinto de la prueba (adaptativo, lineal u adaptativo inverso).

13.2.2. Desarrollo de pruebas

Una primera prueba en terreno se realizó a finales del mes de Septiembre del año 2016, en el curso de Primer año Medio, en las dependencias del colegio Juan Pablo II, en la localidad de Nogales, V región del país. Tal establecimiento posee una sala de computación equipada con Computadoras, además de laptops y tablets, brindados por los propios alumnos, contabilizados en 20. Debido a la precariedad de internet, necesario para hacer la prueba, la mitad de las pruebas se realizaron bajo servidor local, asunto que afecto la experiencia de usuario. Aparte de aquella situación, no surgieron mayores dificultades en la ejecución de éstos. Una imagen de la realización de la prueba puede apreciarse en la Figura 13.1.

Luego, una segunda prueba se realizó a mitades del mes de Noviembre del año 2016, en el curso de Primer año Medio de las dependencias del colegio de la Santa Cruz, en la localidad de Limache, V región del país. Con un grupo correspondiente a 15 estudiantes en una sala de computación dotada de equipos fijos con buena conectividad, se efectuaron las pruebas con relativo éxito, debido a la fatiga de los estudiantes a fines de semestre. Así, se filtraron los resultados de estudiantes cuyas respuestas estuviesen fuera de rangos aceptables (actividades hechas a modo de ensayo-error, cuestionarios hechos en cantidades escasas de tiempo, entre otros factores), quedando 8 usuarios validados.

No se efectuaron más pruebas de este tipo, debido a la coincidencia fin de semestre lectivo escolar para los estudiantes de primer año medio en el país.



Figura 13.1. Ejecución prueba con estudiantes.

14. Análisis de resultados de pruebas.

Los resultados de las pruebas efectuadas entregaron datos diversos sobre el desempeño de los estudiantes ante las distintas situaciones que se veían enfrentados, diferenciando en cada uno el modo del curso que les correspondía. En esta sección se utilizarán estos datos para validar los mecanismos de aprobación anteriormente presentados en la sección 7.5, además de hacer hincapié en otros aspectos relevantes de la evaluación.

Debido a los problemas encontrados en la segunda prueba en terreno, algunos de estos análisis se realizarán por separado, pues no se puede asegurar que las medias poblacionales de ambas muestras sean semejantes.

14.1. Impacto en la adaptación de las actividades.

14.1.1. Tiempo en realización actividades

En una primera instancia, se evaluó el tiempo total de los estudiantes en resolver las actividades, y se compararon resultados agrupando a las 3 versiones distintas del curso (adaptativo, adaptativo inverso y lineal), obteniéndose los resultados de la Tabla 14.1 y Tabla 14.2 correspondientemente.

Tabla 14.1. Tiempo total de estudiantes en resolver actividades (1era prueba).

Tiempo total de estudiantes en resolver actividades [min]. Primera prueba en terreno		
Versión del curso	Tiempo promedio	Desviación estándar tiempo
Adaptativo	43.82 [min]	15.13 [min]
Adaptativo inverso	46.93 [min]	14.06 [min]
Lineal	46.60 [min]	9.72 [min]

Tabla 14.2. Tiempo total de estudiantes en resolver actividades (2nda prueba).

Tiempo total de estudiantes en resolver actividades [min]. Segunda prueba en terreno		
Versión del curso	Tiempo promedio	Desviación estándar tiempo
Adaptativo	46.82 [min]	16.66 [min]
Adaptativo inverso	43.65 [min]	2.52 [min]
Lineal	30.76 [min]	0.99 [min]

En las tablas se notan resultados dispares. En la primera prueba existe una disminución del tiempo promedio en los cursos adaptativos a diferencia de las versiones lineal (mejora de 5.9%) y adaptativo inverso (mejora de 0.7%), mientras que en la segunda prueba se aprecia un aumento tanto del tiempo promedio de realización de una actividad si se le aplica cualquier modo de adaptación (empeora de 52.21% y 41.9%), así como también la desviación estándar (coincidente con la primera prueba).

Puede así observarse una relación de la variación del tiempo de realización entre estudiantes cuando a estos se les aplica adaptación.

14.1.2. Comparación test final con test inicial.

Se comparó además el puntaje obtenido en los estudiantes respecto a los resultados del test de diagnóstico, versus los puntajes obtenidos del test final. Para tal finalidad se compararon los puntajes promedios, apreciándose los resultados en la Tabla 14.3.

Tabla 14.3. Comparación puntajes test final versus test inicial.

Comparación puntajes test final versus test inicial (rango 0~1).					
Pruebas en terreno					
Versión del curso	Puntaje inicial	Puntaje promedio	Puntaje final	Desv. Estándar puntaje inicial	Desv. Estándar puntaje final.
Adaptativo	0.59		0.65	0.11	0.04
Adaptativo inverso	0.56		0.75	0.22	0.02
Lineal	0.49		0.62	0.12	0.06

Aquí se puede apreciar un puntaje promedio inicial aproximadamente uniforme entre los 3 modos probados, notándose mejoras notorias de escasa variabilidad después del curso de las actividades en todos los modos. No obstante, se notó una mejora mayor al aplicar adaptabilidad inversa (cerca al 34%) a diferencia de aplicar adaptabilidad normal y lineal (entre el 10% y 25% de mejora).

14.1.3. Desempeño de test final.

Luego, se evaluó además los resultados del test de diagnóstico final que realizaron los estudiantes después del set de ejercicios de reforzamiento, uniforme para todos los grupos. En este caso se midió el número de acciones en las actividades y tiempo requerido, donde los resultados se muestran en la Tabla 14.4 y Tabla 14.5.

Tabla 14.4. Rendimiento de estudiantes en el test de diagnóstico final, primera prueba.

Rendimiento de estudiantes en el test de diagnóstico final.						
Primera prueba en terreno						
Versión del curso	Tiempo promedio resolución	Desv. Estándar tiempo resolución	Número de acciones promedio	Desv. Estándar número acciones.	Puntaje promedio	Desv. Estándar puntaje
Adaptativo	3.42 [min]	0.28 [min]	27	1.00	0.73	0.01
Adaptativo inverso	3.00 [min]	0.48 [min]	34.25	5.31	0.66	0.05
Lineal	3.16 [min]	0.55 [min]	46.6	19.33	0.53	0.19

Para las primeras pruebas, en la versión adaptativa no se notó una mejora de tiempo en comparación a la versión lineal, habiendo un aumento de 7.51%, mientras que, en la aplicación de reglas adaptativas inversas, el tiempo disminuyó un 5.33% respecto a la versión lineal. Por otro lado, en el número de acciones y en el puntaje promedio se puede ver una mayor diferencia, teniendo ambas versiones con adaptación mejoras al modo lineal, observando mejoras del 72.59% en el adaptativo y 36.06% en el adaptativo inverso.

Tabla 14.5. Rendimiento de estudiantes en el test de diagnóstico final, segunda prueba.

Rendimiento de estudiantes en el test de diagnóstico final. Segunda prueba en terreno						
Versión del curso	Tiempo promedio resolución	Desv. Estándar tiempo resolución	Número de acciones promedio	Desv. Estándar número acciones.	Puntaje promedio	Desv. Estándar puntaje
Adaptativo	2.06 [min]	0.16 [min]	35.5	3.5	0.65	0.04
Adaptativo inverso	2.01 [min]	0.17 [min]	25	2.45	0.75	0.02
Lineal	2.1 [min]	0.3 [min]	37.2	5.48	0.63	0.05

En las segundas pruebas, tal como aparece en la Tabla 14.5 sigue habiendo una tendencia positiva ante la aplicación de adaptación. No obstante, no se puede apreciar claramente una diferencia relevante entre la aplicación de adaptación normal u inversa, en algunos casos viéndose favorecido el hecho de tener mejores resultados al aplicar adaptación inversa, como puede apreciarse en el puntaje y el número de acciones promedio. Esta tendencia contrasta a las mostradas en las primeras pruebas.

14.1.4. Análisis de ítems de encuestas de finalización

Se analizarán además los siguientes ítems de la encuesta de finalización, usando las respuestas entregadas tanto de las primeras como de las segundas pruebas en conjunto para su análisis.

- Captación de nuevos contenidos (¿se aprendió algo nuevo?)
- Dificultad de repasos
- Facilidad de solución de ejercicios.

Los resultados de las preguntas, en escalas de 1 al 5, indicando menor a mayor intensidad se pueden apreciar en la Tabla 14.6.

Tabla 14.6. Análisis ítems de efectividad de adaptación en encuesta final.

Análisis ítems de efectividad adaptación en encuesta final (media / desviación estándar) Pruebas en terreno.						
Versión del curso	Captación de nuevos contenidos	de nuevos	Dificultad de repasos		Facilidad en solución de ejercicios	
Adaptativo	4.09	1.14	3.45	1.04	3.33	1.12
Adaptativo inverso	3.54	1.05	2.73	1.19	3.13	0.92
Lineal	3.67	1.39	2.92	1.16	3.92	0.95

En las encuestas de percepción a la finalización del curso se obtienen resultados favorables en cuanto al aprendizaje de nuevos contenidos al aplicar adaptación de forma adecuada, a diferencia de la dificultad del curso (tanto repasos como actividades), que se ve elevada frente a un modo sin adaptación. Todos los resultados, independientes del formato, poseen una variación de 1 punto.

14.2. Obtención efectiva de los datos del estudiante.

14.2.1. Análisis de ítems de encuestas de finalización.

Se analizarán además los siguientes ítems de la encuesta de finalización, usando las respuestas entregadas tanto de las primeras como de las segundas pruebas en conjunto para su análisis.

- Capacidad de detección del estilo aprendizaje
- Percepción del nivel de apoyo que entregó la plataforma.

Los resultados de las preguntas, en escalas de 1 al 5, indicando menor a mayor intensidad se pueden apreciar en la Tabla 14.7.

Tabla 14.7. Análisis de ítems de obtención efectiva de datos de estudiante en encuesta final

Análisis ítems de obtención efectiva de datos de estudiante en encuesta final (media / desviación estándar) - Pruebas en terreno.				
Versión del curso	Capacidad de detección del estilo de aprendizaje		Percepción del nivel de apoyo que entregó la plataforma.	
Adaptativo	4.18	0.60	4.36	0.50
Adaptativo inverso	4.47	0.74	4.73	1.11
Lineal	4.15	0.69	4.31	0.46

De lo obtenido en la Tabla 14.7, se puede concluir que los estudiantes perciben que la plataforma puede detectar de forma adecuada el estilo de aprendizaje de cada uno y, además, perciben que éste se usa de modo de apoyo de reforzamiento de contenidos y ejercicios. No obstante, se percibe una tendencia a una mayor sensación de apoyo cuando al estudiante se le aplica el modo de adaptación inversa, frente a una adaptación normal, o en su defecto, no aplicando mecanismos de personalización de enseñanza.

14.2.2. Comparación ejecuciones de actividades exitosas versus fallidas.

Se realizó además una comparación de *runs* (instancia de actividades) resueltas versus *runs* fallidas, además de contabilizar el número de ajustes (modificación del contenido de las actividades) tanto para el modo adaptativo como para el modo adaptativo inverso. Los resultados se muestran en la Tabla 14.8.

Tabla 14.8. Comparación *runs* exitosas promedio versus actividades fallidas con diferentes formas de adaptación.

Comparación <i>runs</i> exitosas promedio versus actividades fallidas aplicando adaptación		
Pruebas en terreno		
Versión del curso	<i>Runs</i> exitosas	<i>Runs</i> fallidas
Adaptativo	67.67%	33.33%
Adaptativo inverso	48.39%	51.61%
Lineal	28.57%	71.43%

Como puede apreciarse en la tabla anterior, existe un evidente impacto frente a la aplicación de adaptación, así como también cuando este se usa acordes al perfil de estudiante. En la modalidad adaptativa, las actividades ejecutadas con finalización exitosa son más frecuentes que las con finalización fallidas (se estancó en un concepto, no se entiende algo, muchas respuestas incorrectas), contrastando la adaptación inversa, donde la cantidad de diagnósticos favorables y no favorables se equilibra. Cabe destacar que ello no ocurre en la modalidad lineal, donde tal situación se revierte, existiendo así más actividades fallidas que exitosas.

14.3. Otros aspectos de evaluación

Otro aspecto que se evaluó en las pruebas de la plataforma fue el grado de usabilidad de éste, donde se probó tanto en las evaluaciones heurísticas (véase 13.1), como en el cuestionario final de percepción, donde se preguntó por los siguientes ítems:

- ¿Usuario lo usaría frecuentemente?
- ¿El usuario tenía complejidad al usar la plataforma?
- ¿El usuario percibía inconsistencias?
- ¿Los demás usuarios podrían aprender a utilizar la plataforma?
- ¿Los usuarios se sienten cómodos al usar la plataforma?

Tal como las preguntas anteriores, cada uno de estos ítems se evaluó en escala de 1 al 5, pero sin tomar en cuenta las diferencias de los modos de adaptación. Esto, debido a que las preguntas van enfocadas más al uso de la plataforma, y no al mecanismo de adaptación en sí. Los resultados obtenidos se pueden ver en la Tabla 14.9.

Tabla 14.9. Comparación resultados de encuesta final respecto del uso de la plataforma

Comparación resultados de encuesta final respecto al uso de la plataforma.					
Pruebas en terreno					
	Se usaría frecuente	Complejidad de uso	Inconsistencias	Otros aprenderían a usarlo	Se sienten cómodos
Media	3.89	2.75	2.63	3.82	4.26
Desviación estándar	1.16	1.00	1.16	1.52	1.23

De la anterior tabla se desprende una aceptación de la plataforma relativamente alta, con una desviación de 1 punto en cada ítem. Se destaca la comodidad de uso de la plataforma por sobre los otros ítems, aunque ítems como la complejidad y las inconsistencias no estén en valores minimizados. Pese a lo anterior, tales resultados concuerdan con las evaluaciones heurísticas realizadas anteriormente, teniendo así un diagnóstico similar (trabajar con algunos de los elementos de navegación e imaginaria).

15. Análisis y trabajo a futuro.

De las pruebas anteriores se pueden concluir algunos hechos relacionados con los efectos de la adaptación y la plataforma misma. Por un lado, se demuestra que si se le aplican mecanismos de adaptación a algún ejercicio se ve una mejora en el rendimiento del estudiante relacionado al aprendizaje, sin importar si éste proceso facilite o dificulte el proceso de aprendizaje al estudiante. Por otro lado, pese a un mayor aprendizaje se aprecia también un aumento de dificultad, reflejado tanto por el tiempo en resolver actividades, número de intentos y por la percepción desde los estudiantes mismos. Esto no ocurre al utilizar actividades no adaptativas.

Por otro lado, se observa que, si las actividades son adaptativas, los alumnos tienden a tener motivación completar las actividades (cerca de un 70% de éstas), ya sea adaptabilidad normal u inversa. Esto no ocurre con ejercicios no adaptativos, donde solo un 28% de los estudiantes logran completar las actividades; el resto las abandona por falta de motivación, ya sea por bloqueos mentales, falta de tiempo, no entender las bases, entre otros factores. Se concluye además que al adaptar un ejercicio en contra las preferencias del estudiante, éstos perciben una mayor sensación de apoyo pedagógico en la personalización de actividades. Existe evidencia para aprobar los dos criterios de validación propuestos de la plataforma en su estado actual.

Pese a los datos obtenidos, éstos aún no son suficientes para determinar una total eficacia de las plataformas adaptativas en actividades para el desarrollo de habilidades. Esto, por la razón de que el presente prototipo fue enfocado en una adaptación centrada en el conocimiento de los contenidos y el estilo de aprendizaje, bajo contenidos determinados (geometría). No se han considerado otros factores que pueden ser relevantes, ya sea situación socioeconómica, su índice de vulnerabilidad en sus estudiantes y rendimiento general del establecimiento educacional, u entorno físico para la ejecución de las actividades, entre otros. Se debe seguir empleando pruebas para seguir depurando tanto el mecanismo propuesto como la plataforma utilizada para probar éste, recordando que éstos siguen un modelo de prototipado. Es recomendable considerar estos resultados presentados como experimentales.

16. Conclusiones.

El campo de e-learning en el mundo de la educación no es un área visualmente nueva en el mundo de la informática aplicada. Es una rama donde ha habido ya numerosos casos de éxito aplicados en muchas áreas específicas. No obstante, está lejos de estar todo implementado en esta área. Campos como la adaptación proponen desafíos a estas plataformas para dinamizar el contenido que éstos entregan, relacionándose estrechamente con teorías provenientes de las áreas de la pedagogía. Lo anterior pudo notarse claramente sobre el dominio de conceptos involucrados a la adaptación en la educación, tema naciente no en el área informática.

En el presente informe, se presentó el marco teórico tanto del área pedagógica y tecnológica, así como el mecanismo de adaptación y la confección de un prototipo de la plataforma propuesta. Por este aspecto, se concluye que el tópico de sistemas de e-learning adaptativos puede abordarse desde muchos puntos de vista diferentes, donde cada autor propone conceptos e ideas diferentes sobre cómo aplicar adaptabilidad. Es un tema de investigación amplio y activo en el mundo de la informática para la educación.

Lo anteriormente propuesto, se preparó poder validar la plataforma en establecimientos educacionales con un plan de diseño de una actividad de prueba, además de proponer pruebas de usabilidad para verificar un funcionamiento acorde a estándares de esta área. Se dio la ejecución de las pruebas de validación en un par de establecimientos educacionales, los cuales cada uno con sus particularidades, desprendieron datos que dieron lugar a variadas conclusiones, además de algunos ajustes a la plataforma de adaptación.

Estos datos entregados ya presentados, indican que, si bien se aprobaron los criterios de validación propuestos en la formulación del mecanismo, y se pudieron obtener conclusiones que aportan nuevos conocimientos en el área, pueden existir más elementos que no se consideraron a la hora de confeccionar el prototipo que pueden dar lugar a explicaciones a algunos resultados obtenidos en las pruebas. Será necesario buscar más fuentes de adaptación (pedagógicas o no) y modificar el mecanismo, para así continuar éste siendo probado en diferentes contextos, ya sea de contenidos (materia), establecimientos u más fuentes de datos no considerados. Lo anterior, es presentado como trabajo futuro a largo plazo del proyecto, pudiendo ser continuado tanto por el autor como por quien desee continuar el presente trabajo.

17. Referencias.

- [1] P. Roger S. Pressman, Ingeniería del software, un enfoque práctico. Séptima edición., McGraw-Hill, 2010.
- [2] B. D. M. N. F. V. Maria Pia Alvarado Soto, Interviewee, *Entrevista: Identificación de un caso de estudio para el desarrollo de una plataforma adaptativa educativa multimedia..* [Entrevista]. Marzo 2016.
- [3] Matemática. Programa de Estudio para Primer Año Medio, Unidad de Currículum y Evaluación, República de Chile., 2011.
- [4] Matemáticas. Programa de estudio para 1° año enseñanza media., Unidad de currículum y evaluación, Gobierno de Chile., 2013.
- [5] S. S. Enrique Martínez, «Los principios metodológicos de la educación contemporánea.» [En línea]. Available: <http://www.uhu.es/cine.educacion/didactica/0033principios.htm> . [Último acceso: Abril 2016].
- [6] W. W. T. M. C. L. B. G. B. R. B. B. M. S. Thomas Hainey, «Students' attitudes toward playing games and using games in education.,» *Computers & Education* , n° 69, p. 474–484, 2013.
- [7] C. R. R. M. V. C. E. C. M. Andrés Ortiz Jiménez, Matemática 1° Año Medio. Guía didáctica para el profesor., McGrawHill Interamericana de Chile Ltda. , 2010.
- [8] M. G. García., «Educación Adaptativa,» *Revista de Investigación educativa*, vol. 15, 1997.
- [9] F. B. C. T. H. V. J. v. B. P. S. a. R. K. Peter van Rosmalen, «Towards an open framework for adaptive, agent-supported e-learning.,» 2005.
- [10] L. S. R. Felder, «Learning and teaching styles in engineering education.,» *Engr. Education*, vol. 7, n° 78, pp. 674-681, 1988.
- [11] C. S. C. Y. Akbulut, «Adaptive educational hypermedia accommodating learning styles: A content analysis of publications from 2000 to 2011.,» *Computers & Education*, vol. 58, n° 2, pp. 835-842, 2012.

R. M. F. a. B. A. Soloman, «Index of Learning Styles,» North Carolina State
[12] University, 2005.

R. M. F. a. B. A. Soloman, «Index of Learning Styles (ILS),» [En línea].
[13] Available: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSpa.html>.
[Último acceso: Abril 2016].

L. I. B. A. & G. R. Cheng, «Interactive Multimedia for Adaptive Online
[14] Education.,» *IEEE MultiMedia*, vol. 16, nº 1, pp. 16-25, 2009.

Y. A. ALMazroui., «A survey of Data mining in the context of E-learning.,»
[15] *International Journal of Information Technology & Computer Science (IJITCS)*, vol. 7,
nº 3, 2013.

P. Brusilovsky, «Methods and techniques of adaptive hypermedia,» *User Modeling
[16] and User Adapted Interaction*, vol. 6, nº 2-3, pp. 87-129, 1996.

L. F. C. V. d. C. E. C. António Constantino Martins, «User modeling in adaptive
[17] Hypermedia educational Systems.,» *Educational Technology & Society*, vol. 11, nº 1, pp.
194-207, 2008.

P. Brusilovsky, «Adaptive Hypermedia.,» *User Modeling and User-Adapted
[18] Interaction*, nº 11, pp. 87-110, 2001.

C. K. D. S. Peter Brusilovsky, «Layered evaluation of adaptive learning systems,»
[19] *Int. J. Cont. Engineering Education and Lifelong Learning*, vol. 14, nº 4/5, 2004.

A. M. Z. B. D. B. S. K. Marijana Despotović-Zrakić, «Providing Adaptivity in
[20] Moodle LMS Courses,» *Educational Technology & Society*, vol. 15, p. 326–338, 2012.

H. N. Peter Brusilovsky, «A Framework for Adaptive based on distributed re-
[21] usable learning activities.,» de *World Conference on E-Learning*, 2002.

E. M. Barroso, «Adaptive Collaborative Course Generation,» Departamento de
[22] Ingeniería Informática Escuela Politécnica Superior Universidad Autónoma de Madrid,
2004.

«Technical SCORM,» [En línea]. Available: <http://scorm.com/>. [Último acceso:
[23] Abril 2016].

«EducaPlay - Portal de actividades educativas multimedia,» [En línea]. Available:
[24] <http://www.educaplay.com/>. [Último acceso: Abril 2016].

«RELOAD: Reusable eLearning Object Authoring & Delivery,» [En línea].
[25] Available: <http://www.reload.ac.uk/>. [Último acceso: Abril 2016].

«Adapt Learning Framework,» [En línea]. Available:
[26] <https://www.adaptlearning.org/>. [Último acceso: Abril 2016].

«zonaClic - JClic Project,» [En línea]. Available: <http://clic.xtec.cat/es/jclic/>.
[27] [Último acceso: Abril 2016].

«Hot Potatoes Home Page,» [En línea]. Available: <https://hotpot.uvic.ca/>. [Último
[28] acceso: Abril 2016].

«LIM- Libros Interactivos Multimedia,» [En línea]. Available:
[29] <http://www.educalim.com/>. [Último acceso: Abril 2016].

Free Software Foundation, «GNU General Public License v3,» [En línea].
[30] Available: <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html>. [Último acceso: Junio 2016].

The PHP Group, «The PHP License, version 3.01,» [En línea]. Available:
[31] http://php.net/license/3_01.txt. [Último acceso: Junio 2016].

The Moodle Project, «Copyright License for Moodle,» [En línea]. Available:
[32] <https://docs.moodle.org/dev/License>. [Último acceso: Junio 2016].

zonaClic, «Proyecto de desarrollo de JClic,» [En línea]. Available:
[33] <http://clic.xtec.cat/es/jclic/development.htm>. [Último acceso: Junio 2016].

O. S. Initiative, «The MIT License (MIT),» [En línea]. Available:
[34] <http://opensource.org/licenses/MIT>. [Último acceso: Junio 2016].

M. d. C. S. Torrente, «SIRIUS: Sistema de Evaluación de la Usabilidad Web
[35] Orientado al Usuario y basado en la Determinación de Tareas Críticas,» Universidad de
Oviedo, Oviedo, 2011.

«Síntesis resultados de aprendizaje. Prueba SIMCE 2014 6° básico, 8° básico.,»
[36] Agencia de Calidad de la educación, Gobierno de Chile., 2014.

P. Thomas C. Reeves, «The Impact of Media and Technology in Schools,» The
[37] University of Georgia , 2013.

«Coursera,» [En línea]. Available: <https://www.coursera.org/about/>. [Último
[38] acceso: Abril 2016].

«Assistive Technology for ADHD,» ADHD-Brain, [En línea]. Available:
[39] <http://www.adhd-brain.com/assistive-technology-for-adhd.html>. [Último acceso: Abril 2016].

«ILIAS Open Source e-Learning,» [En línea]. Available: <http://www.ilias.de/>.
[40] [Último acceso: Abril 2016].

«Moodle- Open source learning platform,» [En línea]. Available:
[41] <https://moodle.org/>. [Último acceso: Abril 2016].

«olat.org,» [En línea]. Available: <http://www.olat.org/>. [Último acceso: Abril
[42] 2016].

«Sakai project,» [En línea]. Available: <https://sakaiproject.org/>. [Último acceso:
[43] Abril 2016].

Anexos.

A. Actividades educativas.

A.1. Definiciones.

Las habilidades son capacidades para realizar tareas y para solucionar problemas con precisión y variabilidad. Su importancia radica en el proceso de aprendizaje escolar, involucrando no solo el saber, sino también el saber hacer, y la capacidad de integrar, transferir y complementar los diversos aprendizajes en nuevos contextos. El concepto es pilar fundamental para lograr objetivos de aprendizaje, conjunto con los conocimientos y actitudes. [4].

Como ya se explicó en la sección anterior, los profesores consultados han indicado que los alumnos han tenido presentado problemas en el desarrollo de habilidades. Esta afirmación coincide con información entregada por los resultados de las pruebas SIMCE en los cursos de sexto año y octavo año básico para las pruebas de matemática durante el año 2014, se obtienen resultados, categorizados en 3 subdivisiones denominados estándares de aprendizaje, las cuales se explican a continuación. [36]

• **Nivel de aprendizaje adecuado:** Indica que el estudiante puede demostrar que ha adquirido conocimientos y habilidades estipuladas para el currículo en el periodo evaluado.

• **Nivel de aprendizaje elemental:** Indica que el estudiante ha adquirido conocimientos en el periodo evaluado, pero no así habilidades elementales.

• **Nivel de aprendizaje insuficiente:** Indica que el estudiante no ha podido demostrar consistentemente conocimientos y habilidades estipuladas para el periodo evaluado. [36]

Los dichos resultados en sí se pueden observar de la tabla Tabla A.17.1.

Tabla A.17.1. Estándar de aprendizaje observado en estudiantes de 6° y 8° año básico. [36]

Estándar de aprendizaje	6° año básico	8° año básico
Nivel de aprendizaje adecuado	23%	23,7%
Nivel de aprendizaje elemental	38%	36,4%
Nivel de aprendizaje insuficiente	40%	39,9%

De aquella tabla, se deja en evidencia que, pese a que parte de los estudiantes posee conocimientos acordes al currículo, existen carencias en cuanto al desarrollo de habilidades. [36]

B. Índice de estilos de aprendizaje.

B.1. Cuestionario.

La prueba consiste de 44 preguntas de 2 opciones, donde uno debe marcar la alternativa a o b en la hoja de respuestas. Si las 2 alternativas parecen correctas, el estudiante deberá marcar la que le parezca más correcta de las 2. El cuestionario puede consultarse desde el documento de origen en [13].

B.2. Hoja de respuestas.

Se deberá anotar un 1 en cada uno de los espacios correspondiente a las respuestas en la Tabla B.

- Se debe sumar el total por cada columna, y se debe anotar en la casilla correspondiente.
- Por cada una de las 4 escalas, sustraer el total más pequeño desde el total más grande. Se debe escribir la diferencia (1 a 11) y las letras (a o b) para los cuales el total sea más grande en la línea de abajo.

Por ejemplo, si debajo de ACT/REF, se obtuvo 4 respuestas A y 7 respuestas B, uno debería escribir 3B en la línea de debajo de la cabecera.

- En la Figura B. 17.1, marcar con una X sobre el puntaje en cada una de las 4 escalas.

Tabla B.3. Tabla de cálculo de puntaje.

ACT/REF R a b		SNS/INT R a b		VIS/VRB R a b		VIS/VRB R a b	
1							
5							
9							
13							
17							
21							
25							
29							
33							
37							
41							
Suma total (sumar X en cada columna).							
ACT/REF A B - -		SNS/INT A B - -		VIS/VRB A B - -		VIS/VRB A B - -	
(Mayor- Menor) + Letra del mayor (por ejemplo, si has obtenido 3 para A y 8 para B, debería ponerse 5B en el espacio debajo).							

--	--	--	--

B.3. Diagnostico.

Sea *ACT* Activo, *REF* Reflexivo, *SEN* sensitivo, *INT* intuitivo, *VIS* visual, *VRB* verbal, *SEQ* secuencial, *GLO* global. Acorde a los resultados obtenidos de los pasos anteriores, el diagnóstico del presente test se deduce como sigue:

- Si el puntaje en alguna escala está en los rangos 1-3, el entrevistado se encuentra balanceado en las dichas áreas.
- Si el puntaje en alguna escala está en los rangos 5 – 7, el entrevistado tiene una preferencia moderada en una dimensión, y podría aprender más fácilmente en un entorno que favorezca tal dimensión.
- Si el puntaje en alguna escala está en los rangos 9 -11, el entrevistado posee una fuerte preferencia en una dimensión. Esto significa que el estudiante presentará problemas si se encuentra en un entorno de aprendizaje que no apoye tal preferencia.

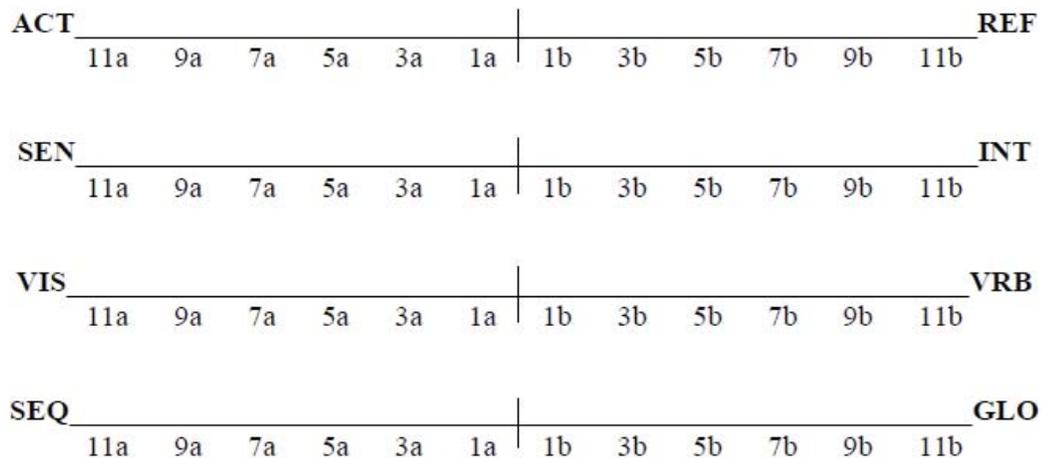


Figura B. 17.1 Campo de diagnóstico para test.

C. Aplicaciones del e-learning

Las plataformas e-learning han podido introducirse al público de masas en los últimos años, tanto para uso en pequeños grupos como para grandes masas de gente, empleándose uso de estos en contexto más allá de las aulas. También ha permitido la integración de diferentes elementos tecnológicos al proceso de aprendizaje del estudiante ya sea empleando audio, video, el uso de dispositivos móviles más allá del tradicional computador, el uso de pizarras interactivas, entre otros. [37]

En contextos preescolares el e-learning se ha utilizado como canalizador al aprendizaje de tecnologías en los niños, mientras que, en estudiantes de mayor edad, éste se transforma en un complemento para reforzar los contenidos vistos en clases. [4] El uso de sistemas gestores de aprendizaje (*LMS*) como *Moodle* es crucial para el manejo íntegro de los recursos involucrados en el proceso. En la educación superior y capacitaciones, el e-learning ha podido solucionar el problema de la educación a distancia, ofreciéndose cursos completos orientados a grandes masas. Plataformas como *EDx* o *Coursera*, quienes usan e-learning, brindan acceso a cursos universitarios hacia masas de gente, permitiendo que gente pueda aprender tópicos de diferentes universidades del mundo, que, por factores socioeconómicos o físicos, antes fueron inaccesibles. [38]

También éste ha sido un punto clave como herramientas para el apoyo de personas que padecen algún tipo de discapacidad o bien personas con déficit atencional. Estos permiten poder brindar asistencia a un individuo que padezca algunas de las patologías mencionadas arriba vía medios innovadores que hace años atrás no eran pensados. Productos que apoyan a éste nicho varía desde material pedagógico con funciones especiales de ayuda hasta videojuegos educativos para el desarrollo del pensamiento. [39]

D. Formas de adaptación en sistemas hipermedia adaptativos.

Las formas de adaptación hacen alusión a como se provee la adaptación a sistemas hipermedia. Cada técnica puede ser caracterizada por una representación específica de conocimiento y por algún algoritmo en específico. Aquel set de formas distintas de métodos y técnicas forma un conjunto de herramientas las cuales pueden ser usadas como una fuente de ideas para los diseñadores y desarrolladores de sistemas adaptativos, dependiendo de la problemática. [16]

Si bien las áreas de los sistemas hipermedia siguen siendo un área de constante investigación, existen ciertas técnicas populares entre la comunidad, con variaciones menores en algunas plataformas hechas. Una esquematización general de las formas de adaptación aceptadas puede apreciarse en la Figura D 17.2.

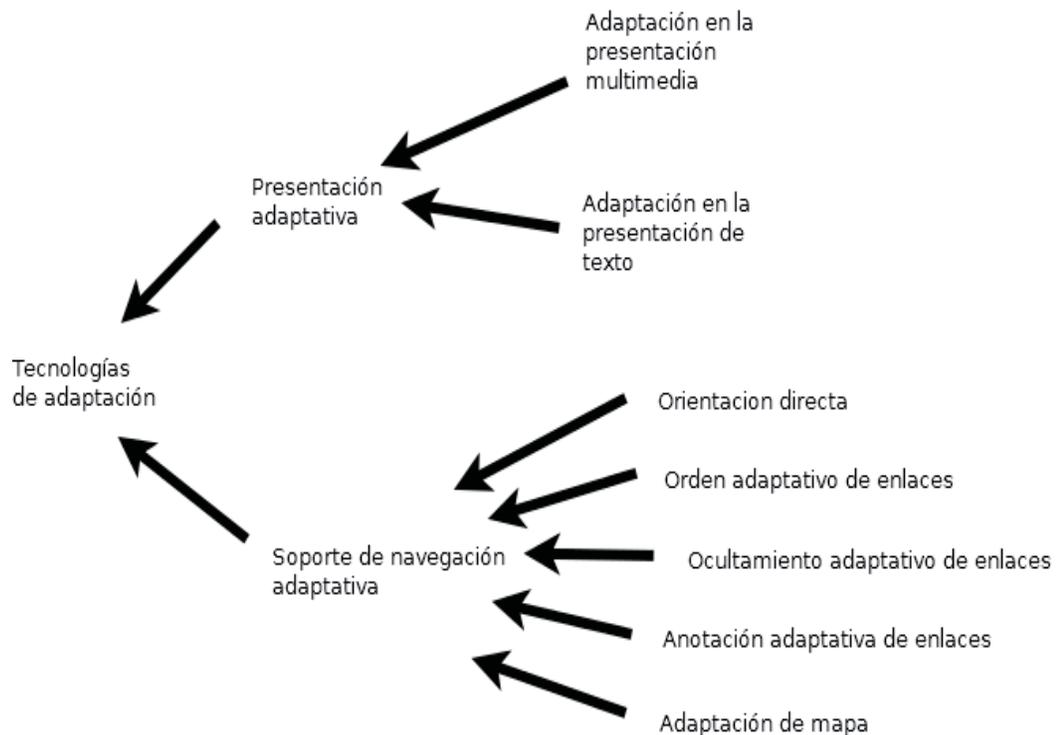


Figura D 17.2. Formas de adaptación en sistemas hipermedia adaptativos.

D.1. Presentación adaptativa.

La idea de presentación adaptativa hace referencia a poder adaptar el contenido de la página consultada por un usuario específico, a su conocimiento actual, metas y otras características del usuario. Se puede distinguir aquí la presentación de texto adaptativo y la presentación de multimedia adaptativa. [16] De éstos se desprenden las siguientes técnicas:

- **Explicaciones adicionales.** Muestra las partes de un documento dependiendo del conocimiento del usuario o de sus metas.
- **Explicaciones de requisitos previos.** Si los prerrequisitos para un concepto no son lo suficientemente conocidos, la información correspondiente se inserta por el sistema.
- **Explicaciones comparativas.** Hacer énfasis en las similitudes entre el concepto que se muestra actualmente y conceptos conocidos.
- **Explicaciones variantes.** En algunos casos mostrar u ocultar partes de información no es suficiente para conducir a la creación de diferentes variantes de un trozo de información y para presentar el que mejor se ajuste.

D.2. Soporte de navegación adaptativa.

La idea de aplicar adaptabilidad en la navegación es para ayudar a los usuarios a encontrar diferentes caminos en el contexto del sistema, adaptando así su forma de presentar enlaces a objetivos, conocimientos, y otras características especialmente seleccionadas a un usuario individual. [16] Estas técnicas pueden subdividirse en diversas otras las cuales se explicarán a continuación.

- **Orientación directa.** Se proporciona al usuario un camino secuencial a través del sistema, ya sea mediante la estrategia de orientar a través botones de navegación (anterior/siguiente), o mediante secuenciación de páginas/senderos.
- **Clasificación de enlaces adaptativo.** Los enlaces de un documento se clasifican en función de su relevancia, donde ésta puede ser basada según los conocimientos previos o por su similitud.
- **Escondite de enlaces adaptativo.** Si el sistema asume que ciertos temas no serían relevantes, estos son ocultados para evitar así ser distracción para el usuario.
- **Anotación de enlaces adaptativos.** Se destacan ciertos enlaces a modo de brindar información adicional.
- **Adaptación de mapas.** Se destacan elementos como descripciones graficas a modo de brindar información adicional.

E.SCORM: Un modelo de referencia para actividades.

E.1. Definición.

La utilización de estándares permite que el contenido digital de un curso (un curso está compuesto de actividades) pueda ser utilizado en alguna plataforma que cumpla tal estándar, volviéndose innecesario adaptar los contenidos éste para que funcione en una plataforma en particular.

Numerosos estándares se han definido para la creación de actividades para sistemas gestores de aprendizaje. No obstante, un modelo aceptado por la industria es *SCORM*, ya que este reúne ideas de otros estándares. *SCORM (Shareable Content Object Reference Model)* trata sobre la creación de unidades de material de estudio (en el contexto del presente proyecto: una actividad), de modo que estos puedan ser compartidos entre distintas plataformas. El estándar define como se deben crear estos objetos de contenido (*SCO*) para que así puedan ser usados en distintos sistemas y contextos.

La última versión del modelo *SCORM* es *SCORM 2004*, el cual carece de adopción por parte de plataformas y creadores de material. No obstante, la versión más aceptada por la comunidad es la versión anterior: *SCORM 1.2*. [23]

E.2. Componentes de SCORM.

SCORM se compone de 3 sub-especificaciones las cuales son las siguientes. [23]

- **Empacado de contenido.** Esta sección indica como el contenido debe ser empacado y descrito. Está basado principalmente bajo el estándar *XML*.
- **Tiempo de ejecución.** Esta sección indica como el contenido debe ser puesto en ejecución y como debe comunicarse con el sistema gestor de contenido. Está basado principalmente en *JavaScript*.
- **Secuenciamiento.** Esta sección indica como el estudiante puede navegar entre las distintas partes del curso (*SCO*). Está definido por una serie de reglas y atributos escritos en *XML*.

E.2.1. Empacado de contenido.

SCORM especifica que el contenido debe ser empacado en un directorio auto-contenido o en un fichero comprimido *ZIP*. Este medio se le llamara Archivo de Intercambio de paquete (*PIF*). Este siempre deberá contener un fichero *XML* llamado *imsmanifest.xml* en la raíz de éste. Este fichero contendrá toda la información que un sistema gestor de aprendizaje necesita para poder entregar el contenido. Así este manifiesto dividirá el curso en una estructura conocida como “árbol de actividades”. Elementalmente, el manifiesto está compuesto de una representación de tal árbol en formato *XML*, información sobre como lanzar cada parte del curso y metadatos que describan al curso y sus partes. [23]

E.2.2. Tiempo de ejecución.

La especificación de tiempo de ejecución establece que el sistema gestor de contenidos deberá lanzar su contenido en un navegador web u equivalente, ya sea en una nueva ventana o en un marco aparte. La plataforma solo deberá lanzar una parte del curso a la vez. Todo el contenido web deberá ser web-compatible, y deberá usar al momento de ejecutarse la carga de una *API* en JavaScript provista por la plataforma. Esta *API* cumplirá el rol de puente de comunicación entre la plataforma y la actividad, para el envío de información ya sea estatus de una actividad (completada, fallida, etc.), puntaje, marca de referencia para la identificación del estudiante, tiempo, entre otros. [23]

E.2.3. Secuenciamiento.

La especificación de Secuenciamiento permite al autor del contenido indicar como el estudiante debe navegar entre los objetos de aprendizaje (actividades), y como los datos de progreso se manejan a nivel curso. Estas reglas de Secuenciamiento están definidas en lenguaje *XML* en el manifiesto del curso. El Secuenciamiento opera en un modelo de seguimiento que funciona paralelamente con la información de tiempo de ejecución para poder realizar tareas como las que se listarán a continuación. [23]

- Determinar que controles de navegación una plataforma debiese proveer al usuario.
- Especificar qué actividades deben ser completadas antes que otras.
- Hacer que ciertas partes de un curso cuenten más que otras mediante un estatus final o un puntaje (mediante secciones opcionales o peso de puntajes).
- Seleccionar un subconjunto de elementos de aprendizaje disponibles para ser entregados en cada nueva corrida del curso (para pruebas, por ejemplo).
- Llevar al usuario de vuelta al material que no ha podido dominar exitosamente.

F. Diagramas de diseño de plataforma.

F.1. Diagrama de casos de uso.

La finalidad de un diagrama de casos de uso es el de describir el comportamiento de un sistema u plataforma al afrontar una tarea o requisito. Un diagrama de casos de uso de alto nivel propuesto para la plataforma puede verse en la Figura F.1

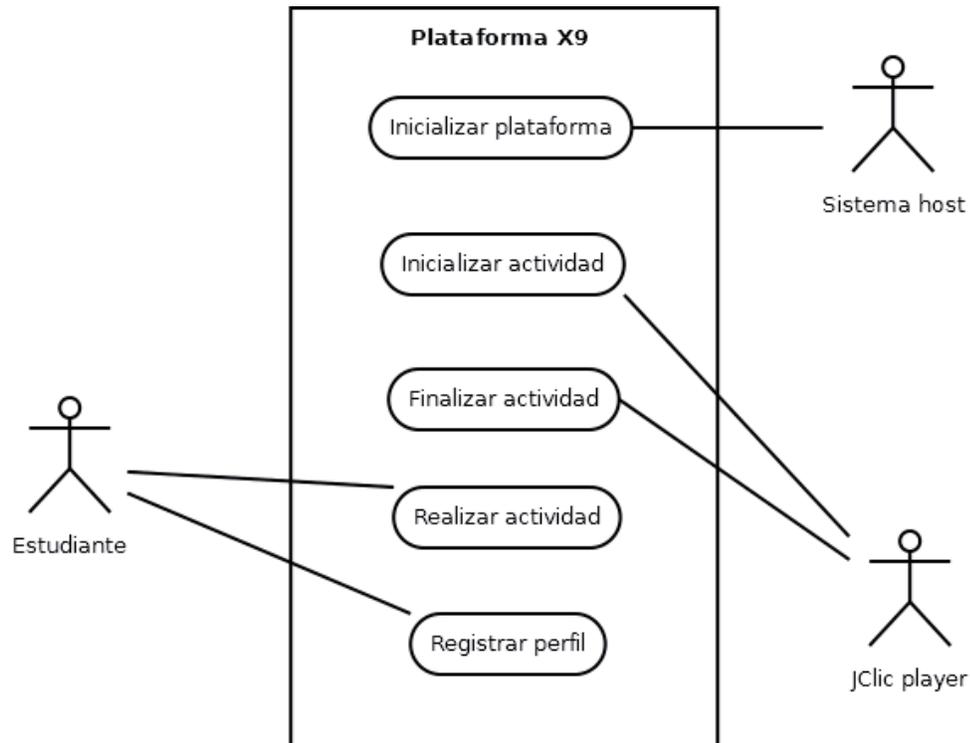


Figura F.1. Diagrama de casos de uso de alto nivel para la plataforma X9.

F.2. Diagrama de entidad-relación.

La finalidad de los diagramas de entidad relación es el de describir conceptualmente las estructuras de datos de una plataforma y sus relaciones entre ellos. Para el caso de la presente plataforma, se presentarán solo las entidades esenciales, obviando las auxiliares de funcionamiento, como las de Moodle o los conectores. Así, un diagrama entidad relación esencial para la plataforma puede verse en la Figura F.2.

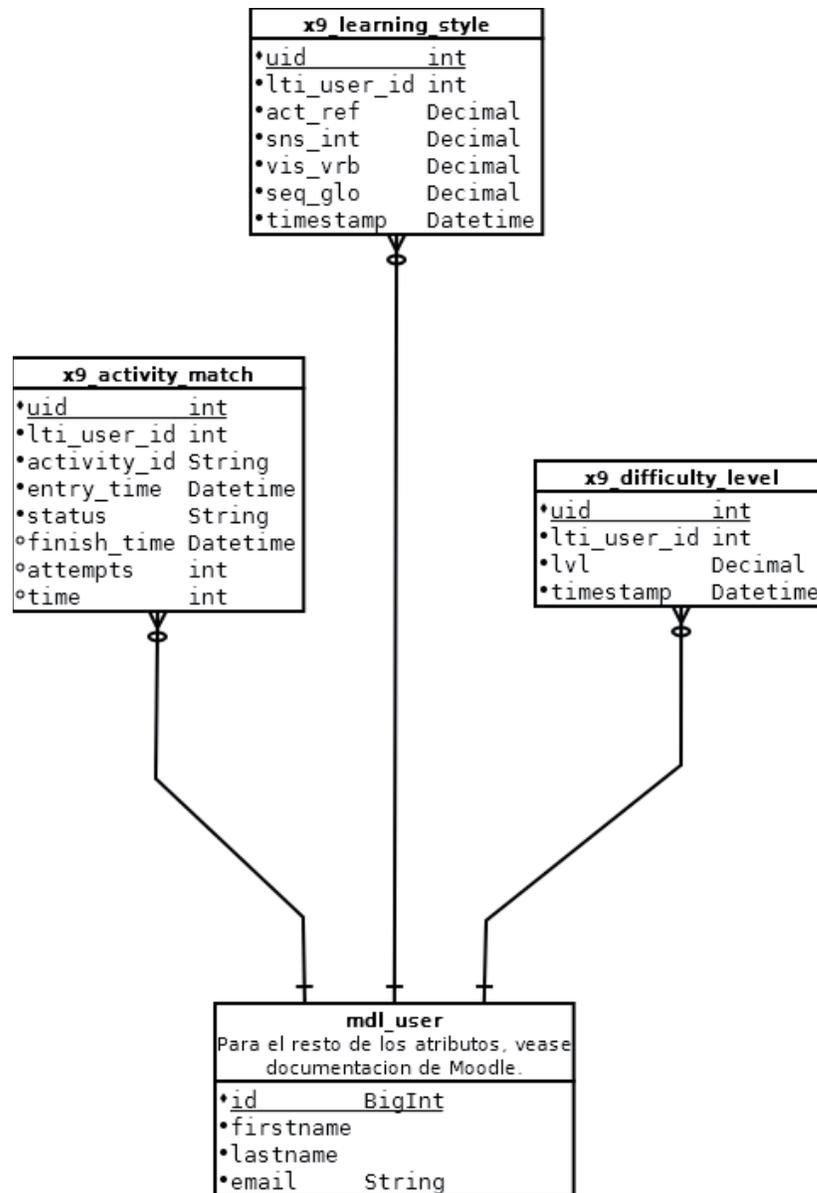


Figura F.2. Diagrama entidad relación para la plataforma X9.

F.3. Esquema de datos estáticos.

Para el almacenamiento de datos estáticos, se optó por la notación objetual de *JavaScript/JSON*. Este es un lenguaje de marcado que presenta un mayor grado de flexibilidad en el transporte de datos, especialmente en entornos web. Para el caso de los archivos de definición de actividades, se propone una estructura de árbol similar a *SCORM*. Este en el contexto del proyecto se le denominará *SCOLi*.

Los cursos deberán ir en un directorio indicado por el desarrollador; donde cada actividad, sea unitaria o compendio deberá estar en un sub-directorio nombrado con su nombre-identificador interno. Las definiciones de cada una de las actividades deberán almacenarse en un archivo llamado *manifest.json*, donde el contenido de cada una de éstas corresponderá a lo indicado en la sección 9.4.3 del presente informe. Un esquema de lo anterior puede verse en la Figura F.3

Ejemplos de archivos *manifest* para la definición de un curso, actividad unitaria y actividad compendio se pueden encontrar en el Anexo H.

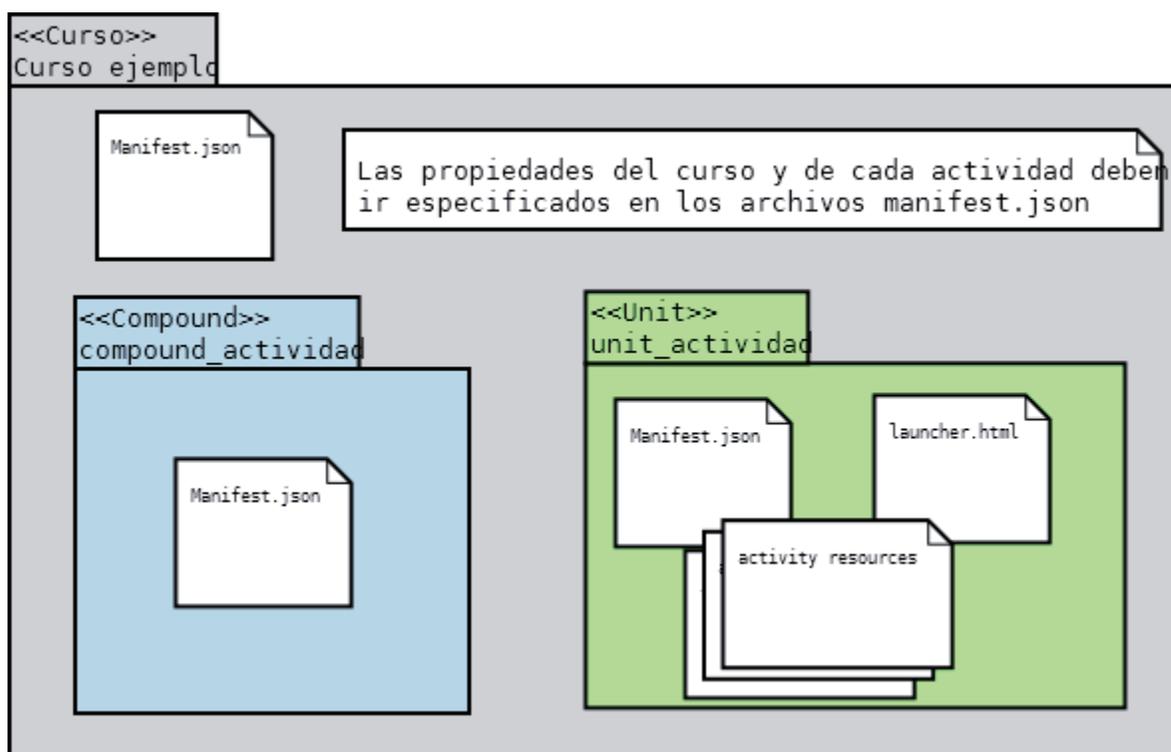


Figura F.3. Estructura de carpeta para un curso.

G. Diagramas de secuencia y colaboración.

La finalidad de los diagramas de secuencia y colaboración es el poder modelar la interacción entre componentes y actores para una plataforma, tal como se explicó ya en la sección G. A continuación, se mostrarán los diagramas de secuencia y colaboración para los casos de uso de alto nivel para la plataforma, haciendo uso de los módulos y componentes ya presentados.

G.1. Inicializar plataforma.

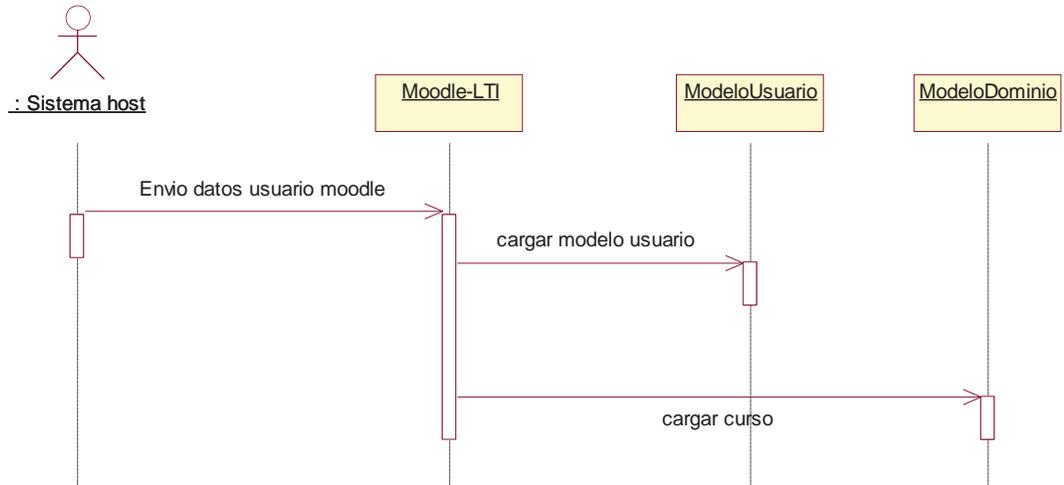


Figura F.4 Diagrama secuencia para inicializar plataforma.

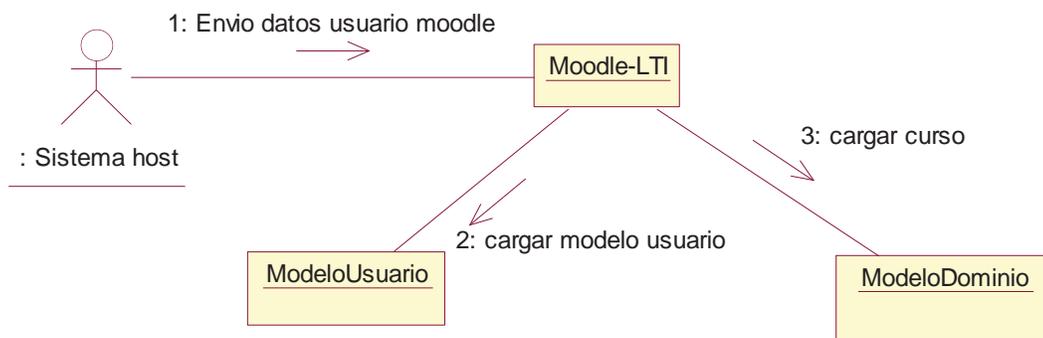


Figura F.5. Diagrama interacción para inicializar plataforma.

G.2. Inicializar actividad.

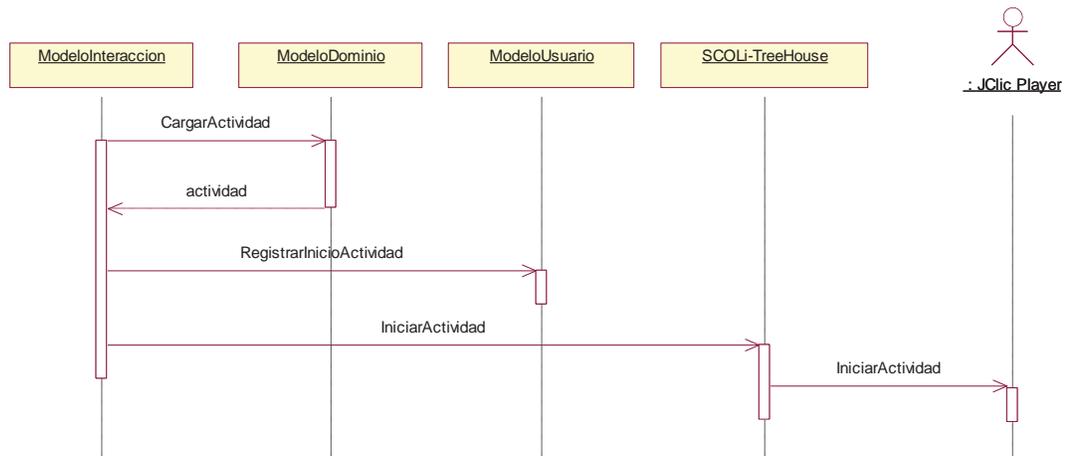


Figura F.6. Diagrama secuencia para inicializar actividad.

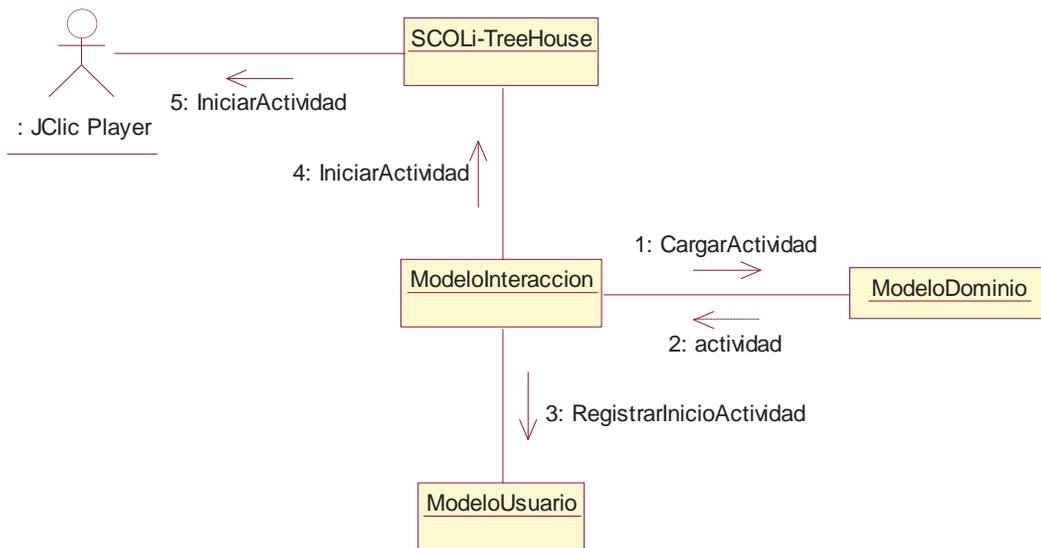


Figura F.7. Diagrama de interacción para inicializar actividad.

G.3. Finalizar actividad.

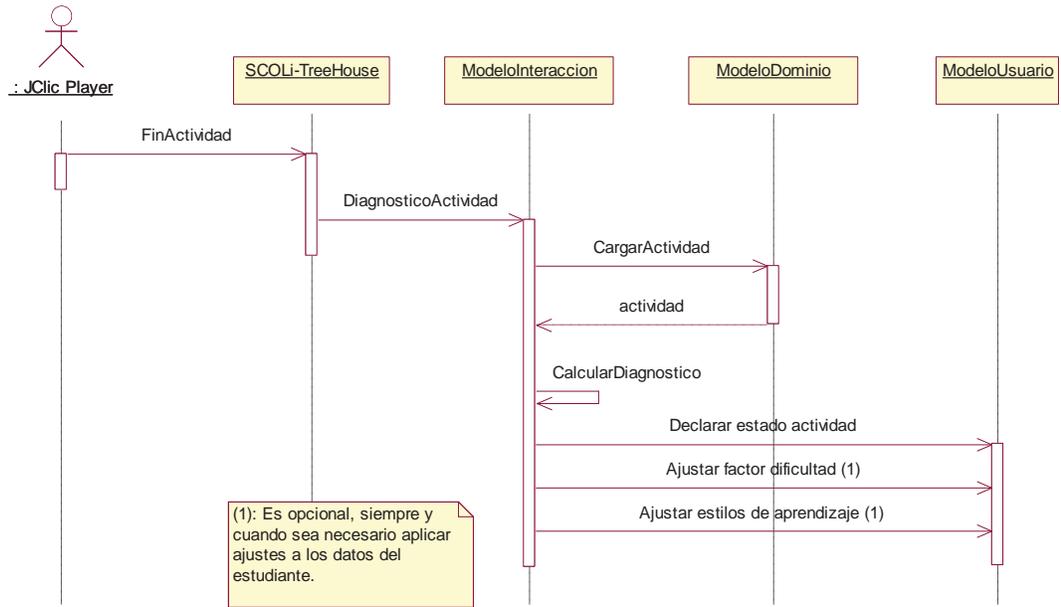


Figura F.8. Diagrama de secuencia para finalizar actividad.

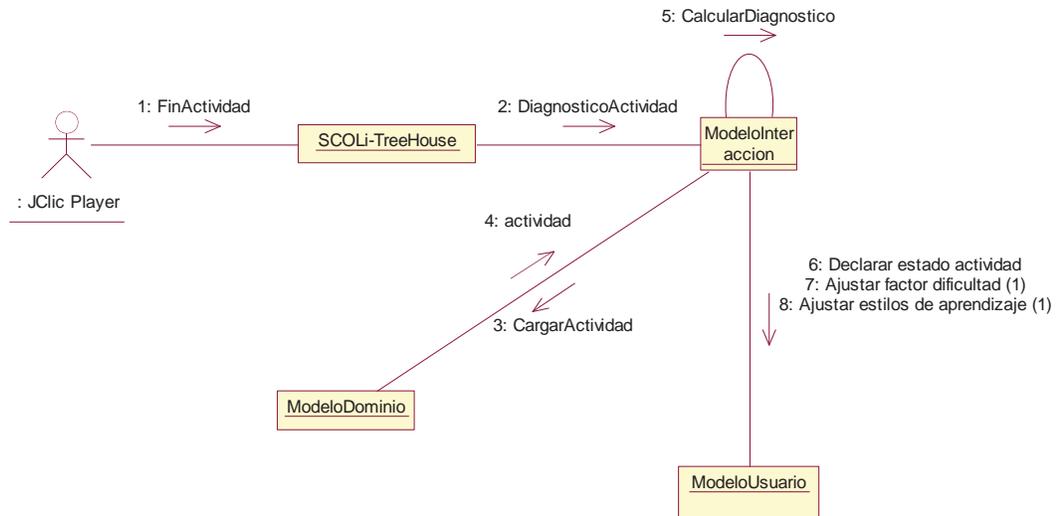


Figura F.9. Diagrama de interacción para finalizar actividad.

G.4. Realizar actividad.

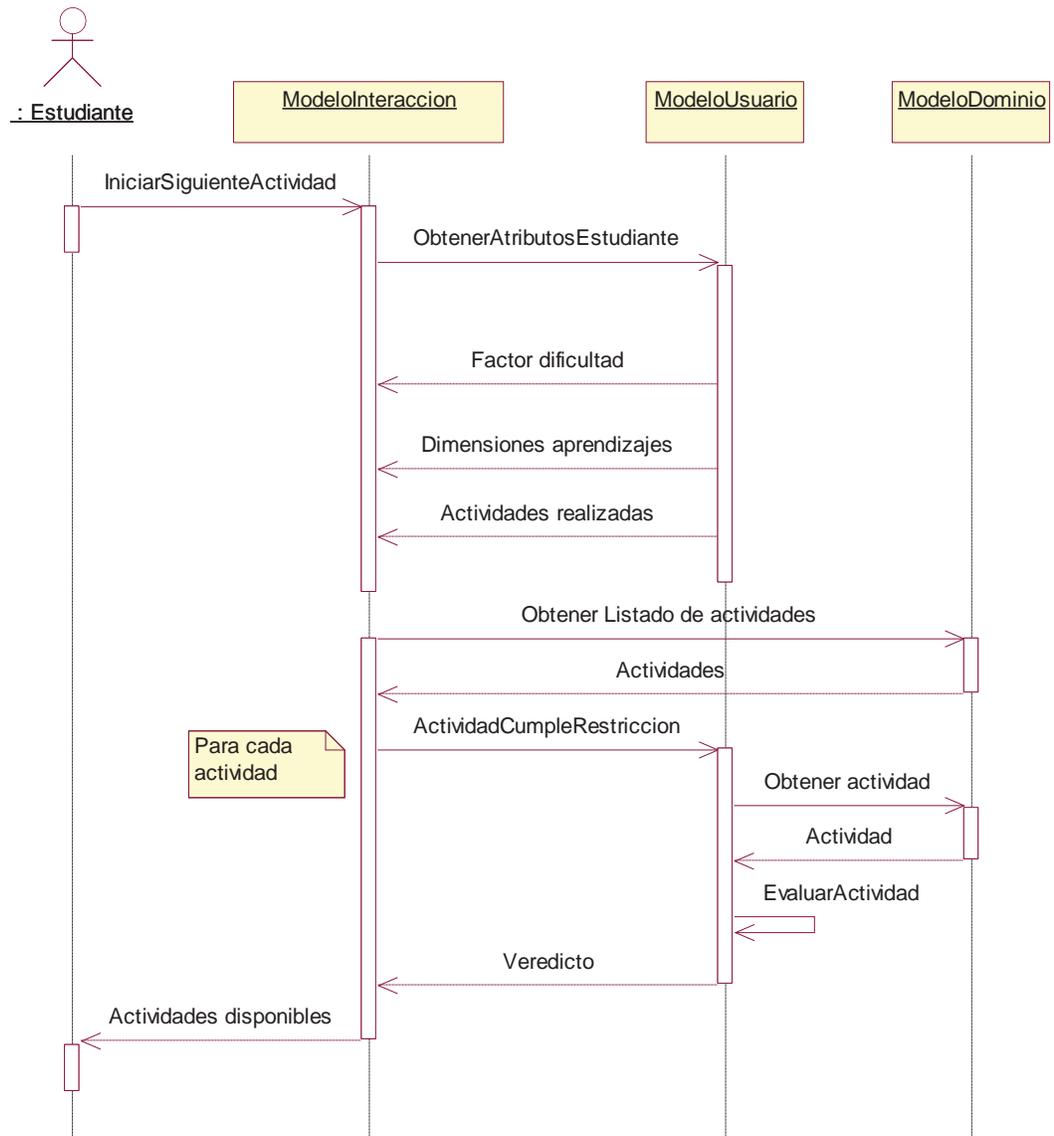


Figura F.10. Diagrama de secuencia para realizar actividad.

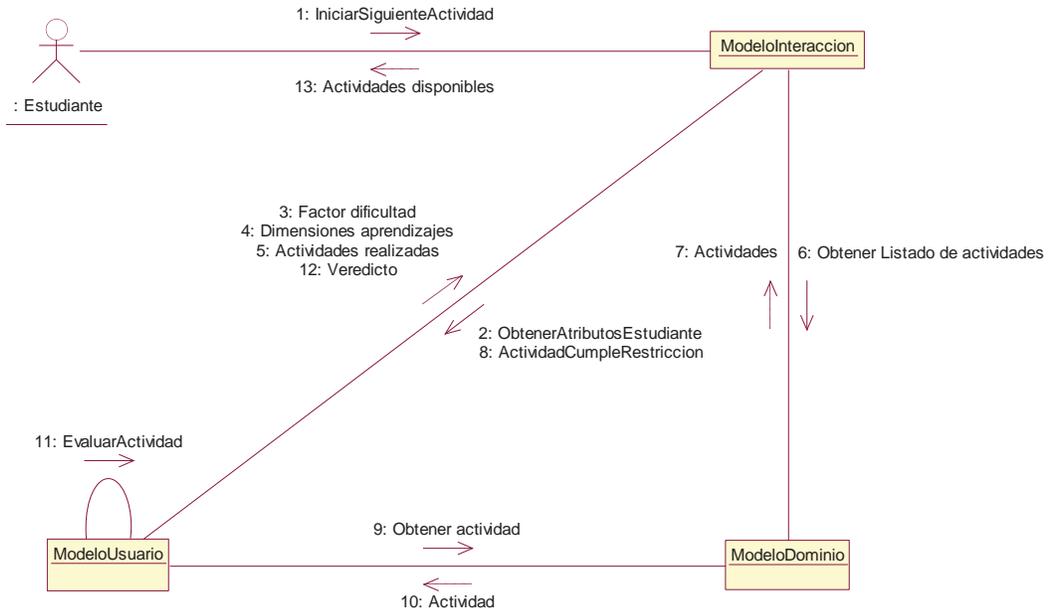


Figura F.11. Diagrama de interacción para realizar actividad.

G.5. Registrar perfil estudiante.

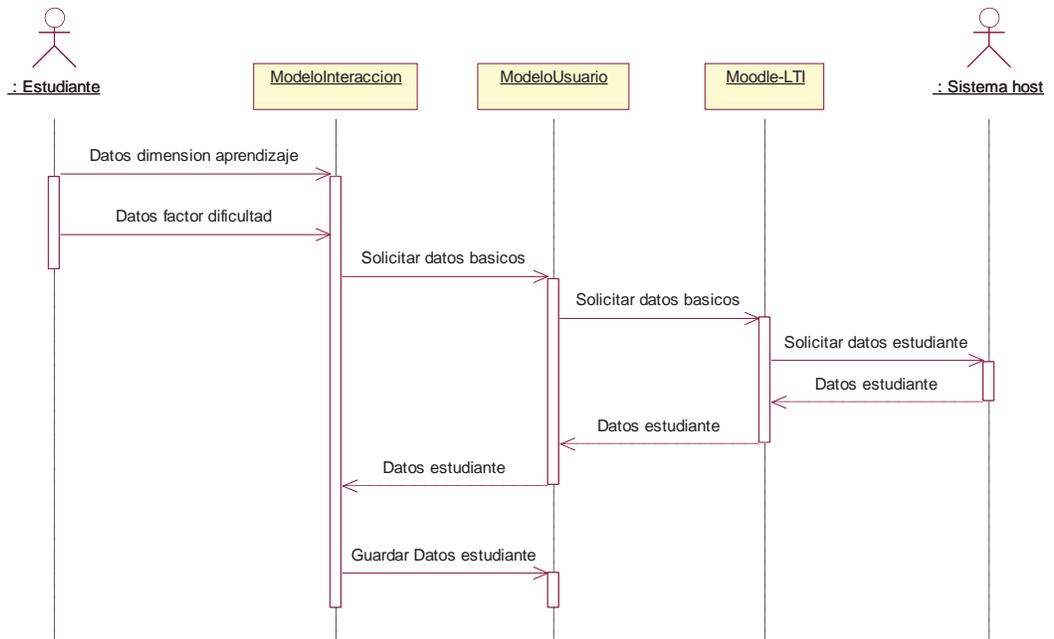


Figura F.12. Diagrama de secuencia para registrar perfil estudiante.

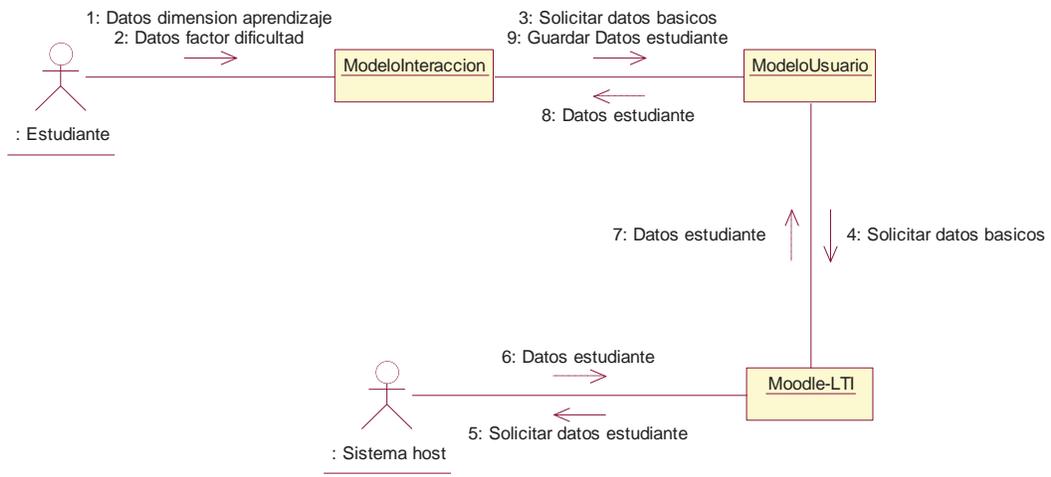


Figura F.13. Diagrama de interacción para registrar perfil estudiante.

H. Ejemplos de datos en archivos *manifest*.

H.1. Archivo *manifest* para la definición de un curso.

```
{
  "standard": "SCOLi",
  "version": "expl-ICI2016",
  "defClass": "SCOLi_COURSE",
  "UID": -100,

  "course": {

    "courseUID": -100,
    "internalName": "dummy",
    "name": "Curso DUMMY para testeo",
    "shortName": "dummy",
    "language": "es_ES",

    "activity_suite": [
      {
        "activityID": 201,
        "category": "SCOLi_COMPOUND",
        "internalName": "compound_reforzamiento",
        "name": "Reforzamiento de contenidos",
        "difficulty": 0.2,
        "keyword_tags": ["repaso", "teoria", "basico"],
        "styleTags": []
      },
      {
        "activityID": 202,
        "category": "SCOLi_COMPOUND",
        "internalName": "compound_intro",
        "name": "Introduccion",
        "difficulty": 0.5,
        "keyword_tags": ["basico", "testeo"],
        "styleTags": []
      },
      {
        "activityID": 203,
        "category": "SCOLi_COMPOUND",
        "internalName": "compound_desarrollo",
        "name": "Desarrollo de ejercicios del curso",
        "difficulty": 0.5,
        "keyword_tags": ["intermedio", "testeo"],
        "styleTags": []
      },
      {
        "activityID": 204,
        "category": "SCOLi_COMPOUND",
        "internalName": "compound_final",
        "name": "Conclusion del curso",
        "difficulty": 0.5,
        "keyword_tags": ["intermedio", "testeo"],
        "styleTags": []
      }
    ]
  }
}
```

H.2. Archivo *manifest* para la definición de una actividad unitaria.

```
{
  "standard": "SCOLi",
  "version": "expl-ICI2016",
  "defClass": "SCOLi_ACTIVITY_OBJECT",
  "UID": -102,

  "activityObject": {
    "activityObjectUID": 250,
    "kickstartURL": "index.php",
    "scoreWeight": 0.2,
    "jclic_time": [ 10, 20, 30],
    "jclic_attempts": [ 1, 2, 3]
  }
}
```

H.3. Archivo *manifest* para la definición de un compendio de actividades.

```
{
  "standard": "SCOLi",
  "version": "expl-ICI2016",
  "defClass": "SCOLi_COMPOUND",
  "UID": -101,

  "compound": {
    "compoundUID": 206,
    "condType": "SCOLi_NONE",
    "condValue": 0,
    "compoundRule": "SCOLi_OR",
    "activitySuite": ["compound_desarrollo_visual",
"compound_desarrollo_verbal"]
  }
}
```

I. Implementación del prototipo.

I.1. Entorno de desarrollo.

Para la confección del prototipo, se ha empleado el uso de 2 servidores: Un servidor local de desarrollo de tipo *localhost*, funcionando con un servidor web tipo WAMPP-Compatible (*UniServer Zero XII* v12.4.0, con *Apache* 2.4.10, *PHP* 7.0.6, *MySQL Community Server* 5.6.30). Otro servidor tipo VPS de producción online, funcionando bajo *Linux* (*Debian* 8, *Apache* 2.4.10, *PHP* 7.0.6, *MariaDB* 10.0.25). En ambos se les instaló la versión estable de *Moodle* 3.0.3.

El prototipo de la plataforma de adaptación *X9* se montó sobre la instalación de *Moodle* como un conector de actividad del tipo *LTI*. La conexión a la *API* de Moodle es manejada por el módulo de la plataforma *LTI-Moodle*. Para la ejecución de actividades, se utiliza una versión modificada de *JClic Player JS*, versión de desarrollo 0.1.27 para funcionar conjunto la plataforma.

Otros componentes auxiliares utilizados en el proyecto son *Bootstrap* 3.3.6, *JQuery* 2.2.4, *JQuery-redirect*, y la librería *wrapper LTI_Tool_Provider*. Todas las librerías anteriores poseen licencias libres compatibles, lo que no perjudican su uso y modificación bajo los términos legales establecidos.

Se adopta como *IDE* de desarrollo la suite de edición de *JetBrains*, basada en *IntelliJIDEA* (*PHPStorm* 11, *WebStorm* 11), con licencias de estudiante para uso académico, y se utiliza sistema de gestión de versiones *GIT* bajo un repositorio propio privado.

I.2. Código fuente.

Actualmente, el código fuente del prototipo de la plataforma se encuentra disponible para su descarga y modificación en <http://elsemieni.net/x9adaptive>. No obstante, en el caso de presentar dificultades o de dejar de existir la web, se deberá contactar con el desarrollador para obtener una copia de éste (ebarbaguehatta@gmail.com). El código fuente se encuentra licenciado bajo *GNU-GPL v3*. [30]

I.3. Estructura de carpetas de desarrollo.

El proyecto de la plataforma de adaptación posee la siguiente estructura de carpetas, las cuales se explicará a continuación.

- **Course_common**: Archivos y dependencias comunes para las actividades.
- **Courses**: Carpeta que almacena los cursos y actividades de la plataforma.
- **CSS**: Archivos de estilos de cascada van aquí.
- **Data**: Bibliotecas, componentes y módulos van aquí.
- **Fonts**: Utilizado por archivos de estilo de cascada.
- **JS**: Componentes y módulos en formato JavaScript.
- **JSON**: Datos, como ítems de tests y cuestionarios.

- **Libs:** Bibliotecas externas auxiliares de apoyo a la plataforma.
- **SQL:** Archivos SQL para la creación de tablas.
- **Test:** Scripts de pruebas para desarrollo.

I.4. Montaje de la plataforma.

Para montar la plataforma, se debe de instalar los componentes mencionados en la sección 10.1. Una vez instalados, se deberá copiar la plataforma adaptativa a una carpeta del servidor web, y deberá configurarse éste, introduciendo los datos de acceso a la base de datos y credenciales *OAuth*. Una vez logrado aquello, deberán instalarse los scripts *SQL* ubicados en la carpeta *SQL* del proyecto.

En Moodle, en algún curso agregar un conector de actividad LTI, especificando la ruta de actividad a *(ruta_a_plataforma)/launcher.php*. Especificar claves *OAuth* en las opciones. Para ejecutar, hacer clic en el módulo recién creado en Moodle, como muestra la Figura I.1.

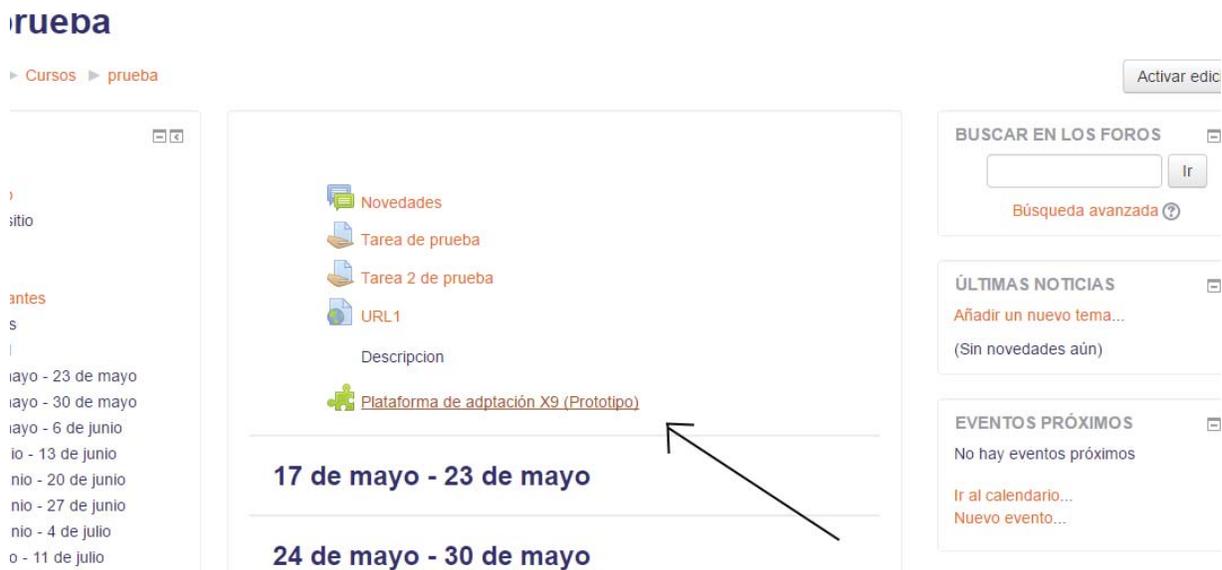


Figura I.1. Paso para ejecutar plataforma de adaptación.

La configuración de la plataforma y el mecanismo de adaptación pueden encontrarse en *(ruta_a_plataforma)/data/x9Config.php*.