



FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

Leibnitz Pavel Rojas Bustamante

**SISTEMA WEB PARA LA ENSEÑANZA DE  
ALGORITMOS Y PROGRAMACIÓN USANDO  
JIGSAW**

Tesis de Ingeniería

Lima, 4 de abril de 2015

Leibnitz Pavel Rojas Bustamante

# **SISTEMA WEB PARA LA ENSEÑANZA DE ALGORITMOS Y PROGRAMACIÓN USANDO JIGSAW**

“Tesis presentada a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, para obtener el Título de Ingeniero de Software”.

Asesora: Mg. Lenis Wong Portillo

UNMSM - LIMA  
4 de abril de 2015

© Leibnitz Rojas, 2014.  
Todos los derechos reservados.

Este trabajo está dedicado a mis padres Arturo Rojas y María Bustamante por su apoyo incodicional. A mi hermano Martín Rojas, por su confianza, aliento y apoyo constante.

# **Agradecimientos**

A la profesora Lenis Wong por su orientación, consejos y revisiones del presente trabajo.

A mis colegas y amigos de la escuela de Ingeniería de Software por sus observaciones y porque en todo momento me incentivarón para que culmine este trabajo.

A Silvana Malpica, Karla Malpica, Evelyn Chinarro, Daniel Erazo, Diego Álvarez y Martín Rojas por su valiosa colaboración durante la aplicación del Sistema Jigsaw Coding.

# **Resumen**

Los estudios muestran que en muchas universidades del mundo, aún existen problemas cuando se trata de enseñar cursos relacionados a programación y algoritmos. Muchos estudiantes repiten las materias y otros simplemente abandonan en mitad de semestre.

Existen muchas investigaciones respecto a cómo mejorar los problemas de aprendizaje de los estudiantes y no necesariamente en temas de programación. Muchos autores han aplicado diversas técnicas de aprendizaje colaborativo obteniendo resultados notables en sus alumnos.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un sistema web para la enseñanza de algoritmos y programación a través de una técnica de aprendizaje colaborativo, el mismo que permitirá a los estudiantes desarrollar ejercicios y problemas de forma colaborativa.

# **Abstract**

Studies show that in many universities around the world, there are still problems when it comes to teaching courses related to programming and algorithms. Many students repeat the courses and others just leave in the middle of the semester.

There are many studies on how to improve the learning problems of students and not necessarily on programming topics. Many authors have applied various techniques of collaborative learning obtaining remarkable results in their students.

The aim of this work is to develop a web system for teaching programming and algorithms through a collaborative learning technique, the same that will enable students to develop exercises and problems in a collaborative way.

# Índice general

Índice general	x
Índice de figuras	xii
Índice de tablas	xiii
<b>1. Introducción</b>	1
1.1. Antecedentes . . . . .	1
1.1.1. Antecedentes del problema . . . . .	1
1.1.2. Antecedentes de la técnica . . . . .	2
1.2. Definición del Problema . . . . .	3
1.3. Justificación . . . . .	3
1.3.1. Justificación práctica . . . . .	3
1.3.2. Justificación teórica . . . . .	3
1.4. Objetivos . . . . .	4
1.4.1. General . . . . .	4
1.4.2. Específicos . . . . .	4
1.5. Alcances . . . . .	4
1.6. Estructura de la Tesis . . . . .	4
<b>2. Marco Teórico</b>	6
2.1. Aprendizaje Colaborativo . . . . .	6
2.1.1. Definición . . . . .	6
2.1.2. Elementos en el aprendizaje colaborativo . . . . .	6
2.1.3. Beneficios del aprendizaje colaborativo . . . . .	7
2.2. Técnicas de Aprendizaje Colaborativo . . . . .	8
2.2.1. La técnica de Jigsaw . . . . .	8
2.2.2. Programación en pares . . . . .	9
2.3. Tecnologías web . . . . .	10
2.3.1. AJAX . . . . .	10
2.3.2. Polling . . . . .	11
2.3.3. HTTP Long-Polling . . . . .	11
2.3.4. WebSockets . . . . .	12
2.4. Glosario . . . . .	13
<b>3. Estado del Arte</b>	14
3.1. Herramientas para el aprendizaje colaborativo . . . . .	14
3.1.1. LearnCS . . . . .	14
3.1.2. Google Docs . . . . .	16

3.1.3.	Sistema Web para la enseñanza de Casos de Uso empleando la Técnica de Aprendizaje Cooperativo de Rompecabezas. . . . .	18
3.1.4.	CodeBunk . . . . .	19
3.1.5.	Análisis comparativo . . . . .	21
3.2.	Técnicas para el aprendizaje colaborativo . . . . .	22
3.2.1.	Jigsaw . . . . .	22
3.2.2.	Pair Research . . . . .	23
3.2.3.	Análisis comparativo . . . . .	26
3.3.	Frameworks para aplicaciones web . . . . .	27
3.3.1.	GoogleDrive Realtime API . . . . .	27
3.3.2.	Ideone API - Sphere Engine . . . . .	27
3.3.3.	Análisis comparativo . . . . .	29
3.4.	Análisis del estado del arte . . . . .	30
<b>4. Aporte práctico</b>		<b>31</b>
4.1.	Metodología de desarrollo . . . . .	31
4.2.	Desarrollo del Sistema Jigsaw Coding . . . . .	33
4.2.1.	Modelo de casos de uso . . . . .	33
4.2.2.	Arquitectura del Sistema . . . . .	37
4.3.	Uso del Sistema Jigsaw Coding . . . . .	38
4.3.1.	Login . . . . .	40
4.3.2.	Problemas . . . . .	40
4.3.3.	Alumnos . . . . .	41
4.3.4.	Exámenes . . . . .	43
4.3.5.	Sesiones Jigsaw . . . . .	45
4.3.6.	Unirse a reunión de expertos . . . . .	51
4.3.7.	Unirse a reunión jigsaw . . . . .	52
4.3.8.	Rendir evaluación . . . . .	53
4.4.	Definición de métricas de calidad para el Sistema Jigsaw Coding . . . . .	55
4.4.1.	Entendibilidad . . . . .	55
4.4.2.	Portabilidad . . . . .	56
4.4.3.	Eficiencia . . . . .	56
<b>5. Caso de estudio</b>		<b>58</b>
5.1.	Definición del caso de estudio . . . . .	58
5.2.	Definición de temas para el caso de estudio . . . . .	59
5.2.1.	Estructuras selectivas y repetitivas . . . . .	59
5.2.2.	Problemas . . . . .	60
5.3.	Aplicación del Sistema Jigsaw Coding al caso de estudio . . . . .	60
5.3.1.	Creación de la sesión jigsaw . . . . .	60
5.3.2.	Desarrollo de la fase de Expertos . . . . .	65
5.3.3.	Desarrollo de la fase Jigsaw . . . . .	66
5.3.4.	Desarrollo de la fase de Evaluación . . . . .	67
<b>6. Análisis de resultados</b>		<b>69</b>
6.1.	Soluciones a los problemas de la sesión jigsaw . . . . .	69
6.2.	Métrica de calidad: Entendibilidad . . . . .	73
6.3.	Métrica de calidad: Portabilidad . . . . .	73
6.4.	Métrica de calidad: Eficiencia . . . . .	73

<b>7. Conclusiones y Trabajos futuros</b>	<b>75</b>
7.1. Conclusión general . . . . .	75
7.2. Conclusiones específicas . . . . .	75
7.3. Trabajos futuros . . . . .	76
<b>A. Casos de Uso</b>	<b>77</b>
A.1. Introducción . . . . .	77
A.1.1. Propósito . . . . .	77
A.1.2. Alcance . . . . .	77
A.1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaciones . . . . .	77
A.2. Catálogo de actores . . . . .	78
A.3. Diagramas de casos de uso . . . . .	79
A.3.1. Casos de uso . . . . .	79
A.4. Especificaciones de Casos de Uso . . . . .	80
A.4.1. Iniciar sesión . . . . .	80
A.4.2. Registrar Alumno . . . . .	81
A.4.3. Crear Problema . . . . .	82
A.4.4. Crear sesión jigsaw . . . . .	83
A.4.5. Modificar sesión jigsaw . . . . .	84
A.4.6. Asignar alumnos a sesión jigsaw . . . . .	85
A.4.7. Generar grupos . . . . .	86
A.4.8. Asignar problemas a grupos expertos . . . . .	87
A.4.9. Crear examen . . . . .	88
A.4.10. Asignar examen . . . . .	89
A.4.11. Definir horario de reunión de expertos . . . . .	90
A.4.12. Definir horario de reunión jigsaw . . . . .	91
A.4.13. Definir horario de examen . . . . .	92
A.4.14. Unirse a reunión de expertos . . . . .	93
A.4.15. Resolver problema . . . . .	94
A.4.16. Consultar al grupo . . . . .	95
A.4.17. Unirse a reunión jigsaw . . . . .	96
A.4.18. Rendir examen . . . . .	97
<b>B. Especificaciones suplementarias</b>	<b>98</b>
B.1. Introducción . . . . .	98
B.2. Funcionalidad . . . . .	98
B.3. Fiabilidad o confiabilidad . . . . .	98
B.4. Usabilidad . . . . .	98
B.5. Eficiencia o Performance . . . . .	99
B.6. Mantenibilidad . . . . .	99
B.7. Portabilidad . . . . .	99
<b>C. Documento de Arquitectura de Software</b>	<b>100</b>
C.1. Introducción . . . . .	100
C.1.1. Propósito . . . . .	100
C.1.2. Alcance . . . . .	100
C.1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas . . . . .	100
C.1.4. Metas arquitectónicas y restricciones . . . . .	101
C.2. Representación arquitectónica . . . . .	102

C.2.1. PlayFramework 2.2.4 . . . . .	102
C.3. Vista Lógica . . . . .	103
C.4. Vista de Desarrollo . . . . .	104
C.5. Vista Física . . . . .	105
C.6. Vista de Escenarios . . . . .	106
C.6.1. Catálogo de actores . . . . .	106
C.6.2. Casos de uso . . . . .	107
C.7. Vista de Datos . . . . .	109
C.7.1. PostgreSQL . . . . .	109
C.7.2. Diccionario de datos . . . . .	110
<b>D. Evidencia del Caso de Estudio</b>	<b>112</b>
D.1. Fase de grupos expertos . . . . .	112
D.2. Fase de grupos jigsaw . . . . .	115
<b>Referencias</b>	<b>118</b>

# Índice de figuras

2.1. Grupos originales en la técnica Jigsaw . . . . .	8
2.2. Grupos de expertos . . . . .	9
2.3. Regreso a los originales . . . . .	9
2.4. Tecnologías agrupadas bajo el concepto de AJAX . . . . .	10
2.5. Polling . . . . .	12
2.6. Long Polling . . . . .	12
2.7. Websockets . . . . .	13
3.1. LearnCS . . . . .	15
3.2. LearnCS . . . . .	15
3.3. Google Docs . . . . .	17
3.4. CodeBunk . . . . .	20
3.5. Jigsaw Paso 1 . . . . .	22
3.6. Jigsaw Paso 2 . . . . .	23
3.7. Pair Research . . . . .	24
3.8. Ideone . . . . .	28
4.1. RUP . . . . .	31
4.2. Diagrama de actores . . . . .	33
4.3. Caso de uso Resolver problema . . . . .	36
4.4. Diagrama de Clases . . . . .	38
4.5. Diagrama de Paquetes . . . . .	39
4.6. SJC Login . . . . .	40
4.7. SJC Registrarse . . . . .	40
4.8. SJC Inicio . . . . .	41
4.9. SJC Problemas . . . . .	41
4.10. SJC Nuevo problema . . . . .	42
4.11. SJC Editar problema . . . . .	42
4.12. SJC Alumnos . . . . .	43
4.13. SJC Nuevo alumno . . . . .	44
4.14. SJC Exámenes . . . . .	44
4.15. SJC Nuevo examen . . . . .	45
4.16. Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo sesiones jigsaw . . . . .	46
4.17. SJC Sesiones jigsaw . . . . .	46
4.18. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw . . . . .	46
4.19. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw . . . . .	47
4.20. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw . . . . .	47
4.21. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw . . . . .	48
4.22. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw . . . . .	48
4.23. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw . . . . .	49

4.24. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw . . . . .	49
4.25. Sistema Jigsaw Coding - Asignar examen a sesión jigsaw . . . . .	50
4.26. Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de reunión de expertos . . . . .	50
4.27. Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de reunión jigsaw . . . . .	50
4.28. Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de examen . . . . .	51
4.29. Sistema Jigsaw Coding - Perfil alumno . . . . .	51
4.30. Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión de expertos . . . . .	52
4.31. Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión jigsaw . . . . .	53
4.32. Sistema Jigsaw Coding - Rendir examen . . . . .	54
4.33. Sistema Jigsaw Coding - Ver nota de examen . . . . .	54
5.1. Creación de problemas . . . . .	61
5.2. Creación de cuentas de usuario para alumnos . . . . .	61
5.3. Creación del examen para la fase de evaluación . . . . .	62
5.4. Creación de la sesión jigsaw . . . . .	62
5.5. Asignación de alumnos a la sesión jigsaw . . . . .	63
5.6. Grupos generados por el Sistema Jigsaw Coding . . . . .	63
5.7. Asignación de problemas a grupos expertos . . . . .	64
5.8. Horario reunión de expertos . . . . .	64
5.9. Horario reunión jigsaw . . . . .	64
5.10. Horario del examen . . . . .	65
5.11. Reunión de Expertos - Evelyn Chinarro . . . . .	65
5.12. Reunión de Expertos - Martin Rojas . . . . .	66
5.13. Reunión de Expertos - Daniel Erazo . . . . .	66
5.14. Reunión Jigsaw - Silvana Malpica . . . . .	67
5.15. Evaluación - Diego Álvarez . . . . .	68
A.1. Diagrama de actores . . . . .	78
A.2. Casos de uso . . . . .	79
C.1. Diagrama de Clases . . . . .	103
C.2. Diagrama de Paquetes . . . . .	104
C.3. Diagrama de Despliegue . . . . .	105
C.4. Casos de uso . . . . .	106
C.5. Diagrama de actores . . . . .	106
C.6. Modelo de datos . . . . .	109
D.1. Evelyn Chinarro - fase expertos . . . . .	112
D.2. Daniel Erazo - fase expertos . . . . .	113
D.3. Diego Álvarez - fase expertos . . . . .	113
D.4. Silvana Malpica - fase expertos . . . . .	114
D.5. Martin Rojas - fase expertos . . . . .	114
D.6. Evelyn Chinarro - fase jigsaw . . . . .	115
D.7. Daniel Erazo - fase jigsaw . . . . .	115
D.8. Diego Álvarez - fase jigsaw . . . . .	116
D.9. Silvana Malpica - fase jigsaw . . . . .	116
D.10. Karla Malpica - fase jigsaw . . . . .	117
D.11. Martin Rojas - fase jigsaw . . . . .	117

# Índice de tablas

3.1. Herramientas para el aprendizaje colaborativo . . . . .	21
3.2. Técnicas de aprendizaje colaborativo . . . . .	26
3.3. Frameworks para aplicaciones web. . . . .	29
4.1. Artefactos del proceso de desarrollo del Sistema Jigsaw Coding . . . . .	32
4.2. Actores . . . . .	33
4.3. Casos de uso . . . . .	34
4.4. Caso de uso resolver problema. . . . .	37
4.5. Métrica de calidad: Entendibilidad . . . . .	55
4.6. Métrica de calidad: Portabilidad . . . . .	56
4.7. Métrica de calidad: Eficiencia . . . . .	56
5.1. Asignación de problemas a grupos expertos . . . . .	64
5.2. Horarios de las fases de la sesión jigsaw . . . . .	64
6.1. Soluciones de fase jigsaw . . . . .	71
6.2. Resultados de la métrica de entendibilidad. . . . .	73
6.3. Resultados de métrica de portabilidad. . . . .	73
6.4. Resultados de la métrica de eficiencia. . . . .	74
A.1. Actores . . . . .	78
C.2. Actores . . . . .	106
C.3. Casos de uso . . . . .	107
C.4. Diccionario de datos . . . . .	110

# **Capítulo 1**

## **Introducción**

### **1.1. Antecedentes**

#### **1.1.1. Antecedentes del problema**

La idea del aprendizaje colaborativo(AC) empezó a ser de interés para los profesores de colegios americanos allá por el año 1980, pero la primera idea básica fue desarrollada en los años 1950 a 1960 por un grupo de profesores e investigadores británicos (Bruffee, 1984). Después de estudiar la interacción entre estudiantes de medicina y su profesores de física, M.L.J Abercrombie concluyó que los estudiantes de medicina que aprendieron a realizar diagnósticos como un grupo alcanzaron un buen juicio médico, más rápido que aquellos que trabajaron individualmente. Bruffee además plantea que su primer encuentro con la creencia de AC fue cuando se encontró con las conclusiones de un grupo de investigadores que pensaban que el AC se deriva de un ataque contra los estilos de enseñanza autoritarios.

El aprendizaje basado en proyectos colaborativos con equipos distribuidos está siendo revolucionado por los rápidos avances tecnológicos que existen hoy en día. Tanto profesores, alumnos e información para las clases deben ser reunidas en un entorno virtual para reducir las barreras geográficas y temporales de cada uno de los miembros de cada equipo de aprendizaje (Wang, 2002). Wei Wang, en el 2002 propuso en su tesis Computer-Supported Virtual Collaborative Learning and Assessment Framework for Distributed Learning Environment un marco de trabajo para el aprendizaje cooperativo de equipos distribuidos y con ello diseñó e implementó un Sistema de Soporte para la Enseñanza y Aprendizaje Colaborativo (CLASS por sus siglas en inglés: Collaborative Learning Assessment Support System).

A pesar de que la programación es el corazón de las ciencias de la computación, y por ende, la mayoría de las carreras de computación tienen cursos de programación, los resultados son desalentadores pues existen muchos estudios multi institucionales que indican que hay serias deficiencias en el aprendizaje de alumnos que han pasado uno o más cursos de programación (McCracken y cols., 2001; Lister y cols., 2004; Tenenberg y cols., 2005). Algunas instituciones han logrado mejorar los cursos de programación adoptando el Python como primer lenguaje de programación. Así lo indica Nikula, Sajaniemi, Tedre, y Wray (2007).

Según Knobelsdorf, Kreitz, y Böhne (2014), los altos ratios de fracasos en los

cursos de introducción a la teoría de las ciencias de la computación son un problema común en las universidades de Alemania, Europa, y NorteAmérica, pues los alumnos tienen dificultades con lo contenidos que por naturaleza son abstractos y teóricos. (Knobelsdorf y cols., 2014) plantean en su investigación ciertas modificaciones a la pedagogía de un curso dictado en la Universidad de Postdam, Alemania, las mismas que fueron motivadas por un enfoque de aprendizaje cognitivo.

### **1.1.2. Antecedentes de la técnica**

Según (Laal & Laal, 2012), el aprendizaje colaborativo es un enfoque educacional de enseñanza y aprendizaje que involucra grupos de estudiantes trabajando juntos para resolver un problema, completar una tarea, o crear un producto y también significa aprender a través del trabajo en conjunto en lugar de aprender por uno mismo (Barkley, Cross, & Major, 2012).

Azizinezhad, Hashemi, y Darvishi (2013) realizaron un estudio para investigar los efectos del aprendizaje colaborativo en el aprendizaje del idioma inglés como lengua extranjera para los alumnos. En dicho estudio se concluyó que los alumnos fueron capaces de mostrar mejores y significativas competencias lingüísticas, competencias discursivas, competencias estratégicas y competencias de comunicación no verbal que el resto de alumnos. En un entorno de aprendizaje colaborativo, hubo muchas tareas interactivas, que de forma natural, estimularon las habilidades sociales, lingüísticas y cognitivas de los estudiantes. Las actividades colaborativas tendían a integrar la adquisición de aquellas habilidades, y crear potentes oportunidades de aprendizaje.

Existen diversas técnicas para desarrollar el aprendizaje colaborativo en un aula de clase y una de ellas, muy conocida, es la técnica de Jigsaw o técnica de Rompecabezas. Esta técnica fue creada en (1978) por Aronson et al. y actualmente es una de las más importantes para fomentar la cooperación y discusión entre miembros de una comunidad de aprendizaje y es usada frecuentemente en ambientes face-to-face y en situaciones de aprendizaje en línea (Blocher, 2005). De acuerdo con (Aronson, Blaney, Stephin, Sikes, & Snapp, 1978), usualmente en un Jigsaw el contenido se divide en 5 a 6 subtemas y a cada alumno se le asigna la tarea de estudiar a detalle su respectivo subtema. Los alumnos repasan en grupo el subtema para convertirse en “expertos”. Al final de esta fase, los grupos de expertos se dispersan y se forman nuevos grupos llamados “grupos jigsaw o grupos rompecabezas”. Dentro del nuevo grupo, a cada alumno se le pide que informe sobre su subtema a los demás, y así, al final, todos los grupos obtienen una visión completa de los contenidos.

Según los creadores de la técnica Jigsaw (Aronson y cols., 1978) ,ésta es particularmente apropiada cuando el tópico de estudio es fácil de fragmentar en subtópicos, y/o en aquellos contextos donde es particularmente importante trabajar sobre la responsabilidad individual. Sin embargo, cuando se diseña un Jigsaw Online, hay aspectos críticos que se deben tomar en cuenta: el tamaño de la población objetivo, las restricciones de tiempo y la necesidad de un sistema de comunicación bien estructurado (Persico D., 2008).

La técnica de Jigsaw ha sido usada en los procesos educacionales en países de

todos los continentes y puede mejorar el rendimiento de los alumnos y estudiantes a través del aprendizaje colaborativo (Maftei & Maftei, 2011). Es así, que en el año 2013, fue implementada en un sistema web en la Universidad Pontificia Católica del Perú con el fin de automatizar los procesos que se requiere al aplicar dicha técnica. A través de dicho sistema los estudiantes pudieron aprender conceptos sobre la elaboración de Casos de Uso de una manera diferente a una clase tradicional (Pinzás & Yatsen, 2013).

## 1.2. Definición del Problema

Hoy en día, muchos estudiantes tienen dificultades para llevar con éxito los cursos de algoritmos y programación, problema que se evidencia en el porcentaje de alumnos que desaprueban los exámenes, que desaprueban el curso o que simplemente se retiran a mitad de ciclo.

## 1.3. Justificación

### 1.3.1. Justificación práctica

La alta tasa de fracaso de los estudiantes de programación ha sido durante muchos años un tema polémico para las instituciones de aprendizaje con reportes de ratios de fracasos alrededor de 26 % a 40 %. (Sheard & Hagan, 1998; Truong, Bancroft, & Roe, 2003; Lang, McKay, & Lewis, 2007; Han & Beheshti, 2010).

Las últimas investigaciones sobre el problema reflejan que éste aún persiste. Los altos porcentajes de fracasos en cursos introductorios de programación son un problema común en universidades en Alemania, Europa, y Norte América, ya que los alumnos tienen problemas para entender los contenidos de tales cursos debido a su abstracción y naturaleza teórica (Knobelsdorf y cols., 2014). Además, este problema también aún es vigente en universidades del Perú y sin ir muy lejos, también está presente en la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

### 1.3.2. Justificación teórica

Martinez y Camacho (2011) presentaron el diseño, implementación y evaluación de una estrategia de enseñanza basada en aprendizaje colaborativo para introducir el tema de álgebra relacional en un curso de base de datos. La estrategia fue evaluada desde la perspectiva del alumno y del profesor, y se encontró que entre el 78 % y el 92 % de los estudiantes consideraron que el trabajo en grupo enriqueció su aprendizaje, dando soporte al uso del aprendizaje colaborativo; y recientemente, Cliburn (2014) desarrolló el curso de Estructura de Datos a través del aprendizaje basado en equipos y el aprendizaje tradicional con el fin de comparar resultados en las evaluaciones de los estudiantes, y, aunque no encontró diferencias significativas entre ambas secciones de alumnos, aún continúa usando el aprendizaje en equipos debido a la alta satisfacción que los alumnos muestran en comparación con el método de

enseñanza tradicional.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. General

Desarrollar un sistema web para promover el aprendizaje colaborativo de los estudiantes a través de la técnica de Jigsaw y enfocándolo específicamente a la enseñanza de cursos de algoritmos y programación.

### 1.4.2. Específicos

- Investigar sobre las diferentes técnicas y herramientas informáticas para el aprendizaje colaborativo.
- Definir 3 métricas de calidad para el desarrollo del sistema.
- Aplicar el sistema web a la enseñanza de algoritmos y programación en la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática en la UNMSM.

## 1.5. Alcances

La presente tesis tendrá los siguientes alcances:

- Se investigará sobre las diferentes técnicas y herramientas informáticas usadas para el aprendizaje colaborativo.
- Se evaluará el sistema a desarrollar en base a las métricas definidas.
- Se implementará el sistema en la FISI.

## 1.6. Estructura de la Tesis

La presente tesis está organizada en 6 capítulos que a continuación se explican brevemente.

En el Capítulo 2 se describe el marco teórico, donde se explican los conceptos fundamentales sobre Aprendizaje colaborativo, los cuales son abordados a lo largo de toda esta investigación. Además, se detallarán determinadas bases teóricas relacionadas con el desarrollo del sistema web.

En el Capítulo 3 se describe el estado del arte, donde se describen y analizan algunas de las técnicas existentes para el desarrollo del aprendizaje colaborativo; así mismo se presentan herramientas para el aprendizaje colaborativo y finalmente se describen algunos frameworks que permiten realizar aplicaciones web de trabajo colaborativo, las cuales serán de mucha ayuda en la implementación del sistema propuesto en esta tesis.

En el Capítulo 4 se describe el la metodología usada para la implementación del sistema, luego se explica las fases más importantes del desarrollo del sistema y finalmente se detalla las funcionalidades que el sistema brindará al usuario.

En el Capítulo 5 se describe el caso de estudio y se explica la aplicación del sistema web a dicho caso de estudio, y luego se presentan los resultados y validaciones obtenidas.

En el Capítulo 6 se presentan las conclusiones generales y específicas además de los trabajos futuros de esta tesis.

# **Capítulo 2**

## **Marco Teórico**

En el presente capítulo se define con mayor detalle los conceptos revelantes que abarca esta tesis. El marco teórico incluye una breve descripción de lo que significa Aprendizaje colaborativo presentando además algunos de sus elementos y beneficios. Así mismo, también se describe algunas de las técnicas más conocidas para el aprendizaje colaborativo. Finalmente, se describe algunos conceptos sobre tecnologías para aplicaciones web, conceptos que serán de ayuda para la implementación de la presente tesis.

### **2.1. Aprendizaje Colaborativo**

#### **2.1.1. Definición**

Existen diversas formas de definir lo que es Aprendizaje Colaborativo; Macgregor (1990) dice que la enseñanza y el aprendizaje colaborativo son un enfoque educacional que involucra grupos de estudiantes trabajando juntos para resolver un problema, completar una tarea o crear un producto y Gerlach (1994) sostiene que el aprendizaje cooperativo está basado en la idea de que el aprendizaje es un acto social natural en el cual los participantes conversan entre sí mismos y que es a través de la comunicación y la charla donde realmente ocurre el aprendizaje.

El aprendizaje colaborativo es un término para describir una variedad de enfoques educacionales que implican reunir el esfuerzo intelectual de los estudiantes, o estudiantes y profesores juntos. Usualmente los estudiantes están trabajando en grupos de dos o más, buscando entender, solucionar problemas o crear productos. Las actividades de aprendizaje cooperativo son variadas, pero la mayoría se centran en la exploración del estudiante o la aplicación de los materiales de curso, no simplemente en la presentación de un tema por parte del profesor (Smith & MacGregor, 1992); además, el aprendizaje colaborativo tiene como principal característica una estructura que permite a los estudiantes comunicarse entre sí, y es ahí donde ocurre el aprendizaje(Golub y cols., 1988).

#### **2.1.2. Elementos en el aprendizaje colaborativo**

(Johnson, Johnson, & Holubec, 1984) plantea 5 elementos básicos en el aprendizaje colaborativo. El aprendizaje colaborativo no es simplemente para los estudiantes el hecho de trabajar en grupo y de acuerdo con su investigación, un ejercicio de

aprendizaje sólo califica como colaborativo si están presentes los siguientes elementos:

- *La interdependencia positiva.* Los miembros del equipo están obligados a confiar en los demás para alcanzar un objetivo. Si uno de los miembros del equipo falla al realizar su parte, todos sufren las consecuencias. Los miembros del equipo necesitan creer que están unidos con los demás de una forma que aseguren el éxito en conjunto.
- *La interacción “cara a cara” o simultánea.* Los miembros del equipo se tienen que ayudar y alentar entre sí para aprender. Ellos deben de explicar qué entendieron y así compartir su conocimiento.
- *La responsabilidad individual.* Todos los estudiantes de un grupo son responsables de hacer su parte del trabajo.
- *Habilidades sociales.* Los estudiantes deben ser alentados y ayudados a desarrollar y practicar la confianza de equipo, liderazgo, toma de decisiones, comunicación, y manejo de conflictos.
- *Autoevaluación de grupo.* Los miembros del equipo tienen que fijarse objetivos, revisar periódicamente qué están haciendo bien como equipo, e identificar cambios por hacer con el fin de mejorar la efectividad a futuro.

### **2.1.3. Beneficios del aprendizaje colaborativo**

Numerosos beneficios han sido descritos para el aprendizaje cooperativo (Panitz, 1999). Una buena forma de organizarlos es colocándolos en categorías. Johnson y Johnson (1989); Panitz (1999) hicieron una lista de más de 50 beneficios para el aprendizaje cooperativo, algunos de los cuales se presentan a continuación:

1. Beneficios sociales
  - a) Ayuda a desarrollar un sistema de apoyo social para los estudiantes.
  - b) Lleva a construir un entendimiento de la diversidad entre los estudiantes y el personal.
  - c) Establece un entorno positivo para modelar y practicar la cooperación y el trabajo en equipo.
  - d) Desarrolla comunidades de aprendizaje.
2. Beneficios psicológicos
  - a) La instrucción centrada en los estudiantes aumenta la autoestima de los mismos.
  - b) La cooperación reduce la ansiedad.
  - c) El aprendizaje cooperativo desarrolla actitudes positivas hacia los profesores.
3. Beneficios académicos
  - a) El aprendizaje cooperativo promueve habilidades de pensamiento crítico.

- b) Envuelve a los estudiantes activamente en el proceso de aprendizaje.
- c) Los resultados de clase son mejorados.
- d) El aprendizaje cooperativo modela técnicas apropiadas para la resolución de problemas.
- e) Grandes conferencias pueden ser personalizadas.
- f) El aprendizaje es especialmente útil para motivar a los estudiantes en un plan de estudios específico.

## 2.2. Técnicas de Aprendizaje Colaborativo

### 2.2.1. La técnica de Jigsaw

La técnica de Jigsaw, que fue introducida por Aronson y cols. (1978) para mejorar la cooperación en pares y crear solidaridad en equipo entre los estudiantes a través de la división de tareas, involucra a cada estudiante en un grupo a asumir responsabilidades en el aprendizaje. En consecuencia, los estudiantes trabajan en dos diferentes grupos: el grupo de expertos y el grupo jigsaw.

Los objetivos de esta técnica son:

- Estructurar las interacciones entre los alumnos, mediante equipos de trabajo.
- Lograr que los alumnos dependan unos de otros para lograr sus objetivos.

La secuencia de pasos que conforman esta técnica son los siguientes <sup>1</sup>:

1. El docente debe tener preparada la división del tema a tratar en cinco o seis documentos, los cuales se repartirán a los alumnos siguiendo un orden. Cada uno de ellos será necesario para aprender la totalidad del tema, y por lo tanto, todos ellos formarán la unidad temática completa.
2. Se divide a los alumnos en grupos de cinco o seis (según el número de documentos elaborados) y dentro de cada grupo cada miembro recibirá un número de 1 a 5 (o 6). Ver figura 2.1

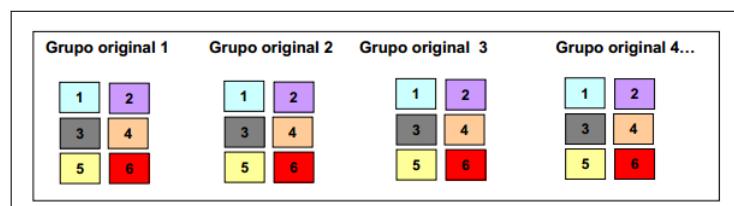


Figura 2.1: Grupos originales en la técnica Jigsaw

A los estudiantes con el número 1 se les reparte el mismo documento, que será diferente al resto de los compañeros y que puede corresponderse a la primera parte del tema de estudio. A los alumnos con el número 2 se les reparte otro documento y así sucesivamente.

---

<sup>1</sup>(Servicio de innovación educativa - Universidad Politécnica de Madrid, 2008)

La primera fase será, por tanto, que los alumnos preparen su documento de forma individual, que lo lean, que lo entienda, que lo aprendan y que recopilen las dudas que surjan.

3. Una vez que ya ha finalizado el tiempo estimado para la preparación individual del documento, comienza la segunda fase que se denomina “Reunión de expertos”. En este momento todos los alumnos con el mismo número se reúnen para debatir y comentar sobre el documento que les fue asignado. Ver figura 2.2

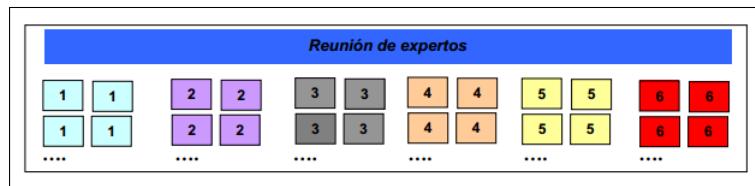


Figura 2.2: Grupos de expertos

4. Finalizada las reuniones de expertos, llega la tercera fase, que supone el regreso al grupo original y, cada alumno explicará al resto de sus compañeros el documentos que ha estado preparando. Ver figura 2.3

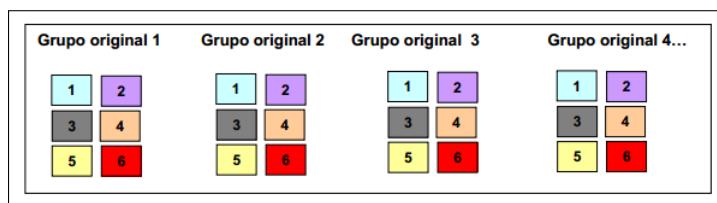


Figura 2.3: Regreso a los originales

5. La última fase, consiste en evaluar el aprendizaje logrado y la eficacia de la técnica individualmente. Para ello, el docente prepara un test sobre todo el material que ha sido trabajado durante la sesión de clase.

## 2.2.2. Programación en pares

Una técnica educacional que tiene elementos en común con el aprendizaje cooperativo es la programación en pares. En esta forma de colaboración, dos programadores trabajan lado a lado en un computador. En cualquier momento, un miembro del equipo (“the driver”) está escribiendo en el computador o transcribiendo algún diseño elaborado. El otro integrante del equipo (“the navigator”) está observando activamente el trabajo del primero, buscando defectos, pensando en otras alternativas de solución, haciendo preguntas, etc. Los roles de “driver” y “navigator” son intercambiados periódicamente entre ambos miembros del equipo.

La programación en pares fue originalmente popularizada como parte de la metodología de desarrollo de software XP (Beck, 2000). Así mismo, resultados de investigaciones muestran que los programadores en pares producen código de mayor calidad en mitad de tiempo que lo programadores individuales (L. A. Williams, 2000; L. Williams, Kessler, Cunningham, & Jeffries, 2000). La técnica de programación en

pares también han mostrado ser efectiva para estudiantes de programación, logrando mejorar el aprendizaje en los alumnos(McDowell, Werner, Bullock, & Fernald, 2002).

## 2.3. Tecnologías web

### 2.3.1. AJAX

El término AJAX es un acrónimo de Asynchronous JavaScript + XML que puede traducirse como “JavaScript asíncrono más XML”. El término AJAX se presentó por primera vez en el artículo “Ajax, A new Approach to Web Applications” publicado por Jesse James Garret en el año 2005. En realidad, en dicho artículo se dice que AJAX no es una tecnología en sí mismo sino un conjunto de varias tecnologías que se unen de formas nuevas y sorprendentes (Holzner, 2006).

AJAX está compuesto por los siguiente:

- La presentación en el navegador está basada en HTML y CSS.
- Document Object Model (DOM), para la interacción y manipulación dinámica de la presentación.
- XML, XSLT y JSON, para el intercambio y la manipulación de información
- XMLHttpRequest, para el intercambio asíncrono de información.
- JavaScript, para unir todas las tecnologías antes mencionadas.

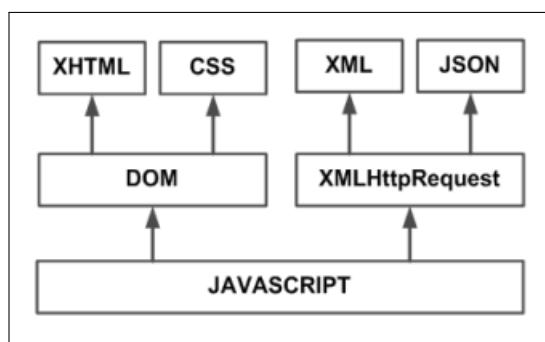


Figura 2.4: Tecnologías agrupadas bajo el concepto de AJAX

JavaScript es un lenguaje que la mayoría de navegadores soporta y que permite manipular datos entre la vista y el servidor. A continuación se indica cómo es que AJAX funciona:(Holzner, 2006)

1. En el navegador se escribe código en JavaScript con el cual se puede obtener información del servidor las veces que sean necesarias.
2. Cuando más data es requerida, el JavaScript usa el objeto XMLHttpRequest para enviar la petición al servidor sin necesidad de refrescar toda la página web.

3. La data que retorna desde el servidor puede estar en formato XML o puede ser sólo texto plano. Lo importante es que el JavaScript en el navegador puede leer la información recibida y mostrarla en la vista.

### ¿Qué se puede hacer con AJAX?

AJAX ha estado presente desde 1998 y muchas aplicaciones como Microsoft's Outlook Web Access la han usado. Sin embargo, recién a partir del año 2005 cuando AJAX tomó sitio en el campo del desarrollo web después de que fuese utilizado en aplicaciones como Google Suggest y Google Maps.([Holzner, 2006](#))

Desde entonces, AJAX ha permitido realizar diferentes tipos de aplicaciones web como por ejemplo:

- *Búsqueda en tiempo real.* Una de las mejores cosas que se puede realizar usando AJAX son las búsquedas en vivo, donde el usuario obtiene lo que busca mientras va escribiendo lo que necesita buscar.
- *Obtener la respuesta con autocompletado.* Muy parecido a las búsquedas en vivo son las aplicaciones que tratan de adivinar la palabra que estamos escribiendo obteniendo una lista de palabras similares del servidor que son puestas a nuestra vista.
- *Chatear con amigos.* Puesto que AJAX no necesita refrescar toda la página web, es una buena herramienta para realizar programas de chat donde muchos usuarios conversan al mismo tiempo.
- *Dragging and Dropping.*
- *Juegos con AJAX.*
- *Menús pop up.* Se puede obtener data desde el servidor tan pronto como sea necesario usando Ajax.

### 2.3.2. Polling

Después del posicionamiento de AJAX, no pasó mucho tiempo para tratar de lograr que los eventos en el navegador salieran fuera de la ecuación y se pudiera automatizar el proceso de obtener nueva información desde el servidor. Fue entonces que los desarrolladores establecieron un intervalo de actualización para revisar actualizaciones cada  $n$  segundos ([Lengstorf & Leggetter, 2013](#)). Ver figura 2.5

### 2.3.3. HTTP Long-Polling

El siguiente paso en la evolución del tiempo real es el HTTP *long-polling*, el cual consiste en abrir una petición HTTP por un periodo de tiempo para escuchar respuestas del servidor. Si hubiese nueva data, el servidor la enviaría y se cerraría la petición; de otro modo, la petición es cerrada después de un intervalo de tiempo límite y se abre una nueva petición ([Lengstorf & Leggetter, 2013](#)). Ver figura 2.6

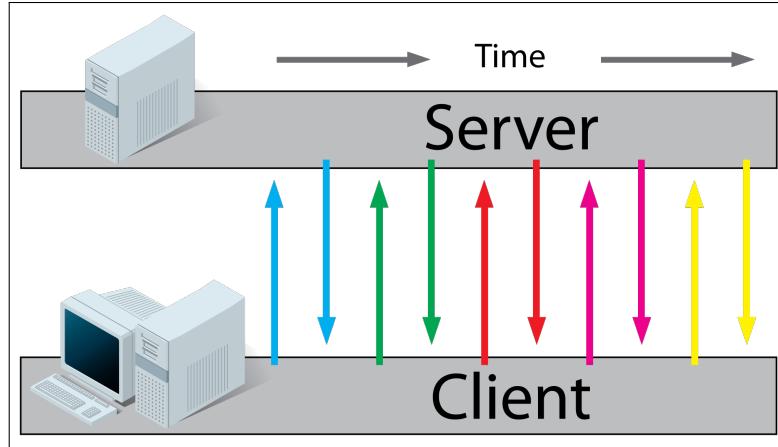


Figura 2.5: Polling

A través del Polling se envía peticiones HTTP para comprobar si existe nueva información.

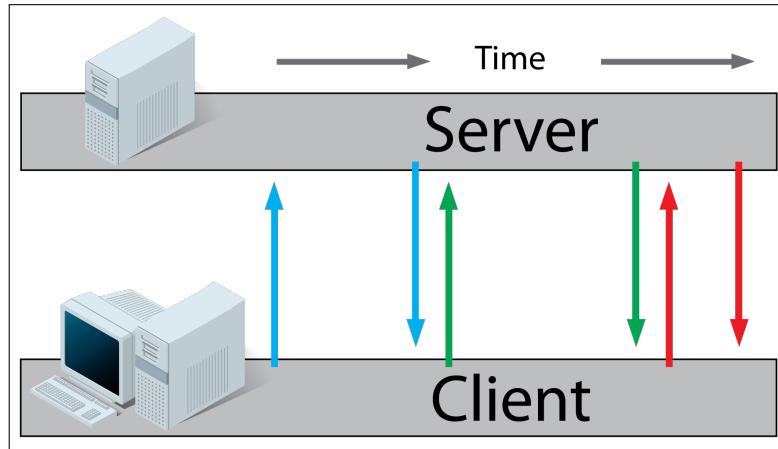


Figura 2.6: Long Polling

Gracias al HTTP Long-polling, se mantiene abierta una petición HTTP por un periodo de tiempo para comprobar si existe nueva información.

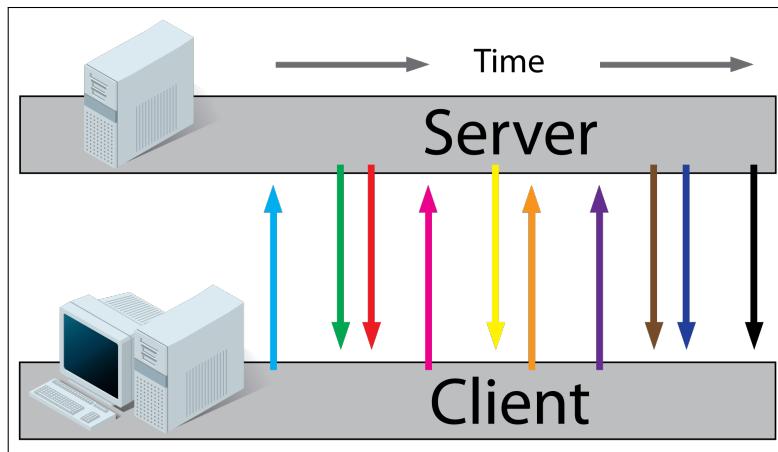
#### 2.3.4. WebSockets

Web sockets (Ver figura 2.7) es una tecnología que proporciona un canal de comunicación bidireccional y full-duplex sobre una única conexión TCP en los navegadores y servidores web. A comparación de HTTP, WebSocket puede reducir efectivamente el tráfico de red innecesario, a través de una forma estandarizada para que el servidor envíe contenido al navegador sin que éste sea solicitado.(Cheng, Zhu, Li, & Zhou, 2013)

#### ¿Por qué usar Websockets?

Existen muchas razones que no llevan a utilizar websockets cuando desarrollamos una aplicación web. Algunas de ellas se mencionan a continuación:

- Websockets permite que la comunicación en tiempo real sea mucho más eficiente. Desde luego, siempre será posible usar polling sobre HTTP para recibir



**Figura 2.7: Websockets**  
Una nueva tecnología para la comunicación bidireccional.

las notificaciones desde el servidor. Sin embargo, con el uso de Websockets se ahorra ancho de banda, cpu, y latencia.

- La comunicación entre el cliente y el servidor se vuelve más sencilla.

Los websockets tiene una gran acogida de parte de la comunidad de desarrolladores, lo cual se ve reflejado en la variedad de implementaciones de websockets como Apache mod\_pywebsocket, Jetty, Socket.IO, entre otros.

## 2.4. Glosario

1. **Framework.** La palabra inglesa "framework" (marco de trabajo) define, en términos generales, un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.
2. **Librería.** En informática, una librería es un conjunto de implementaciones funcionales, codificadas en un lenguaje de programación, que ofrece una interfaz bien definida para la funcionalidad que se invoca.
3. **Socket.** Designa un concepto abstracto por el cual dos programas (posiblemente situados en computadoras distintas) pueden intercambiar cualquier flujo de datos, generalmente de manera fiable y ordenada.
4. **CSCL.** Computer-Supported Collaborative Learning. Aprendizaje colaborativo apoyado por computador.
5. **API.** Application Programming Interface. Es el conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta librería para ser utilizado por otro software como un capa de abstracción. Representa la capacidad de comunicación entre componentes de un software.

# **Capítulo 3**

## **Estado del Arte**

En este capítulo se desarrolla el estado del arte de las herramientas para el aprendizaje colaborativo como son LearnCS, GoogleDocs, entre otros, las mismas que son analizadas en un cuadro comparativo. Además, también se describe el estado del arte de 2 técnicas de aprendizaje colaborativo que serán usadas para la presente tesis. Finalmente, se desarrolla el estado del arte de algunos frameworks y APIs que serán utilizadas para la implementación del sistema web para el aprendizaje colaborativo.

### **3.1. Herramientas para el aprendizaje colaborativo**

#### **3.1.1. LearnCS**

*LearnCS!* es un entorno de programación creado específicamente para el uso de estudiantes de primer año de la carrera de ciencias de la computación. Este programa elimina la necesidad de los alumnos de tener que preocuparse por un editor de texto, comandos linux y proceso de compilación. *LearnCS!* provee un entorno web en el cual los alumnos pueden escribir, ejecutar y depurar programas usando un interfaz familiar y amigable. El compilador de C embocado que posee el sistema permite al alumno ejecutar sus programas con simplemente hacer click en un botón y obtener los resultados de ejecución de su código fuente ([Lipman, 2014](#)).

En muchos cursos de programación de primer ciclo, el concepto de depurar un programa es enseñado a finales del curso. En cambio, a través de *LearnCS!*, los alumnos pueden establecer puntos de corte en el programa y empezar a depurar paso a paso su código fuente. Además, el sistema brinda la opción de ver la representación de la memoria y así visualizar en detalle el estado de su programa. Cuando se llaman a funciones, los alumnos aprenden cómo los argumentos y variables locales son colocados en la pila de la memoria y cómo las variables son reservadas en memoria ([Lipman, 2014](#)).

*LearnCS!* fue creado para proporcionar un ambiente de aprendizaje para estudiantes de informática de primer año. Sus principales objetivos son proporcionar asistencia útil al alumno en la construcción de un modelo mental de la máquina nocial de C a través de la visualización detallada de la memoria de *LearnCS!* y sus mensajes de error integrados en las instalaciones de depuración, y para proporcionar que producen consejos que son útiles para el principiante para localizar y corregir

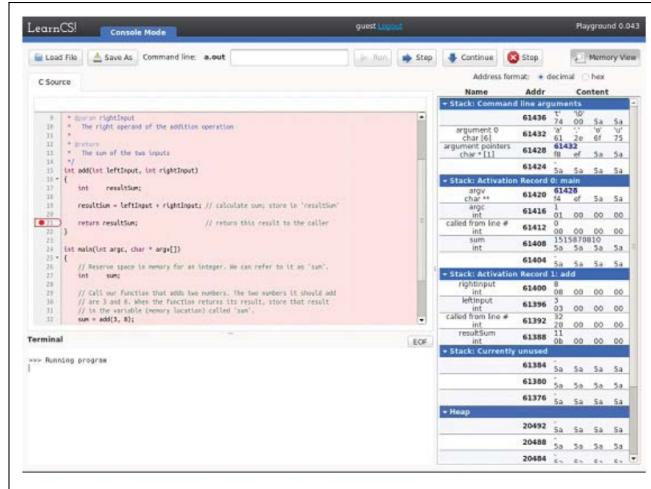


Figura 3.1: Interfaz del sistema LearnCS! (Lipman, 2014)

errores de sintaxis(Lipman, 2014).

LearnCS! se ejecuta en un navegador web y tal como se muestra en la Figura 3.1, ofrece lo siguiente:

1. (Panel superior-izquierdo) Un área de la pantalla dedicada a la edición del programa que se está desarrollando.
2. (Panel derecho) Una representación de la vista de la memoria.
3. (Panel inferior) Una zona de “salida” que contiene una “terminal” para la entrada y salida de texto.
4. (Panel inferior-derecho) Opcionalmente, como se muestra en la figura 3.2, se muestra un área gráfica que permite desarrollar programas más interactivos y más interesantes para los alumnos.

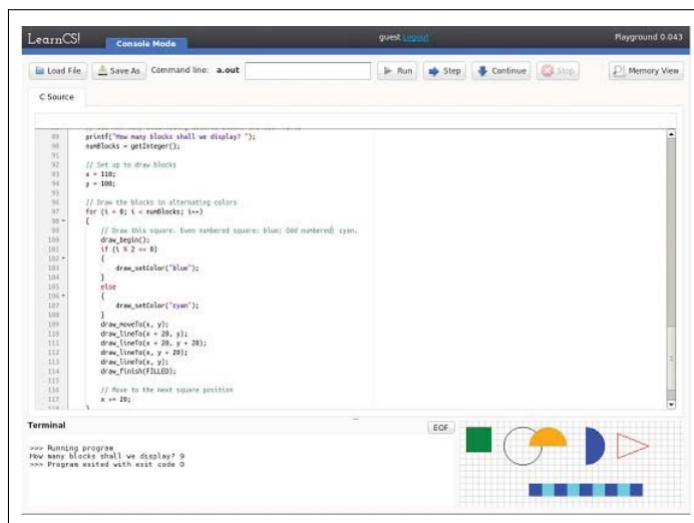


Figura 3.2: Área gráfica para programas más interactivos en LearnCS! (Lipman, 2014)

### **3.1.2. Google Docs**

Google Docs es un conjunto de herramientas online que permiten elaborar documentos, hojas de cálculo, dibujos y diapositivas de manera colaborativa usando solamente un navegador web. Esta herramienta es un gestor de documentos pues a través de ella se pueden subir a la nube todo tipo de archivos y ordenarlos en carpetas así como compartirlos con otros usuarios (Google, 2014).

Para acceder a esta herramienta de colaboración, en primer lugar se debe tener una cuenta de gmail y con ello se obtiene el acceso a Google Docs a través del siguiente link <http://docs.google.com/>. Las funcionalidades más resaltantes que posee GoogleDocs son las siguientes: (Google, 2014)

1. *Crear documentos básicos desde cero.* Con GoogleDocs es posible realizar tareas que corresponden al manejo de documentos de oficina, como crear documentos de texto, hojas de cálculo, presentaciones de diapositivas, y añadirles a todos ellos imágenes, comentarios o fórmulas, entre otras muchas cosas más.
2. *Subir archivos ya creados.* Existe la opción de subir archivos que ya están creados y para ellos, Google Docs acepta la mayoría de formatos de archivos comunes como DOC, XLS, ODT, CSV, PPT, PDF, etc.
3. *Editar un documento.* GoogleDocs posee una barra de herramientas que nos permite aplicar negrita, subrayar, cambiar la fuente, color, etc.
4. *Compartir documentos.* Cuando se edita un documento, existe la opción de invitar a otros usuarios, enviar el documento por correo electrónico, publicarlo como página web, ver quién tiene acceso, etc.
5. *Chatear en tiempo real con otros usuarios.*
6. *Exportar documentos.* Google Docs permite descargar nuestros documentos en el escritorio en archivos Word, Excel, OpenOffice, RTF, PDF, HTML o ZIP.



Figura 3.3: GoogleDocs ([Google](#), 2014)

### **3.1.3. Sistema Web para la enseñanza de Casos de Uso empleando la Técnica de Aprendizaje Cooperativo de Rompecabezas.**

Este sistema es producto de una tesis de grado implementada en la Pontificia Universidad Católica del Perú. El sistema pretende dar soporte a las tres fases que comprende una clase en la cual se emplea la técnica de Jigsaw para lo cual, se construyeron los módulos de Planificación, Ejecución y Evaluación.

El módulo de Planificación permite realizar el diseño de cada sesión de clase. Ahí se plantean los datos de la sesión que serán la base de los objetivos y resultados esperados que permitirán medir el progreso académico de los alumnos.

El módulo de Ejecución se encarga de llevar a cabo la ejecución de una sesión de clase basada en la técnica de Jigsaw. Permite el desarrollo paso a paso desde la lectura de materiales, documentos y casos hasta la diagramación de la solución que brinden cada uno de los grupos Jigsaw y Expertos. En este módulo se cuenta con foros de discusión que permiten la comunicación entre los miembros de cada grupo.

Por último se tiene el módulo de Evaluación, en el cual se elaboran preguntas y exámenes que luego el profesor aplica a sus alumnos. Estos exámenes son calificados manualmente o de forma automática por el propio sistema.

El sistema fue desarrollado usando una arquitectura Modelo-Vista-Controlador. Se usó Java como plataforma de desarrollo y MySQL como motor de base de datos. A continuación se indican los frameworks utilizados en el sistema:

- Framework J2EE
- Struts 2
- MyBatis
- Librerías AJAX: JQuery, DojoToolKit

El sistema desarrollado consta de 3 módulos que se detallan a continuación:

#### **Planificación**

Este módulo posee las siguientes funcionalidades:

1. Crear dinámica de Curso
2. Consultar información del curso
3. Consultar configuración de dinámica
4. Consultar información de dinámica
5. Actualizar mensaje interno

## Ejecución

Este módulo se encarga de llevar a cabo el desarrollo de una sesión basada en la técnica de aprendizaje colaborativo de rompecabezas. Permite la lectura de materiales y documentos, hasta la elaboración colaborativa de la solución a los diferentes problemas propuestos en los diferentes grupos Jigsaw y Expertos.

El módulo cuenta con herramientas de chat para la comunicación online, así como también de un foro para la discusión de los temas.

Este módulo posee las siguientes funcionalidades:

1. Actualizar publicación en foro
2. Ingresar sesión cooperativa
3. Controlar estado de la dinámica
4. Elaborar casos de uso,.

## Evaluación

En esta parte del sistema es donde se elaboran las preguntas y exámenes por parte del docente y posteriormente se aplican a los alumnos. El sistema permite que estos exámenes sean evaluados manualmente o de forma automática.

Este módulo posee las siguientes funcionalidades:

1. Consultar configuración de evaluación.
2. Consultar corrección de evaluación.
3. Consultar calificación de evaluación.
4. Crear evaluación.
5. Rendir evaluación.
6. Realizar calificación.

Fuente ([Pinzás & Yatsen, 2013](#))

### 3.1.4. CodeBunk

Es una plataforma que permite codificar y compilar en diferentes lenguajes de programación de forma colaborativa y en tiempo real. Algunas de sus funcionalidades son las siguientes:

1. Posee un editor colaborativo que soporta 14 lenguajes de programación, tiene coloración de sintaxis según el lenguaje y brinda un indentado inteligente.
2. Compilar y Ejecutar. La plataforma permite compilar y ejecutar código en Python, Java, C, C++, Ruby, Javascript, entre otros.

The screenshot shows a web-based code editor interface. At the top, there are buttons for 'Run', 'Read Only', 'Share', 'New Bunk', and 'Fork'. A dropdown menu shows 'Python' is selected. Below the menu, there's a list of other languages: Javascript, PHP, Ruby 1.8, Ruby 1.9, Perl, Lua, C, and C++. The main area contains Python code. The code is a script that generates a random array of integers and performs a transformation on it. It includes imports for random and xrange, defines a function named 'f', and uses a for loop to iterate over the array. The code is numbered from 1 to 26.

```
Python
integers and a transformation defined as At[x] = A[x+1] - A[x].
array transformed k times.

Javascript
PHP
Ruby 1.8
Ruby 1.9
Perl
Lua
C
C++

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
```

Figura 3.4: Interfaz gráfica de Codebunk ([CodeBunk, 2014](#))

3. Audio y Video Chat.
4. Code playback. Permite repetir la historia de los cambios realizados en el código.
5. Equipos. Permite crear equipos de trabajo e invitar a otros usuarios a colaborar en el desarrollo de un programa.

### 3.1.5. Análisis comparativo

Las cuatro herramientas para el aprendizaje colaborativo que se han estudiado hasta el momento son resumidas y comparadas en el siguiente cuadro, en el cual se podrá apreciar las características que nos ofrece cada una de las cuatro aplicaciones presentadas anteriormente.

Tabla 3.1: Herramientas para el aprendizaje colaborativo

CARACTERÍSTICAS	LearnCS	Google Docs	Sistema PUCP	Code Bunk
◊ Permite desarrollar código fuente	✓	✗	✗	✓
◊ Permite desarrollar código fuente de forma colaborativa	✗	✗	✗	✓
◊ Posee un representación de la memoria del computador	✓	✗	✗	✗
◊ Muestra mensajes de error	✓	✗	✗	✓
◊ Permite crear y editar documentos de texto, hojas de cálculo y diapositivas	✗	✓	✗	✗
◊ Permite compartir documentos con otros usuarios	✗	✓	✗	✓
◊ Permite la comunicación a través de un Chat	✗	✓	✗	✓
◊ Permite diseñar una sesión de clase jigsaw	✗	✗	✓	✗
◊ Permite tomar y calificar evaluaciones	✗	✗	✓	✗
◊ Permite la comunicación a través de un foro de discusión	✗	✓	✓	✗
◊ Permite elaborar casos de uso	✗	✗	✓	✗
◊ Posee coloración de sintaxis de código fuente	✓	✗	✗	✓
◊ Visualización de resultados de ejecución	✗	✗	✗	✓
◊ Historial de revisiones de código	✗	✓	✗	✓
◊ Creación de equipos colaborativos	✗	✓	✗	✓
◊ Posee un banco de preguntas de programación	✗	✗	✗	✗

## 3.2. Técnicas para el aprendizaje colaborativo

### 3.2.1. Jigsaw

Jigsaw es una técnica de aprendizaje colaborativo y recientemente ha sido aplicada por [Buhr, Hefflin, White, y Pinheiro \(2014\)](#) a un grupo de estudiantes de medicina de la Universidad de Duke tal y como se describe en el artículo “*Using the Jigsaw Cooperative Learning Method to Teach Medical Students About Long Term and Postacute Care*”. En este estudio se desarrolló una experiencia colaborativa usando la técnica de Jigsaw para exponer a los estudiantes sobre el cuidado intensivo a largo plazo (LTPAC - Long Term and Post Acute Care) y así lograr que ellos conozcan las herramientas y roles del personal involucrado en este tipo de cuidados de pacientes en un asilo de ancianos. Para alcanzar este objetivo, pequeños grupos de estudiantes de medicina realizaron entrevistas al personal de LTPAC sobre sus respectivos roles. Estos grupos posteriormente fueron reorganizados en nuevos grupos conteniendo un estudiante de cada grupo original más un moderador y cada estudiante en los nuevos grupos tuvo que explicar sobre el rol del profesional LTPAC al cual había entrevistado ([Buhr y cols., 2014](#)).

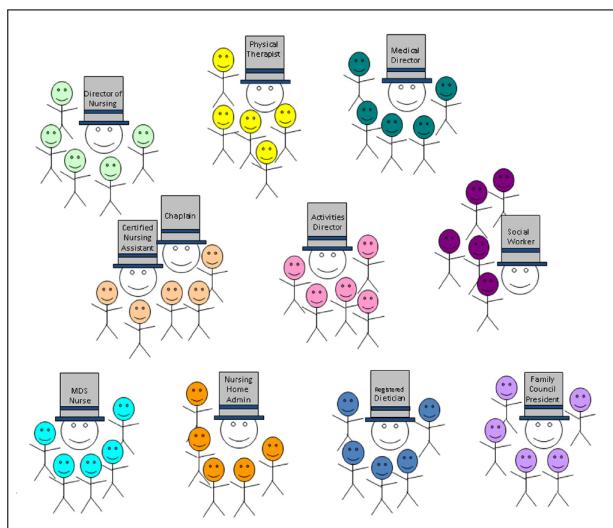


Figura 3.5: Jigsaw Paso 1  
Fase de reunión de grupos de expertos ([Buhr y cols., 2014](#))

Los objetivos del ejercicio jigsaw realizado fueron para definir LTPAC, identificar cuáles son los alcances de este tipo de servicios que se brindan a los pacientes y describir los roles de los miembros del equipo que laboraba en el asilo de ancianos. Para esto, 10 miembros claves del equipo LTPAC fueron identificados y un total de 50 estudiantes fueron divididos en 10 grupos expertos. A cada grupo experto le fue asignado de 30 a 45 minutos para encontrar y entrevistar a 1 miembro del equipo LTPAC(Ver figura 3.5). Cada estudiante en el grupo tenía que convertirse en un experto sobre el rol del miembro que le fue asignado. Después de las entrevistas, los estudiantes tuvieron un tiempo de 15 minutos para debatir en sus grupos de expertos sobre los aspectos más resaltantes del rol del profesional al que entrevistaron. Finalmente, los grupos fueron reorganizados conteniendo un estudiante experto de cada grupo original así como un moderador(Ver figura 3.6). Lo nuevos grupos Jig-

saw se reunieron por 1 hora durante la cual cada estudiante expuso los resultados de la entrevista que había realizado al profesional LTPAC del asilo (Buhr y cols., 2014).

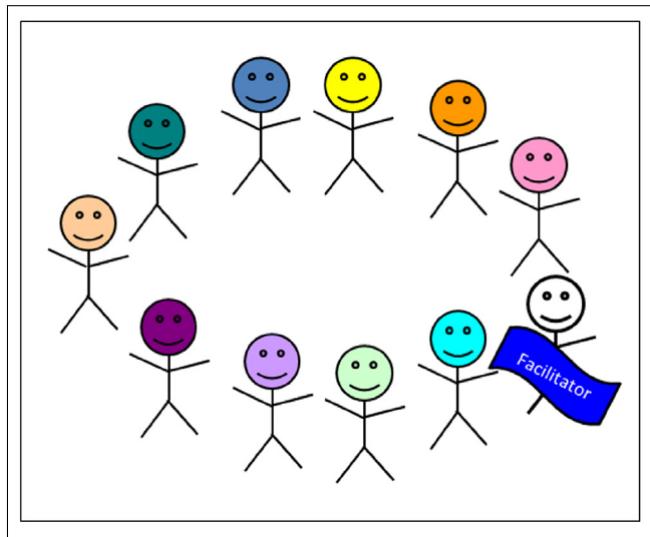


Figura 3.6: Jigsaw Paso 2  
Fase de reunión de grupos Jigsaw dirigidos por un moderador (Buhr y cols., 2014)

La efectividad de esta experiencia de aprendizaje fue medida a través de los comentarios por escrito de los estudiantes y el personal LTPAC así como también a través de una encuesta con una escala de 5 puntos donde 1 reflejaba malo y 5 significaba bueno. Los estudiantes también fueron evaluados con un examen de conocimientos sobre el tema tratado en la actividad desarrollada en el asilo. Los resultados de este examen indicaron que los estudiantes aprendieron los roles del personal LTPAC de forma satisfactoria. En general, el ejercicio jigsaw fue bien recibido por todos los participantes y mostró ser un medio eficaz para introducir a los estudiantes de medicina en el mundo del cuidado de ancianos (Buhr y cols., 2014).

### 3.2.2. Pair Research

En el estudio “*Pair Research: Matching People for Collaboration, Learning, and Productivity*” elaborado por Miller, Zhang, Gilbert, y Gerber (2014) se describe una nueva forma de interacción denominada “*Pair Research (Investigación en pares)*” que permite incrementar la productividad, el aprendizaje y la colaboración entre los diferentes grupos de investigación. A lo largo del artículo, los autores detallan un forma de cómo elaborar los grupos y además presentan los resultados obtenidos, los cuales mostraron que los miembros de los equipos usaban la investigación en pares en diferentes maneras incluyendo programación en pares, lluvia de ideas, recolección de data y análisis.

Pair Research es una generalización de la programación en pares. Cada semana, los miembros de los grupos son emparejados guidados por algoritmo de emparejamiento. Cada pareja se reune por una a dos horas de las cuales la mitad del tiempo

es dedicado a trabajar en el proyecto de la otra persona. El trabajo puede ser cualquier actividad relacionada a programación, pruebas, diseño, recolección de datos y análisis, lluvia de ideas y asesoría. La siguiente semana, se forman nuevas parejas y el proceso se repite.

[Miller y cols. \(2014\)](#) elaboraron un prototipo de hoja de cálculo para gestionar la investigación en pares de tal forma que cada semana, el sistema automáticamente hacía recordar a los miembros del grupo que envían en qué necesitaban ayuda y en qué aspecto cada uno podía ayudar al resto para luego realizar el respectivo emparejamiento y notificar a cada miembro quien sería su siguiente pareja. Lo principal del prototipo elaborado (Ver figura 3.7) es la matriz de preferencias para el emparejamiento de personas. Cada semana, los miembros de cada grupo especificaban la ayuda que necesitaban en esa semana como por ejemplo: “depurar programa en Django” o “revisar un informe”. Otros miembros luego completaban la matriz de preferencias de acuerdo a si podían o estaban interesados en ayudar en algún tema en específico; Para esto, ellos tenían que colocar un número según si preferencia siendo 1 el número que refleja mayor interés, -1 el mayor desinterés y 0 indicaba neutro ([Miller y cols., 2014](#))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	<b>Paired Research</b> for the week of 13-May-2013																	
2	what help can you provide?																	
3	fill out the column below your name, using: 1 if you can help that person -1 if you definitely can't help 0.5 if you're in between																	
4	In the ready column, "now" means you're available for paired research this week; otherwise put in when you'll be available for paired research again.																	
5	ready	group	can pair with	what help do you need?	Tish Schenck <tischen@gmail.com>	Kenya Rey <kenyay@gmail.com>	Heju Rey <heju@gmail.com>	Roland Mallon <roland.mallon@gmail.com>	Alba Choudhury <albabrata@gmail.com>	Mandeep Singh <mandeep.singh@gmail.com>	Judy Consiglio <jconsiglio@gmail.com>	Laveta Syring <laveatas@gmail.com>	Reanna Granger <reanna@gmail.com>	Jackie Buesing <jbuesing@gmail.com>	Reanna Jackie <reanna.jackie@gmail.com>	Asha Lang <asha.lang@gmail.com>	Tama Sax <tamasax@gmail.com>	
6	now	GSU	any group	brainstorming on lifelog photo visualisation													-1	
7	now	GSU	any group														1	
8	now	LID	any group														1	
9	now	LID	any group	thinking about online video learning													1	
10	now	LID	any group														1	
11	now	LID	any group	in-depth idea bounding													1	
12	now	LID	any group														1	
13	now	USW	any group	pilot study													1	
14	now	USW	any group	thesis writing													1	
15	now	USW	any group														1	
16	now	USW	any group														1	
17	now	USW	any group	writing feedback													1	
18	now	USW	any group														1	

**Figura 3.7: Pair Research**  
Hoja de excel utilizada para la matriz de preferencias y emparejamiento ([Miller y cols., 2014](#))

La matriz de preferencias sirve para influir en la asignación de parejas de tal forma que aquellos con preferencia mutua positiva sean siempre emparejados mientras que aquellos con preferencia mutua negativa nunca sean emparejados y además se empareje de forma aleatoria a los miembros con preferencia mutua neutral. Para generar las vinculaciones, el sistema utiliza las preferencias ingresadas para formar un grafo ponderado cuyos nodos representan a los miembros del grupo y el grafo contiene un arco entre dos nodos si y solamente si ambos miembros tienen preferencias no negativas. El peso de una arista entre dos miembros es el promedio de sus preferencias mutuas más un plus siempre que ambos miembros no hayan sido emparejados recientemente. Por otro lado, para el caso de aquellos miembros con preferencias neutrales, el sistema agrega una perturbación aleatoria para hacer la asignación entre dichos miembros del grupo ([Miller y cols., 2014](#)).

La finalidad de la investigación en parejas o investigación en pares fue mejorar

la productividad, el aprendizaje informal y la colaboración. En cuanto a la productividad, los resultados del estudio mostraron que los miembros se sintieron más motivados al trabajar usando esta técnica y realizaron satisfactoriamente sus trabajos asignados. Respecto al aprendizaje, se observó mejoras sobre herramientas específicas, habilidades, trabajos prácticos, aprendizaje sobre los demás miembros de grupo. Finalmente, en cuanto a colaboración, los integrantes de los grupos lograron interactuar con más personas de lo que usualmente lo harían lo cual incrementó sus oportunidades para colaboraciones futuras ([Miller y cols., 2014](#)).

### **3.2.3. Análisis comparativo**

En el siguiente cuadro se resumen las características principales que nos ofrece cada una de las dos técnicas de aprendizaje colaborativo que han sido presentadas en los apartados anteriores.

Tabla 3.2: Técnicas de aprendizaje colaborativo

CARACTERÍSTICAS	JIGSAW	PAIR RESEARCH
◊ Se aprende del compañero	✓	✓
◊ Permite las revisiones de trabajo constantes	✗	✓
◊ Desarrolla la creatividad	✓	✓
◊ Mejora la comunicación del estudiante	✓	✓
◊ Favorece el aprendizaje del tema a tratar	✓	✓
◊ Existe un método para generar los emparejamientos	✗	✓
◊ Se requiere la dirección de un profesor	✓	✗
◊ Permite evitar conflictos interpersonales	✗	✓
◊ Favorece la integración con nuevas personas	✓	✗
◊ El alumno elige con quién trabajar	✗	✓
◊ Los grupos se forman según estilos de aprendizaje	✗	✗

### **3.3. Frameworks para aplicaciones web**

#### **3.3.1. GoogleDrive Realtime API**

La API de GoogleDrive en tiempo real ofrece el trabajo colaborativo como un servicio para los archivos en Google Drive a través del uso de las transformaciones operativas. El API es una biblioteca JavaScript que ofrece a los desarrolladores objetos de colaboración, eventos y métodos para la creación de aplicaciones en las cuales se puedan realizar tareas colaborativas.

Esta API permite a los desarrolladores diseñar un modelo de datos común que se ve como un modelo local en memoria. Se pueden escribir código para manipular listas, arrays, matrices, maps, y objetos javascript propios del desarrollador. Cada vez que se modifique un modelo de datos, éste automáticamente cambiará para todos los usuarios presentes en el documento.

La API está basada en la misma tecnología de colaboración usada por GoogleDocs y por ello, cada vez que un modelo de datos es modificado, el cambio es aplicado inmediatamente a la copia local del documento y luego, la API envía una representación del cambio al servidor de tal forma que el cambio es guardado en el documento y comunicado a los demás colaboradores.

La API en tiempo real se encarga de todos los aspectos de la transmisión de datos, el almacenamiento y la resolución de conflictos cuando varios usuarios están editando un archivo. En general, la API nos brinda lo siguiente:

1. Funciones para cargar y trabajar documentos en tiempo real.
2. Objetos construidos colaborativamente(cadenas, listas, y mapas).
3. La capacidad de crear objetos propios que puedan personalizarse.
4. Eventos para la detección de cambios en el modelo de colaboración y detección del ingreso o salida de colaboradores.

La API en tiempo real de GoogleDrive proporciona todas las herramientas que se necesitan para crear una aplicación colaborativa que no necesita correr en nuestro propio servidor.

#### **3.3.2. Ideone API - Sphere Engine**

Sphere Engine, antes conocida como Ideone API, permite a los usuarios ejecutar código en múltiples lenguajes de manera online. Ideone es un compilador y una herramienta de depuración que soporta más de 60 lenguajes de programación. A través de la API, los desarrolladores pueden crear sus propias aplicaciones con fines educativos, personales o de negocios. Sphere Engine es un servicio web el cual puede ser accedido a través de protocolo SOAP.

Esta API posee las siguientes funcionalidades:

1. Permite subir código fuente y compartirlo con otros usuarios.

2. Permite ejecutar el código fuente con una data inicial en el lado servidor y en más de 60 lenguajes de programación diferentes.
3. Permite descargar los resultados obtenidos en la ejecución del código fuente(salida, errores, información de compilación, tiempo de ejecución, uso de memoria, etc).

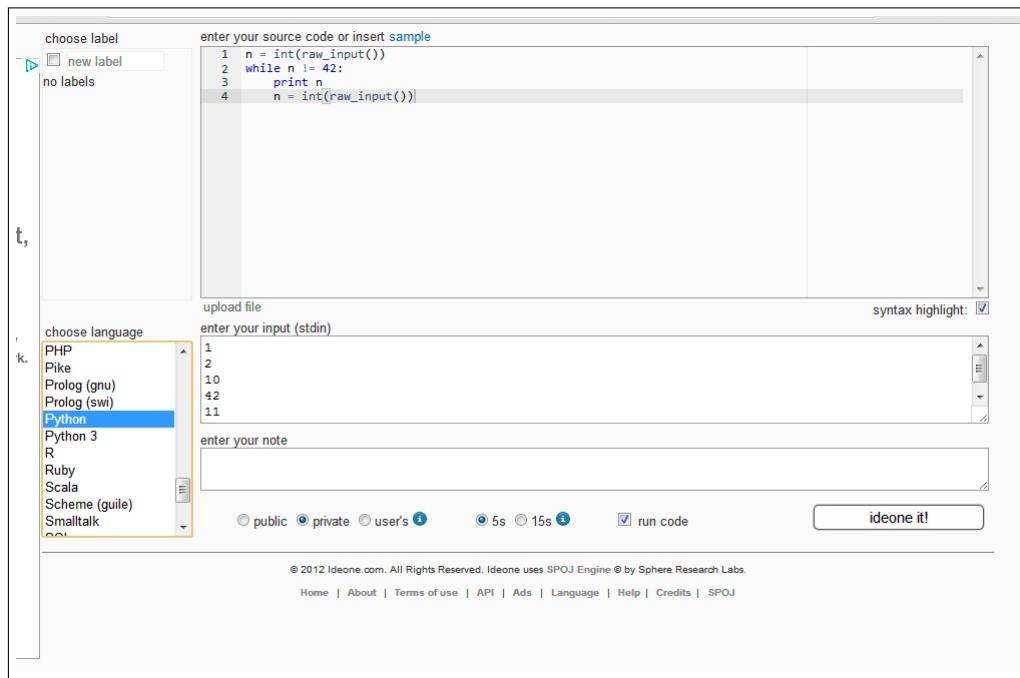


Figura 3.8: Interfaz gráfica de Ideone ([Ideone, 2014](#))

### 3.3.3. Análisis comparativo

Tanto la API de GoogleDrive como la API de Ideone ofrecen características importantes para la elaboración de aplicaciones web de tiempo real, las mismas que se detallan en el siguiente cuadro comparativo.

Tabla 3.3: Frameworks para aplicaciones web.

CARACTERÍSTICAS	Google Drive Realtime API	Ideone API - Sphere Engine
<ul style="list-style-type: none"><li>◊ Se implementa a través de Javascript</li><li>◊ Creación y edición de listas, arrays, matrices, maps, objetos javascript personalizados</li><li>◊ Detección de cambios</li><li>◊ Detección de ingreso o salida de colaboradores</li><li>◊ Ejecutar código en múltiples lenguajes de manera online</li><li>◊ Servicio web vía protocolo SOAP</li><li>◊ Permite cargar código fuente</li><li>◊ Permite ejecutar código fuente</li><li>◊ Permite subir data de prueba inicial</li><li>◊ Permite descargar los resultados obtenidos en la ejecución</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓</li><li>✓</li><li>✓</li><li>✓</li><li>✗</li><li>✗</li><li>✗</li><li>✗</li><li>✗</li><li>✗</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✗</li><li>✗</li><li>✗</li><li>✗</li><li>✓</li><li>✓</li><li>✓</li><li>✓</li><li>✓</li><li>✓</li></ul>

## **3.4. Análisis del estado del arte**

En este capítulo se presentaron algunas herramientas que sirven para el aprendizaje colaborativo. No obstante, para objetivos de esta tesis, se requiere un sistema que permita crear sesiones de clase jigsaw y tomar examenes, pero que estas clases y examenes sean sobre temas de algoritmos y programación siendo necesario entonces que el sistema permita al alumno desarrollar y compilar código fuente de forma colaborativa: características que los sistemas descritos en la [Tabla 3.1](#) no las poseen de manera completa e integrada.

El sistema que se pretende desarrollar estará basado en el proceso para la elaboración de sesiones de clase usando la técnica de Jigsaw en la cual, tanto los grupos expertos y grupos jigsaw serán generados aleatoriamente por el sistema, garantizando así una mayor interacción entre los estudiantes, especialmente entre aquellos que se conocen por primera vez. [Tabla 3.2](#).

El sistema a desarrollar también tendrá la particularidad de que permitirá a los estudiantes trabajar de forma colaborativa en la elaboración de archivos de código fuente, los cuales serán producto de las respuestas que dichos estudiantes darán a los problemas que les plantee el profesor durante la sesión de clase jigsaw. Por ende, para lograr este objetivo y tener dicha funcionalidad en el sistema, se usará la API de Ideone cuyas características se presentaron en la [Tabla 3.3](#).

# Capítulo 4

## Aporte práctico

En este capítulo se expone el desarrollo del Sistema Jigsaw Coding, el cual será realizado usando las mejores prácticas de RUP. También se describirá el uso de este sistema y se definirán las métricas que permitirán medir la calidad del software implementado.

### 4.1. Metodología de desarrollo

Como ya se mencionó anteriormente, el Sistema Jigsaw Coding será elaborado usando las mejores prácticas de RUP, el mismo que a continuación se describe brevemente:

EL Proceso Unificado Rational(RUP) es un proceso de ingeniería de software que provee un enfoque para la asignación de tareas y responsabilidades durante el desarrollo de un software. Este tiene como objetivo asegurar la producción de un producto software de alta calidad que satisfaga los requerimientos de los usuarios finales dentro de un tiempo y presupuesto establecido ([IBM, 2014](#)). RUP, divide el proceso de desarrollo en fases y agrupa las diversas tareas y actividades en disciplinas, permitiendo organizar eficientemente cada uno de los artefactos que serán producto del desarrollo del sistema. [Figura 4.1](#)

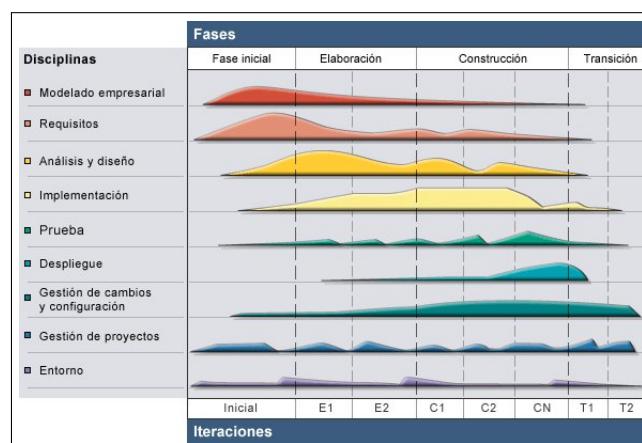


Figura 4.1: Proceso de desarrollo de software - RUP ([Rational Method Composer, 2014](#))

Así mismo, RUP también es una guía para usar de manera efectiva el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) que no es más que un lenguaje estándar que permite comunicar claramente los requerimientos, arquitecturas y diseños ([IBM, 2014](#)).

Para el desarrollo del Sistema Jigsaw Coding, se establecerán iteraciones semanales en las cuales se irá desarrollando cada una de las fases en las que RUP divide el ciclo de desarrollo de software: Inicio, Elaboración, Construcción y Transición. Los artefactos que serán entregados durante el proceso de desarrollo del sistema propuesto en esta tesis se mencionan en la [Tabla 4.1](#). Además, dichos artefactos se encuentran agrupados según la disciplina a la que pertenecen.

Tabla 4.1: Artefactos del proceso de desarrollo del Sistema Jigsaw Coding

DISCIPLINA RUP	ARTEFACTO
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modelo de caso de uso</li><li>• Especificaciones de casos de uso</li><li>• Especificaciones suplementarias</li></ul>
Análisis y diseño	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagrama de clases</li><li>• Modelo de datos</li><li>• Prototipos de interfaz de usuario</li><li>• Documento de arquitectura de software</li></ul>
Implementación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Código fuente</li><li>• Sistema web desplegado</li></ul>

## 4.2. Desarrollo del Sistema Jigsaw Coding

En esta sección se presenta una descripción a alto nivel sobre los artefactos elaborados durante el proceso de desarrollo del sistema.

### 4.2.1. Modelo de casos de uso

El modelo de casos de uso permite mostrar de manera general las funcionalidades del sistema. Inicialmente, se indica el catálogo de actores que interactúan con el sistema y luego se presenta la descripción de los casos de uso más resaltantes. La especificación de todos los casos de uso se encuentra en el [Apéndice A](#).

Los casos de uso son una forma de especificación de requisitos funcionales. Un caso de uso es la descripción de una secuencia de interacciones entre el sistema y uno o más actores.

#### Catálogo de actores

En la [Figura 4.2](#) se puede ver los actores que participan en el Sistema Jigsaw Coding y en la [Tabla 4.2](#) se encuentra una breve descripción de cada uno de ellos.

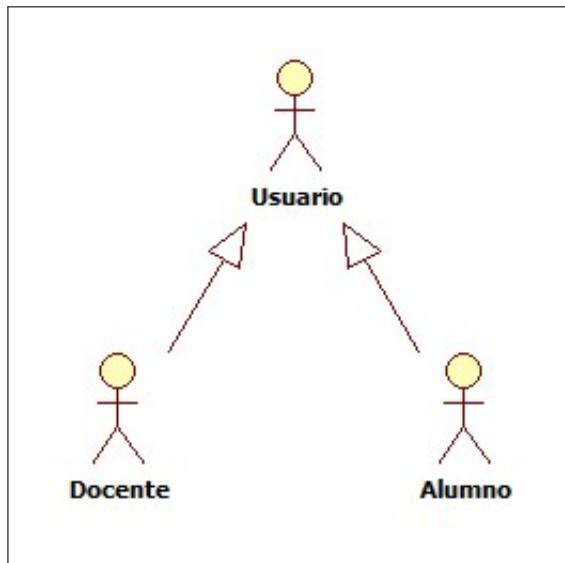


Figura 4.2: Diagrama de actores

Tabla 4.2: Actores

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Usuario	Persona que usará el sistema web de tiempo real para el aprendizaje colaborativo.

Docente	Es la persona responsable de crear y dirigir las sesiones de clase que serán aplicadas a los alumnos. Además, el docente es el responsable de las evaluaciones que rendirán los alumnos una vez terminada cada sesión de clase.
Alumno	Es la persona que será instruida en temas de algoritmos y programación a través de cada sesión diseñada por el docente.

## Casos de uso

En la tabla siguiente se presenta la descripción breve de los casos de uso obtenidos para el Sistema Jigsaw Coding, estos son especificados de una manera más detallada en el [Apéndice A](#)

Tabla 4.3: Casos de uso

CASO DE USO	DESCRIPCIÓN
Registrar alumno	Este caso de uso define los pasos que el usuario con perfil docente debe seguir para poder registrar un alumno en el sistema.
Crear Problema	El caso de uso crear problema detalla la interacción entre el sistema y el usuario docente cada vez que éste necesite crear un problema o ejercicio en el sistema.
Crear sesión jigsaw	Este caso de uso describe la secuencia de pasos que se debe seguir para poder crear una sesión de clase basada en la técnica de aprendizaje colaborativo jigsaw.
Asignar alumnos a sesión jigsaw	Las sesiones jigsaw necesitan tener alumnos y ese es el objetivo que tiene este caso de uso.
Generar grupos	Mediante este caso de uso, el Sistema Jigsaw Coding realiza la creación de grupos expertos y grupos jigsaw y a cada uno de ellos les asigna alumnos de forma aleatoria.
Asignar problemas a grupos expertos	En este caso de uso se describe cómo el usuario docente puede asignar un problema a cada grupo experto generado por el sistema para una determinada sesión jigsaw.
Crear examen	El caso de uso detalla la manera en la que el usuario docente puede crear un examen, el mismo que será usado para la fase de evaluación de la sesión jigsaw.

Definir horario de reunión de expertos	Este caso de uso sirve para establecer la fecha y hora de inicio de la reunión de expertos así como su respectiva duración.
Definir horario de reunión jigsaw	Este caso de uso sirve para establecer la fecha y hora de inicio de la reunión jigsaw así como su respectiva duración.
Definir horario de examen	Este caso de uso sirve para establecer el intervalo de tiempo en el cual se puede acceder a examen así como también su respectiva duración.
Unirse a reunión de expertos	Este caso de uso le sirve al usuario alumno para poder ingresar a la reunión de expertos y desarrollar el problema asignado junto con los demás integrantes del grupo.
Unirse a reunión jigsaw	Este caso de uso le sirve al usuario alumno para poder ingresar a la reunión jigsaw y desarrollar los respectivos problemas junto con los demás integrantes del grupo.
Resolver problema	El caso de uso describe la interacción entre el usuario alumno y el sistema cada vez que se requiere resolver un problema asignado por el usuario docente.
Rendir examen	El caso de uso le permite al usuario alumno acceder al examen y visualizar cada una de las preguntas que debe resolver.
Consultar al grupo	Este caso de uso describe la manera en la que un usuario alumno puede consultar con los demás integrantes de su grupo experto o grupo jigsaw.

El Sistema Jigsaw Coding tiene como característica principal el permitir a los usuarios de perfil alumno poder resolver problemas de programación que el docente asigne para la sesión jigsaw. Este requisito está descrito en el caso de uso **Resolver problema** que se presenta en la [Figura 4.3](#).

Como se observa en la [Figura 4.3](#), el caso de uso Resolver problema se encuentra como parte de los casos de uso Unirse a reunión de expertos, Unirse a reunión jigsaw y Rendir examen, y esto es porque, en cada una de las fases de la sesión jigsaw que se elabora en el sistema, se asignan problemas de algoritmos y programación que los alumnos deben desarrollar ya sea de manera grupal, o individual cuando se trata de un examen. El desarrollo de estos problemas se realiza en un editor de código fuente y luego se compila para obtener los resultados de la solución elaborada. En la tabla [Tabla 4.4](#) se muestra la descripción del caso de uso resolver problema así como también su correspondiente flujo básico. Para más detalle ver [Apéndice A](#).

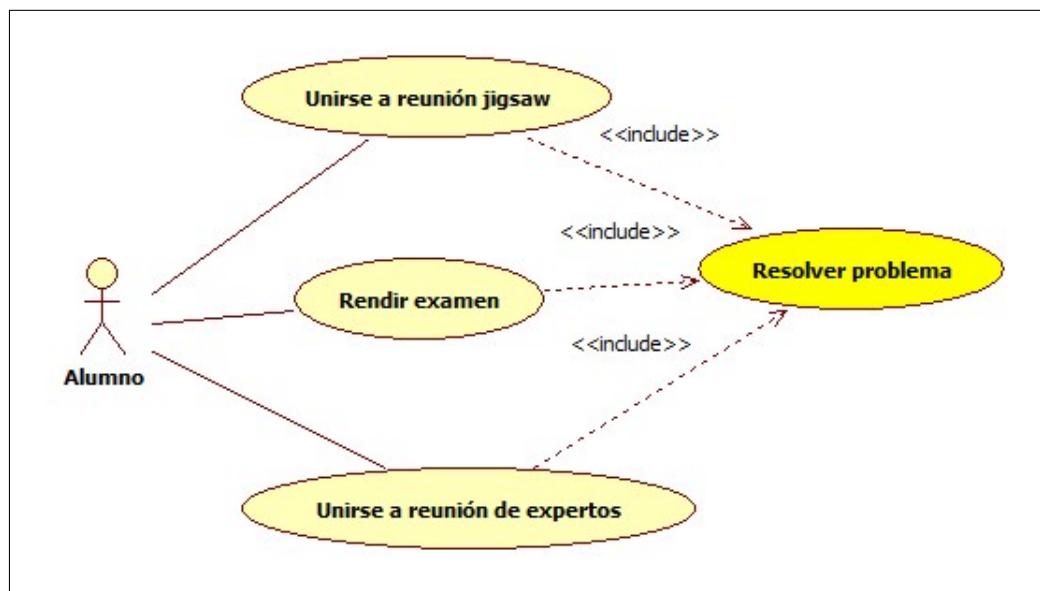


Figura 4.3: Caso de uso Resolver problema

Tabla 4.4: Caso de uso resolver problema.

Descripción	El caso de uso inicia cuando el alumno ingresa a una reunión o a un examen en el cual debe desarrollar un problema asignado por el docente.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El alumno escribe la solución al problema en el editor de código fuente.</li> <li>2. El alumno ingresa los datos de prueba en el panel correspondiente.</li> <li>3. El alumno selecciona la opción Compilar para compilar su código fuente.</li> <li>4. El sistema compila y ejecuta el código del alumno.</li> <li>5. El sistema muestra los resultados de la ejecución.</li> </ol>

#### 4.2.2. Arquitectura del Sistema

En esta sección se provee una vista general de la arquitectura para el Sistema Jigsaw Coding, la misma que permite tener una visión sobre la estructura del sistema, funcionalidades y demás aspectos técnicos que el sistema requiere. Para un mayor detalle de la arquitectura, revisar el [Apéndice C](#).

La meta principal del Sistema Jigsaw Coding es que opere sobre una plataforma web y para esto es necesario utilizar herramientas y tecnologías que permitan desarrollar sistemas web. Además debe tenerse en cuenta ciertos frameworks que ayuden en la elaboración de la parte colaborativa del sistema.

#### PlayFramework 2.2.4

Play es framework open source de Java y Scala que integra componentes y APIs necesarios para el desarrollo moderno de aplicaciones web. Play sigue el patrón de arquitectura Modelo - Vista - Controlador y uno de sus objetivos es optimizar la productividad del desarrollador a través del uso de configuraciones estandarizadas, recompilación automática del código fuente y la visualización de errores directamente en el navegador.

#### Vista lógica

Tal como se muestra en el diagrama de clases de la [Figura 4.4](#), el Sistema Jigsaw Coding permite el acceso a Usuario lo cuales pueden ser de dos tipos: Docente o Alumno. El docente puede crear problemas y además es el encargado de crear las sesiones jigsaw. El docente también es quien crea los exámenes, los cuales están conformados por un conjunto de problemas y cada examen es resuelto por los alumnos,

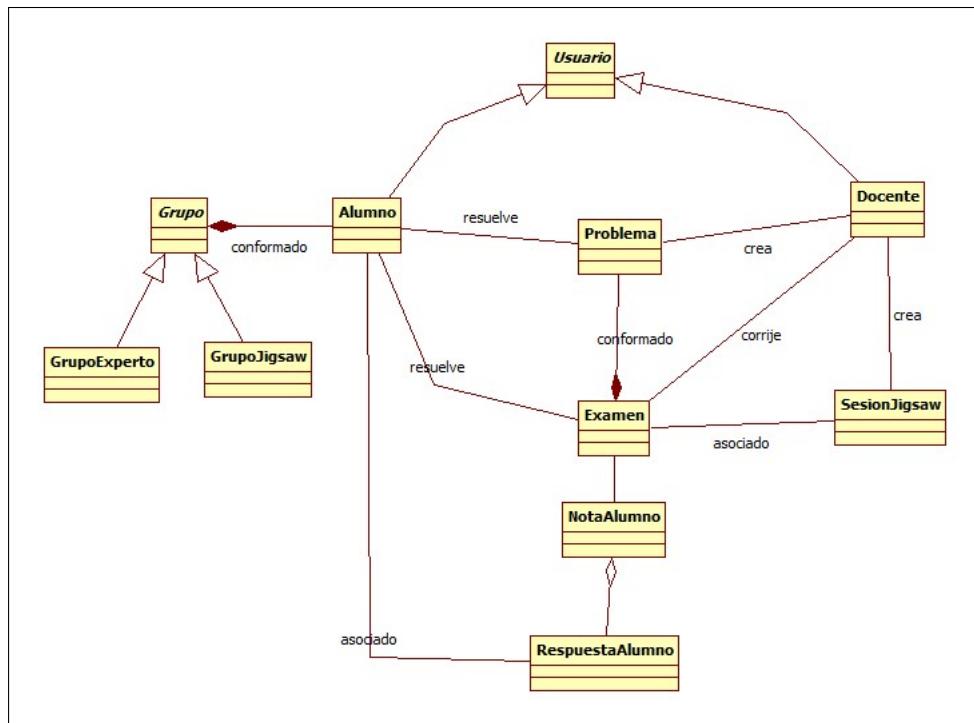


Figura 4.4: Diagrama de Clases

quienes para tal objetivo, deben resolver los problemas que componen cada examen. Por otro lado, los alumnos también resuelven problemas cada vez que se encuentran dentro de un grupo de expertos o un grupo jigsaw. Naturalmente, los exámenes son evaluados por el docente y éste les asigna una nota a cada una de las respuestas que los alumnos envía al terminar su examen.

### Vista de Desarrollo

La vista de desarrollo muestra el sistema desde la perspectiva del programador y se ocupa de la gestión del software a implementar. Esto es, en esta vista se describe cómo estará dividido el sistema Jigsaw Coding en paquetes y las dependencias que hay entre ellos. Ver [Figura 4.5](#).

- **controllers**

Este paquete contiene todas las clases Controladores que sirven para gestionar el ruteo de páginas del sistema.

- **models**

En este paquete se encuentran las clases de Servicios, Entidades y Acceso a Datos que son requeridas para el sistema.

- **views**

Este paquete contiene todas las plantillas (*\*.scala.html*) que permitirán renderizar las páginas web del sistema.

## 4.3. Uso del Sistema Jigsaw Coding

El Sistema Jigsaw Coding es un aplicativo web que permite crear sesiones de clase basadas en la técnica de aprendizaje colaborativo de rompecabezas o también

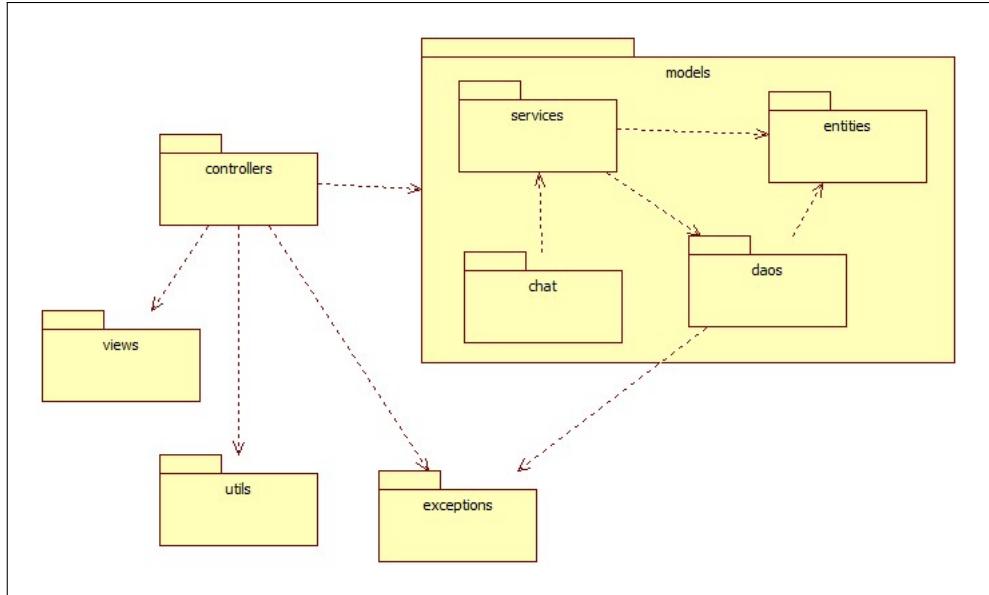


Figura 4.5: Diagrama de Paquetes

llamada técnica jigsaw. Estas sesiones de clase están orientadas a la resolución de ejercicios y problemas relacionados con temas de algorítmica y programación en lenguajes Java, C++ y Python.

El sistema posee dos perfiles de usuario: Docente y Alumno. El primero permite al usuario crear ejercicios y problemas de algoritmos y programación. Dentro del perfil docente, el usuario tiene la capacidad para crear a los usuarios alumnos que participarán en la sesión de clase jigsaw para luego asignarlos a las sesiones jigsaw para que el sistema genere los grupos expertos y grupos jigsaw. Posteriormente a ello, el usuario con perfil docente podrá asignar a cada grupo experto un problema o ejercicio a resolver, y luego asignar la fecha y duración para cada fase de la dinámica jigsaw (Reunión de Expertos, Reunión Jigsaw y Evaluación). Para la fase de evaluación, el sistema permite al usuario crear diversos exámenes con problemas y ejercicios a los cuales se les asigna un puntaje; luego, cada examen se asigna a una determinada sesión jigsaw. Finalmente, el usuario docente podrá calificar la solución que cada uno de los participantes de la sesión jigsaw elabore para un determinado examen.

En el perfil Alumno, el usuario puede participar de las reuniones de expertos y reuniones jigsaw, en las cuales se deberá resolver los problemas asignados a cada grupo experto o jigsaw. Esta soluciones serán construidas de forma colaborativa entre todos los miembros de cada grupo. El sistema brinda al usuario un chat para poder comunicarse con los demás integrantes de su grupo experto o jigsaw. Es importante resaltar también, que durante la resolución de cada problema el usuario puede ir ejecutando el código fuente y ver los resultados de dicha ejecución. Cuando el usuario se encuentre en la fase de evaluación, éste podrá resolver su examen de forma individual y dentro del tiempo establecido por el docente.

Figura 4.6: Sistema Jigsaw Coding - Login

The login form is titled "JIGSAW CODING". It features two input fields: "Ingresé su email" and "Ingresé su password". Below these is a blue "Ingresar" button. At the bottom right of the form is a link "¿Olvidaste tu password?". In the top right corner of the entire window, there is a message "Aún no tienes una cuenta?" and a blue "Regístrate" button.

Figura 4.7: Sistema Jigsaw Coding - Regístrate

The registration form is titled "NUEVO DOCENTE". It contains several input fields: "Nombres" (with placeholder "Ingresé su nombre"), "Apellido Paterno" (placeholder "Ingresé su apellido materno"), "Apellido Materno" (placeholder "Ingresé su apellido materno"), "DNI" (placeholder "Ingresé su DNI"), "Email" (placeholder "Ingresé su email"), "Contraseña" (placeholder "Ingresé su contraseña"), "Confirmar Contraseña" (placeholder "Repita su contraseña"), and "Sexo" (radio buttons for "Masculino" and "Femenino"). A blue "Registrar" button is located at the bottom right. In the top right corner, there is a link "¿Ya tienes una cuenta?" and a blue "Login" button.

### 4.3.1. Login

Para acceder al Sistema Jigsaw Coding, el usuario debe estar su **email** y su **password** en el formulario que se muestra en la [Figura 4.6](#).

Si el usuario no está registrado en el sistema, debe ingresar a la opción **Regístrate** y completar los datos solicitados por el sistema. [Figura 4.7](#). Luego de este paso, el usuario tendrá acceso al sistema a través de un perfil Docente.

Si el acceso al sistema se dió exitosamente, entonces el usuario podrá visualizar la página de inicio con todas las opciones permitidas para el perfil docente. [Figura 4.8](#).

### 4.3.2. Problemas

Al acceder al módulo problemas, el usuario visualizará el listado de problemas que ha creado hasta el momento y en dicho listado, se mostrará el título y enunciado de cada problema. Además se podrá filtrar los problemas según el título o enunciado. [Figura 4.9](#).

#### Crear problema

Para crear un nuevo problema se debe acceder a menú Problemas y luego presionar el botón **Nuevo problema**. [Figura 4.10](#). Luego, se debe ingresar el título y

Figura 4.8: Sistema Jigsaw Coding - Bienvenido



Figura 4.9: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo Problemas

Título	Enunciado del problema	Opción
Hola mundo	Elaborar un programa que imprima el mensaje "Hola Mundo"	editar
Fibonacci	Calcular los n primeros términos de la serie de Fibonacci	editar
Suma	Determinar un algoritmo que permita determinar la suma de 2 números	editar
Asteriscos	Diseñar un algoritmo que muestra la siguiente serie	editar

enunciado del problema y presionar el botón **Guardar**.

### Editar problema

En la página principal del módulo Problemas se puede ver cada problema creado y para cada uno, existe un botón que permite editar dicho problema. Con esta opción se puede modificar el título o enunciado del problema y también se puede eliminar dicho problema del sistema. Ver figura Figura 4.11.

### 4.3.3. Alumnos

Al acceder al módulo alumnos, el usuario visualizará el listado de alumnos registrados hasta el momento y en dicho listado, se mostrarán los apellidos, nombres y dni de cada alumno. Además se podrá filtrar dichos alumnos con opción Buscar. Figura 4.12.

Figura 4.10: Sistema Jigsaw Coding - Nuevo problema

The screenshot shows a modal window titled 'NUEVO PROBLEMA' (New Problem). It contains two input fields: 'Titulo' (Title) and 'Enunciado' (Statement). Below the fields are two buttons: 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel).

JIGSAW CODING Problemas Alumnos Exámenes Sesiones jigsaw Leibnitz Pavel Rojas Bustamante ▾

NUEVO PROBLEMA

Titulo:

Enunciado:

Guardar Cancelar

Figura 4.11: Sistema Jigsaw Coding - Editar problema

The screenshot shows a modal window titled 'EDITAR PROBLEMA' (Edit Problem). It displays the existing title 'Hola mundo' and statement 'Elaborar un programa que imprima el mensaje "Hola Mundo"' in their respective fields. Below the fields are three buttons: 'Guardar' (Save), 'Cancelar' (Cancel), and a red button labeled 'Borrar problema' (Delete problem).

JIGSAW CODING Problemas Alumnos Exámenes Sesiones jigsaw Leibnitz Pavel Rojas Bustamante ▾

EDITAR PROBLEMA

Titulo: Hola mundo

Enunciado: Elaborar un programa que imprima el mensaje "Hola Mundo"

Guardar Cancelar

Borrar problema

Figura 4.12: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo Alumnos

DNI	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres	QR	Opciones
11111111	Rondo	Gutierrez	Gustavo	GRG	
12345678	Rojas	Bustamante	Martin	MRB	
22222222	Erazo	Gonzales	Daniel	DEG	
33333333	Cano	Erazo	Franco	FCE	
47614910	Malpica	Martinez	Silvana	SMM	

## Registrar alumno

Para registrar un nuevo alumno se debe acceder a menú Alumnos y luego presionar el botón **Nuevo Alumno**. [Figura 4.13](#). Luego, se debe completar los campos solicitados por el sistema y presionar el botón **Registrar**.

### 4.3.4. Examenes

Al acceder al módulo examenes, el usuario visualizará el listado de examenes registrados hasta el momento y en dicho listado, se mostrará el título del examen y los nombres de los problemas que forman parte del examen. Además se podrá filtrar dichos examenes con opción Buscar. [Figura 4.14](#).

#### Crear examen

Para registrar un nuevo examen se debe acceder a menú Examenes y luego presionar el botón **Nuevo Examen** con lo cual el usuario podrá ver la interfaz para asignar los problemas al examen. [Figura 4.15](#).

La asignación de problemas al examen se realiza siguiendo los pasos descritos a continuación:

1. En el campo **Buscar** escriba el nombre del problema que desea agregar.
2. Haga click en el problema y automáticamente éste se mostrará en el panel del Examen.
3. Presione el botón Agregar pregunta.
4. Haga click en el problema para habilitar las opciones de asignar puntaje al problema y establezca la puntuación para el problema.

Figura 4.13: Sistema Jigsaw Coding - Nuevo Alumno

The screenshot shows a web-based application interface for adding a new student. At the top, there is a navigation bar with links for 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', 'Sesiones jigsaw', and a user profile 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar is a form titled 'Nuevo Alumno' (New Student). The form contains the following fields:

- Nombres**: An input field with placeholder text 'Ingrese su nombre'.
- Apellido Paterno**: An input field with placeholder text 'Ingrese su apellido paterno'.
- Apellido Materno**: An input field with placeholder text 'Ingrese su apellido materno'.
- DNI**: An input field with placeholder text 'Ingrese su DNI'.
- Sexo**: A radio button group with options 'Masculino' and 'Femenino'.
- Email**: An input field with placeholder text 'Ingrese su email'.
- Password**: An input field with placeholder text 'Ingrese su contraseña'.
- Confirmar password**: An input field with placeholder text 'Repita su contraseña'.

At the bottom of the form is a blue 'Registrar' (Register) button.

Figura 4.14: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo Examenes

The screenshot shows the 'Examenes' (Exams) module of the system. At the top, there is a navigation bar with links for 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', 'Sesiones jigsaw', and a user profile 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar, the page title is 'Un Examen encontrados' (One exam found). There is a search bar with placeholder text 'Buscar...' and a 'Buscar' (Search) button. To the right of the search bar is a green 'Nuevo Examen' (New Exam) button. The main content area displays a table with the following data:

Examen	Preguntas	Acciones
Examen	Asteriscos Hola mundo Fibonacci	<a href="#">Editar</a>

Figura 4.15: Sistema Jigsaw Coding - Nuevo Examen

The screenshot shows the Jigsaw Coding application interface. At the top, there is a navigation bar with the title 'JIGSAW CODING' and links for 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', and 'Sesiones jigsaw'. On the right, it shows the user's name 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar, there is a search bar with the word 'hol' and a magnifying glass icon. A list of exam questions is displayed, with one question highlighted: 'Hola mundo' with the subtitle 'Elaborar un programa que imprima el mensaje "Hola Mundo"'. To the right, a modal window titled 'Examen' is open, showing the question details: 'TÍTULO' is 'Hola mundo' and 'ENUNCIADO' is 'Elaborar un programa que imprima el mensaje "Hola Mundo"'. Below the modal are buttons for 'Agregar pregunta', '¡Listo!', and 'Cancelar'.

5. Presione nuevamente el problema para guardar el puntaje.
6. Agregue los problemas que sean necesarios hasta que el marcador de puntaje de examen sume un total de 20 puntos. Luego entonces presione el botón **Listo** para guardar el examen.

#### 4.3.5. Sesiones Jigsaw

Al acceder al módulo sesiones jigsaw, el usuario podrá ver el listado de sesiones jigsaw creadas hasta el momento y en dicho listado se encontrará la respectiva información sobre la reunión de expertos, reunión jigsaw y evaluación. [Figura 4.16](#).

##### Crear sesión jigsaw

A continuación se describen los pasos para crear una sesión jigsaw.

1. Presione el botón **Nueva Sesión Jigsaw**.
2. Indique el total de grupos expertos y el tema de la sesión jigsaw. [Figura 4.17](#)
3. En el listado de sesiones jigsaw aparecerá una nueva sesión. [Figura 4.18](#)
4. Presione el botón agregar alumnos para definir qué alumnos formarán parte de la sesión jigsaw. Mueva los alumnos desde el panel de Alumnos Disponibles hacia el panel de la Sesión Jigsaw y presione el botón **Guardar**. [Figura 4.19](#)
5. Luego de agregar a los alumnos, se habilitará el botón **Generar Grupos** el cual deberá presionar para que el sistema genere de forma aleatoria los Grupos expertos y los grupos jigsaw. [Figura 4.20](#)
6. Si la generación de grupos se realizó exitosamente, el sistema le mostrará los grupos sus respectivos integrantes. [Figura 4.21](#)

Figura 4.16: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo sesiones jigsaw

The screenshot shows a list of found sessions titled "Una Sesión Jigsaw encontradas". The interface includes a search bar, a "Buscar" button, and a "Nueva Sesión Jigsaw" button. The table columns are: TEMA, REUNIÓN DE EXPERTOS, REUNIÓN JIGSAW, EVALUACIÓN, TOTAL DE ALUMNOS, and TOTAL DE GE. The first row, under the TEMA column, is "Ordenamiento". The REUNIÓN DE EXPERTOS section contains: Fecha de inicio: 15/11/2014 06:00:00 AM, Duración: 1 hora, Total de grupos: 2, and a "Definir horario" button. The REUNIÓN JIGSAW section contains: Fecha de inicio: 15/11/2014 06:00:00 AM, Duración: 50 minutos, Total de grupos: 2, and a "Definir horario" button. The EVALUACIÓN section contains: Fecha de inicio: 18/11/2014 02:30:00 PM, Duración: 1 hora, Total de preguntas: 3, and buttons for "Definir horario" and "Corregir exámenes". The TOTAL DE ALUMNOS column shows 4, and the TOTAL DE GE column shows 0. On the right side of the row, there are three buttons: "Editar Alumnos" (blue), "Ver Grupos" (orange), and "Asignar Problemas" (orange). A small edit icon is also present.

Figura 4.17: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

The screenshot shows a "NUEVA SESIÓN JIGSAW" form. It has fields for "Total Grupos Expertos" (with an empty input field) and "Tema" (with an empty input field). At the bottom are "Guardar y Continuar" and "Cancelar" buttons.

Figura 4.18: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

The screenshot shows a table for setting up a new session. The columns are: Busqueda, Fecha de inicio: --, Duración: --, Total de grupos: 2, Asignar examen, 0, Asignar Alumnos, and an edit icon. The "Fecha de inicio: --" row contains: "Definir horario" button. The "Duración: --" row contains: "Definir horario" button. The "Total de grupos: 2" row contains: "Definir horario" button. The "Asignar examen" button is blue. The "Asignar Alumnos" button is blue. The "0" cell indicates no students assigned.

Figura 4.19: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

JIGSAW CODING Problemas Alumnos Examenes Sesiones jigsaw Leibnitz Pavel Rojas Bustamante ▾

ASIGNAR ALUMNOS

all

Para buscar todos escriba: all

**ALUMNOS DISPONIBLES**

Gustavo Rondo Gutierrez  
Franco Cano Erazo  
Silvana Malpica Martinez

**SESION JIGSAW : SesiónJigsaw\_2**

Martin Rojas Bustamante  
Daniel Erazo Gonzales

Figura 4.20: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

JIGSAW CODING Problemas Alumnos Examenes Sesiones jigsaw Leibnitz Pavel Rojas Bustamante ▾

Una Sesión Jigsaw encontradas

Buscar...  Nueva Sesión Jigsaw

TEMA	REUNIÓN DE EXPERTOS	REUNIÓN JIGSAW	EVALUACIÓN	TOTAL DE ALUMNOS	TOTAL DE GE
Busqueda	<b>Fecha de inicio:</b> -- <b>Duración:</b> -- <b>Total de grupos:</b> 2 <input type="button" value="Definir horario"/>	<b>Fecha de inicio:</b> -- <b>Duración:</b> -- <b>Total de grupos:</b> 0 <input type="button" value="Definir horario"/>	<input type="button" value="Asignar examen"/>	4	<input type="button" value="Editar Alumnos"/> <input type="button" value="Generar Grupos"/>

Mostrando 1 - 1 de 1

Figura 4.21: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

JIGSAW CODING Problemas Alumnos Exámenes Sesiones jigsaw Leibnitz Pavel Rojas Bustamante ▾

Grupos EXPERTOS

<b>GE_GRG_DEG</b>	<b>GE_FCE_SMM</b>
Gustavo Rondo Gutierrez	Franco Cano Erazo
Daniel Erazo Gonzales	Silvana Malpica Martínez

Grupos JIGSAW

<b>GJ_GRG_FCE</b>	<b>GJ_DEG_SMM</b>
Gustavo Rondo Gutierrez	Daniel Erazo Gonzales
Franco Cano Erazo	Silvana Malpica Martínez

Aceptar Eliminar Grupos Expertos

Figura 4.22: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

JIGSAW CODING Problemas Alumnos Exámenes Sesiones jigsaw Leibnitz Pavel Rojas Bustamante ▾

Una Sesión Jigsaw encontradas

Buscar... Buscar Nueva Sesión Jigsaw

TEMA	REUNIÓN DE EXPERTOS	REUNIÓN JIGSAW	EVALUACIÓN	TOTAL DE ALUMNOS	TOTAL DE GE
Busqueda	<b>Fecha de inicio:</b> -- <b>Duración:</b> --	<b>Fecha de inicio:</b> -- <b>Duración:</b> --	<b>Asignar examen</b>	4	<b>Editar Alumnos</b> <b>Ver Grupos</b> <b>Asignar Problemas</b>
	<b>Total de grupos:</b> 2 <b>Definir horario</b>	<b>Total de grupos:</b> 2 <b>Definir horario</b>			

← Anterior Mostrando 1 - 1 de 1 Siguiente →

Figura 4.23: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

Asignar Problemas a Grupos Expertos			
Seleccione el Grupo Experto y asigne el problema que dicho grupo deberá desarrollar			
GrupoExperto 1	GE_GRG_DEG	Problema 1	Hola mundo
GrupoExperto 2	GE_FCE_SMM	Problema 2	Fibonacci
<input type="button" value="Guardar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>			

Figura 4.24: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

Una Sesión Jigsaw encontradas					
	Buscar...	Buscar			
TEMA	REUNIÓN DE EXPERTOS	REUNIÓN JIGSAW	EVALUACIÓN	TOTAL DE ALUMNOS	TOTAL DE GE
Busqueda	Fecha de inicio: -- Duración: -- Total de grupos: 2 <input type="button" value="Definir horario"/>	Fecha de inicio: -- Duración: -- Total de grupos: 2 <input type="button" value="Definir horario"/>	<input type="button" value="Asignar examen"/>	4	<input type="button" value="Editar Alumnos"/> <input type="button" value="Ver Grupos"/> • (GE_GRG_DEG - Hola mundo) • (GE_FCE_SMM - Fibonacci) <input type="button" value="Asignar Problemas"/>

Mostrando 1 - 1 de 1

7. Presione Aceptar para regresar al panel principal de las sesiones jigsaw. [Figura 4.22](#)
8. Luego de haber generado los grupos, presione el botón Asignar Problemas para indicar qué problema debe resolver cada grupo experto. [Figura 4.23](#)
9. Presione el botón Guardar luego de haber asignado a todos los grupos expertos su respectivo problema. El sistema lo redirigirá hacia el panel principal de sesiones jigsaw. [Figura 4.24](#)
10. Para la fase de evaluación, presione el botón Asignar Examen para seleccionar el examen que será incluído en la sesión jigsaw. [Figura 4.25](#)
11. Presione el botón Definir Horario para establecer la fecha y hora de inicio para la reunión de expertos, así como también la duración de la misma. [Figura 4.26](#)
12. Presione el botón Definir Horario para establecer la fecha y hora de inicio para la reunión jigsaw, así como también la duración de la misma. [Figura 4.27](#)

Figura 4.25: Sistema Jigsaw Coding - Asignar examen a sesión jigsaw

The screenshot shows a web-based application titled "JIGSAW CODING". The top navigation bar includes links for "Problemas", "Alumnos", "Examenes", "Sesiones jigsaw", and a user account section. The main content area is titled "EDITAR SESIÓN JIGSAW". It contains fields for "Total Grupos" (set to 2), "Expertos" (set to "Busqueda"), "Examen" (set to "Examen"), and a dropdown menu. At the bottom are "Guardar" and "Cancelar" buttons, and a red "Eliminar Sesión Jigsaw" button.

Figura 4.26: Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de reunión de expertos

The screenshot shows the "JIGSAW CODING" application. The "Sesiones jigsaw" section is active. A sub-form titled "EDITAR SESIÓN JIGSAW" is displayed, specifically for "Reunión Expertos". It includes fields for "Fecha Inicio" (19/11/2014), "Hora Inicio" (01:00 PM), and "Duración" (1 horas 0 minutos). Below these are "Guardar" and "Cancelar" buttons.

Figura 4.27: Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de reunión jigsaw

The screenshot shows the "JIGSAW CODING" application. The "Sesiones jigsaw" section is active. A sub-form titled "EDITAR SESIÓN JIGSAW" is displayed, specifically for "Reunión Jigsaw". It includes fields for "Fecha Inicio" (19/11/2014), "Hora Inicio" (02:00 PM), and "Duración" (1 horas 0 minutos). Below these are "Guardar" and "Cancelar" buttons.

13. Presione el botón Definir Horario para establecer la fecha y hora de inicio para la evaluación, así como también la duración de la misma. [Figura 4.28](#)

**Figura 4.28: Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de examen**

#### 4.3.6. Unirse a reunión de expertos

Para que un usuario con perfil Alumno pueda unirse a una reunión de expertos, debe seguir los siguientes pasos:

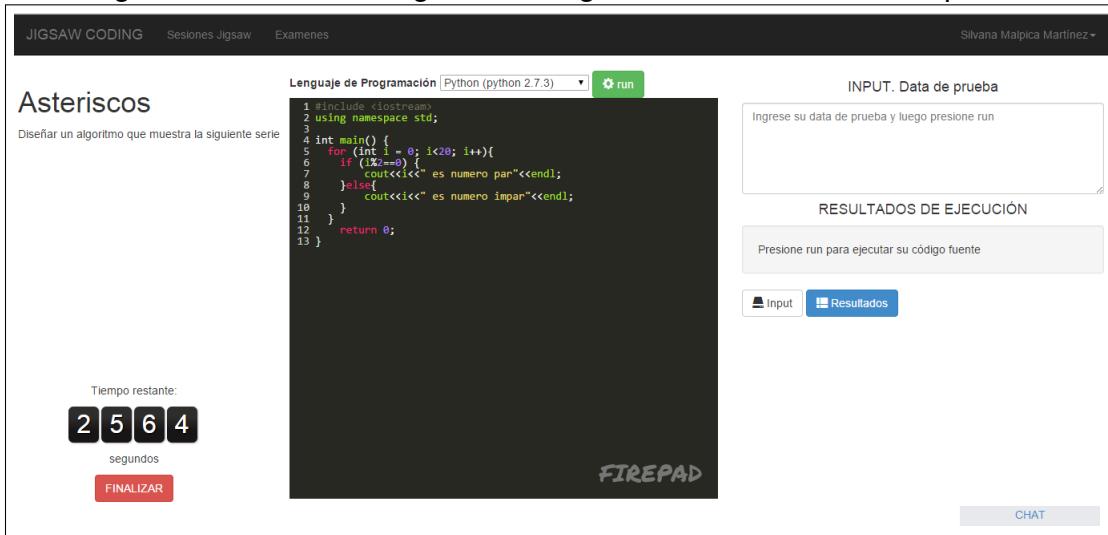
1. Inicie sesión en el Sistema Jigsaw Coding. Si el logueo se realiza exitosamente, entonces, en la pantalla principal del perfil alumno se mostrará el listado de sesiones jigsaw a las cuales el alumno puede tener acceso. [Figura 4.29](#)
2. Presione el botón **Unirse a reunión de Expertos**. A continuación el sistema le mostrará el panel de la reunión de expertos.

En el panel de reunión de expertos ([Figura 4.30](#)) se encontrará lo siguiente:

- Enunciado del problema.

**Figura 4.29: Sistema Jigsaw Coding - Perfil alumno**

Figura 4.30: Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión de expertos



- Editor colaborativo de código fuente.
- Menú desplegable para seleccionar el lenguaje de programación(Python, C++ o Java).
- Cuadro de texto para ingresar datos de prueba.
- Panel de resultados de ejecución.
- Chat para comunicarse con el resto de integrantes del grupo experto.
- Reloj que marca los segundos restantes para finalizar la reunión de expertos.

#### 4.3.7. Unirse a reunión jigsaw

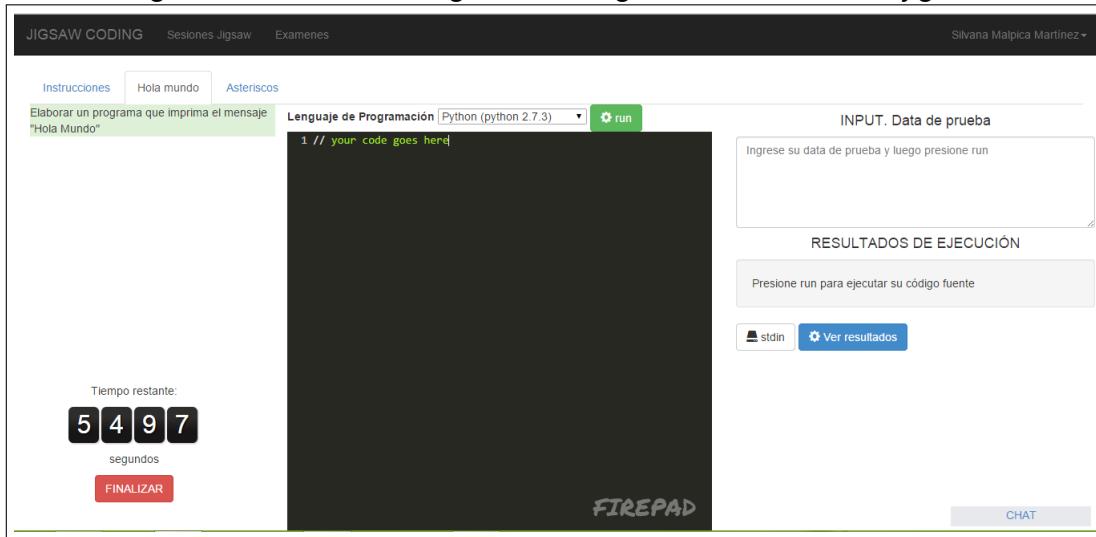
Para que un usuario con perfil Alumno pueda unirse a una reunión jigsaw, debe seguir los siguientes pasos:

1. Inicie sesión en el Sistema Jigsaw Coding. Si el logueo se realiza exitosamente, entonces, en la pantalla principal del perfil alumno se mostrará el listado de sesiones jigsaw a las cuales el alumno puede tener acceso.[Figura 4.29](#)
2. Presione el botón **Unirse a reunión Jigsaw**. A continuación el sistema le mostrará el panel de la reunión jigsaw.

En el panel de reunión jigsaw ([Figura 4.31](#)) se encontrará lo siguiente:

- Una pestaña con instrucciones que los miembros del grupos jigsaw deben tener en cuenta durante la reunión jigsaw.
- Una pestaña por cada problema que el grupo debe resolver.
- Enunciado de cada uno de los problemas.
- Editor colaborativo de código fuente para cada problema.
- Menú desplegable para seleccionar el lenguaje de programación(Python, C++ o Java).

Figura 4.31: Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión jigsaw



- Cuadro de texto para ingresar datos de prueba para cada problema.
- Panel de resultados de ejecución para cada problema.
- Chat para comunicarse con el resto de integrantes del grupo jigsaw.
- Reloj que marca los segundos restantes para finalizar la reunión jigsaw.

#### 4.3.8. Rendir evaluación

Para que un usuario con perfil Alumno pueda rendir un examen, debe seguir los siguientes pasos:

1. Inicie sesión en el Sistema Jigsaw Coding. Si el logueo se realiza exitosamente, entonces, en la pantalla principal del perfil alumno se mostrará el listado de sesiones jigsaw a las cuales el alumno puede tener acceso.[Figura 4.29](#)
2. Presione el botón **Rendir Examen**. A continuación el sistema le mostrará el panel del examen.

En el panel de examen ([Figura 4.32](#)) se encontrará lo siguiente:

- Una pestaña con instrucciones que el alumno deben tener en cuenta durante el examen.
- Una pestaña por cada problema que el alumno debe resolver.
- Enunciado de cada uno de los problemas.
- Editor de código fuente para cada problema.
- Menú desplegable para seleccionar el lenguaje de programación(Python, C++ o Java).
- Cuadro de texto para ingresar datos de prueba para cada problema.
- Panel de resultados de ejecución para cada problema.
- Reloj que marca los segundos restantes para finalizar el examen.

Figura 4.32: Sistema Jigsaw Coding - Rendir examen

The screenshot shows the Jigsaw Coding platform. At the top, there's a navigation bar with 'JIGSAW CODING', 'Sesiones Jigsaw', 'Examenes', and a user profile 'Silvana Malpica Martinez'. Below the navigation, there are three tabs: 'Instrucciones' (selected), 'Suma', and 'Fibonacci'. A task description says: 'Determinar un algoritmo que permita determinar la suma de 2 números'. The programming language is set to 'Python (python 2.7.3)'. A code editor contains the following Python code: 

```
1 print "Hola mundo"
```

. To the right, there's a 'run' button with a gear icon. Below the code editor, it says 'INPUT. Data de prueba' with a placeholder 'Ingrese su data de prueba y luego presione run'. Underneath, there's a 'RESULTADOS DE EJECUCIÓN' section with a placeholder 'Presione run para ejecutar su código fuente'. Buttons for 'stdin' and 'Ver resultados' are present. On the left, a timer shows 'Tiempo restante: 2 2 7 3 segundos'. At the bottom left is a red 'FINALIZAR EXAMEN' button, and at the bottom right is the 'FIREPAD' logo.

Figura 4.33: Sistema Jigsaw Coding - Ver nota de examen

The screenshot shows the Jigsaw Coding platform displaying exam results. At the top, there's a navigation bar with 'JIGSAW CODING', 'Sesiones Jigsaw', 'Examenes', and a user profile 'Silvana Malpica Martinez'. Below the navigation, there's a 'Examenes' section. A table shows the following data:

Examen	NOTA
Examen	20

3. Luego de rendir el examen, el alumno debe esperar a que el docente califique sus respuestas y le asigne una nota, la cual podrá ser vista en el menú **Examenes**.

Figura 4.33

## 4.4. Definición de métricas de calidad para el Sistema Jigsaw Coding

A continuación se presentan las métricas de calidad que se van a medir en Sistema Jigsaw Coding. Estas métricas están basadas en la norma ISO-9126, la cual establece un estándar internacional para la evaluación de la calidad de los productos software ([ISO/IEC, 2003](#)).

### 4.4.1. Entendibilidad

La presente métrica se refiere a la característica de *Usabilidad*, donde se medirá el grado de *Entendibilidad* que tiene el Sistema para los usuarios. [Tabla 4.5](#)

Tabla 4.5: Métrica de calidad: Entendibilidad

Nombre de la métrica	Entendibilidad del Sistema Jigsaw Coding
Código	MC-1
Característica	Usabilidad
Sub-característica	Entendibilidad
Propósito	¿Qué porcentaje de los usuarios consideran que las funcionalidades del sistema son fáciles o muy fáciles de entender?
Método de aplicación	<p>Realizar una encuesta: ¿Qué tan fácil o difícil le resultó entender las funcionalidades del sistema?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Muy fácil</li><li>■ Fácil</li><li>■ Ni fácil ni difícil</li><li>■ Difícil</li><li>■ Muy difícil</li></ul>
Medición, fórmula y elementos medibles	$x = \frac{A}{B}$ <p>A : Cantidad de usuarios que seleccionaron la alternativa Fácil o Muy fácil. B : Cantidad de usuarios encuestados.</p>
Tipo de medida	A,B: contador
Interpretación del valor	Lo más cercano a 1 es mejor

Tipo de escala	Absoluta
----------------	----------

#### 4.4.2. Portabilidad

La presente métrica se refiere a la característica de *Portabilidad*, en la que se medirá el grado de *Adaptabilidad* que tiene el Sistema desarrollado. [Tabla 4.6](#)

Tabla 4.6: Métrica de calidad: Portabilidad

Nombre de la métrica	Portabilidad del Sistema Jigsaw Coding
Código	MC-2
Característica	Portabilidad
Sub-característica	Adaptabilidad
Propósito	¿En cuántos navegadores web puede usarse el sistema sin tener problemas?
Método de aplicación	Utilizar el sistema en diversos navegadores y contar en cuántos de ellos el sistema funciona correctamente.

Medición, fórmula y elementos medibles

$$x = n$$

n : Número de navegadores web en los que el sistema funciona correctamente.

Tipo de medida	n: Contador
Interpretación del valor	A mayor valor de $x$ mejor.
Tipo de escala	Absoluta

#### 4.4.3. Eficiencia

La presente métrica se refiere a la característica de *Eficiencia*, donde se medirá el *Tiempo de respuesta* que tiene el Sistema. [Tabla 4.7](#).

Tabla 4.7: Métrica de calidad: Eficiencia

Nombre de la métrica	Eficiencia del Sistema Jigsaw Coding
Código	MC-3
Característica	Eficiencia
Sub-característica	Tiempo de respuesta
Propósito	¿Cuál es el promedio de tiempo de respuesta del Sistema Jigsaw Coding?

---

Método de aplicación	Medir el tiempo de respuesta de las funcionalidades más importantes del sistema: Generar grupos, Unirse a Reunión de Expertos, Unirse a Reunión Jigsaw, Rendir Examen, Resolver problema(Compilar).
----------------------	---

---

Medición, fórmula y elementos medibles

$$x = \sum_i^n t_i$$

$t_i$  : Tiempo de respuesta en milisegundos de la funcionalidad  $i$ .

---

Tipo de medida	$t_i$ : milisegundos
Interpretación del valor	Lo más cercano a 0 es mejor
Tipo de escala	Absoluta

---

# **Capítulo 5**

## **Caso de estudio**

En el presente capítulo se analizará el caso de estudio para el cual se aplicará el Sistema Jigsaw Coding. En primer lugar se describirá la temática sobre la que estará basada la sesión jigsaw que será desarrollada usando el sistema web desarrollado. Se describirá el tema y los problemas que serán incluidos en la sesión jigsaw. Posteriormente se describirá cómo están formados los grupos expertos y grupos jigsaw y finalmente se explicará brevemente la fase de evaluación para la sesión jigsaw.

### **5.1. Definición del caso de estudio**

El caso de estudio para la aplicación del Sistema Jigsaw Coding consta principalmente de estudiantes en cuyas carreras llevan o han llevado cursos relacionados a Programación y Algoritmos.

En esta ocasión, se tomará en cuenta a seis estudiantes a quienes se les hará partícipes de una sesión de clase jigsaw a través del sistema desarrollado en esta tesis. Dichos estudiantes son los siguientes:

- **Álvarez Tarazona, Diego.**  
Estudiante de Ingeniería de Software - UNMSM.
- **Chinarro Morales, Evelyn.**  
Estudiante de Ingeniería de Software - UNMSM.
- **Erazo Gonzales, Daniel.**  
Estudiante de Ingeniería de Software - UNMSM.
- **Malpica Martínez, Karla Paola.**  
Estudiante de Computación Científica - UNMSM.
- **Malpica Martínez, Silvana Yasmín.**  
Estudiante de Ingeniería de Software - UNMSM.
- **Rojas Bustamante, Martin Baird.**  
Estudiante de Ingeniería Física - UNI.

En este caso de estudio se formarán 3 grupos expertos los cuales desarrollarán problemas de estructuras selectivas y repetitivas(**if - for - while**). De esa forma, cuando se llegue a la reunión jigsaw, los grupos jigsaw contarán con expertos en problemas sobre los 3 tipos de estructuras.

## 5.2. Definición de temas para el caso de estudio

### 5.2.1. Estructuras selectivas y repetitivas

El tema ha desarrollarse en este caso de estudio es el de las estructuras selectivas **if - else** y las estructuras repetitivas **for, while**.

La sentencia **if** es referida comunmente para sentencias de decisión. Cada vez que se usan este tipo de sentencias en un programa, se le pide al programa evaluar una expresión para determinar que acción debe tomar.

La sintaxis de la sentencia **if** en java y/o c++ es la siguiente:

```
if ( booleanExpression ) {  
    ...  
} else {  
    ...  
}
```

Las iteraciones permiten repetir bloques de código tantas veces como se establezca en la condición de la estructura repetitiva **for** o **while**. El **while** es bueno cuando se tienen escenarios en los cuales no se conoce de antemano la cantidad de veces que un bloque o una sentencia debe repetirse, pero se requiere repetirlas mientras la condición del **while** sea verdadera.

```
while ( expression ){  
    //bloque de codigo  
}
```

La estructura **for** es especialmente usada cuando se conoce de antemano cuántas veces se necesita ejecutar las instrucciones que van dentro del bloque **for**. El **for** tiene 3 partes :

- Declaración e inicialización de variables.
- La expresión a ser evaluada como verdadero o falso.
- La expresión de iteración.

Estas 3 partes son separadas por un punto y coma. La sintaxis de un **for** tanto para Java y C++ es la siguiente:

```
for ( /* Inicializacion */ ; /* Condicion */ ; /* Iteracion */ ) {  
    /* body */  
}  
  
for ( int i = 0; i < 10; i++ ) {  
    /* body */  
}
```

## 5.2.2. Problemas

Para este caso de estudio se plante la resolución de los siguientes problemas de estructuras selectivas y estructuras repetitivas los cuales podrán ser desarrollados usando cualquiera de los 3 lenguajes que el Sistema Jigsaw Coding permite usar (Java, C++ o Python)

Para la fase de reunión de expertos y reunión jigsaw se usarán los siguientes problemas:

1. **Par o impar.** Elaborar un programa que lea un entero y determine si es un número par o impar.
2. **Múltiplos de 7.** Elaborar un programa que imprima los primeros 10 números múltiples de 7 usando la estructura repetitiva **for**.
3. **Números descendentes.** Elaborar un programa que imprima de forma descendente los primeros 20 numeros pares usando una estructura repetitiva **while**.

Finalmente, para la fase de evaluación se combinará problemas de estructuras selectivas y repetitivas:

1. **Número mayor.** Elaborar un programa que lea dos números enteros y muestre el número mayor.
2. **n múltiplos de a.** Elaborar un programa que muestre los n primeros múltiplos de a, donde n y a son ingresados por teclado.
3. **De número a texto.** Elaborar un programa que lea un número del 1 al 5 y lo muestre de forma escrita. Ejemplo 1 → uno. Si es un número distinto a 1,2,3,4 o 5 que muestre el mensaje: Número equivocado.
4. **Asteriscos.** Elaborar un programa que imprima la siguiente serie de asteriscos:  
\*  
\*\*  
\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## 5.3. Aplicación del Sistema Jigsaw Coding al caso de estudio

En esta sección se describe la secuencia de pasos que se realizaron para aplicar el sistema jigsaw coding al caso estudio descrito anteriormente.

### 5.3.1. Creación de la sesión jigsaw

**Paso 1** Se realizó la creación de los problemas que serían parte de la sesión de aprendizaje jigsaw. Todos los problemas descritos en el apartado anterior fueron ingresados al Sistema Jigsaw Coding, tal y como se puede apreciar en la [Figura 5.1](#).

Figura 5.1: Creación de problemas.

The screenshot shows a web application interface for managing problems. At the top, there is a navigation bar with links for 'JIGSAW CODING', 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', 'Jigsaw', and a user profile 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar, the title '7 Problemas encontrados' is displayed. There is a search bar with placeholder 'Buscar...' and a 'Buscar' button. A green 'Nuevo problema' button is located in the top right corner. The main content area is a table with 7 rows, each representing a problem. The columns are 'Título' and 'Enunciado del problema'. The problems listed are:

Título	Enunciado del problema
Asteriscos	Elaborar un programa que imprima la siguiente serie de asteriscos * *** **** *****
Par o impar	Elaborar un programa que lea un entero y determine si es un número par o impar.
Múltiplos de 7	Elaborar un programa que imprima los primeros 10 números múltiplos de 7 usando la estructura repetitiva for.
Números descendentes	Elaborar un programa que imprima de forma descendente los primeros 20 numeros pares usando una estructura repetitiva while.
Número mayor	Elaborar un programa que lea dos numeros enteros y muestre el numero mayor.
n múltiplos de a	Elaborar un programa que muestre los n primeros múltiplos de a, donde n y a son ingresados por teclado.
De numero a texto	Elaborar un programa que lea un numero del 1 al 5 y lo muestre de forma escrita. Ejemplo 1 --> uno. Si es un numero distinto a 1,2,3,4 o 5 que muestre el mensaje: Numero equivocado.

Figura 5.2: Creación de cuentas de usuario para alumnos.

The screenshot shows a web application interface for managing students. At the top, there is a navigation bar with links for 'JIGSAW CODING', 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', 'Jigsaw', and a user profile 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar, the title '6 Alumnos encontrados' is displayed. There is a search bar with placeholder 'Buscar...' and a 'Buscar' button. A green 'Nuevo Alumno' button is located in the top right corner. The main content area is a table with 6 rows, each representing a student. The columns are 'DNI', 'Apellido Paterno', 'Apellido Materno', and 'Nombres'. The students listed are:

DNI	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres
44887799	Erazo	Gonzales	Daniel DEG
46666575	Malpica	Martínez	Karla Paola KMM
47614910	Malpica	Martínez	Silvana SMM
70054379	Álvarez	Tarazona	Diego DÁT
70089799	Rojas	Bustamante	Martín MRB
71796666	Chinarro	Morales	Evelyn ECM

At the bottom of the page, there are navigation buttons: '← Anterior', 'Mostrando 1 - 6 de 6', and 'Siguiente →'.

**Paso 2** Tal como se muestra en la Figura 5.2, se crearon las respectivas cuentas de usuario para los estudiantes que formarían parte de la sesión jigsaw. A cada uno de ellos se les solicitó sus datos personales como DNI, Apellidos, Nombres y Correo electrónico para poder registrarlos en el Sistema. Luego de ello, se envió a cada estudiante sus respectivas credenciales para acceder al sistema.

**Paso 3** Ya con los problemas y alumnos registrados correctamente en el sistema, lo siguiente fue elaborar el examen que debía incluirse posteriormente en la fase de evaluación de la sesión jigsaw. Para esto, se creó un Nuevo Examen en el sistema y se agregaron los siguientes problemas: *Número mayor*, *n múltiplos de a*, *De número a texto* y *Asteriscos*. A cada uno de ellos se les asignó un valor de 5 puntos para tener un total de 20 puntos para el examen. Ver Figura 5.3.

Figura 5.3: Creación del examen para la fase de evaluación.

Figura 5.4: Creación de la sesión jigsaw.

**Paso 4** En la Figura 5.4 se puede observar que en este paso se realizó la creación de la sesión jigsaw a la cual se asignó que debería formar 3 grupos expertos y que el tema sería: **Estructuras Selectivas y Repetitivas**.

**Paso 5** Este paso consistió en asignar qué alumnos participarían de la sesión jigsaw. Ver Figura 5.5.

**Paso 6** Despues de asignar los alumnos a la sesión jigsaw, se presionó el botón Generar Grupos y el sistema generó aleatoriamente los 3 grupos expertos y los 2 grupos jigsaw con los cuales se trabajaría la sesión jigsaw. Los grupos generados por el sistema se muestran en la Figura 5.6.

**Paso 7** Luego de tener definidos los grupos de la sesión jigsaw, se asignó el examen que sería utilizado y, posteriormente, se definió qué problema debería resolver cada uno de los grupos expertos, tal como se muestra en la Figura 5.7 y el la Tabla 5.1.

Figura 5.5: Asignación de alumnos a la sesión jigsaw.

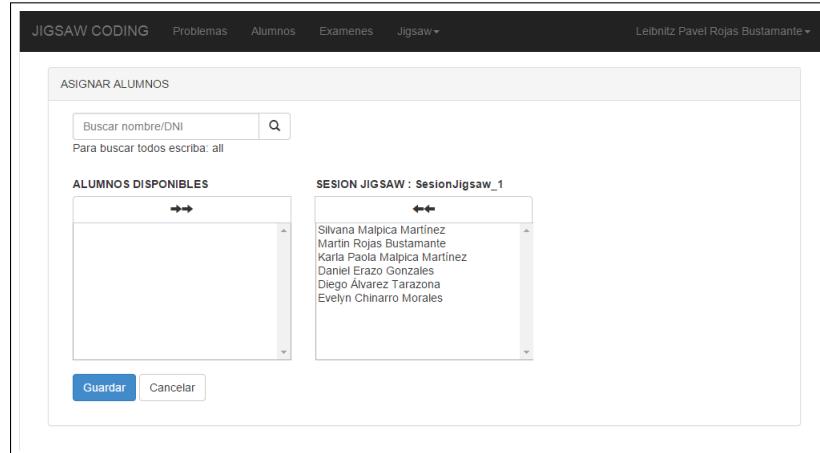


Figura 5.6: Grupos generados por el Sistema Jigsaw Coding.

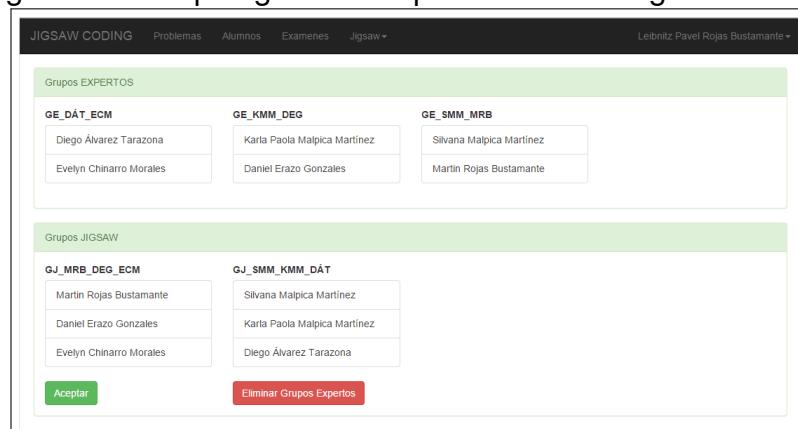


Figura 5.7: Asignación de problemas a grupos expertos

Figura 5.8: Horario reunión de expertos

Tabla 5.1: Asignación de problemas a grupos expertos

GRUPO EXPERTO	PROBLEMA
GE_DÁT_ECM	Múltiplos de 7
GE_KMM_DEG	Par o impar
GE_SMM_MR	Números descendentes

**Paso 8** Finalmente, se definió el horario para la reunión de expertos (Figura 5.8), reunión jigsaw (Figura 5.9) y evaluación (Figura 5.10). Los valores que se asignaron a estos horarios se encuentran en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2: Horarios de las fases de la sesión jigsaw

REUNIÓN DE EXPERTOS	REUNIÓN JIGSAW	EXAMEN
Fecha: 30-nov-2014 Hora: 10:00 PM Duración: 10 minutos	Fecha: 30-nov-2014 Hora: 10:15 PM Duración: 15 minutos	Fecha: 30-nov-2014 Hora: 10:30 PM Duración: 30 minutos

Figura 5.9: Horario reunión jigsaw

Figura 5.10: Horario del examen

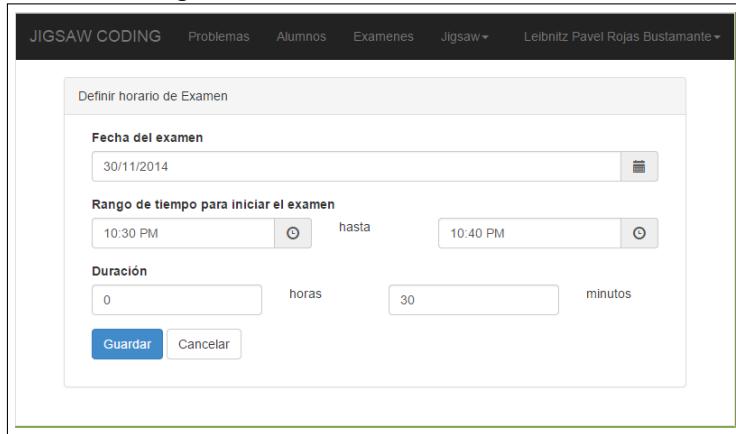


Figura 5.11: Pantalla de la participante Evelyn Chinarro durante la reunión de expertos.

**Múltiplos de 7**

Elaborar un programa que imprima los primeros 10 números múltiplos de 7 usando la estructura repetitiva for.

```

1 // your code goes here
2
3
4 /*Si el chat no funciona conversen dentro de este bloque de comentarios
5
6 */
7 /*
8 # include <iostream>
9 using namespace std;
10 int main ()
11 {
12     int i;
13     cout<<"Los 10 primeros mutiplos de 7 son:"<<endl;
14     for(i=1;i<=10;i++)
15     {
16         cout<<i*7<<","<<endl;
17     }
18
19
20
21
22
23
24 }
```

Tiempo restante:  
1 4 6 segundos  
FINALIZAR

Lenguaje de Programación: C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1)

INPUT. Data de prueba  
Ingrese su data de prueba y luego presione run

RESULTADOS DE EJECUCIÓN

RESULTADO	compilation error
LENUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	0 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	BCBEAz
INPUT	OUTPUT

Información de compilación /usr/lib/gcc/i486-linux-gnu/4.8/./.386 CHAT

### 5.3.2. Desarrollo de la fase de Expertos

La fase de reunión de expertos empezó a las 10:00 PM del 30 de noviembre del 2014, tal y como fue programado en el Sistema Jigsaw Coding.

Cada participante accedió al sistema y se unió a su respectivo grupo experto para dar solución al problema que tenían asignado. Para esta tarea cada grupo experto dispuso de un tiempo de 10 minutos, luego del cual, el sistema automáticamente cerró el panel de reunión de expertos.

En la Figura 5.11, la participante Evelyn desarrolló de manera colaborativa el problema **Múltiplos de 7** junto con Diego Álvarez, el segundo miembro del grupo experto **GE\_DÁT\_ECM**. Ambos usaron el lenguaje de programación C++.

Por otro lado, en la Figura 5.12 se tiene al participante Martin Rojas, miembro del grupo experto **GE\_SMM\_MRb**, desarrollando en C++ el problema **Números descendentes**.

Figura 5.12: Pantalla del participante Martin Rojas durante la reunión de expertos.

Figura 5.13: Pantalla del participante Daniel Erazo durante la reunión de expertos.

Y de la misma forma, el participante Daniel Erazo, del grupo experaccuto **GE\_KMM\_DEG**, desarrolló junto a Karla Malpica el problema **Par o impar**. Este grupo optó por usar el lenguaje de programación Java. Ver [Figura 5.13](#).

### 5.3.3. Desarrollo de la fase Jigsaw

La fase de reunión jigsaw empezó a las 10:15 PM del 30 de noviembre del 2014, y esta duró 15 minutos. En ese tiempo, en cada grupo jigsaw se resolvieron los 3 problemas que cada grupo experto hizo en la fase anterior. Cabe recalcar que en esta fase, cada grupo contaba con un miembro experto en la resolución de un determinado problema; esto es, en cada grupo jigsaw había un alumno experto en una de las 3 estructuras de programación planteadas para esta sesión jigsaw (if - for - while).

La [Figura 5.14](#) muestra el momento en que el grupo jigsaw conformado por

Figura 5.14: Pantalla de la participante Silvana Malpica durante la reunión jigsaw.

Instrucciones Números descendentes Par o impar Múltiplos de 7

Lenguaje de Programación C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1)  run

Elaborar un programa que imprima de forma descendente los primeros 20 numeros pares usando una estructura repetitiva while.

```

1 // your code goes here
2 /*Si el chat no funciona conversen dentro de este bloque de comentarios
3
4
5 */
6
7
8 #include <iostream>
9 using namespace std;
10 int main (){
11     int var = 40;
12     while(var > 0){
13         var = var - 2;
14         cout<<var<<endl;
15     }
16     return 0;
17 }
18
19

```

Tiempo restante: 7 0 9 segundos  FINALIZAR

Silvana Malpica Martinez

INPUT. Data de prueba  
Ingrese su data de prueba y luego presione run

RESULTADOS DE EJECUCIÓN

RESULTADO	success
LENGUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3340 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	e7RXwq
INPUT	OUTPUT
<pre> 38 36 34 32 30 </pre>	

CHAT

Silvana, Karla y Diego (GJ\_SMM\_KMM\_DÁT) resolvía los problemas *Par o impar*, *Múltiplos de 7* y *Números descendentes*.

### 5.3.4. Desarrollo de la fase de Evaluación

La última fase de la sesión jigsaw trata sobre la aplicación de un examen a los participantes de la dinámica. Este examen fue resuelto por cada alumno de manera individual y se plantearon 4 problemas, los mismo que debieron ser solucionados en un lapso de 30 minutos. El inicio del examen se dio a las 10:30 PM del 30 de noviembre del 2014. Cada alumno fue libre de escoger el lenguaje de programación de su preferencia para la resolución de cada problema del examen.

En la Figura 5.15 se muestra una de las soluciones del participante Diego Álvarez durante la fase de evaluación. Él utilizó para el desarrollo del problema **De número a texto** el lenguaje de programación C++.

Finalmente, cuando se cumplió el tiempo establecido para el desarrollo del examen, se guardaron las respuestas de los alumnos y se dio por culminada la sesión jigsaw para el aprendizaje de estructuras repetitivas y selectivas.

Figura 5.15: Pantalla del participante Diego Álvarez durante la fase de evaluación.

The screenshot shows a web-based programming environment for a C++ exam. At the top, there's a navigation bar with tabs for 'JIGSAW CODING', 'Sesiones Jigsaw', 'Exámenes', and a user profile 'Diego Álvarez Tarazona'. Below the navigation is a toolbar with buttons for 'Instrucciones', 'Número mayor', 'n múltiplos de a', 'De numero a texto' (which is selected), and 'Astéricos'. A text input field contains the instruction: 'Elaborar un programa que lea un numero del 1 al 5 y lo muestre de forma escrita. Ejemplo 1 --> uno. Si es un numero distinto a 1,2,3,4 o 5 que muestre el mensaje: Número equivocado.' The main area is a code editor titled 'Lenguaje de Programación | C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1)'. It displays the following C++ code:

```

1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 int main (){
4     int a, b;
5     cin>>a;
6     if(a>0 && a<6){
7         if(a==1){
8             cout<<"1";
9         }
10        if(a==2){
11            cout<<"2";
12        }
13        if(a==3){
14            cout<<"3";
15        }
16        if(a==4){
17            cout<<"4";
18        }
19        if(a==5){
20            cout<<"5";
21        }
22    }else{
23        cout<<"Número equivocado.";
24    }
25    return 0;
26 }
27
28
29
30
31
32 }

```

To the right of the code editor is a results panel titled 'RESULTADOS DE EJECUCIÓN' which includes a table with the following data:

RESULTADO	success
LENUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3344 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	<a href="#">l71VAn</a>
INPUT	6
OUTPUT	Número equivocado.

At the bottom left, a timer shows 'Tiempo restante: 5 1 1 segundos' and a red 'FINALIZAR EXAMEN' button. On the right, the word 'FIREPAD' is visible.

# Capítulo 6

## Análisis de resultados

En esta sección se presentará las soluciones que se dieron a los problemas definidos en la [Subsección 5.2.2](#) y que fueron aplicados durante la sesión jigsaw. Además, se aplicarán las métricas de calidad (definidas en la [Sección 4.4](#)) al Sistema Jigsaw Coding desarrollado en esta tesis y se mostrarán los resultados obtenidos.

### 6.1. Soluciones a los problemas de la sesión jigsaw

Durante la fase de expertos se plantearon los problemas *Múltiplos de 7, Par o impar, Números descendentes* y a continuación se presentan las soluciones de los alumnos.

GE\_DÁT\_ECM → Múltiplos de 7.

Elaborar un programa que imprima los primeros 10 números múltiplos de 7 usando la estructura repetitiva **for**.

```
# include <iostream>
using namespace std;
int main (){
    int i;
    cout<<" Los_10_primeros_mutiplos_de_7_son :"<<endl;
    for( i=1;i<=10;i++){
        cout<<i*7<<endl;
    }
}
```

GE\_KMM\_DEG → Par o impar.

Elaborar un programa que lea un entero y determine si es un número par o impar.

```
import java.util.Scanner;

class Ejercicio01 {
    public static void main (String args[] ) {
        Scanner sc = new Scanner(System.in);

        System.out.print("Introduzca un numero entero: ");
        int n = sc.nextInt();

        if(n%2==0) System.out.print("El numero es par");
        else System.out.print("El numero es impar");
    }
}
```

GE\_SMM\_MRB → Números descendentes.

Elaborar un programa que imprima de forma descendente los primeros 20 números pares usando una estructura repetitiva **while**.

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main (){
    int var = 40;
    while(var > 1){
        var = var - 2;
        cout<<var<<endl;
    }
    return 0;
}
```

Cuando la fase de expertos finalizó, cada alumno fue reagrupado para dar inicio a la reunión jigsaw y en ella cada grupo resolvió los 3 problemas: *Múltiplos de 7*, *Par o impar*, *Números descendentes*. Estas soluciones se encuentran en la [Tabla 6.1](#)

Tabla 6.1: Soluciones de fase jigsaw

PROBLEMA	Solución del grupo GJ_SMM_KMM_DÁT	Solución del grupo GJ_MRB_DEG_ECM
Múltiplos de 7	<pre>#include &lt;iostream&gt; using namespace std; int main () {     int a = 7;     for (int i=1; i&lt;=10; i++){         cout&lt;&lt;a&lt;&lt;endl;         a = a + 7;     }     return 0; }</pre>	<pre>#include &lt;iostream&gt; using namespace std; int main () {     int i ;     for (i =1;i &lt;11;i++){         cout&lt;&lt;i*7&lt;&lt;endl;     } }</pre>

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main (){
    int var = 40;
    while(var>1){
        var = var - 2;
        cout<<var<<endl;
    }
    return 0;
}
```

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main (){
    int i=20;
    while(i>=1) {
        cout<<2*i<<endl;
        i--;
    }
}
```

Números descendentes

## 6.2. Métrica de calidad: Entendibilidad

Aplicando la métrica definida en la [Tabla 4.5](#) se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 6.2: Resultados de la métrica de entendibilidad.

<i>¿Qué tan fácil o difícil le resultó entender las funcionalidades del sistema?</i>	
Alternativa	Cantidad de votos
Muy fácil	1
Fácil	3
Ni fácil ni difícil	2
Difícil	0
Muy difícil	0
Métrica	$x = \frac{A}{B} = \frac{4}{6} = 0,66$

A : Cantidad de usuarios que seleccionaron la alternativa Fácil o Muy fácil.  
B : Cantidad de usuarios encuestados.

En la [Tabla 6.2](#) se observa que el resultado de la métrica es 0.66, esto quiere decir que un 66 % de los usuarios del caso de estudio consideraron que las funcionalidades del Sistema Jigsaw Coding fueron muy fáciles de entender.

## 6.3. Métrica de calidad: Portabilidad

Aplicando la métrica definida en la [Tabla 4.6](#) se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 6.3: Resultados de métrica de portabilidad.

<i>¿En cuántos navegadores web puede usarse el sistema sin tener problemas?</i>	
Navegador	Hubo problemas
safari 5.1	NO
opera 25	NO
firefox 33	SÍ
internet explorer 11	NO
chrome 39	NO
Métrica	$x = n = 4$

n : Número de navegadores web en los que el sistema funciona correctamente.

En la [Tabla 6.3](#) se observa que el resultado de la métrica es 4, lo que indica que el Sistema funciona correctamente en 4 navegadores web, los cuales pueden usarse en sistemas operativos Windows, Linux o Apple.

## 6.4. Métrica de calidad: Eficiencia

Aplicando la métrica definida en la [Tabla 4.7](#) se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 6.4: Resultados de la métrica de eficiencia.

<i>¿Cuál es el promedio de tiempo de respuesta del Sistema Jigsaw Coding?</i>	
<b>Funcionalidad</b>	<b>Tiempo de respuesta(ms)</b>
Generar grupos	445
Unirse a reunión de expertos	1080
Unirse a reunión jigsaw	459
Rendir examen	594
Resolver problema (Compilar)	4016
Métrica	$x = \frac{\sum_i^n t_i}{5}, i = 1, 2, 3, 4, 5$ $x = \frac{445+1080+459+594+4016}{5}$ $x = 1318,8ms$
<i>t<sub>i</sub> : Tiempo de respuesta en milisegundos de la funcionalidad i.</i>	

En la [Tabla 6.4](#) se puede observar que el resultado de la métrica es 1318.8 ms lo que es equivalente a decir que el tiempo de respuesta promedio del Sistema Jigsaw Coding es de 1.3 segundos.

En resumen, luego de aplicar las métricas definidas en la [Sección 4.4](#) se obtuvieron los siguientes resultados:

- El Sistema es muy fácil de entender para el 66 % de los usuarios del caso de estudio.
- El Sistema es compatible y funciona correctamente en 4 navegadores web: Chrome, Internet Explorer, Ópera y Safari.
- El Sistema posee un tiempo promedio de respuesta de 1.3 segundos para las funcionalidades más importantes.

# **Capítulo 7**

## **Conclusiones y Trabajos futuros**

### **7.1. Conclusión general**

El objetivo general de esta tesis fue desarrollar un sistema web para promover el aprendizaje colaborativo de algoritmos y programación entre los estudiantes haciendo uso de la técnica de Jigsaw.

Este objetivo se ha cumplido satisfactoriamente al presentar el Sistema Jigsaw Coding, el mismo que ha sido expuesto en el Capítulo 4 y que se encuentra alojado en la siguiente url: <http://jigsawcoding.leibnitzpavel.me>

### **7.2. Conclusiones específicas**

- En el Capítulo 1 se desarrolló los antecedentes del problema y de la técnica que se usaría en esta tesis. Así mismo, se planteó la justificación de esta tesis y se definieron cuáles serían los objetivos y alcances de este trabajo de investigación.
- En el Capítulo 2 se detalló algunos conceptos teóricos que permiten comprender mejor el contenido de esta tesis. Se definió qué es aprendizaje colaborativo y cuáles son sus beneficios al aplicarlo en los estudiantes.
- En el Capítulo 3 se plasmó el Estado del arte de las algunas herramientas y técnicas que permiten el aprendizaje colaborativo.
- En el Capítulo 4 se describió todo el desarrollo del Sistema Jigsaw Coding, para el cual se usó las mejores prácticas de RUP. Además, también se detalló el uso del sistema y se definieron 3 métricas de calidad que posteriormente serían aplicadas al sistema.
- En el Capítulo 5 se presentó el caso de estudio sobre el cual se aplicaría el Sistema Jigsaw Coding. Se contó con la participación de 6 estudiantes universitarios y la sesión jigsaw comprendió temas de estructuras selectivas y repetitivas.
- Finalmente, en el Capítulo 6 se aplicaron al Sistema Jigsaw Coding las métricas de calidad definidas y se presentaron los resultados obtenidos.

### **7.3. Trabajos futuros**

Los trabajos futuros que se pueden considerar son los siguientes:

- Agregar al Sistema Jigsaw Coding la funcionalidad de poder realizar conversaciones de audio con los demás miembros de grupos, pues con ello se tendrá una mejor comunicación entre ellos.
- Clasificar los problemas según el tipo de tema y permitir que el examen se genere aleatoriamente según el tópico que se esté desarrollando en la sesión jigsaw.
- Aplicar a los alumnos un test para determinar su estilo de aprendizaje y generar los grupos expertos y grupos jigsaw según dichos estilos.

# **Apéndice A**

## **Casos de Uso**

### **A.1. Introducción**

#### **A.1.1. Propósito**

El propósito de este documento es describir de una forma clara y concreta cada uno de los casos de uso definidos para el sistema web a implementar.

#### **A.1.2. Alcance**

Los casos de uso presentados en este documento representan los requerimientos que se desean implementar en el sistema web para el aprendizaje colaborativo.

#### **A.1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaciones**

1. CU: Caso de uso
2. SAC: Sistema para el aprendizaje colaborativo

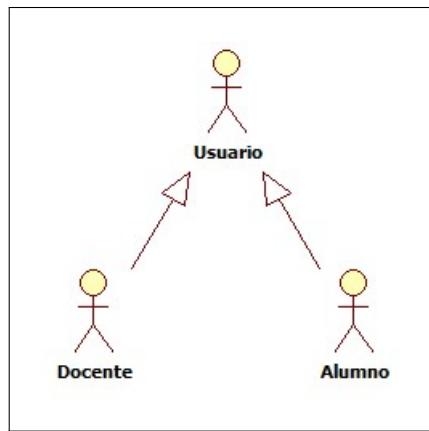


Figura A.1: Diagrama de actores

## A.2. Catálogo de actores

En la [Figura A.1](#) se puede ver los actores que participan en el Sistema Jigsaw Coding y en la [Tabla A.1](#) se encuentra una breve descripción de cada uno de ellos.

Tabla A.1: Actores

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Usuario	Persona que usará el sistema web de tiempo real para el aprendizaje colaborativo.
Docente	Es la persona responsable de crear y dirigir las sesiones de clase que serán aplicadas a los alumnos. Además, el docente es el responsable de las evaluaciones que rendirán los alumnos una vez terminada cada sesión de clase.
Alumno	Es la persona que será instruida en temas de algoritmos y programación a través de cada sesión diseñada por el docente.

### A.3. Diagramas de casos de uso

#### A.3.1. Casos de uso

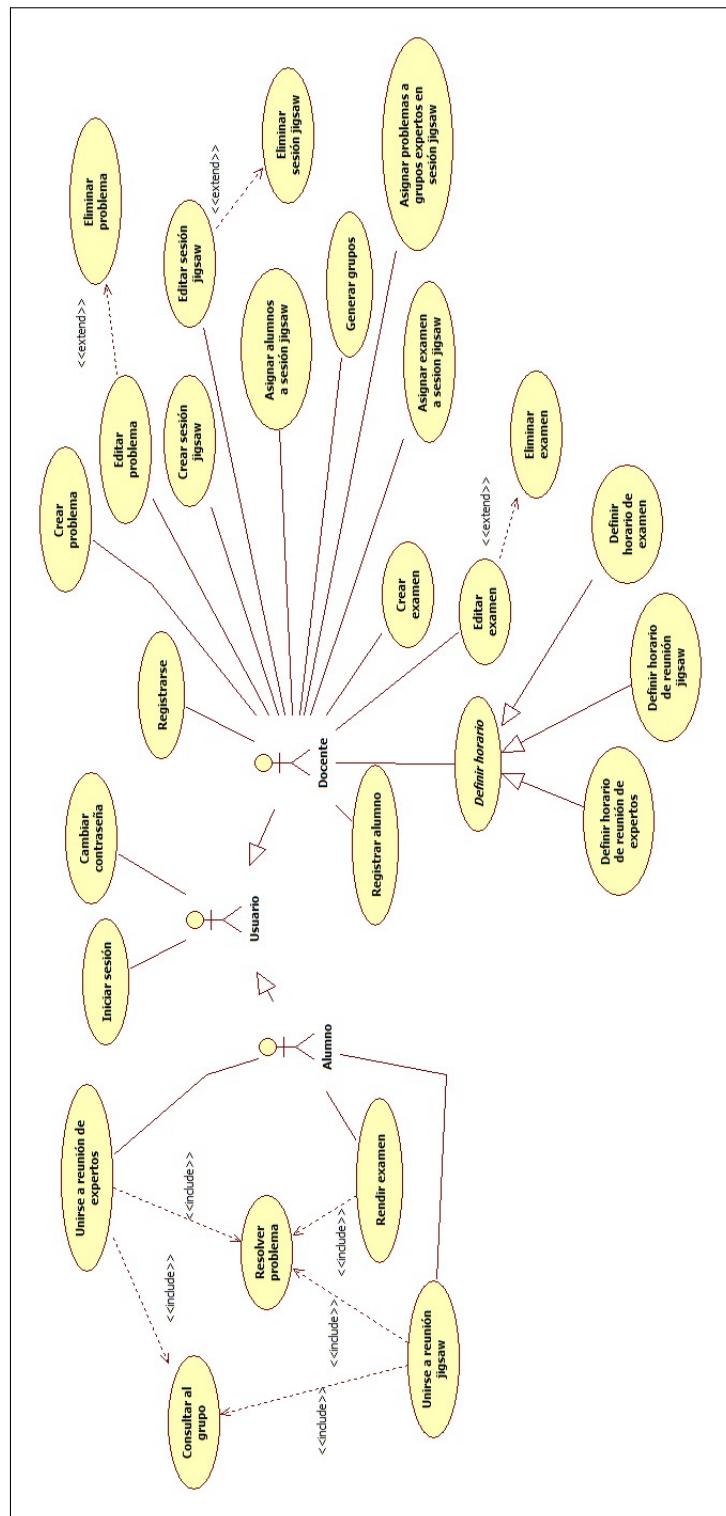


Figura A.2: Diagrama de casos de uso para el sistema JigsawCoding

## A.4. Especificaciones de Casos de Uso

### A.4.1. Iniciar sesión

Código	CUS-1
Nombre	INICIAR SESIÓN.
Descripción	El caso de uso describe los pasos para acceder al Sistema Jigsaw Coding.
Actores	Docente, Alumno.
Precondiciones	Ninguna.
Postcondiciones	Ninguna.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El docente o alumno escribe su correo electrónico como usuario.</li><li>2. El docente o alumno escribe su Password.</li><li>3. El docente o alumno presiona el botón Ingresar.</li></ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

## A.4.2. Registrar Alumno

Código	CUS-2
Nombre	REGISTRAR ALUMNO.
Descripción	El caso de uso inicia cuando el docente selecciona la opción registrar nuevo alumno. Luego completa la información del alumno y el caso de uso termina cuando se presiona la opción Guardar.
Actores	Docente.
Precondiciones	El docente debe estar logueado en el sistema.
Postcondiciones	Ninguna.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente selecciona la opción para registrar un nuevo alumno.</li> <li>2. El sistema muestra el formulario para completar los datos del alumno.</li> <li>3. El docente completa los campos DNI, Apellido Paterno, Apellido Materno, Nombres, Email, Sexo, Email, Contraseña, Repetir Contraseña.</li> <li>4. El sistema valida el formato del DNI, apellidos, nombres, email.</li> <li>5. El sistema valida que el email no esté registrado en el sistema.</li> <li>6. El sistema verifica que los campos contraseña y repetir contraseña sean idénticos.</li> <li>7. El sistema registra al nuevo alumno en el sistema.</li> </ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

### A.4.3. Crear Problema

Código	CUS-3
Nombre	CREAR PROBLEMA.
Descripción	El caso de uso inicia cuando el usuario accede al sistema y elige la opción crear problema. Luego el usuario redacta el enunciado y demás observaciones sobre el problema y finaliza el caso de uso.
Actores	Docente.
Precondiciones	El usuario de ser un Docente y estar logueado en el sistema.
Postcondiciones	El docente verá en la lista de problemas el problema recién creado.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente elige la opción NUEVO PROBLEMA.</li> <li>2. El sistema solicita al docente ingresar el título y enunciado del problema.</li> <li>3. El docente escribe el título y enunciado del problema.</li> <li>4. El docente selecciona la opción GUARDAR.</li> <li>5. El sistema guarda el nuevo problema.</li> </ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.4. Crear sesión jigsaw

Código	CUS-4
Nombre	CREAR SESIÓN JIGSAW.
Descripción	El caso de uso inicia cuando el usuario accede al sistema y elige la opción de crear una nueva sesión de clase jigsaw; luego ingresa los datos necesarios de la sesión de clase y el caso de uso termina cuando la nueva sesión es creada satisfactoriamente en el sistema.
Actores	Docente.
Precondiciones	El usuario debe ser un Docente y estar logueado en el sistema. Los grupos expertos deben haber sido creados.
Postcondiciones	El docente verá en el listado de clases la nueva sesión creada.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente abre un formulario para crear una nueva sesión de clase jigsaw.</li> <li>2. El docente rellena el campo tema.</li> <li>3. El docente indica el número total de grupos expertos a incluir en la sesión.</li> <li>4. El docente selecciona la opción Guardar.</li> <li>5. El sistema graba la información de la nueva sesión jigsaw.</li> </ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.5. Modificar sesión jigsaw

Código	CUS-5
Nombre	MODIFICAR SESIÓN JIGSAW
Descripción	El caso de uso inicia cuando el usuario accede al sistema y selecciona la opción modificar sesión jigsaw. El usuario realiza los cambios que requiera y luego finaliza el caso de uso.
Actores	Docente.
Precondiciones	El usuario debe ser un Docente y debe estar logueado en el sistema. Debe existir una sesión jigsaw en el sistema.
Postcondiciones	Ninguna.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente selecciona una sesión jigsaw creada y luego elige la opción editar.</li> <li>2. El docente puede cambiar el total de grupos expertos y el tema o examen de la sesión jigsaw.</li> <li>3. El docente selecciona la opción FINALIZAR.</li> <li>4. El sistema guarda los cambios realizados a la sesión jigsaw.</li> </ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.6. Asignar alumnos a sesión jigsaw

Código	CUS-6
Nombre	ASIGNAR ALUMNOS A SESIÓN JIGSAW
Descripción	El caso de uso inicia cuando el docente selecciona la opción Asignar Alumnos para un determinada sesión jigsaw, luego agrega a los alumnos y cuando presiona la opción guardar, el caso de uso termina.
Actores	Docente.
Precondiciones	El usuario de ser un Docente y estar logueado en el sistema. Deben existir alumnos registrados.
Postcondiciones	Ninguna.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente selecciona la opción Asignar Alumnos en la lista de sesiones jigsaw.</li> <li>2. El docente arrastra a los alumnos desde la lista de disponibles hacia la lista de alumnos para la sesión jigsaw.</li> <li>3. El docente presiona la opción Guardar.</li> <li>4. El sistema guarda la lista de participantes de la sesión jigsaw.</li> </ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.7. Generar grupos

Código	CUS-7
Nombre	GENERAR GRUPOS
Descripción	El caso de uso inicia cuando el docente selecciona la opción Generar Grupos y luego el sistema forma los grupos expertos y grupos jigsaw de forma aleatoria.
Actores	Docente
Precondiciones	El usuario de ser un Docente y estar logueado en el sistema. Deben existir alumnos asignados a una sesión jigsaw.
Postcondiciones	Ninguna.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El docente selecciona la opción Generar Grupos.</li><li>2. El sistema genera aleatoriamente los grupos expertos.</li><li>3. El sistema genera aleatoriamente los grupos jigsaw.</li><li>4. El sistema muestra al usuario los grupos creados.</li></ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.8. Asignar problemas a grupos expertos

Código	CUS-8
Nombre	ASIGNAR PROBLEMAS A GRUPOS EXPERTOS
Descripción	El caso de uso empieza cuando el docente selecciona la opción asignar problemas. Luego indica qué problema debe resolver cada grupo experto y cuando presiona la opción guardar, el caso de uso finaliza.
Actores	Docente.
Precondiciones	El usuario de ser un Docente y estar logueado en el sistema. Los grupos expertos deben haber sido generados por el sistema.
Postcondiciones	Ninguna.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El docente selecciona la opción Asignar Problemas.</li><li>2. El docente selecciona un grupo experto y selecciona su respectivo problema.</li><li>3. El docente presiona la opción Guardar.</li></ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.9. Crear examen

Código	CUS-9
Nombre	CREAR EXAMEN.
Descripción	El caso de uso inicia cuando el usuario accede al sistema y elige la opción Nuevo Examen. Luego el usuario selecciona las preguntas o problemas e indica el puntaje de cada una de ellas. El caso de uso termina cuando el usuario selecciona guardar el nuevo examen.
Actores	Docente.
Precondiciones	El usuario debe ser un docente y debe estar logueado en el sistema. Deben existir problemas creados.
Postcondiciones	El docente podrá ver una nueva evaluación en su listado de exámenes.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente selecciona la opción NUEVO EXAMEN.</li> <li>2. El docente busca los problemas disponibles y arrastra el problema seleccionado hacia el panel de examen.</li> <li>3. El docente presiona la opción Agregar Pregunta.</li> <li>4. El docente establece el puntaje a favor y en contra para el problema seleccionado.</li> <li>5. El docente selecciona la opción FINALIZAR.</li> <li>6. El sistema guarda el examen.</li> </ol>
Flujo alternativo	Ninguno
Excepciones	[6.1] Si el examen no suma 20 puntos, el sistema indicará al docente que debe seguir ingresando problemas o modificar los puntajes de los problemas ya seleccionados.

#### A.4.10. Asignar examen

Código	CUS-10
Nombre	ASIGNAR EXAMEN
Descripción	El caso de uso empieza cuando el docente selecciona la opción asignar examen. Luego indica qué examen deberán resolver los alumnos.
Actores	Docente.
Precondiciones	El usuario de ser un Docente y estar logueado en el sistema y deben existir examenes creados.
Postcondiciones	Ninguna
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El docente selecciona la opción Asignar Examen.</li><li>2. El docente selecciona un examen.</li><li>3. El docente presiona la opción Guardar.</li></ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.11. Definir horario de reunión de expertos

Código	CUS-11
Nombre	DEFINIR HORARIO DE REUNIÓN DE EXPERTOS
Descripción	El caso de uso inicia cuando el usuario accede al sistema y elige la opción Definir Horario en la lista de sesiones jigsaw dentro del cuadro Reunión de Expertos. Luego el usuario indica la fecha y hora de inicio para acceder a la reunión de expertos así como también la duración de la misma. El caso de uso termina cuando el usuario selecciona la opción guardar.
Actores	Docente
Precondiciones	El usuario debe ser un docente y debe estar logueado en el sistema. Deben existir sesiones jigsaw.
Postcondiciones	El docente podrá ver la fecha, hora de inicio de la reunión de expertos y la duración de la misma.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente selecciona la opción Definir Horario para una reunión de expertos.</li> <li>2. El docente ingresa la fecha de inicio.</li> <li>3. El docente ingresa la hora de inicio.</li> <li>4. El docente ingresa la duración de la reunión de expertos.</li> <li>5. El docente selecciona la opción FINALIZAR.</li> <li>6. El sistema guarda el horario establecido para la reunión de expertos.</li> </ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.12. Definir horario de reunión jigsaw

Código	CUS-12
Nombre	DEFINIR HORARIO DE REUNIÓN JIGSAW.
Descripción	<p>El caso de uso inicia cuando el usuario accede al sistema y elige la opción Definir Horario en la lista de sesiones jigsaw dentro del cuadro Reunión Jigsaw. Luego el usuario indica la fecha y hora de inicio acceder a la reunión jigsaw así como también la duración de la misma. El caso de uso termina cuando el usuario selecciona la opción guardar.</p>
Actores	Docente.
Precondiciones	El usuario debe ser un docente y debe estar logueado en el sistema. Deben existir sesiones jigsaw.
Postcondiciones	El docente podrá ver la fecha, hora de inicio de la reunión jigsaw y la duración de la misma.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente selecciona la opción Definir Horario para una reunión jigsaw.</li> <li>2. El docente ingresa la fecha de inicio.</li> <li>3. El docente ingresa la hora de inicio.</li> <li>4. El docente ingresa la duración de la reunión jigsaw.</li> <li>5. El docente selecciona la opción FINALIZAR.</li> <li>6. El sistema guarda el horario establecido para la reunión jigsaw.</li> </ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.13. Definir horario de examen

Código	CUS-13
Nombre	DEFINIR HORARIO DE EXAMEN.
Descripción	El caso de uso inicia cuando el usuario accede al sistema y elige la opción Definir Horario en la lista de exámenes creados. Luego el usuario indica el intervalo de tiempo para ingresar al examen así como también la duración del examen. El caso de uso termina cuando el usuario selecciona la opción guardar.
Actores	Docente
Precondiciones	El usuario debe ser un docente y debe estar logueado en el sistema. Deben existir exámenes creados.
Postcondiciones	El docente podrá ver la fecha, hora de inicio del examen y la duración del mismo en su listado de exámenes.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente selecciona la opción Definir Horario en un examen.</li> <li>2. El docente ingresa la fecha de inicio del examen.</li> <li>3. El docente ingresa la hora de inicio del examen.</li> <li>4. El docente ingresa la fecha límite para acceder al examen.</li> <li>5. El docente ingresa la hora límite para acceder al examen.</li> <li>6. El docente selecciona la opción FINALIZAR.</li> <li>7. El sistema guarda el horario establecido para el examen.</li> </ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.14. Unirse a reunión de expertos

Código	CUS-14
Nombre	UNIRSE A REUNIÓN DE EXPERTOS.
Descripción	El caso de uso inicia cuando el alumno selecciona la opción unirse a reunión de expertos. El alumno dispondrá de un tiempo fijado por el docente para debatir y desarrollar el problema planteado de forma colaborativa con los demás miembros del grupo experto. El caso de uso finaliza cuando culmina el tiempo asignado para la reunión de expertos.
Actores	Alumno.
Precondiciones	Debe existir una sesión jigsaw creada por el docente y el alumno debe estar logueado en el sistema y ser parte de un grupo experto.
Postcondiciones	Ninguna.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El alumno selecciona en una de las sesiones jigsaw disponibles la opción Unirse a Reunión de Expertos.</li> <li>2. El sistema mostrará al alumno la información del problema asignado(Título, Enunciado, Tiempo disponible) y un editor de código fuente para el trabajo colaborativo.</li> <li>3. El alumno resuelve el problema.</li> <li>4. El alumno usa el chat grupal para consultar al grupo.</li> <li>5. El sistema finalizará la reunión de expertos cuando el reloj marque 0.</li> </ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.15. Resolver problema

Código	CUS-15
Nombre	RESOLVER PROBLEMA.
Descripción	El caso de uso inicia cuando el alumno ingresa a una reunión o a un examen en el cual debe desarrollar un problema asignado por el docente.
Actores	Alumno.
Precondiciones	El alumno debe haber ingresado a una reunión de expertos o reunión jigsaw.
Postcondiciones	Ninguna
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El alumno escribe la solución al problema en el editor de código fuente.</li><li>2. El alumno ingresa los datos de prueba en el panel correspondiente.</li><li>3. El alumno selecciona la opción Compilar para compilar su código fuente.</li><li>4. El sistema compila y ejecuta el código del alumno.</li><li>5. El sistema muestra los resultados de la ejecución.</li></ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.16. Consultar al grupo

Código	CUS-16
Nombre	CONSULTAR AL GRUPO.
Descripción	El caso de uso inicia cuando el alumno abre la ventana de chat grupal para hacer alguna consulta.
Actores	Alumno
Precondiciones	El alumno debe haber ingresado a una reunión de expertos o reunión jigsaw.
Postcondiciones	Ninguna.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El alumno abre la ventana de conversación.</li><li>2. El alumno escribe y envía su consulta.</li><li>3. El sistema envía la consulta a los demás miembros del grupo.</li><li>4. El alumno cierra la ventana de conversación.</li></ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

#### A.4.17. Unirse a reunión jigsaw

Código	CUS-17
Nombre	UNIRSE A REUNIÓN JIGSAW.
Descripción	El caso de uso inicia cuando el alumno selecciona la opción unirse a reunión jigsaw. El alumno dispondrá de un tiempo fijado por el docente para debatir y desarrollar los problemas planteados. El caso de uso finaliza cuando culmina el tiempo asignado para la reunión de jigsaw.
Actores	Alumno.
Precondiciones	Debe existir una sesión jigsaw creada por el docente y el alumno debe estar logueado en el sistema y ser parte de un grupo jigsaw.
Postcondiciones	Ninguna.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El alumno selecciona en una de las sesiones jigsaw disponibles la opción Unirse a Reunión Jigsaw.</li><li>2. El sistema mostrará al alumno la información de los problemas a desarrollar(Título, Enunciado, Tiempo disponible) y un editor de código fuente para el trabajo colaborativo.</li><li>3. El alumno resuelve el problema que le tocó en su grupo experto.</li><li>4. El alumno usa el chat grupal para consultar al grupo.</li><li>5. El sistema finalizará la reunión jigsaw cuando el reloj marque 0.</li></ol>

#### A.4.18. Rendir examen

Código	CUS-18
Nombre	RENDIR EXAMEN.
Descripción	El caso de uso inicia cuando el alumno selecciona la opción rendir examen y el sistema le muestra el examen creado por el docente. El alumno desarrolla las preguntas planteadas en el tiempo asignado y cuando selecciona la opción FINALIZAR, el caso de uso termina.
Actores	Alumno
Precondiciones	El alumno debe estar logueado en el sistema y debe tener asignado algún examen.
Postcondiciones	Ninguna.
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El alumno selecciona la opción RENDIR EXAMEN.</li><li>2. El sistema muestra la información del examen(Instrucciones, Preguntas, tiempo restante para resolver el examen).</li><li>3. El alumno responde a las preguntas.</li><li>4. El alumno selecciona la opción finalizar.</li><li>5. El sistema guarda las respuestas y culmina el examen.</li></ol>
Flujo alternativo	Ninguno.

# **Apéndice B**

## **Especificaciones suplementarias**

### **B.1. Introducción**

El propósito de este documento es definir los requerimientos del Sistema web de aprendizaje colaborativo que no pueden ser capturados vía especificación de casos de uso. Estos requerimientos que en su mayoría corresponden a requerimientos no funcionales serán capturados y clasificados según la norma ISO-9126 que define atributos de calidad para productos software.

### **B.2. Funcionalidad**

- El sistema no debe tener errores en la asignación de tiempos para cada reunión.
- El sistema debe validar correctamente la asignación de alumnos a los grupos expertos.
- El sistema debe limitar el acceso sólo a usuarios debidamente registrados.

### **B.3. Fiabilidad o confiabilidad**

- El sistema debe funcionar las 24 horas del día.
- El sistema debe soportar una concurrencia de hasta al menos 50 usuarios.
- El sistema debe capturar cualquier error y notificarlo sin tener que dejar de funcionar.

### **B.4. Usabilidad**

- El sistema debe ser intuitivo para el usuario.
- El sistema debe permitir al usuario que éste aprenda cómo usarlo sin ninguna ayuda adicional.
- El sistema debe ser amigable para el usuario en cuanto a interfaz (colores y tonos claros, letras claras y legibles).

## **B.5. Eficiencia o Performance**

- El tiempo de respuesta del sistema no debe exceder de 2 segundos.

## **B.6. Mantenibilidad**

- El sistema web debe permitir realizar actividades correctivas o de actualización sin afectar el correcto funcionamiento de sus distintos módulos.

## **B.7. Portabilidad**

- El sistema debe funcionar en los navegadores Chrome y Mozilla Firefox en sus últimas versiones.
- El sistema debe ser multiplataforma.

# **Apéndice C**

## **Documento de Arquitectura de Software**

### **C.1. Introducción**

Este documento brinda una vista general de alto nivel sobre cómo será el desarrollo del sistema JigsawCoding. Se resumirán las tecnologías con las cuales se implementará el sistema así como también se proporcionará una descripción de alto nivel de la arquitectura del sistema.

#### **C.1.1. Propósito**

El presente documento de arquitectura de software tiene como finalidad describir el sistema web Jigsaw Coding desde diferentes vistas arquitectónicas, las cuales serán de gran utilidad para el desarrollo de dicho sistema.

#### **C.1.2. Alcance**

Este documento arquitectónico aplica para describir las características arquitectónicas del sistema web JigsawCoding, las tecnologías que serán usadas en su desarrollo y las principales funcionalidades del sistema.

#### **C.1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas**

En esta sección se provee las definiciones, acrónimos y abreviaturas de términos utilizados en el presente documento a fin de brindar al lector una mejor comprensión del contenido.

SJC	Sistema Jigsaw Coding
UML	Unified Modeling Language: Lenguaje Unificado de Modelamiento
CRUD	Create - Read - Update - Delete
JSON	JavaScript Object Notation: Es un formato ligero para el intercambio de datos
XML	eXtensible Markup Language: Es un lenguaje de marcas utilizado para almacenar datos en forma legible.
sbt	Herramienta de construcción interactiva <a href="http://www.scala-sbt.org">http://www.scala-sbt.org</a>

## C.1.4. Metas arquitectónicas y restricciones

### Plataforma técnica

- El sistema jigsaw coding debe ser desplegado en un servidor web que soporte el framework Play. Para ello se ha decidido usar la plataforma Heroku.
- La base de datos del sistema también estará alojada en la plataforma Heroku y será una base de datos Postgres.

### Persistencia

La persistencia se logrará utilizando una base de datos relacional y el mapeo de entidades a tablas estará a cargo del ORM Ebean que por defecto viene incluído en el framework Play.

### Seguridad

La seguridad del sistema está basada en perfiles. La aplicación contendrá los siguientes puntos:

- Autenticación: Cada usuario deberá identificarse con su email y password para poder acceder al sistema.
- Autorización: El sistema cuenta con dos perfiles(Docente y Alumno) y dependiendo de ello, el usuario podrá ingresar a diferentes partes del sistema.

### Confiabilidad - Disponibilidad

Para el sistema se busca tener una confiabilidad y disponibilidad de casi un 100 %. El sistema debe estar disponible las 24 horas del día, 7 días a la semana.

## C.2. Representación arquitectónica

El sistema web JigsawCoding, será implementado usando una arquitectura Modelo - Vista - Controlador, la misma que está definida en el framework Play de Java.

### C.2.1. PlayFramework 2.2.4

Play es framework open source de Java y Scala que integra componentes y APIs necesarios para el desarrollo moderno de aplicaciones web. Play sigue el patrón de arquitectura Modelo - Vista - Controlador y uno de sus objetivos es optimizar la productividad del desarrollador a través del uso de configuraciones estandarizadas, recompilación automática del código fuente y la visualización de errores directamente en el navegador.

A pesar que las aplicaciones de Play están diseñadas para correr en servidores web basados en JBoss Netty, también pueden ser deployadas como archivos WAR para ser distribuidos en la mayoría de servidores de aplicaciones Java EE como Apache Tomcat o GlassFish.

#### Componentes y Características de Play

- JBoss Netty para el servidor web.
- Ebean como ORM para Java.
- Scala para el motor de plantillas.
- Recompilación de código automática.
- *sbt* para la administración de dependencias.
- CRUD: un módulo para simplificar la edición de objetos.
- Secure: un módulo para establecer simples autenticaciones de usuarios.
- Parsers de JSON y XML.

### C.3. Vista Lógica

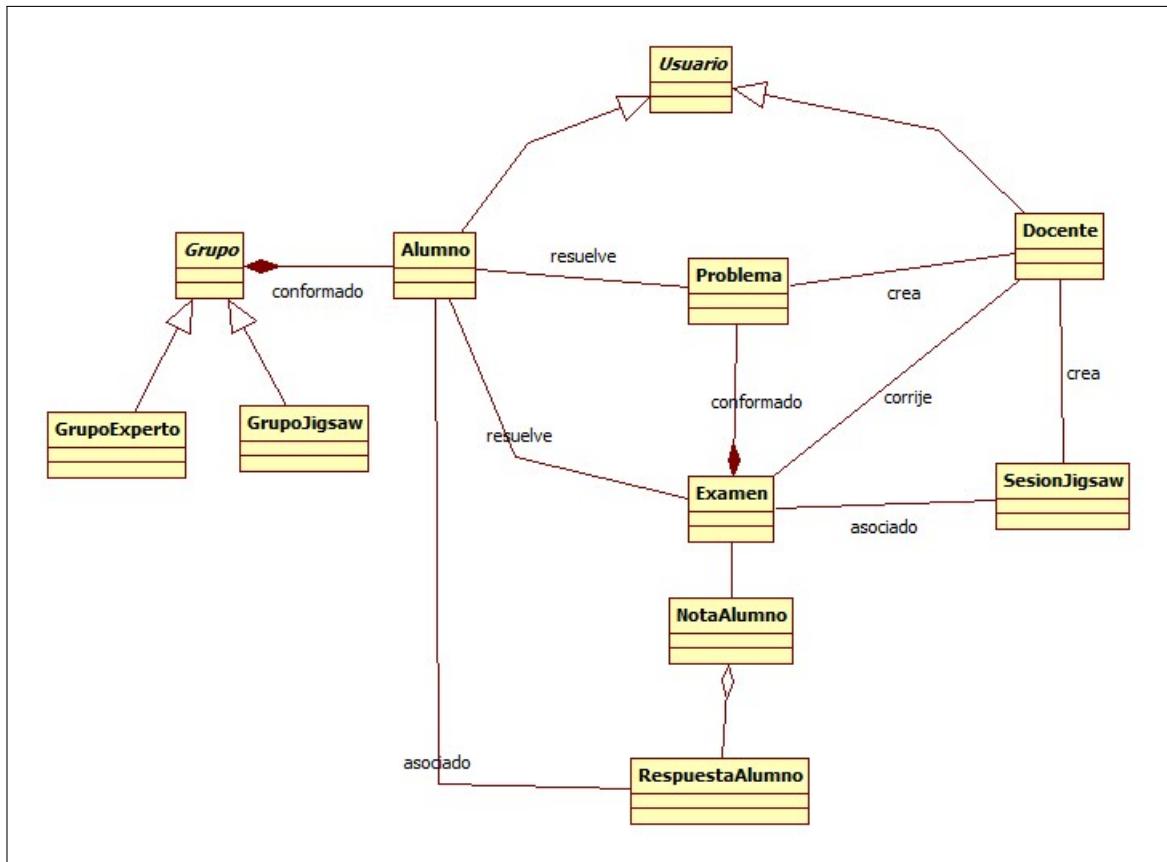


Figura C.1: Diagrama de Clases

Tal como se puede observar en el Diagrama de clases de la [Figura C.1](#):

El Sistema Jigsaw Coding permite el acceso a Usuario lo cuales pueden ser de dos tipos: Docente o Alumno. El docente puede crear problemas y además es el encargado de crear las sesiones jigsaw. El docente también es quien crea los exámenes, los cuales están conformados por un conjunto de problemas y cada examen es resuelto por los alumnos, quienes para tal objetivo, deben resolver los problemas que componen cada examen. Por otro lado, los alumnos también resuelven problemas cada vez que se encuentran dentro de un grupo de expertos o un grupo jigsaw. Naturalmente, los exámenes son evaluados por el docente y éste les asigna una nota a cada una de las respuestas que los alumnos envía al terminar su examen.

## C.4. Vista de Desarrollo

La vista de desarrollo muestra el sistema desde la perspectiva del programador y se ocupa de la gestión del software a implementar. Esto es, en esta vista se describe cómo estará dividido el sistema Jigsaw Coding en paquetes y las dependencias que hay entre ellos.

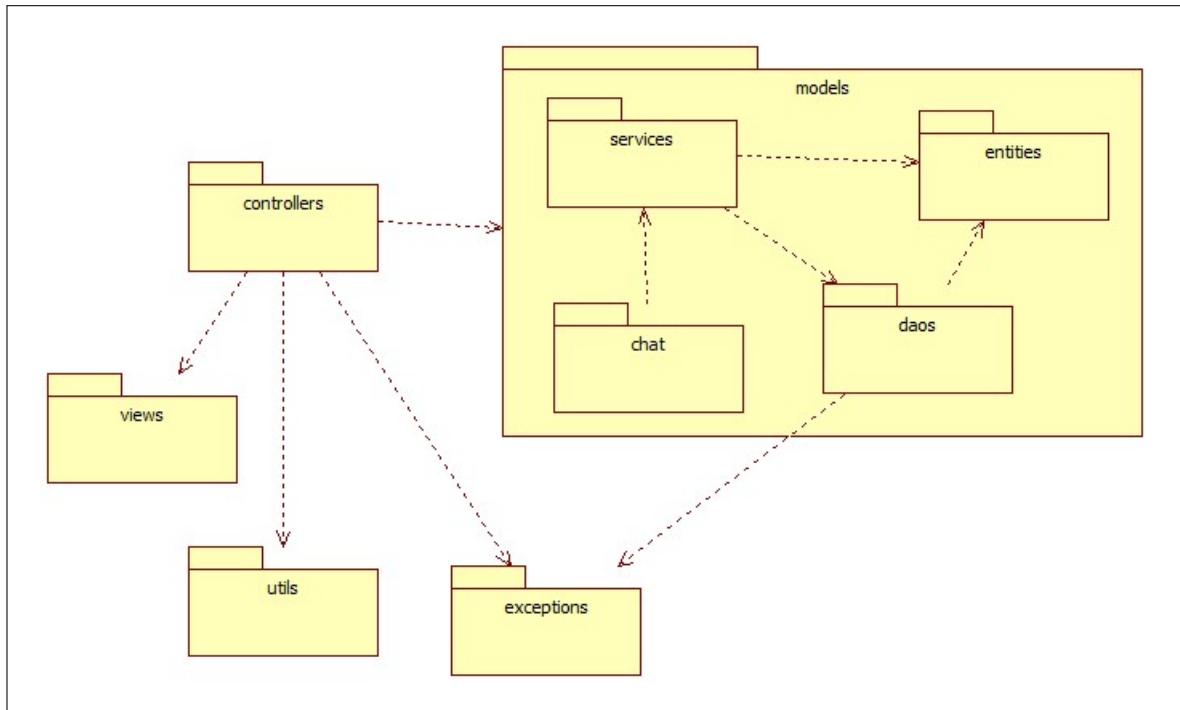


Figura C.2: Diagrama de Paquetes

- **controllers**

Este paquete contiene todas las clases Controladores que sirven para gestionar el ruteo de páginas del sistema.

- **models**

En este paquete se encuentran las clases de Servicios, Entidades y Acceso a Datos que son requeridas para el sistema.

- **views**

Este paquete contiene todas las plantillas (\*.scala.html) que permitirán renderizar las páginas web del sistema.

## C.5. Vista Física

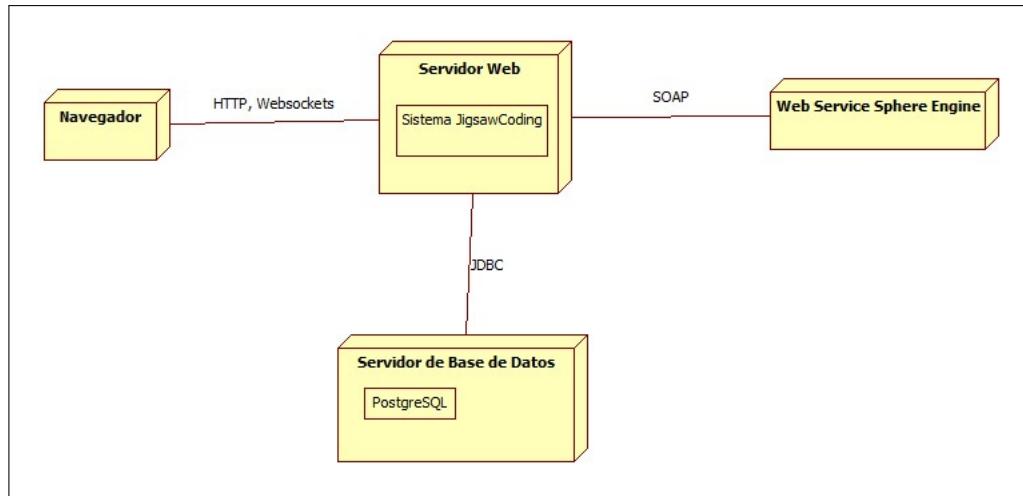


Figura C.3: Diagrama de Despliegue

- **Navegador**

Es la interfaz que permitirá visualizar el contenido de las páginas web del Sistema Jigsaw Coding.

- **Servidor Web**

Es el responsable de gestionar todas las peticiones HTTP provenientes de los navegadores web y de enviar las respuestas con los datos solicitados por los mismos. La comunicación entre el servidor web y el navegador se realiza vía los protocolos HTTP y Websockets, este último, es usado para el envío de mensajes entre los usuarios via chat.

- **Servidor de Base de Datos**

Es el lugar donde estará almacenada la información del Sistema Web Jigsaw-Coding.

- **Web Service Sphere Engine**

Es un servicio web que servirá para compilar y ejecutar el código fuente desarrollado por los usuarios del sistema.

## C.6. Vista de Escenarios

La vista de escenarios o vista de casos de uso es la encargada de presentar la percepción que tiene el usuario sobre las distintas funcionalidades del sistema.

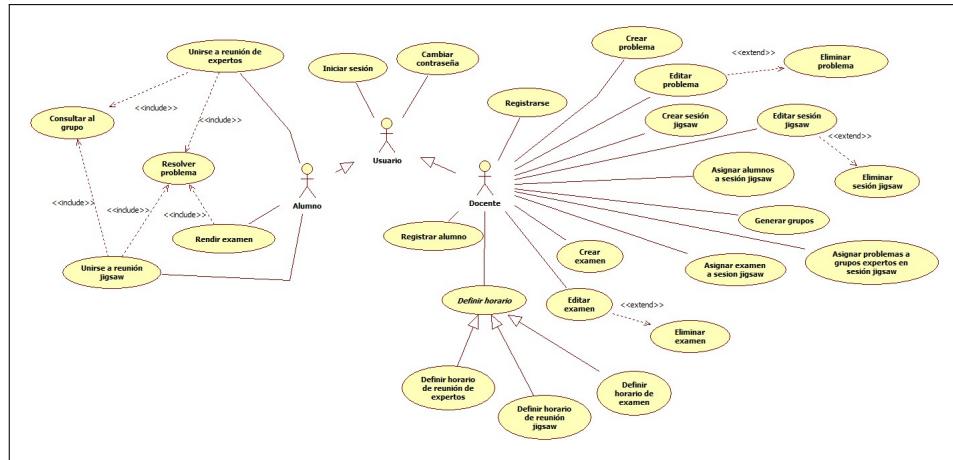


Figura C.4: Diagrama de casos de uso para el sistema JigsawCoding

### C.6.1. Catálogo de actores

En la siguiente figura se puede ver los actores que participan en el Sistema Jigsaw Coding y en la [Tabla C.2](#) se encuentra una breve descripción de cada uno de ellos.

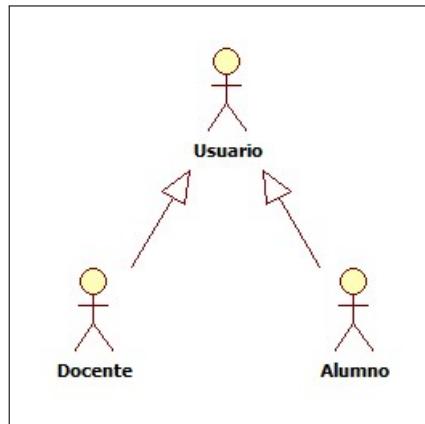


Figura C.5: Diagrama de actores

Tabla C.2: Actores

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Usuario	Persona que usará el sistema web de tiempo real para el aprendizaje colaborativo.

Docente	Es la persona responsable de crear y dirigir las sesiones de clase que serán aplicadas a los alumnos. Además, el docente es el responsable de las evaluaciones que rendirán los alumnos una vez terminada cada sesión de clase.
Alumno	Es la persona que será instruida en temas de algoritmos y programación a través de cada sesión diseñada por el docente.

## C.6.2. Casos de uso

En la tabla siguiente se presenta la descripción breve de los casos de uso obtenidos para el Sistema Jigsaw Coding, estos son especificados de una manera más detallada en el [Apéndice A](#).

Tabla C.3: Casos de uso

CASO DE USO	DESCRIPCIÓN
Registrar alumno	Este caso de uso define los pasos que el usuario con perfil docente debe seguir para poder registrar un alumno en el sistema.
Crear Problema	El caso de uso crear problema detalla la interacción entre el sistema y el usuario docente cada vez que éste necesite crear un problema o ejercicio en el sistema.
Crear sesión jigsaw	Este caso de uso describe la secuencia de pasos que se debe seguir para poder crear una sesión de clase basada en la técnica de aprendizaje colaborativo jigsaw.
Asignar alumnos a sesión jigsaw	Las sesiones jigsaw necesitan tener alumnos y ese es el objetivo que tiene este caso de uso.
Generar grupos	Mediante este caso de uso, el Sistema Jigsaw Coding realiza la creación de grupos expertos y grupos jigsaw y a cada uno de ellos les asigna alumnos de forma aleatoria.
Asignar problemas a grupos expertos	En este caso de uso se describe cómo el usuario docente puede asignar un problema a cada grupo experto generado por el sistema para una determinada sesión jigsaw.

Crear examen	El caso de uso detalla la manera en la que el usuario docente puede crear un examen, el mismo que será usado para la fase de evaluación de la sesión jigsaw.
Definir horario de reunión de expertos	Este caso de uso sirve para establecer la fecha y hora de inicio de la reunión de expertos así como su respectiva duración.
Definir horario de reunión jigsaw	Este caso de uso sirve para establecer la fecha y hora de inicio de la reunión jigsaw así como su respectiva duración.
Definir horario de examen	Este caso de uso sirve para establecer el intervalo de tiempo en el cual se puede acceder a examen así como también su respectiva duración.
Unirse a reunión de expertos	Este caso de uso le sirve al usuario alumno para poder ingresar a la reunión de expertos y desarrollar el problema asignado junto con los demás integrantes del grupo.
Unirse a reunión jigsaw	Este caso de uso le sirve al usuario alumno para poder ingresar a la reunión jigsaw y desarrollar los respectivos problemas junto con los demás integrantes del grupo.
Resolver problema	El caso de uso describe la interacción entre el usuario alumno y el sistema cada vez que se requiere resolver un problema asignado por el usuario docente.
Rendir examen	El caso de uso le permite al usuario alumno acceder al examen y visualizar cada una de las preguntas que debe resolver.
Consultar al grupo	Este caso de uso describe la manera en la que un usuario alumno puede consultar con los demás integrantes de su grupo experto o grupo jigsaw.

## C.7. Vista de Datos

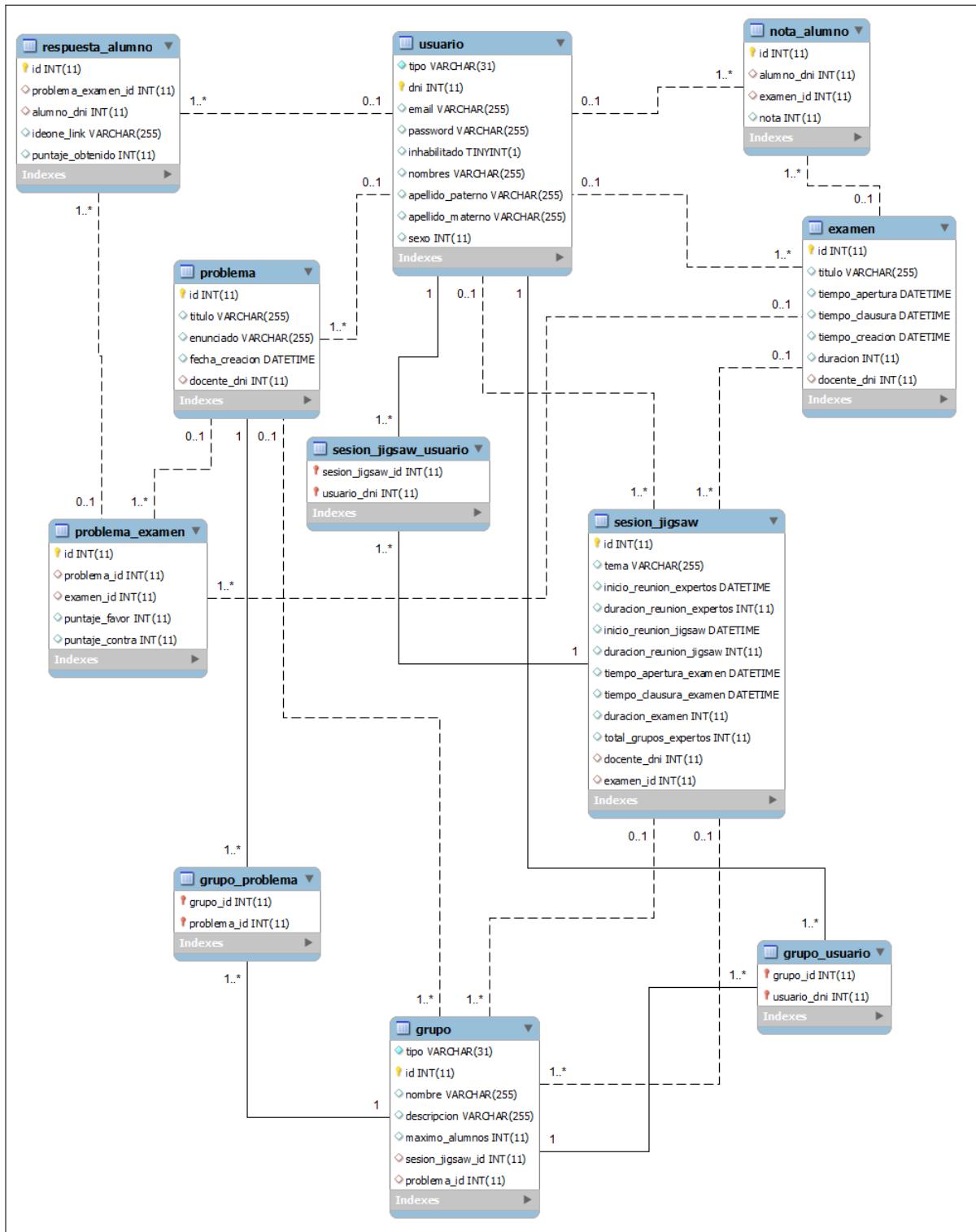


Figura C.6: Modelo de base de datos del sistema JigsawCoding

### C.7.1. PostgreSQL

El desarrollo del sistema JigsawCoding se hará usando como motor de base de datos a PostgreSQL en su versión 9.3.

## C.7.2. Diccionario de datos

A continuación, el la [Tabla C.4](#) se muestra la descripción de las tablas que conforman el modelo de datos del sistema Jigsaw Coding mostrado en la [Figura C.6](#).

Tabla C.4: Diccionario de datos

TABLA	DESCRIPCIÓN
usuario	Esta tabla almacena la información sobre los datos de los docentes y alumnos que pueden acceder al sistema Jigsaw Coding. En ella se puede encontrar el DNI, email, password, nombres, apellidos y sexo de cada usuario del sistema.
problema	Esta tabla guarda el título y enunciado de los problemas que son creados por el docente.
sesion_jigsaw	Esta tabla contiene la información de la sesión jigsaw creada por el docente. En ella se guarda el tema de la sesión, la fecha de inicio de la reunión de expertos, reunión jigsaw, evaluación así como su respectiva duración en minutos. Además esta tabla guarda la cantidad de grupos expertos que deben generarse, dato que es ingresado por el docente.
examen	Esta tabla contiene la información(titulo, fecha, duración) sobre el examen que crea el docente.
grupo	En la tabla grupo, se encuentra la información que identifica a los grupos expertos y grupos jigsaw como: nombre, descripción, máximo de alumnos.
grupos_usuario	Los grupos que se generen en el sistema deben tener una cantidad de alumnos y esta relación se almacena en esta tabla.
grupo_problema	Cada grupo experto o grupo jigsaw tiene asociado uno o más problemas. Esta información es almacenada en esta tabla.
problema_examen	Esta tabla guarda la relación de 1 a muchos que existe entre el examen y los problemas.
sesion_jigsaw_usuario	En la creación de sesiones jigsaw, se debe asignar alumnos a la misma y es en esta tabla donde se guarda dicha información.

respuesta_alumno	Cada vez que un alumno resuelve un problema de un examen, su respuesta es almacenada en esta tabla y principalmente lo que se almacena es el link generado por la api de ideone luego de ejecutar la solución del alumno. En esta tabla además se almacena el puntaje obtenido luego que el docente califica la solución.
nota_alumno	En esta tabla se registra la nota final que un alumno obtiene en un determinado examen.

# Apéndice D

## Evidencia del Caso de Estudio

En el presente Apéndice se muestra las capturas de pantalla que cada uno de los participantes de la sesión jigsaw tomó durante el desarrollo de la dinámica.

### D.1. Fase de grupos expertos

Las siguientes figuras son capturas de pantalla tomadas por los participantes del caso de estudio durante la fase de grupos expertos.

Figura D.1: Evelyn Chinarro - fase expertos

The screenshot shows a web-based coding environment titled "JIGSAW CODING". The main area displays a C++ code editor with the following code:

```
1 // your code goes here
2
3
4 /*Si el chat no funciona conversen dentro de este bloque de
comentarios
5
6 */
7
8 # include <iostream>
9 using namespace std;
10 int main ()
11 {
12     int i;
13     cout<<"Los 10 primeros mutiplos de 7 son:"<<endl;
14     for(i=1;i<=10;i++)
15     {
16         cout<<i*7<<","<<endl;
17     }
18
19
20
21
22
23 }
```

To the right of the code editor is a "RESULTADOS DE EJECUCIÓN" panel. It shows the following results:

RESULTADO	compilation error
LENGLAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	0 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	BCBEAz
INPUT	OUTPUT

Below the results is an "Información de compilación" section showing the command used: /usr/lib/gcc/i486-linux-gnu/4.8/./.i386.

Figura D.2: Daniel Erazo - fase expertos

The screenshot shows a Java code editor on the Jigsaw Coding platform. The code is as follows:

```

1 import java.util.Scanner;
2
3 class Ejercicio01 {
4     public static void main (String args[]){
5         Scanner sc = new Scanner(System.in);
6
7         System.out.print("Introduzca un número entero: ");
8         int n = sc.nextInt();
9
10        if(n%2==0) System.out.print("El número es par");
11        else System.out.print("El número es impar");
12    }
13
14
15 //Quien eres?
16

```

The interface includes a timer (183 seconds), a 'FINALIZAR' button, and a FIREPAD logo. To the right, there's an 'INPUT. Data de prueba' section with the value '3' and a 'RESULTADOS DE EJECUCIÓN' table showing success. The output window shows the message 'Introduzca un número entero: El número es impar'.

Figura D.3: Diego Álvarez - fase expertos

The screenshot shows a C++ code editor on the Jigsaw Coding platform. The code is as follows:

```

1 // your code goes here
2
3
4 /*Si el chat no funciona conversen dentro de este bloque de
comentarios
5
6 */
7
8 #include <iostream>
9 using namespace std;
10 int main ()
11 {
12     int i;
13     cout<<"Los 10 primeros mutiplos de 7 son:"<<endl;
14     for(i=1;i<10;i++)
15     {
16         cout<<i*7<<"\n"<<endl;
17     }
18
19
20
21
22
23
24

```

The interface includes a timer (163 seconds), a 'FINALIZAR' button, and a FIREPAD logo. To the right, there's an 'INPUT. Data de prueba' section with a placeholder 'Ingrese su data de prueba y luego presione run'. A 'CHAT' window shows a message from 'Diego Álvarez Tarazona' stating 'ha entrado al chat-room'. The output window shows the message 'Escriba su mensaje...'.

Figura D.4: Silvana Malpica - fase expertos

The screenshot shows a web browser window with the URL [jigsawcoding.leibnitzpavel.me/alumnos/sesiones/1/faseexpertos](https://jigsawcoding.leibnitzpavel.me/alumnos/sesiones/1/faseexpertos). The page title is "JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes". The user is identified as "Silvana Malpica Martinez".

**Números descendentes**

Elaborar un programa que imprima de forma descendente los primeros 20 números pares usando una estructura repetitiva while.

```

1 /*
2 * El 0 es par???
3 */
4
5 #include <iostream>
6 using namespace std;
7 int main (){
8     int var = 42;
9     while(var > 1){
10         var = var - 2;
11         cout<<var<<endl;
12     }
13     return 0;
14 }
```

Tiempo restante: **1 6 9** segundos

**FIREPAD**

**Lenguaje de Programación:** C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1) **run**

**INPUT. Data de prueba:**  
Ingrese su data de prueba y luego presione run

**RESULTADOS DE EJECUCIÓN:**

RESULTADO	success
LENGUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3296 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	<a href="#">fVwpo2</a>
INPUT	OUTPUT
	40 38 36 34 32 ..

**CHAT**

Figura D.5: Martin Rojas - fase expertos

The screenshot shows a web browser window with the URL [jigsawcoding.leibnitzpavel.me/alumnos/sesiones/1/faseexpertos](https://jigsawcoding.leibnitzpavel.me/alumnos/sesiones/1/faseexpertos). The page title is "JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes". The user is identified as "Martin Rojas Bustamante".

**Números descendentes**

Elaborar un programa que imprima de forma descendente los primeros 20 números pares usando una estructura repetitiva while.

```

1 /*
2 * El 0 es par???
3 */
4
5 #include <iostream>
6 using namespace std;
7 int main (){
8     int var = 48;
9     while(var > 1){
10         var = var - 2;
11         cout<<var<<endl;
12     }
13     return 0;
14 }
```

Tiempo restante: **5 8** segundos

**FIREPAD**

**Lenguaje de Programación:** C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1) **run**

**INPUT. Data de prueba:**  
Ingrese su data de prueba y luego presione run

**RESULTADOS DE EJECUCIÓN:**

RESULTADO	success
LENGUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3296 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	<a href="#">VIVLn7</a>
INPUT	OUTPUT
	20 18 16 14 12 ..

**CHAT**

## D.2. Fase de grupos jigsaw

Las siguientes figuras son capturas de pantalla tomadas por los participantes del caso de estudio durante la fase de grupos jigsaw.

Figura D.6: Evelyn Chinarro - fase jigsaw

Evelyn Chinarro Morales

Lenguaje de Programación: C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1)

```
1 //  
2 /*  
3 *  
4 */  
5 #include<iostream>  
6 using namespace std;  
7 int main()  
8 {  
9     int i=20;  
10    while(i>=1)  
11    {cout<<*i<<endl;  
12     i--;  
13    }  
14 }  
15 }
```

INPUT. Data de prueba

RESULTADOS DE EJECUCIÓN

RESULTADO	success
L LENGUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3296 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	fJOokd
INPUT	OUTPUT
	40 38 36 34 32

CHAT

Figura D.7: Daniel Erazo - fase jigsaw

Daniel Erazo Gonzales

Lenguaje de Programación: Java7 (sun-jdk-1.7.0\_10)

```
1 //  
2 /*  
3 *  
4 */  
5 #include<iostream>  
6 using namespace std;  
7 int main()  
8 {  
9     int i=20;  
10    while(i>=1)  
11    {cout<<*i<<endl;  
12     i--;  
13    }  
14 }  
15 }
```

INPUT. Data de prueba

RESULTADOS DE EJECUCIÓN

Presione run para ejecutar su código fuente

stdin Ver resultados

CHAT

Figura D.8: Diego Álvarez - fase jigsaw

The screenshot shows a web-based programming environment. At the top, there's a navigation bar with multiple tabs. Below it, the main area has tabs for 'Instrucciones' (Instructions), 'Números descendentes' (Descending Numbers), 'Par o impar' (Even or Odd), and 'Múltiplos de 7' (Multiples of 7). The 'Múltiplos de 7' tab is selected. A text input field labeled 'Lenguaje de Programación' shows 'C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1)'. Below it is a code editor with the following C++ code:

```

1 // your code goes here
2
3 /*Si el chat no funciona conversen dentro de este bloque de
4 comentarios
5
6 */
7 #include <iostream>
8 using namespace std;
9 int main(){
10     int a = 7;
11     for(int i=1; i<=10; i++){
12         if (a%7==0)
13             cout<<a<<endl;
14         a++;
15     }
16     return 0;
17 }

```

To the right of the code editor is a 'RESULTADOS DE EJECUCIÓN' (Execution Results) table. The table shows:

RESULTADO	SUCCESS
LENUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3340 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	CSPKDT
INPUT	0 0 0 0 0
OUTPUT	0 0 0 0 0

At the bottom left, a timer shows 'Tiempo restante: 4 2 8 segundos'. There's also a 'FINALIZAR' (Finish) button. The bottom right shows the date and time: '10:23 p.m. 30/11/2014'.

Figura D.9: Silvana Malpica - fase jigsaw

This screenshot shows a similar web-based programming environment. The 'Múltiplos de 7' tab is selected. The code editor contains the following C++ code:

```

1 // your code goes here
2
3 /*Si el chat no funciona conversen dentro de este bloque de
4 comentarios
5
6 */
7 #include <iostream>
8 using namespace std;
9 int main(){
10     int var = 40;
11     while(var>1){
12         var = var - 2;
13         cout<<var<<endl;
14     }
15     return 0;
16 }
17
18
19

```

The execution results table shows:

RESULTADO	SUCCESS
LENUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3340 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	e7RXwq
INPUT	38 36 34 32 30
OUTPUT	38 36 34 32 30

A timer at the bottom left shows 'Tiempo restante: 7 0 9 segundos'. There's a 'FINALIZAR' button. The bottom right shows the date and time: '22:18 30/11/2014'.

Figura D.10: Karla Malpica - fase jigsaw

The screenshot shows a Jigsaw Coding session for Karla Paola Malpica Martinez. The interface includes:

- Header:** Shows multiple browser tabs including 'criterio de est...', 'personal.us...', 'Outlook.com', 'JIGSAW CODING', 'Recuperar co...', '(2) Facebook', 'Recuperar Co...', and 'Las escenas m...'. The URL is 'jigsawcoding.leibnitzpavel.me/alumnos/sesiones/1/fasejigsaw'.
- Title Bar:** 'JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes' and 'Karla Paola Malpica Martinez'.
- Left Sidebar:** Buttons for 'Instrucciones' (Instructions), 'Números descendentes' (Descending Numbers), 'Par o Impar' (Even or Odd), and 'Múltiplos de 7' (Multiples of 7). A note says 'Elaborar un programa que lea un entero y determine si es un número par o impar.' Below is a code editor with Python 2.7.3 code:

```

1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 int main()
4 {
5     int var;
6     cin>>var;
7     if(var%2==0) cout<<"Es par";
8     else cout<<"es impar";
9 }

```

- Center:** A large black code editor area.
- Right Side:**
  - INPUT. Data de prueba:** A text input field with placeholder 'Ingrese su data de prueba y luego presione run'.
  - RESULTADOS DE EJECUCIÓN:** A button 'Presione run para ejecutar su código fuente'.
  - Buttons:** 'stdin' and 'Ver resultados'.
  - Bottom:** A 'CHAT' section and a download bar with 'Mostrar todas las descargas...'.
- Bottom:** A Windows taskbar showing icons for PRUEBA BI DE..., Outlook.com.zip, 07 - Criterio de..., estabilidad.pdf, and others. The date is 30/11/2014 and the time is 10:22 p.m. The location is LAA.

Figura D.11: Martin Rojas - fase jigsaw

The screenshot shows a Jigsaw Coding session for Martin Rojas Bustamante. The interface includes:

- Header:** Shows multiple browser tabs including 'Recibidos - leiparov@gmai...', 'Facebook', 'JIGSAW CODING', 'Bi - YouTube', 'Aplicaciones', 'Gmail - Recibidos - I...', 'YouTube - Broadcas...', 'Bienvenido a Faceb...', 'Google', 'Dropbox - Simplifica...', 'DataBase', 'GitHub', 'RUP', 'Openshift', 'Linux', 'WebDev', and 'Otros marcadores'. The URL is 'jigsawcoding.leibnitzpavel.me/alumnos/sesiones/1/fasejigsaw'.
- Title Bar:** 'JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes' and 'Martin Rojas Bustamante'.
- Left Sidebar:** Buttons for 'Instrucciones' (Instructions), 'Números descendentes' (Descending Numbers), 'Par o Impar' (Even or Odd), and 'Múltiplos de 7' (Multiples of 7). A note says 'Elaborar un programa que imprima los primeros 10 números múltiplos de 7 usando la estructura repetitiva for.'. Below is a code editor with C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1) code:

```

1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 int main()
4 {
5     int i;
6     int count=0;
7     for(i=1;i<10;i++){
8         if(i%7==0)
9             cout<<i<<endl;
10    }
11 }
12 /*
13 */
14 /*Es multiplos de 7, no divisores| -D*/

```

- Center:** A large black code editor area.
- Right Side:**
  - INPUT. Data de prueba:** A text input field with placeholder 'Ingrese su data de prueba y luego presione run'.
  - RESULTADOS DE EJECUCIÓN:** A button 'Presione run para ejecutar su código fuente'.
  - Buttons:** 'stdin' and 'Ver resultados'.
  - Bottom:** A 'CHAT' section and a download bar with 'Mostrar todas las descargas...'.
- Bottom:** A Windows taskbar showing icons for various applications. The date is 30/11/2014 and the time is 22:23. The location is LAA.

## D.3. Fase de evaluación

Las siguientes figuras son capturas de pantalla tomadas por los participantes del caso de estudio durante la fase de evaluación.

Figura D.12: Evelyn Chinarro - fase examen

The screenshot shows a web-based programming environment. At the top, there's a navigation bar with tabs like 'Aplicaciones', 'Pretty Little Liars (Pe...)', 'Capítulos segunda t...', 'Vacci - Sistema para...', 'Documento de visio...', 'Aula Virtual CJava', and 'iaaa.cps.unizar.es/d...'. Below the bar, it says 'JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes' and 'Evelyn Chinarro Morales'. A toolbar has buttons for 'Instrucciones', 'Número mayor', 'n múltiplos de a', 'De numero a texto', and 'Asteriscos'. A dropdown menu 'Lenguaje de Programación' is set to 'C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1)'. The main area contains code for finding the maximum of two integers:

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 main()
4 {
5     int a,b;
6     cout<<"Ingrese dos numeros enteros: ";
7     cin>>a>>b;
8     cout<<endl;
9
10    if(a>b)
11        cout<<"El numero mayor es "<<b<<endl;
12    else
13        cout<<"El numero mayor es "<<a<<endl;
14 }
```

Below the code, a timer says 'Tiempo restante: 5 3 1 segundos'. A red button at the bottom right says 'FINALIZAR EXAMEN'. To the right, there's a 'RESULTADOS DE EJECUCIÓN' section with a table:

RESULTADO	success
LENGUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3300 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	Qz1X3V
INPUT	3 9
OUTPUT	Ingrese dos numeros enteros: El numero mayor es 9

Figura D.13: Daniel Erazo - fase examen

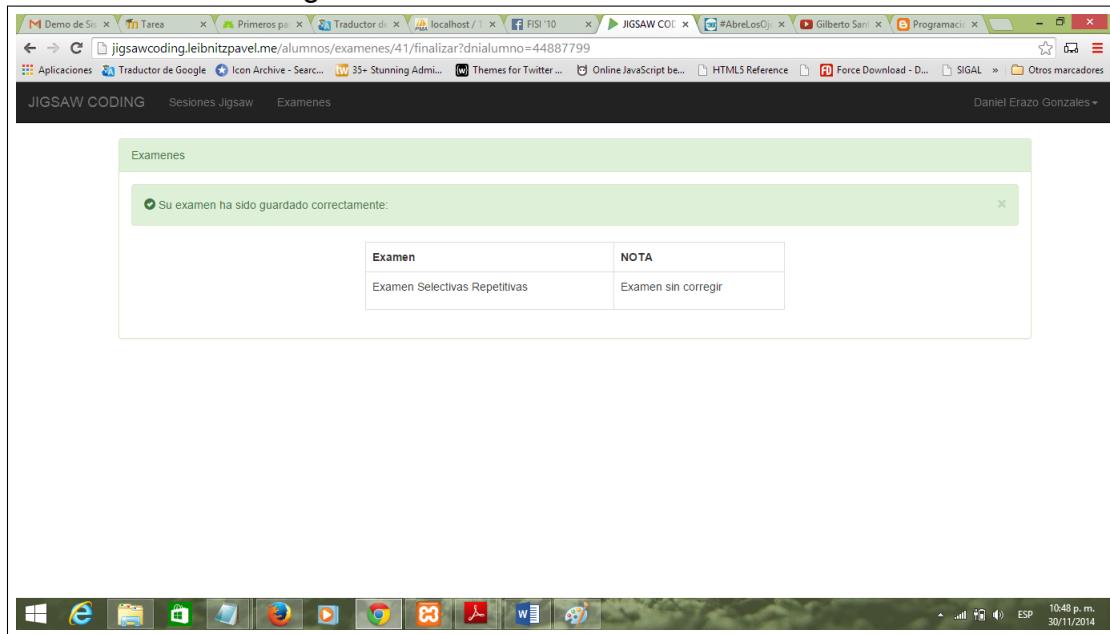


Figura D.14: Diego Álvarez - fase examen

JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes

Diego Álvarez Tarazona

Instrucciones Número mayor n múltiplos de a De numero a texto Asteriscos

Elaborar un programa que lea dos números enteros y muestre el número mayor.

Lenguaje de Programación C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1) run

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 int main (){
4     int a, b;
5     cin>>a;
6     cin>>b;
7     if(a>b){
8         cout<<"el mayor es:"<<a;
9     } else{
10        cout<<"el mayor es:"<<b;
11    }
12    return 0;
13 }
```

INPUT. Data de prueba

23 134514523

RESULTADOS DE EJECUCIÓN

RESULTADO	success
LENGUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3300 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	IRMOxF
INPUT	OUTPUT
stdin	
el mayor es:134514523	

FINALIZAR EXAMEN

1 3 2 1 segundos FIREPAD

stdin Ver resultados

Figura D.15: Silvana Malpica - fase examen

JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes

Silvana Malpica Martínez

Instrucciones Número mayor n múltiplos de a De numero a texto Asteriscos

Elaborar un programa que lea dos números enteros y muestre el número mayor.

Lenguaje de Programación C++ 4.8.1 (gcc-4.8.1) run

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 int main (){
4     int a,b;
5     cin>>a;
6     if(a>b) cout<<a;
7     else cout<<b;
8     return 0;
9 }
```

INPUT. Data de prueba

20 45

RESULTADOS DE EJECUCIÓN

RESULTADO	success
LENGUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3344 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	SXR7mv
INPUT	OUTPUT
stdin	
20 45	

FINALIZAR EXAMEN

1 6 7 2 segundos FIREPAD

stdin Ver resultados

Figura D.16: Karla Malpica - fase examen

The screenshot shows a web-based programming environment. At the top, there are several browser tabs and a navigation bar for "JIGSAW CODING". The main area contains a code editor with the following C++ code:

```

1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 int main()
4 {
5     int n;
6     cin>>n;
7     switch(n)
8     {
9         case 1: cout<<"uno"; break;
10        case 2: cout<<"dos"; break;
11        case 3: cout<<"tres"; break;
12        case 4: cout<<"cuatro"; break;
13        case 5: cout<<"cinco"; break;
14    default: cout<<"Número equivocado";
15 }
16 return 0;

```

Below the code editor, there is a timer labeled "Tiempo restante:" showing "1 2 3 7" seconds. A red "FINALIZAR EXAMEN" button is visible. To the right, there is an "INPUT. Data de prueba" field with placeholder text "Ingrese su data de prueba y luego presione run" and a "RESULTADOS DE EJECUCIÓN" section with a button "Presione run para ejecutar su código fuente". At the bottom, there is a "stdin" button and a "Ver resultados" button. The task instructions at the top of the editor state: "Elaborar un programa que lea un numero del 1 al 5 y lo muestre de forma escrita. Ejemplo 1 --> uno. Si es un numero distinto a 1,2,3,4 o 5 que muestre el mensaje: Número equivocado."

Figura D.17: Martin Rojas - fase examen

The screenshot shows a web-based programming environment. At the top, there are several browser tabs and a navigation bar for "JIGSAW CODING". The main area contains a code editor with the following C++ code:

```

1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 int main()
4 {
5     int a,b;
6     cin>>a>>b;
7     if(a>b) cout<<"Número mayor: "<<b<<endl;
8     else cout<<"Número mayor: "<<a<<endl;
9 }

```

Below the code editor, there is a timer labeled "Tiempo restante:" showing "1 5 6 8" seconds. A red "FINALIZAR EXAMEN" button is visible. To the right, there is an "INPUT. Data de prueba" field containing "1 2" and a "RESULTADOS DE EJECUCIÓN" table with the following data:

RESULTADO	success
LENJUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3300 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	4o8Wd
INPUT	1 2
OUTPUT	Número mayor: 2

At the bottom, there is a "stdin" button and a "Ver resultados" button. The task instructions at the top of the editor state: "Elaborar un programa que lea dos numeros enteros y muestre el numero mayor."

# Referencias

- Aronson, E., Blaney, N., Stephin, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). *The jigsaw classroom*. SAGE Publications.
- Azizinezhad, M., Hashemi, M., & Darvishi, S. (2013, octubre). Application of cooperative learning in EFL classes to enhance the students' language learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93, 138–141. Descargado 2014-04-12, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813032692>
- Barkley, E. F., Cross, K. P., & Major, C. H. (2012). *Collaborative learning techniques: A handbook for college faculty*. John Wiley & Sons.
- Beck, K. (2000). *Extreme programming explained: Embrace change*. Addison-Wesley Professional.
- Blocher, J. M. (2005). Increasing learner interaction: Using jigsaw online. *Educational Media International*, 42(3), 269–278. Descargado 2014-04-17, de <http://www.editlib.org/p/97880/>
- Bruffee, K. A. (1984, noviembre). Collaborative learning and the “Conversation of mankind”. *College English*, 46(7), 635–652. Descargado 2014-04-17, de <http://www.jstor.org/discover/10.2307/376924?uid=3738800&uid=2&uid=4&sid=21103674393401>
- Buhr, G. T., Hefflin, M. T., White, H. K., & Pinheiro, S. O. (2014). Using the jigsaw cooperative learning method to teach medical students about long-term and postacute care. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15(6), 429 - 434. Descargado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1525861014000905>
- Cheng, D., Zhu, W., Li, D., & Zhou, Z. (2013). A new collaborative sketching method on web browser. En *Proceedings of the 11th asia pacific conference on computer human interaction* (p. 286–290). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-03, de <http://doi.acm.org/10.1145/2525194.2525259>
- Cliburn, D. C. (2014, mayo). Team-based learning in a data structures course. *J. Comput. Sci. Coll.*, 29(5), 194–201. Descargado 2014-05-02, de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2600623.2600662>
- CodeBunk. (2014). *CodeBunk: Online Collaborative Editor and Compiler*. <http://codebunk.com/>.
- Gerlach, J. M. (1994). Is this collaboration? En K. Bosworth & S. J. Hamilton (Eds.), *Collaborative learning: Underlying processes and effective techniques ,new directions for teaching and learning* (pp. 5–14). San Francisco; USA: Jossey - Bass Publishing.
- Golub, J., y cols. (1988). *Focus on collaborative learning. classroom practices in teaching english, 1988*. ERIC.
- Google. (2014). *Google docs*. <http://docs.google.com/>.
- Han, J., & Beheshti, M. (2010, abril). Enhancement of computer science intro-

- ductory courses with mentored pair programming. *J. Comput. Sci. Coll.*, 25(4), 149–155. Descargado 2014-05-07, de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1734797.1734826>
- Holzner, S. (2006). *Ajax for dummies*. Wiley Publishing.
- IBM. (2014). *Rational unified process. best practices for software development teams*. Descargado 2014-08-31, de [http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251\\_bestpractices\\_TP026B.pdf](http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf)
- Ideone. (2014). *Ideone*. <http://ideone.com/>.
- ISO/IEC. (2003). *ISO/IEC TR 9126-3: Software engineering - product quality - part 3 : internal metrics*. ISO/IEC.
- Johnson, D., & Johnson, R. (1989). *Cooperation and competition theory and research*. Edina, Minnesota; USA: Interaction Book Co.publishing.
- Johnson, D., Johnson, R., & Holubec, E. (1984). *Cooperation in the classroom* (Edina, Ed.). Minnesota; USA: Interaction Book Co. publishing.
- Knobelsdorf, M., Kreitz, C., & Böhne, S. (2014). Teaching theoretical computer science using a cognitive apprenticeship approach. En *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on computer science education* (p. 67–72). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-07, de <http://doi.acm.org/10.1145/2538862.2538944>
- Laal, M., & Laal, M. (2012). Collaborative learning: what is it? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 491–495. Descargado 2014-04-16, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811030217>
- Lang, C., McKay, J., & Lewis, S. (2007). Seven factors that influence ICT student achievement. En *Proceedings of the 12th annual SIGCSE conference on innovation and technology in computer science education* (p. 221–225). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-07, de <http://doi.acm.org/10.1145/1268784.1268849>
- Lengstorf, J., & Leggetter, P. (2013). *Realtime web apps: HTML5 WebSocket, pusher, and the web's next big thing*. Apress.
- Lipman, D. (2014, junio). LearnCS!: a new, browser-based c programming environment for CS1. *J. Comput. Sci. Coll.*, 29(6), 144–150. Descargado 2014-05-02, de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2602724.2602752>
- Lister, R., Adams, E. S., Fitzgerald, S., Fone, W., Hamer, J., Lindholm, M., ... Thomas, L. (2004). A multi-national study of reading and tracing skills in novice programmers. En *Working group reports from ITiCSE on innovation and technology in computer science education* (p. 119–150). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-03, de <http://doi.acm.org/10.1145/1044550.1041673>
- Macgregor, J. (1990, junio). Collaborative learning: Shared inquiry as a process of reform. *New Directions for Teaching and Learning*, 1990(42), 19–30. Descargado 2014-05-01, de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tl.37219904204/abstract>
- Maftei, G., & Maftei, M. (2011). The strengthen knowledge of atomic physics using the “mosaic” method (the jigsaw method). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 1605–1610. Descargado 2014-04-15, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811005179>
- Martinez, A., & Camacho, A. (2011). A cooperative learning-based strategy for teaching relational algebra. En *Proceedings of the 16th annual joint conference on innovation and technology in computer science education* (p. 263–267). New

- York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-01, de <http://doi.acm.org/10.1145/1999747.1999821>
- McCracken, M., Almstrum, V., Diaz, D., Guzdial, M., Hagan, D., Kolikant, Y. B.-D., ... Wilusz, T. (2001). A multi-national, multi-institutional study of assessment of programming skills of first-year CS students. En *Working group reports from ITiCSE on innovation and technology in computer science education* (p. 125–180). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-03, de <http://doi.acm.org/10.1145/572133.572137>
- McDowell, C., Werner, L., Bullock, H., & Fernald, J. (2002). The effects of pair-programming on performance in an introductory programming course. En *Proceedings of the 33rd SIGCSE technical symposium on computer science education* (p. 38–42). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-04-16, de <http://doi.acm.org/10.1145/563340.563353>
- Miller, R. C., Zhang, H., Gilbert, E., & Gerber, E. (2014). Pair research: Matching people for collaboration, learning, and productivity. En *Proceedings of the 17th ACM conference on computer supported cooperative work; social computing* (p. 1043–1048). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-02, de <http://doi.acm.org/10.1145/2531602.2531703>
- Nikula, U., Sajaniemi, J., Tedre, M., & Wray, S. (2007). Python and roles of variables in introductory programming: Experiences from three educational institutions. *JITE*, 6, 199–214. Descargado 2014-05-07, de <http://www.jite.org/documents/Vol6/JITEv6p199-214Nikula269.pdf>
- Panitz, T. (1999). Benefits of cooperative learning in relation to student motivation. En M. Theall (Ed.), *Motivation from within: Approaches for encouraging faculty and students to excel, new directions for teaching and learning*. San Francisco, CA; USA: Josey-Bass publishing.
- Persico D., S. L., Pozzi F. (2008). Fostering collaboration in CSCL. *Encyclopedia of Information and Communication Technology*.
- Pinzás, C., & Yatsen, G. (2013). *Desarrollo de un sistema web para la enseñanza de casos de uso empleando la técnica de aprendizaje cooperativo de rompecabezas* (Tesis).
- Rational Method Composer. (2014). *RUP for small projects*. Descargado 2014-09, de [http://cgrw01.cgr.go.cr/rup/RUP.es/SmallProjects/index.htm#core.base\\_rup/guidances/supportingmaterials/welcome\\_2BC5187F.html](http://cgrw01.cgr.go.cr/rup/RUP.es/SmallProjects/index.htm#core.base_rup/guidances/supportingmaterials/welcome_2BC5187F.html)
- Servicio de innovación educativa - Universidad Politécnica de Madrid. (2008). Aprendizaje cooperativo.
- Sheard, J., & Hagan, D. (1998). Our failing students: A study of a repeat group. En *Proceedings of the 6th annual conference on the teaching of computing and the 3rd annual conference on integrating technology into computer science education: Changing the delivery of computer science education* (p. 223–227). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-07, de <http://doi.acm.org/10.1145/282991.283550>
- Smith, B. L., & MacGregor, J. T. (1992). What is collaborative learning? En A. Goodsell, M. Maher, V. Tinto, B. L. Smith, & M. J. T. (Eds.), *Collaborative learning: A sourcebook for higher education*. Pennsylvania State University, USA: National center on postsecondary teaching, learning, and assessment publishing.
- Tenenberg, J., Fincher, S., Blaha, K., Bouvier, D., yi Chen, T., Chinn, D., ... Vandegrift, T. (2005). Students designing software: a multi-national, multi-

- institutional study. *Informatics in Education*.
- Truong, N., Bancroft, P., & Roe, P. (2003). A web based environment for learning to program. En *Proceedings of the 26th australasian computer science conference - volume 16* (p. 255–264). Darlinghurst, Australia, Australia: Australian Computer Society, Inc. Descargado 2014-05-07, de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=783106.783135>
- Wang, W. (2002). *Computer-supported virtual collaborative learning and assessment framework for distributed learning environment* (Thesis, Massachusetts Institute of Technology). Descargado 2014-04-05, de <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/84815> (Thesis (S.M.)—Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Civil and Environmental Engineering, 2002.)
- Williams, L., Kessler, R. R., Cunningham, W., & Jeffries, R. (2000, julio). Strengthening the case for pair programming. *IEEE Softw.*, 17(4), 19–25. Descargado 2014-05-03, de <http://dx.doi.org/10.1109/52.854064>
- Williams, L. A. (2000). *The collaborative software process* (Tesis Doctoral no publicada). Citeseer.