



FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

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

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Software

Bachiller : Leibnitz Pavel Rojas Bustamante
Asesora : Mg. Lenis Wong Portillo

Lima, 12 de noviembre de 2016

© Leibnitz Rojas, 2015.
Todos los derechos reservados.

Este trabajo está dedicado a mis padres Arturo y María, y a Martín, mi hermano. Su confianza, aliento y apoyo constante me permiten hoy, alcanzar una de mis metas.

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.

Palabras clave: aprendizaje colaborativo, técnica de Jigsaw, desarrollo de algoritmos y programación.

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.

Keywords: collaborative learning, Jigsaw technique, algorithms solving.

Índice general

Índice general	ix
Índice de figuras	xii
Índice de tablas	xii
1. Introducción	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	4
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
2. Marco Teórico	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
3. Estado del Arte	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.	17
3.1.4.	CodeBunk	18
3.1.5.	Análisis comparativo	20
3.2.	Técnicas para el aprendizaje colaborativo	21
3.2.1.	Jigsaw	21
3.2.2.	Pair Research	22
3.2.3.	Mentored Pair Programming	23
3.2.4.	Análisis comparativo	24
3.3.	Frameworks para aplicaciones web	25
3.3.1.	GoogleDrive Realtime API	25
3.3.2.	Ideone API - Sphere Engine	25
3.3.3.	Hangouts API	26
3.3.4.	Análisis comparativo	27
3.4.	Análisis del estado del arte	28
4.	Aporte práctico	29
4.1.	Metodología de desarrollo	29
4.2.	Desarrollo del Sistema Jigsaw Coding	31
4.2.1.	Modelo de casos de uso	31
4.2.2.	Arquitectura del Sistema	34
4.3.	Uso del Sistema Jigsaw Coding	36
4.3.1.	Login	37
4.3.2.	Problemas	37
4.3.3.	Alumnos	39
4.3.4.	Examenes	40
4.3.5.	Sesiones Jigsaw	42
4.3.6.	Unirse a reunión de expertos	46
4.3.7.	Unirse a reunión jigsaw	49
4.3.8.	Rendir evaluación	49
4.4.	Definición de métricas de calidad para el Sistema Jigsaw Coding	51
4.4.1.	Entendibilidad	51
4.4.2.	Portabilidad	52
4.4.3.	Eficiencia	53
5.	Caso de estudio	54
5.1.	Definición del caso de estudio	54
5.2.	Definición de temas para el caso de estudio	55
5.2.1.	Problemas	55
5.3.	Aplicación del Sistema Jigsaw Coding al caso de estudio	56
6.	Análisis de resultados	59
6.1.	Soluciones a los problemas de la sesión jigsaw	59
6.2.	Métrica de calidad: Entendibilidad	63
6.3.	Métrica de calidad: Portabilidad	63
6.4.	Métrica de calidad: Eficiencia	64

7. Conclusiones y Trabajos futuros	65
7.1. Conclusión general	65
7.2. Conclusiones específicas	65
7.3. Trabajos futuros	66
A. Casos de Uso	67
A.1. Introducción	67
A.1.1. Propósito	67
A.1.2. Alcance	67
A.1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaciones	67
A.2. Catálogo de actores	68
A.3. Diagramas de casos de uso	69
A.3.1. Casos de uso	69
A.4. Especificaciones de Casos de Uso	70
A.4.1. Iniciar sesión	70
A.4.2. Registrar Alumno	71
A.4.3. Crear Problema	72
A.4.4. Crear sesión jigsaw	73
A.4.5. Modificar sesión jigsaw	74
A.4.6. Asignar alumnos a sesión jigsaw	75
A.4.7. Generar grupos	76
A.4.8. Asignar problemas a grupos expertos	77
A.4.9. Crear examen	78
A.4.10. Asignar examen	79
A.4.11. Definir horario de reunión de expertos	80
A.4.12. Definir horario de reunión jigsaw	81
A.4.13. Definir horario de examen	82
A.4.14. Unirse a reunión de expertos	83
A.4.15. Resolver problema	84
A.4.16. Consultar al grupo	85
A.4.17. Unirse a reunión jigsaw	86
A.4.18. Rendir examen	87
B. Especificaciones suplementarias	88
B.1. Introducción	88
B.2. Funcionalidad	88
B.3. Fiabilidad o confiabilidad	88
B.4. Usabilidad	88
B.5. Eficiencia o Performance	89
B.6. Mantenibilidad	89
B.7. Portabilidad	89
C. Documento de Arquitectura de Software	90
C.1. Introducción	90
C.1.1. Propósito	90
C.1.2. Alcance	90
C.1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas	90
C.1.4. Metas arquitectónicas y restricciones	91
C.2. Representación arquitectónica	92

C.2.1. PlayFramework 2.2.4	92
C.3. Vista Lógica	93
C.4. Vista de Desarrollo	94
C.5. Vista Física	95
C.6. Vista de Escenarios	96
C.6.1. Catálogo de actores	96
C.6.2. Casos de uso	97
C.7. Vista de Datos	99
C.7.1. PostgreSQL	99
C.7.2. Diccionario de datos	100
Referencias	102

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. Polling	11
2.5. Long Polling	12
2.6. Websockets	12
3.1. LearnCS	15
3.2. LearnCS	15
3.3. Google Docs	16
3.4. CodeBunk	19
3.5. Jigsaw Paso 1	21
3.6. Jigsaw Paso 2	22
3.7. Pair Research	23
3.8. Ideone	26
4.1. RUP	29
4.2. Diagrama de actores	31
4.3. Caso de uso Resolver problema	34
4.4. Diagrama de Clases	35
4.5. Diagrama de Paquetes	36
4.6. SJC Login	37
4.7. SJC Registrarse	38
4.8. SJC Inicio	38
4.9. SJC Problemas	38
4.10. SJC Nuevo problema	39
4.11. SJC Editar problema	39
4.12. SJC Alumnos	40
4.13. SJC Nuevo alumno	40
4.14. SJC Examenes	41
4.15. SJC Nuevo examen	41
4.16. Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo sesiones jigsaw	42
4.17. SJC Sesiones jigsaw	42
4.18. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	43
4.19. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	43
4.20. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	44
4.21. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	44
4.22. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	45
4.23. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	45
4.24. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	45

4.25. Sistema Jigsaw Coding - Asignar examen a sesión jigsaw	46
4.26. Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de reunión de expertos	46
4.27. Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de reunión jigsaw	47
4.28. Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de examen	47
4.29. Sistema Jigsaw Coding - Perfil alumno	48
4.30. Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión de expertos	48
4.31. Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión jigsaw	49
4.32. Sistema Jigsaw Coding - Rendir examen	50
4.33. Sistema Jigsaw Coding - Ver nota de examen	50
5.1. Población del caso de estudio.	55
5.2. Grupos Expertos y Grupos Jigsaw - EAP Sistemas	56
5.3. Grupos Expertos y Grupos Jigsaw - EAP Software	56
5.4. SJSistemas y SJSistemas-Control	57
5.5. SJSoftware y SJSoftware-Control	57
5.6. Examen EAP Software	58
A.1. Diagrama de actores	68
A.2. Casos de uso	69
C.1. Diagrama de Clases	93
C.2. Diagrama de Paquetes	94
C.3. Diagrama de Despliegue	95
C.4. Casos de uso	96
C.5. Diagrama de actores	96
C.6. Modelo de datos	99

Índice de tablas

1.1. Porcentaje de Aprobados y Desaprobados en cursos de Algoritmos y Programación.	3
3.1. Herramientas para el aprendizaje colaborativo	20
3.2. Técnicas de aprendizaje colaborativo	24
3.3. Frameworks para aplicaciones web.	27
4.1. Artefactos del proceso de desarrollo del Sistema Jigsaw Coding	30
4.2. Actores	32
4.3. Casos de uso	32
4.4. Caso de uso resolver problema.	34
4.5. Métrica de calidad: Entendibilidad	51
4.6. Métrica de calidad: Portabilidad	52
4.7. Métrica de calidad: Eficiencia	53
6.1. Soluciones de fase jigsaw	61
6.2. Resultados de la métrica de entendibilidad.	63
6.3. Resultados de métrica de portabilidad.	63
6.4. Resultados de la métrica de eficiencia.	64
A.1. Actores	68
C.2. Actores	96
C.3. Casos de uso	97
C.4. Diccionario de datos	100

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 relacionados con algoritmos y programación, problema que se evidencia en el porcentaje de alumnos desaprobados en materias de esta naturaleza: Algorítmica I, 42%; Algorítmica II, 46%; Algorítmica III, 19%; Estructura de Datos, 40%.

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 existe en universidades del Perú y sin ir muy lejos, está presente en la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos tal como se muestra en el siguiente cuadro estadístico:

Tabla 1.1: Porcentaje de Aprobados y Desaprobados en cursos de Algoritmos y Programación.

Curso	2013-2		2014-1		2014-2		2015-1		Total	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Algorítmica I	65 %	35 %	81 %	19 %	49 %	51 %	61 %	39 %	58 %	42 %
Algorítmica II	57 %	43 %	49 %	51 %	36 %	64 %	60 %	40 %	54 %	46 %
Algorítmica III	90 %	10 %	83 %	17 %	77 %	23 %	70 %	30 %	81 %	19 %
Est. de Datos	71 %	29 %	64 %	36 %	20 %	80 %	25 %	75 %	60 %	40 %

^a Fuente: SUM - UNMSM.

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

- Definir y elaborar los contenidos de los temas a usar en sistema.
- Definir 3 métricas de calidad para el evaluar el sistema web.

1.5. Alcances

La presente tesis tendrá los siguientes alcances:

- Se evaluará el resultado de la técnica jigsaw en base a las notas obtenidas por los alumnos durante la fase de evaluación.
- Se evaluará el sistema a desarrollar en base a las métricas de calidad definidas.
- Se aplicará el sistema con un grupo de 20 alumnos de 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 ¹:

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

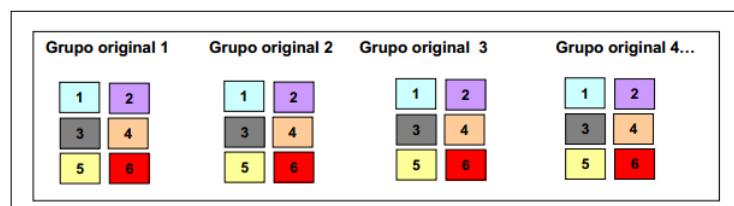


Figura 2.1: Grupos originales en la técnica Jigsaw

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.

¹(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

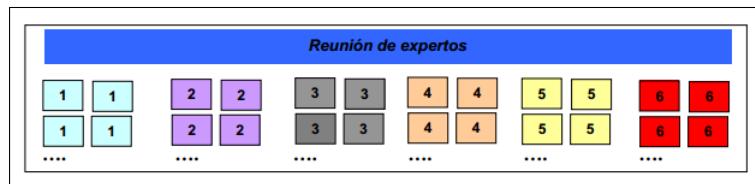


Figura 2.2: Grupos de expertos

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

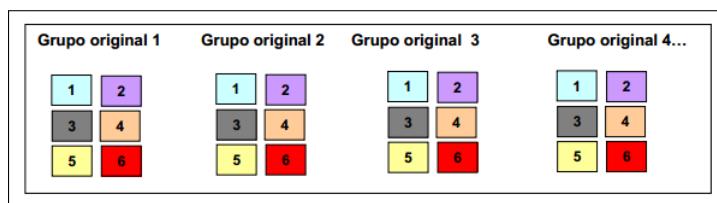


Figura 2.3: Regreso a los originales

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 ha 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 misma 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.

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)

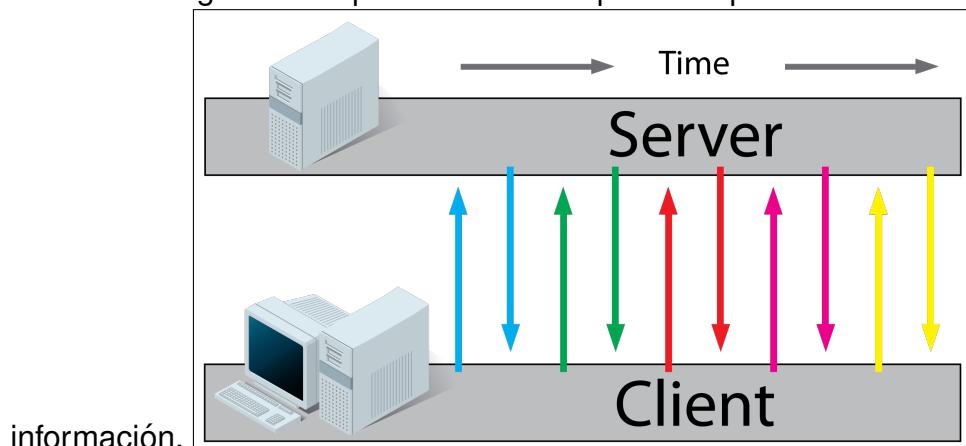
Desde entonces, AJAX ha permitido realizar diferentes tipos de aplicaciones web como por ejemplo:

- *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 autocompleteo.* 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 2.4

Figura 2.4: Polling
A través del Polling se envía peticiones HTTP para comprobar si existe nueva información.



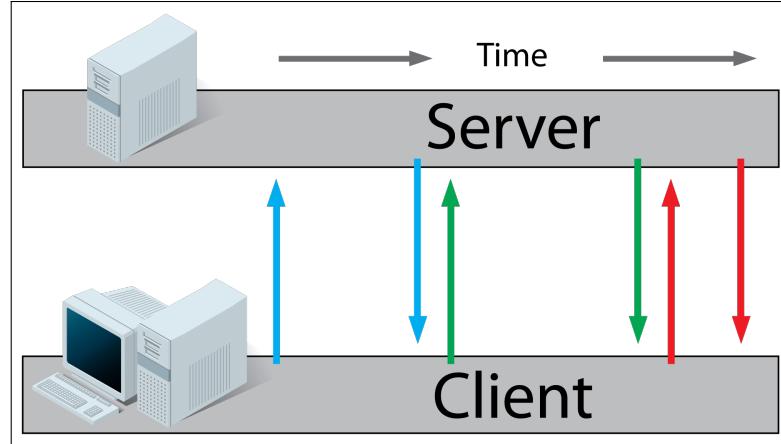
Fuente: Lengstorf & Leggetter, 2013

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 2.5

Figura 2.5: Long Polling

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



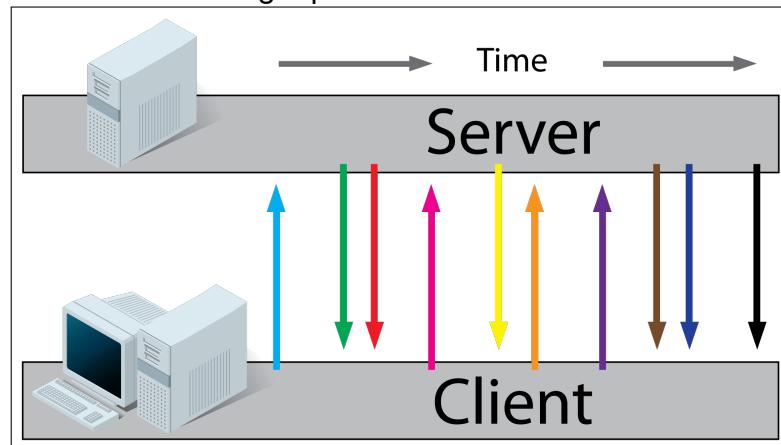
Fuente: Lengstorf & Leggetter, 2013

2.3.4. WebSockets

Web sockets (Ver figura 2.6) 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)

Figura 2.6: Websockets

Una nueva tecnología para la comunicación bidireccional.



Fuente: Lengstorf & Leggetter, 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 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

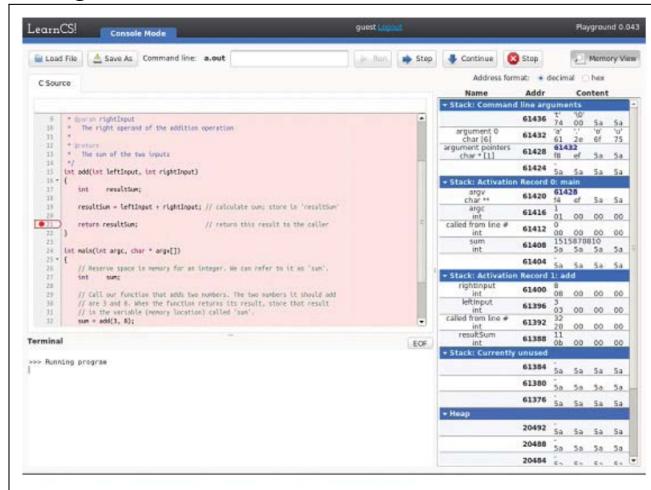
3.1.1. LearnCS

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 ya que provee de 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. Así mismo, cada vez que se llaman a funciones, los alumnos aprenden como 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 errores de sintaxis([Lipman, 2014](#)).

Figura 3.1: Interfaz del sistema LearnCS!

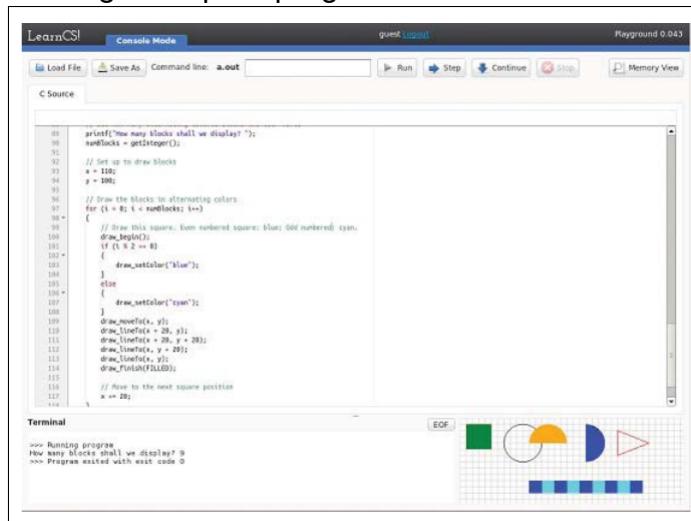


Fuente: Lipman, 2014

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!



Fuente: 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: Google Docs



Fuente: 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.

Figura 3.4: Interfaz gráfica de Codebunk

The screenshot shows the Codebunk web application interface. At the top, there are buttons for 'Run' (disabled), 'Read Only', 'Share', 'New Bunk', and 'Fork'. A dropdown menu is open, showing language options: Python (selected), Javascript, PHP, Ruby 1.8, Ruby 1.9, Perl, Lua, C, and C++. The main area contains Python code. The code is a script to transform an array by subtracting each element from its successor k times. It includes imports for random and xrange, defines a function 'transform', and uses a for loop to iterate through the array. A note at the top of the code states: 'Integers and a transformation defined as $A[x] = A[x+1] - A[x]$. array transformed k times.'

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

Python
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

def transform(A,k):
    sz = len(A)
    low=10,high=100:
    _:random.randint(low,high), xrange(sz))
    ,9)
    ,6)

    in(k,len(A))):
        i:A[i+1] - A[i],xrange(len(A) - 1))

    C
    C++
```

Fuente: 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

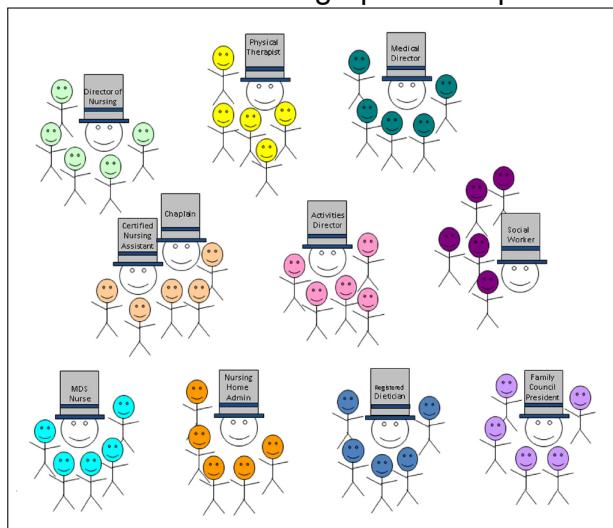
CARACTERÍSTICAS	LearnCS	Google Docs	Sistema PUCP	Code Bunk
◊ Usuarios colaborativos	0	2a+	2a+	2a+
◊ Lenguajes de programación	1	0	0	2a+
◊ Editor colaborativo	0	1	0	1
◊ Foro de discusión	0	0	1	0
◊ Muestra mensajes de error	✓	✗	✗	✓
◊ Permite crear y editar documentos de texto, hojas de cálculo y diapositivas	✗	✓	✗	✗
◊ 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 elaborar casos de uso	✗	✗	✓	✗
◊ Posee coloración de sintaxis de código fuente	✓	✗	✗	✓
◊ Visualización de resultados de ejecución	✗	✗	✗	✓
◊ Historial de revisiones de código	✗	✓	✗	✓
◊ 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*”. El objetivo de este estudio fue que los estudiantes aprendan sobre las herramientas y roles en el cuidado intensivo a largo plazo (LTPAC - Long Term and Post Acute Care) en pacientes dentro de un asilo de ancianos ([Buhr y cols., 2014](#)).

Figura 3.5: Jigsaw Paso 1
Fase de reunión de grupos de expertos.

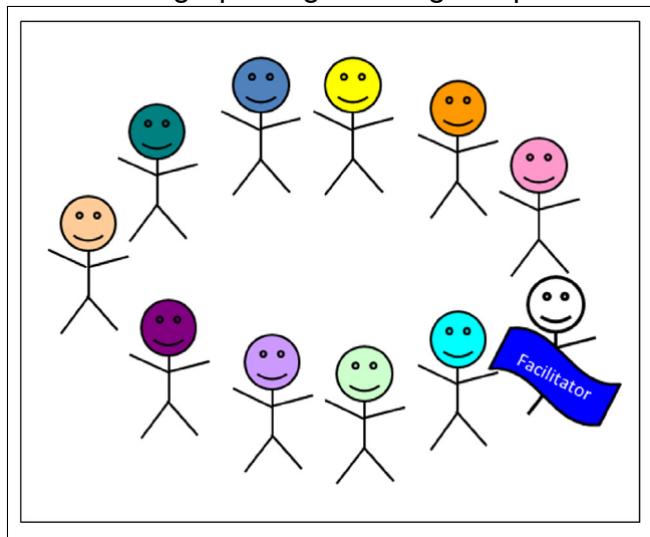


Fuente: [Buhr y cols., 2014](#)

En primer lugar, se identificaron 10 miembros claves del equipo LTPAC que trabajaba en el asilo y un total de 50 estudiantes fueron divididos en 10 grupos expertos. A cada grupo experto se le asignó de 30 a 45 minutos para encontrar y entrevistar a 1 miembro del equipo LTPAC sobre sus funciones y tareas en el asilo (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, denominados los grupos Jigsaw, se reunieron por 1 hora en la cual cada estudiante expuso los resultados de la entrevista que había realizado al profesional LTPAC del asilo ([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 del asilo. 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

Figura 3.6: Jigsaw Paso 2
Fase de reunión de grupos Jigsaw dirigidos por un moderador.



Fuente: Buhr y cols., 2014

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.

Cada semana, los miembros de los grupos son emparejados guiados por un algoritmo de emparejamiento. Cada pareja se reúne por una a dos horas, de las cuales, la mitad del tiempo es dedicado a trabajar en el proyecto de la otra persona.

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. 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 como por ejemplo: “depurar programa en Django” o “revisar un informe” y luego otros miembros completaban la matriz de acuerdo a si podían o estaban interesados en ayudar en algún tema en específico;

La finalidad de la investigación en pares fue mejorar la productividad, el aprendizaje informal y la colaboración. En cuanto a la productividad, los resultados del

Figura 3.7: Pair Research
Hoja de excel utilizada para la matriz de preferencias y emparejamiento.

Paired Research																	
for the week of 13-May-2013																	
what help can you provide?																	
1	Tish Schenk <tshen@gmail.com>	now	GSU	any group	brainstorming on lifelog photo visualisation	Tish Schenk <tshen@gmail.com>	Kenya Manner <kenyam@gmail.com>	Hsu Rey <hsu@gsu.edu>	Roland Mallow <roland.mallow@gmail.com>	Gaynelle Alba <gaynelle@gmail.com>	Mandie Choudhury <chowd@gsu.edu>	Judy Syring <judysyring@gmail.com>	Lanessa Syring <lanessa.syring@gmail.com>	Reanne Jackson <reanne.jackson@gmail.com>	Lotta Lang <lotta.lang@gmail.com>	Asha Sax <asha.sax@gmail.com>	Tamae Sasakawa <tamasax@gmail.com>
2	Kenya Manner <kenyam@gmail.com>	now	GSU	any group	brainstorming on lifelog photo visualisation												
3	Hsu Rey <hsu@gsu.edu>	now	LID	any group	thinking about online video learning												
4	Roland Mallow <roland.mallow@gmail.com>	now	LID	any group	thesising												
5	Gaynelle Alba <gaynelle@gmail.com>	now	LID	any group	in-depth idea bouncing												
6	Mandie Choudhury <chowd@gsu.edu>	now	LID	any group	any group												
7	Judy Syring <judysyring@gmail.com>	now	USW	any group	pilot study												
8	Lanessa Syring <lanessa.syring@gmail.com>	now	USW	any group	my group only												
9	Reanne Jackson <reanne.jackson@gmail.com>	now	USW	any group	thesising												
10	Lotta Lang <lotta.lang@gmail.com>	now	USW	any group	any group only												
11	Asha Sax <asha.sax@gmail.com>	now	USW	any group	writing feedback												
12	Tamae Sasakawa <tamasax@gmail.com>	now	USW	any group													
13	Lotta Lang <lotta.lang@gmail.com>	now	USW	any group													
14	Asha Sax <asha.sax@gmail.com>	now	USW	any group													
15	Tamae Sasakawa <tamasax@gmail.com>	now	USW	any group													
16	Linda Riesepo <riesepo@gmail.com>	29-May-2013	USW	any group													
17	Asha Sax <asha.sax@gmail.com>	now	USW	any group													
18	Tamae Sasakawa <tamasax@gmail.com>	now	USW	any group													

Fuente: Miller y cols., 2014

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. Mentored Pair Programming

Mentored Pair Programming (MPP) es una estrategia para mejorar los cursos introductorios de ciencias de la computación. Básicamente, MPP combina tres estrategias de enseñanza como son: *Pair Programming (PP)*, *Peer-led team Learning (PLTL)* y *Closed laboratory* con la finalidad de hacer los conceptos abstractos menos intimidantes. El proceso de MPP se enfoca en el desarrollo de habilidades necesarias para resolver problemas de programación. (Han & Beheshti, 2010)

Pair Programming es un enfoque que mejora la calidad del diseño, reduce los defectos en el producto en desarrollo así como también mejora las habilidades técnicas y comunicativas del equipo de trabajo. De acuerdo con Han y Beheshti (2010), PP presenta algunos beneficios importantes como:

- Muchos errores son encontrados durante la codificación.
- El total de defectos al final del trabajo es relativamente bajo.
- Los diseños son mejores y la cantidad de líneas de código se reduce.
- El equipo resuelve problemas de una manera más rápida.
- Las personas aprenden del resto del equipo y disfrutan más su trabajo.

Peer Led Team Learning es un enfoque que utiliza a un estudiante sobresaliente como guía dentro de un equipo de 6 a 8 personas para discutir y debatir sobre la resolución de problemas en un tema de ciencias, computación, matemática, entre otros. Las principales características de este enfoque son: Experiencias de aprendizaje activo para los estudiantes y creación de roles de liderazgo (Han & Beheshti, 2010).

Closed Laboratory es una estrategia en la cual los estudiantes trabajan actividades de programación bajo supervisión durante las horas de laboratorio de clases. Cada sesión de laboratorio está dividida en tres partes. En la primera, los alumnos se preparan en casa leyendo sobre las tareas y temas que se verán en el laboratorio. Posteriormente, se les hace una serie de preguntas para medir el nivel de preparación del alumno y finalmente se les asigna tareas sobre programación (Han & Beheshti, 2010).

3.2.4. 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	MENTORED PAIR PROGRAMMING
<ul style="list-style-type: none"> ◊ Integrantes por equipo ◊ Moderador(es) o líder(es) de equipo ◊ Profesor (es) como guías ◊ Método(s) para generar los emparejamientos ◊ Evaluaciones o exámenes 	<ul style="list-style-type: none"> 4-6 0 1 0 1 	<ul style="list-style-type: none"> 2 0 0 1 0 	<ul style="list-style-type: none"> 6-8 1 0 0 0
<ul style="list-style-type: none"> ◊ Desarrolla la creatividad ◊ Mejora la comunicación del estudiante ◊ Favorece la integración del grupo ◊ Favorece el aprendizaje del tema a tratar 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ✓ ✓ ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ✓ ✗ ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ✓ ✓ ✓

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

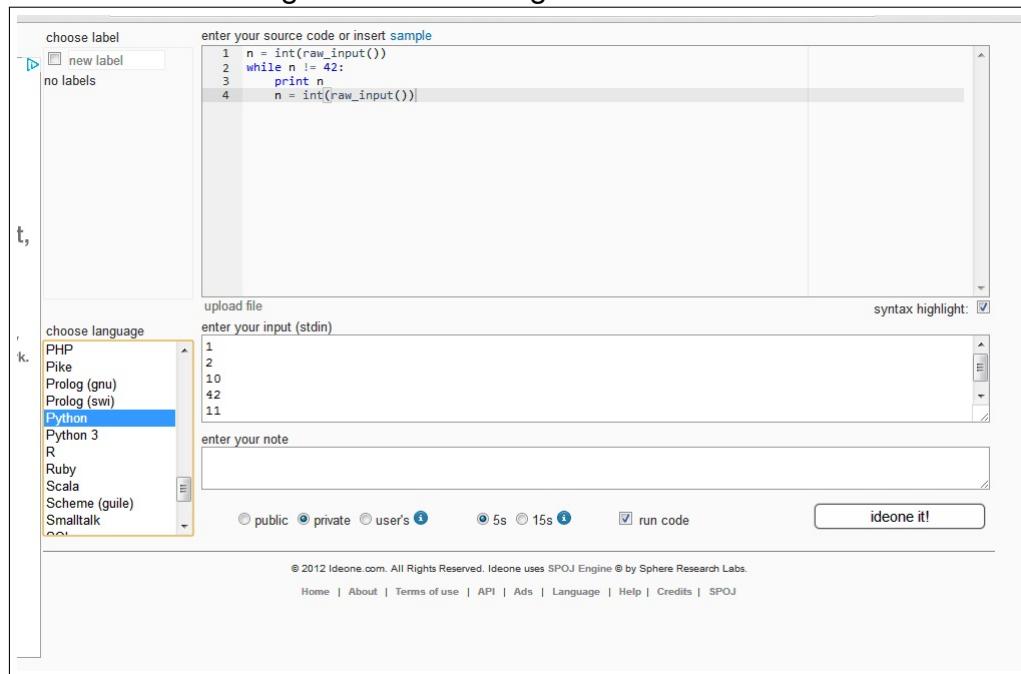
Sphere Engine, antes conocida como Ideone API, permite a los usuarios ejecutar código en múltiples lenguajes de manera online. Ideone es un compilador y una herramienta de depuración que soporta más de 60 lenguajes de programación. A través de la API, los desarrolladores pueden crear sus propias aplicaciones 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.



Fuente: Ideone, 2014

3.3.3. Hangouts API

La API Google+ Hangouts permite desarrollar aplicaciones colaborativas que se comportan como aplicaciones web pero tienen la característica adicional de proveer una funcionalidad de tiempo real al permitir a los usuarios compartir contenido y mantenerse comunicados vía audio y video. Las aplicaciones Hangout pueden desarrollarse también como extensiones que se añaden a las video conferencias de los hangouts de gmail.

Para crear una aplicación Hangout se necesita crear un proyecto en el Google Developers Console en el cual se crear un ID y un Token para acceder y usar las características de la api de hangouts.

La api de hangouts provee una interface para video llamadas. Provee una interface en JavaScript con la cual se puede listar los participantes del hangout y compartir data entre los mismos. Además, se puede manipular el micrófono y la cámara web de los miembros del hangout.

3.3.4. 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	Hangout API
◊ Se implementa a través de Javascript	✓	✗	✓
◊ Detección de cambios	✓	✗	✗
◊ Detección de ingreso o salida de colaboradores	✓	✗	✓
◊ Ejecutar código en múltiples lenguajes de manera online	✗	✓	✗
◊ Servicio web vía protocolo SOAP	✗	✓	✗
◊ Permite cargar código fuente	✗	✓	✗
◊ Permite ejecutar código fuente	✗	✓	✗
◊ Permite subir data de prueba inicial	✗	✓	✗
◊ Permite descargar los resultados obtenidos en la ejecución	✗	✓	✗
◊ Audio y video	✗	✗	✓

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

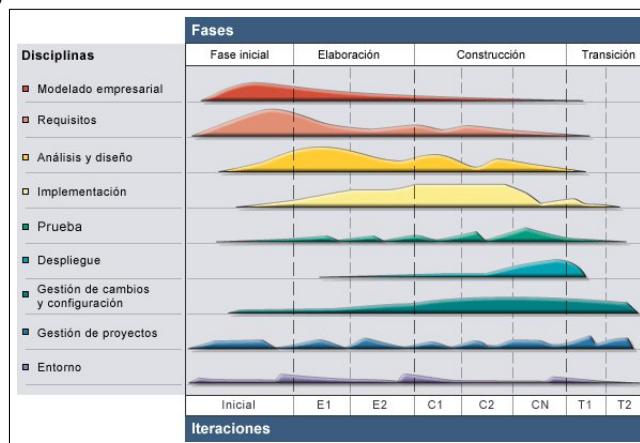
En este capítulo se expone el desarrollo del Sistema Jigsaw Coding, el cual será realizado usando las mejores prácticas de RUP. También se describirá el uso de este sistema y se definirán las métricas que permitirán medir la calidad del software implementado.

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.



Fuente: ?, ?

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">• Modelo de caso de uso• Especificaciones de casos de uso• Especificaciones suplementarias
Análisis y diseño	<ul style="list-style-type: none">• Diagrama de clases• Modelo de datos• Documento de arquitectura de software
Implementación	<ul style="list-style-type: none">• Código fuente• Sistema web desplegado

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.

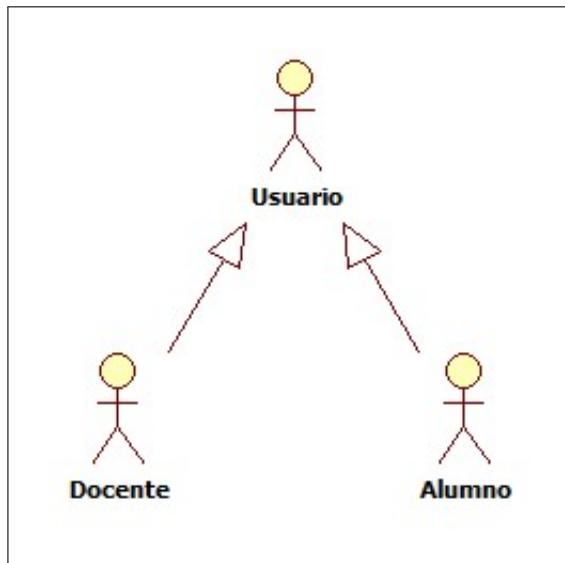


Figura 4.2: Diagrama de actores

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

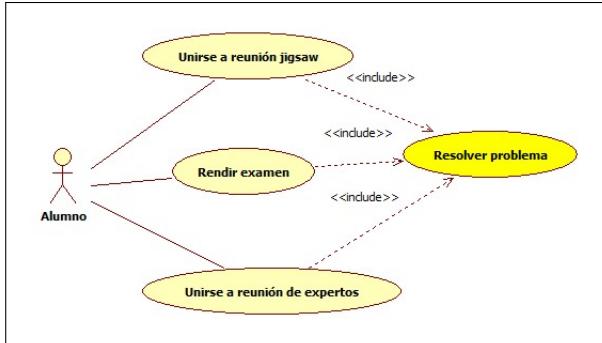


Figura 4.3: Caso de uso Resolver problema

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](#).

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"> 1. El alumno escribe la solución al problema en el editor de código fuente. 2. El alumno ingresa los datos de prueba en el panel correspondiente. 3. El alumno selecciona la opción Compilar para compilar su código fuente. 4. El sistema compila y ejecuta el código del alumno. 5. El sistema muestra los resultados de la ejecución.

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.

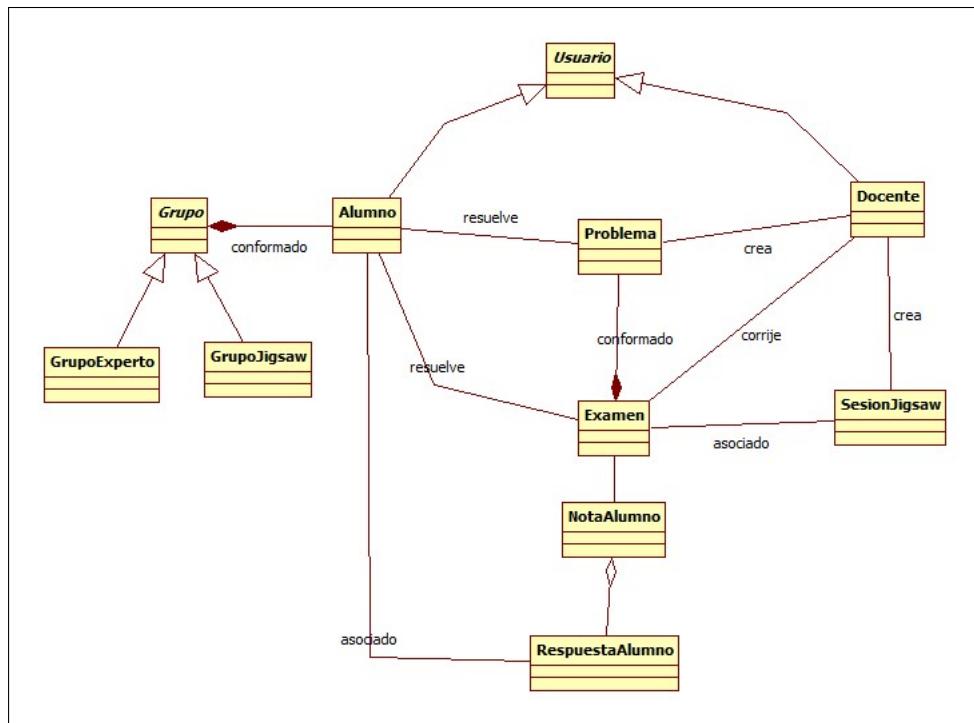


Figura 4.4: Diagrama de Clases

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 examenes, 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 examenes 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](#).

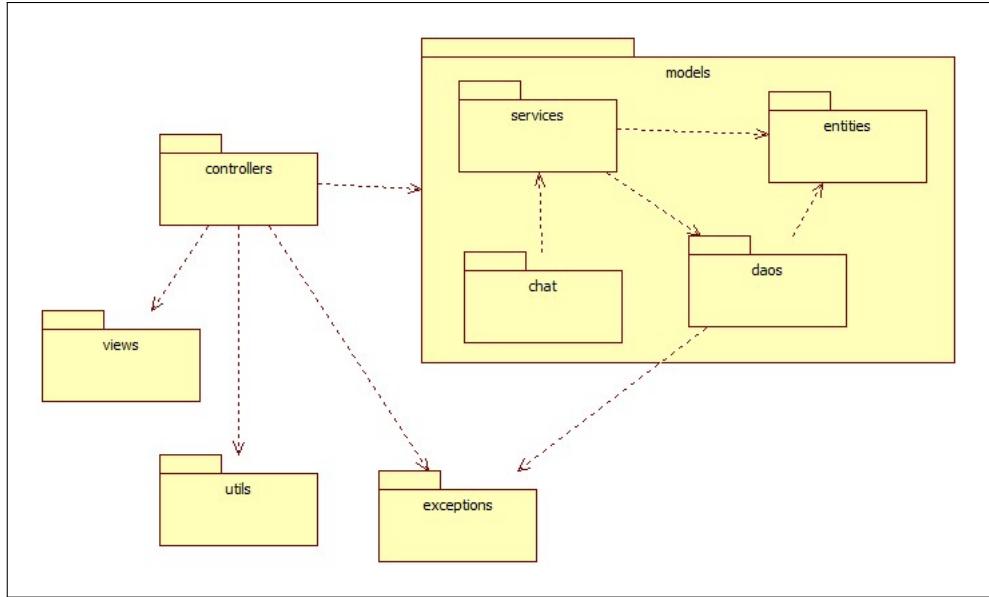


Figura 4.5: Diagrama de Paquetes

- **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.

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 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

Figura 4.6: Sistema Jigsaw Coding - Login

La imagen muestra una captura de pantalla de un formulario de login. En la parte superior derecha, hay un enlace 'Aún no tienes una cuenta?' y un botón 'Regístrate'. El formulario tiene un encabezado 'JIGSAW CODING' y contiene los siguientes campos: 'Ingresé su email' con un icono de persona y 'Ingresé su password' con un icono de candado. Abajo de los campos hay un botón azul 'Ingresar' y un enlace '¿Olvidaste tu password?'. Los campos de email y password están marcados con asteriscos (*) para indicar que son obligatorios.

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 reunions 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.

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](#).

Figura 4.7: Sistema Jigsaw Coding - Regístrate

NUEVO DOCENTE

Nombres Ingrese su nombre **Email** Ingrese su email

Apellido Paterno Ingrese su apellido materno **Contraseña** Ingrese su contraseña

Apellido Materno Ingrese su apellido materno **Confirmar Contraseña** Repita su contraseña

DNI Ingrese su DNI **Sexo** Masculino Femenino

Registrar

Figura 4.8: Sistema Jigsaw Coding - Bienvenido



Figura 4.9: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo Problemas

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

4 Problemas encontrados

Buscar... Buscar Nuevo problema

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

← Anterior Mostrando 1 - 4 de 4 Siguiente →

Figura 4.10: Sistema Jigsaw Coding - Nuevo problema

La captura de pantalla muestra la interfaz de usuario para crear un nuevo problema en el sistema Jigsaw Coding. El título de la sección es "NUEVO PROBLEMA". Hay dos campos principales: "Título" y "Enunciado". El campo "Título" contiene un cuadro vacío para ingresar el nombre del problema. El campo "Enunciado" es un cuadro grande para escribir el enunciado del problema. Abajo de los campos hay dos botones: "Guardar" (en azul) y "Cancelar" (en gris). La barra superior tiene el logo "JIGSAW CODING" y menús para "Problemas", "Alumnos", "Exámenes", "Sesiones jigsaw" y el nombre del usuario "Leibnitz Pavel Rojas Bustamante".

Figura 4.11: Sistema Jigsaw Coding - Editar problema

La captura de pantalla muestra la interfaz de usuario para editar un problema existente en el sistema Jigsaw Coding. El título de la sección es "EDITAR PROBLEMA". Los campos "Título" y "Enunciado" ya contienen datos: "Hola mundo" en el título y "Elaborar un programa que imprima el mensaje \"Hola Mundo\"". Abajo de los campos hay tres botones: "Guardar" (en azul), "Cancelar" (en gris) y "Borrar problema" (en rojo). La barra superior tiene el logo "JIGSAW CODING" y menús para "Problemas", "Alumnos", "Exámenes", "Sesiones jigsaw" y el nombre del usuario "Leibnitz Pavel Rojas Bustamante".

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 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

Tal como se puede apreciar en la [Figura 4.12](#), 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

Figura 4.12: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo Alumnos

DNI	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres	
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

← Anterior Mostrando 1 - 5 de 5 Siguiente →

Figura 4.13: Sistema Jigsaw Coding - Nuevo Alumno

Nombres	<input type="text" value="Ingrese su nombre"/>
Apellido Paterno	<input type="text" value="Ingrese su apellido paterno"/>
Apellido Materno	<input type="text" value="Ingrese su apellido materno"/>
DNI	<input type="text" value="Ingrese su DNI"/>
Sexo	<input type="radio"/> Masculino <input type="radio"/> Femenino
Email	<input type="text" value="Ingrese su email"/>
Password	<input type="text" value="Ingrese su contraseña"/>
Confirmar password	<input type="text" value="Repita su contraseña"/>
Registrar	

filtrar dichos alumnos con la opción Buscar.

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](#).

Figura 4.14: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo Exámenes

Examen	Preguntas	Acciones
Examen	Asteriscos Hola mundo Fibonacci	Editar

Figura 4.15: Sistema Jigsaw Coding - Nuevo Examen

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.
5. Presione nuevamente el problema para guardar el puntaje.

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

TEMA	REUNIÓN DE EXPERTOS	REUNIÓN JIGSAW	EVALUACIÓN	TOTAL DE ALUMNOS	TOTAL DE GE	
Ordenamiento	Fecha de inicio: 15/11/2014 06:00:00 AM Duración: 1 hora Total de grupos: 2 Definir horario	Fecha de inicio: 15/11/2014 06:00:00 AM Duración: 50 minutos Total de grupos: 2 Definir horario	Fecha de inicio: 18/11/2014 02:30:00 PM Duración: 1 hora Total de preguntas: 3 Definir horario Corregir exámenes	4	Editar Alumnos Ver Grupos	<ul style="list-style-type: none"> (GE_GRG_DEG - <asignar problema>) (GE_FCE_SMM - <asignar problema>) Asignar Problemas

Figura 4.17: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

NUEVA SESIÓN JIGSAW

Total Grupos Expertos

Tema

[Guardar y Continuar](#) [Cancelar](#)

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](#)

Figura 4.18: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

Busqueda	Fecha de inicio: --	Fecha de inicio: --	Asignar examen	0	Asignar Alumnos	
	Duración: --	Duración: --				
	Total de grupos: 2	Total de grupos: 0				
	<button>Definir horario</button>	<button>Definir horario</button>				

Figura 4.19: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

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

ASIGNAR ALUMNOS

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

Guardar Cancelar

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](#)
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](#)

Figura 4.20: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

The screenshot shows a web application interface for 'JIGSAW CODING'. At the top, there is a navigation bar with links: 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', and 'Sesiones jigsaw'. On the right side of the header, it says 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante' with a dropdown arrow. Below the header, the main content area has a title 'Una Sesión Jigsaw encontradas'. There is a search bar with placeholder 'Buscar...' and a blue 'Buscar' button. To the right of the search bar is a green 'Nueva Sesión Jigsaw' button. The main table has the following columns: 'TEMA', 'REUNIÓN DE EXPERTOS', 'REUNIÓN JIGSAW', 'EVALUACIÓN', 'TOTAL DE ALUMNOS', and 'TOTAL DE GE'. A single row is displayed for 'Busqueda' with the following data:

TEMA	REUNIÓN DE EXPERTOS	REUNIÓN JIGSAW	EVALUACIÓN	TOTAL DE ALUMNOS	TOTAL DE GE
Busqueda	Fecha de inicio: -- Duración: -- Total de grupos: 2 Definir horario	Fecha de inicio: -- Duración: -- Total de grupos: 0 Definir horario	Asignar examen	4	Editar Alumnos Generar Grupos

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

Figura 4.21: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

This screenshot shows a continuation of the 'Nueva Sesión jigsaw' process. The top part of the screen is identical to Figure 4.20. Below the table, there are two sections for grouping:

- Grupos EXPERTOS**
 - GE_GRG_DEG**: Gustavo Rondo Gutierrez, Daniel Erazo Gonzales
 - GE_FCE_SMM**: Franco Cano Erazo, Silvana Malpica Martinez
- Grupos JIGSAW**
 - GJ_GRG_FCE**: Gustavo Rondo Gutierrez, Franco Cano Erazo
 - GJ_DEG_SMM**: Daniel Erazo Gonzales, Silvana Malpica Martinez

At the bottom of the screen are two buttons: a green 'Aceptar' button on the left and a red 'Eliminar Grupos Expertos' button on the right.

Figura 4.22: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

The screenshot shows a search results page for a new session. The top navigation bar includes links for JIGSAW CODING, Problemas, Alumnos, Examenes, and Sesiones jigsaw, along with a user profile for Leibnitz Pavel Rojas Bustamante.

The main title is "Una Sesion Jigsaw encontradas". Below it is a search bar with a "Buscar" button and a green "Nueva Sesión Jigsaw" button.

A table displays the session details:

TEMA	REUNIÓN DE EXPERTOS	REUNIÓN JIGSAW	EVALUACIÓN	TOTAL DE ALUMNOS	TOTAL DE GE	
Busqueda	Fecha de inicio: -- Duración: -- Total de grupos: 2 Definir horario	Fecha de inicio: -- Duración: -- Total de grupos: 2 Definir horario	Asignar examen	4	Editar Alumnos Ver Grupos Asignar Problemas	<ul style="list-style-type: none"> (GE_GRG_DEG - <asignar problema>) (GE_FCE_SMM - <asignar problema>)

Navigation buttons at the bottom include "← Anterior", "Mostrando 1 - 1 de 1", and "Siguiente →".

Figura 4.23: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

This screenshot shows a modal dialog titled "Asignar Problemas a Grupos Expertos". It contains two pairs of dropdown menus for assigning problems to expert groups:

- GrupoExperto 1: GE_GRG_DEG (selected), Problema 1: Hola mundo
- GrupoExperto 2: GE_FCE_SMM (selected), Problema 2: Fibonacci

At the bottom are "Guardar" and "Cancelar" buttons.

Figura 4.24: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

This screenshot shows the same search results page as Figure 4.22, but with updated information reflecting the assignment of problems from Figure 4.23.

The table now includes the assigned problem names in the "TOTAL DE GE" column:

TEMA	REUNIÓN DE EXPERTOS	REUNIÓN JIGSAW	EVALUACIÓN	TOTAL DE ALUMNOS	TOTAL DE GE	
Busqueda	Fecha de inicio: -- Duración: -- Total de grupos: 2 Definir horario	Fecha de inicio: -- Duración: -- Total de grupos: 2 Definir horario	Asignar examen	4	Editar Alumnos Ver Grupos Asignar Problemas	<ul style="list-style-type: none"> (GE_GRG_DEG - Hola mundo) (GE_FCE_SMM - Fibonacci)

Navigation buttons at the bottom include "← Anterior", "Mostrando 1 - 1 de 1", and "Siguiente →".

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

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

EDITAR SESIÓN JIGSAW

Total Grupos
Expertos

Tema Busqueda

Examen Examen

Guardar Cancelar

Eliminar Sesión Jigsaw

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

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

EDITAR SESIÓN JIGSAW

Reunión Expertos

Fecha Inicio 19/11/2014

Hora Inicio 01:00 PM

Duración 1 horas 0 minutos

Guardar Cancelar

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](#)
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](#)

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](#)

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

The screenshot shows a web-based application interface for managing Jigsaw Coding sessions. At the top, there's a navigation bar with links for 'JIGSAW CODING', 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', 'Sesiones jigsaw', and a user profile 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation is a green header bar labeled 'EDITAR SESIÓN JIGSAW'. The main content area is titled 'Reunión Jigsaw' and contains the following form fields:

- Fecha Inicio:** A date input field set to '19/11/2014' with a calendar icon.
- Hora Inicio:** A time input field set to '02:00 PM' with a circular icon.
- Duración:** Two input fields for duration: '1' followed by 'horas' and '0' followed by 'minutos'.
- Buttons:** 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel).

Figura 4.28: Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de examen

This screenshot shows another part of the Jigsaw Coding system for defining exam schedules. The interface has a similar layout with a navigation bar at the top. The main form is titled 'Definir horario de Examen' and includes the following fields:

- Fecha del examen:** A date input field with a calendar icon.
- Rango de tiempo para iniciar el examen:** Two time input fields separated by 'hasta' (until), each with a circular icon.
- Duración:** Two input fields for duration: '0' followed by 'horas' and '0' followed by 'minutos'.
- Buttons:** 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel).

- 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.
- 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.

Figura 4.29: Sistema Jigsaw Coding - Perfil alumno

The screenshot shows a web-based application for managing Jigsaw sessions. At the top, there's a navigation bar with 'JIGSAW CODING', 'Sesiones Jigsaw', 'Exámenes', and a user profile 'Silvana Malpica Martínez'. Below the navigation is a section titled 'Una Sesión Jigsaw encontradas' (One Jigsaw session found). It includes a search bar and a 'Buscar' button. A table displays session details:

TEMA	FASE DE EXPERTOS	FASE JIGSAW	FASE EVALUACIÓN
Ordenamiento	<ul style="list-style-type: none"> Fecha de inicio: 22/11/2014 06:00:00 PM Duración: 1 hora Unirse a reunión de Expertos	<ul style="list-style-type: none"> Fecha de inicio: 22/11/2014 06:00:00 PM Duración: 1 hora, 50 minutos Unirse a reunión Jigsaw	<ul style="list-style-type: none"> Fecha de inicio: 22/11/2014, 06:00 PM hasta 07:00 PM Duración: 1 hora Rendir Examen

At the bottom, there are navigation links: '← Anterior', 'Mostrando 1 - 1 de 1', and 'Siguiente →'.

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

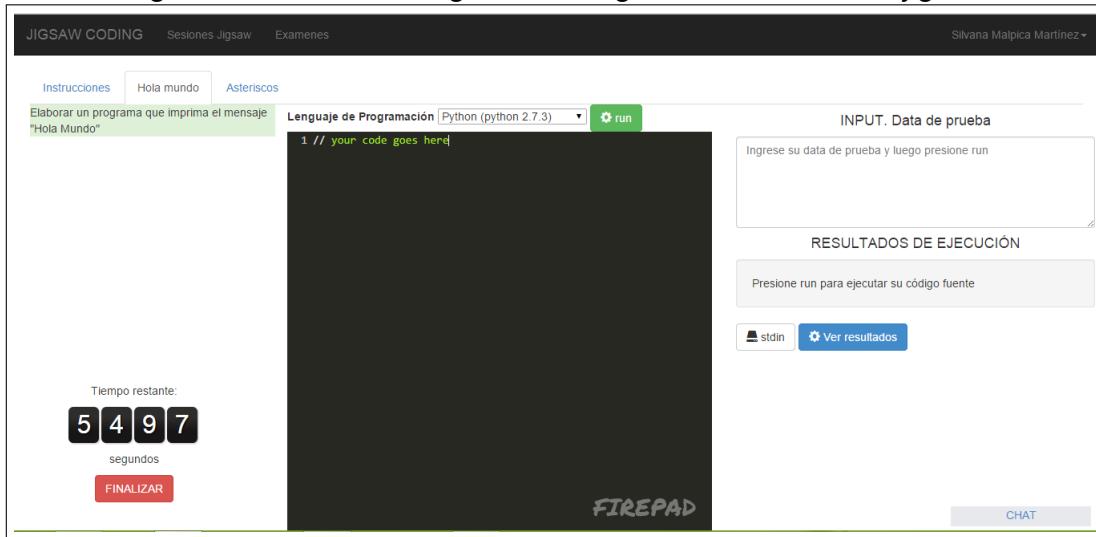
This screenshot shows a coding challenge titled 'Asteriscos' (Asterisks). The challenge instructions state: 'Diseñar un algoritmo que muestra la siguiente serie'. On the left, there's a code editor with Python 2.7.3 code for printing asterisks based on user input. On the right, there's a 'RESULTADOS DE EJECUCIÓN' (Execution Results) panel with 'Input' and 'Resultados' buttons. At the bottom left, a timer shows 'Tiempo restante: 2 5 6 4 segundos' and a 'FINALIZAR' (Finish) button. At the bottom right, there's a 'CHAT' button.

```

Lenguaje de Programación Python (python 2.7.3) run
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3
4 int main() {
5     for (int i = 0; i<20; i++){
6         if (i%2==0){
7             cout<<i<<" es numero par"<<endl;
8         }else{
9             cout<<i<<" es numero impar"<<endl;
10        }
11    }
12    return 0;
13 }

```

Figura 4.31: Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión jigsaw



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).
- 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:

Figura 4.32: Sistema Jigsaw Coding - Rendir examen

The screenshot shows the Jigsaw Coding platform interface. At the top, there's a navigation bar with tabs for 'JIGSAW CODING', 'Sesiones Jigsaw', and 'Examenes'. On the right, it shows the user's name 'Silvana Malpica Martinez'. Below the navigation, there are three tabs: 'Instrucciones' (selected), 'Suma', and 'Fibonacci'. A green box contains the task instructions: 'Determinar un algoritmo que permita determinar la suma de 2 números'. To the right, there's a dropdown menu for 'Lenguaje de Programación' set to 'Python (python 2.7.3)' with a 'run' button. The code editor shows a single line of Python code: '1 print "Hola mundo"'. To the right of the code editor is a 'RESULTADOS DE EJECUCIÓN' section with a text input field labeled 'INPUT. Data de prueba' and a button 'Presione run para ejecutar su código fuente'. Below this are two buttons: 'stdin' and 'Ver resultados'. On the left side of the main area, there's a digital timer displaying 'Tiempo restante: 2 2 7 3 segundos'. At the bottom left is a red 'FINALIZAR EXAMEN' button. The bottom right corner of the main area has the text 'FIREPAD'.

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.
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](#)

Figura 4.33: Sistema Jigsaw Coding - Ver nota de examen

The screenshot shows the Jigsaw Coding platform interface. At the top, there's a navigation bar with tabs for 'JIGSAW CODING', 'Sesiones Jigsaw', and 'Examenes'. On the right, it shows the user's name 'Silvana Malpica Martinez'. Below the navigation, there's a table titled 'Examenes' with one row. The table has two columns: 'Examen' and 'NOTA'. The 'Examen' column contains the value 'Examen', and the 'NOTA' column contains the value '20'.

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

A continuación se presentan las métricas de calidad que se medirán en Sistema Jigsaw Coding, las cuales están basadas en la norma ISO-9126 que 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	Entendibilidad del Sistema
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>¿Qué tan fácil o difícil le resultó entender las funcionalidades del sistema?</p> <ul style="list-style-type: none">■ Muy fácil■ Fácil■ Ni fácil ni difícil■ Difícil■ Muy difícil
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 describirán los temas sobre los que estará basado la sesión jigsaw que será desarrollada usando el sistema web desarrollado. 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.

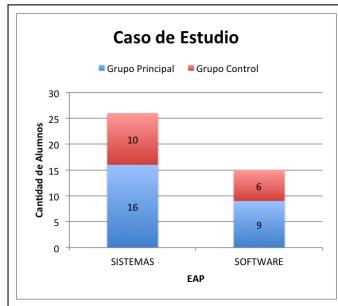
5.1. Definición del caso de estudio

El caso de estudio para la aplicación del Sistema Jigsaw Coding consta principalmente de estudiantes de las escuelas profesionales de Sistemas y Software de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en cuyas carreras llevan o han llevado cursos relacionados a Programación y Algoritmos.

La muestra consta de 41 alumnos divididos en dos grupos: Grupo Sistemas(26 alumnos) y Grupo Software(15 alumnos). En el Grupo Sistemas se realizó un sorteo para determinar a los alumnos que formarían parte del grupo de control al cual solamente se le aplicaría la evaluación y no pasaría por la fase expertos y la fase jigsaw. El objetivo de formar un grupo control es básicamente para poder evaluar los beneficios que la técnica colaborativa jigsaw brinda en el aprendizaje, y en este caso, en la resolución de problemas de programación.

De esta forma, el Grupo Sistemas Principal estuvo formado por 16 alumnos y el Grupo Sistemas Control se formó con 10 alumnos. Este mismo proceso se realizó para el Grupo Software obteniendo así un Grupo Software Principal con 9 alumnos y un Grupo Software Control de 6 integrantes. Ver figura [Figura 5.1](#)

Figura 5.1: Población del caso de estudio.



5.2. Definición de temas para el caso de estudio

Para este caso de estudio, se prepararon problemas para evaluar a los alumnos en cuanto a su conocimiento sobre operadores ($+$, $-$, x , $/$, mod), estructuras condicionales, recursividad y ordenamiento.

5.2.1. Problemas

Durante la fase de expertos y fase jigsaw se usaron los siguientes problemas:

1. **Segundos.** Elabore un programa que convierta un número de n segundos en horas minutos y segundos. Ejemplo: 100 segundos es 0 h 1 min 40 seg.
2. **Es triángulo.** Determinar si un triángulo es: equilátero, isósceles o escaleno, conociendo sus tres lados (a,b,c).
3. **Fibonacci.** La serie de Fibonacci comienza con un 0, luego un 1 y a partir de ahí cada número es la suma de los dos anteriores. Elabore un programa recursivo para mostrar los 10 primeros números de la serie de Fibonacci.
4. **Burbuja ascendente.** Usando el algoritmo Bubble Sort ordenar en forma ascendente el siguiente array de enteros: 50,26,7,9,15,27.

Para la fase de evaluación se elaboró un examen con los siguientes problemas, que dicho sea de paso, son bastante parecidos a los ya mostrados en las fases de expertos y jigsaw.

1. **Ordenar a,b,c.** Implementar una programa que dados tres números a , b y c , los devuelva ordenados de menor a mayor.
2. **Factorial.** Elaborar un programa que calcule el factorial de un número n usando recursividad. ($n \leq 5$).
3. **Burbuja descendente.** Usando el algoritmo Bubble Sort ordenar en forma descendente el siguiente array de enteros: 50,26,7,9,15,27.

5.3. Aplicación del Sistema Jigsaw Coding al caso de estudio

En la figura 5.1 se puede ver la cantidad de alumnos para cada grupo definido. Naturalmente, se crearon 4 sesiones jigsaw en el sistema JigsawCoding a las cuales se asignaron los respectivos alumnos de Sistemas y Software, tanto para los grupos principales como para los grupos control. Estos últimos, solo fueron asignados para que realicen el examen de la fase evaluación, el cual fue igual para todos los 41 alumnos del caso de estudio.

Para el Grupo Sistemas Principal el sistema JigsawCoding formó de manera aleatoria los 4 grupos expertos y 4 grupos jigsaw a los cuales posteriormente se les asignó los problemas: Segundos, Es triángulo, Fibonacci y Burbuja ascendente. La composición de cada grupo puede verse en la figura 5.2.

Figura 5.2: Grupos Expertos y Grupos Jigsaw - EAP Sistemas

The screenshot shows a web-based application titled "JIGSAW CODING". The main menu includes "Problemas", "Alumnos", "Exámenes", and "Jigsaw". The current view is under the "Jigsaw" tab. It displays two sections: "Grupos EXPERTOS" and "Grupos jIGSAW".

Grupos EXPERTOS:

GE_DCC_FCM_CCM_JCM	GE_JCM_CCU_PCA_ACA	GE_RGR_RGC_DHC_BNR	GE_BPH_ASL_ASS_JTR
DANIEL CALERO CAMAULICA	JHONATAN CHIQUISANA MENDOZA	RICHARD GONZALES ROQUE	BRYAN NICK PINEDO HUAMAN
FRANCO COOPA MARIN	CARLA CONTRERAS ULLOA	RAUL GUZMAN CONDR	ANDERSON SANTOS LESCANO
CARLOS ALFONSO CHAVEZ MIRANDA	PEDRO CORI AMESQUITA	Diego PAUL HUAMAN CHAVEZ	ALEXANDER SUCARI SUÑA
JAVIER CHIQUILLANQUI MENDOZA	ANGELO COSTILLA ALBITES	BRITIMARI NEYRA RAMIREZ	JOSE LUIS TICSE RICCI

Grupos jIGSAW:

GJ_DCC_JOM_RGR_BPH	GJ_FCM_CCU_RGC_ASL	GJ_CCM_PCA_DHC_ASS	GJ_JCM_ACA_BNR_JTR
DANIEL CALERO CAMAULICA	FRANCO COOPA MARIN	CARLOS ALFONSO CHAVEZ MIRANDA	JAVIER CHIQUILLANQUI MENDOZA
JHONATAN CHIQUISANA MENDOZA	CARLA CONTRERAS ULLOA	PEDRO CORI AMESQUITA	ANGELO COSTILLA ALBITES
RICHARD GONZALES ROQUE	RAUL GUZMAN CONDR	Diego PAUL HUAMAN CHAVEZ	BRITIMARI NEYRA RAMIREZ
BRYAN NICK PINEDO HUAMAN	ANDERSON SANTOS LESCANO	ALEXANDER SUCARI SUÑA	JOSE LUIS TICSE RICCI

At the bottom of the interface are two buttons: "Aceptar" (Accept) and "Eliminar Grupos Expertos" (Delete Groups Experts).

En cuanto a la muestra con alumnos la EAP de Software, se formaron 3 grupos expertos y 3 grupos jigsaw tal y como puede apreciarse en la figura 5.3.

Figura 5.3: Grupos Expertos y Grupos Jigsaw - EAP Software

The screenshot shows a web-based application titled "JIGSAW CODING". The main menu includes "Problemas", "Alumnos", "Exámenes", and "Jigsaw". The current view is under the "Jigsaw" tab. It displays two sections: "Grupos EXPERTOS" and "Grupos jIGSAW".

Grupos EXPERTOS:

GE_ACR_RCA_RCL	GE_LEV_GOF_LRB	GE_CRB_RRR_JTP
AARON CASTILLO RODRIGUEZ	LESLIE ESTRADA VIDAL	CARLOS ROCA BEJAR
ROY COLORADO ASENCIO	GIANCARLO GONZALES FARRO	ROIMER ROJAS RODRIGUEZ
ROBERTO CUADROS LOAYSA	LUIS RAYME BAZALAR	JORDI TAMBILLO PALOMINO

Grupos jIGSAW:

GJ_ACR_LEV_CRB	GJ_RCA_GOF_RRR	GJ_RCL_LRB_JTP
AARON CASTILLO RODRIGUEZ	ROY COLORADO ASENCIO	ROBERTO CUADROS LOAYSA
LESLIE ESTRADA VIDAL	GIANCARLO GONZALES FARRO	LUIS RAYME BAZALAR
CARLOS ROCA BEJAR	ROIMER ROJAS RODRIGUEZ	JORDI TAMBILLO PALOMINO

At the bottom of the interface are two buttons: "Aceptar" (Accept) and "Eliminar Grupos Expertos" (Delete Groups Experts).

Las sesiones para Sistemas y Software se realizaron el día domingo 15 de noviembre del 2015. La hora de inicio y duración de cada una de las fases puede verse en las figuras 5.4 y 5.5. Cabe resaltar que en ambas figuras se muestra también la hora de inicio del examen para los grupos control.

Figura 5.4: SJsistemas y SJsistemas-Control

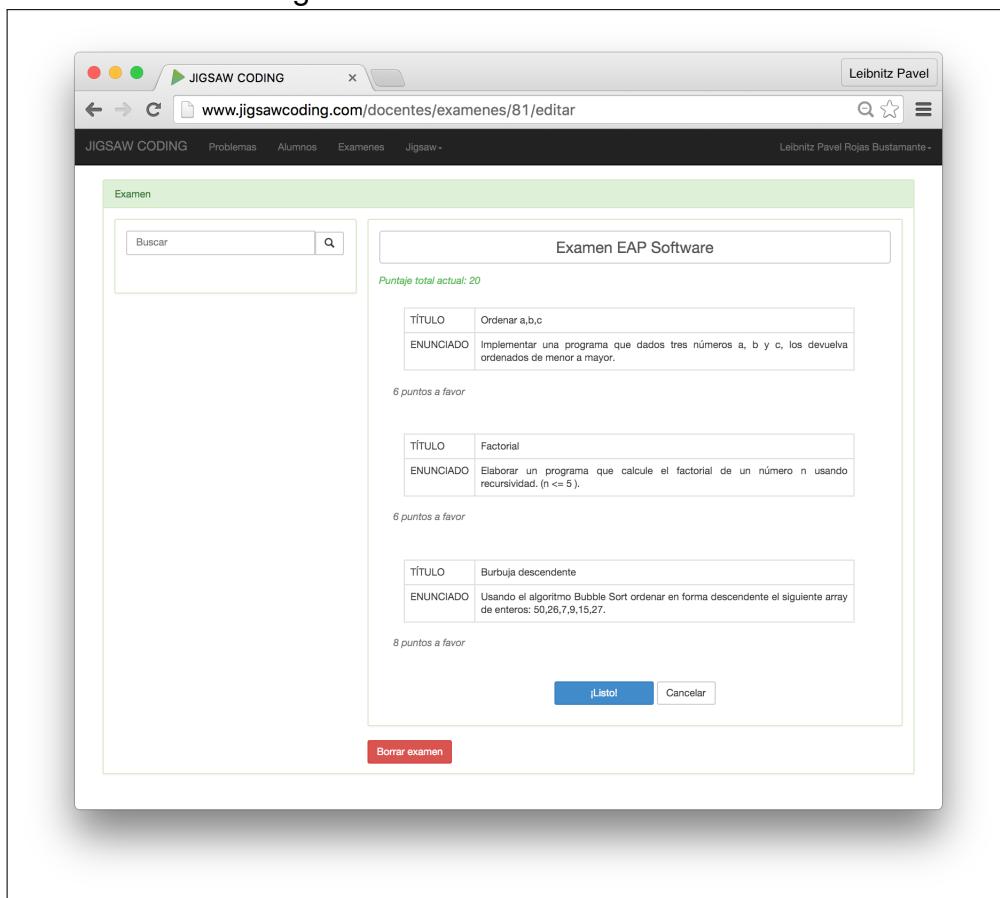
The screenshot shows the Jigsaw Coding platform interface. At the top, there's a navigation bar with links for 'Problemas', 'Alumnos', 'Exámenes', and 'Jigsaw'. Below the navigation, there are two main sections: 'SJsistemas' and 'SJsistemas-Control'. Each section contains four boxes representing different sessions or groups. Each box includes fields for 'Fecha de inicio', 'Duración', 'Total de grupos', and two blue 'Definir horario' buttons. To the right of these boxes, there's a sidebar with student statistics ('Total alumnos: 16') and a list of student names: GE_DCC_FCM_CCM_JCM, Es triángulo; GE_JCM_CCU_PCA_ACA, Fibonacci; GE_RGR_RGC_DHC_BNR, Segundos; GE_BPW_ASL_ASS_JTR, Burbuja ascendente. Below these are buttons for 'Editar Alumnos', 'Asignar Problemas', and 'Ver Grupos'. The 'SJsistemas-Control' section has similar layout and data, with student statistics ('Total alumnos: 10') and a list of student names: GE_MCA_JCZ_WET_VGM_JHE, <asignar problema>; GE_FPA_DRC_JRM_GSA_LTA, <asignar problema>. It also includes buttons for 'Editar Alumnos', 'Asignar Problemas', and 'Ver Grupos'.

Figura 5.5: SJSoftware y SJSoftware-Control

This screenshot shows the SJSoftware and SJSoftware-Control interface on the Jigsaw Coding platform. The structure is identical to Figure 5.4, with 'SJSoftware' and 'SJSoftware-Control' sections containing four session boxes each. The boxes have fields for 'Fecha de inicio', 'Duración', 'Total de grupos', and 'Definir horario' buttons. To the right, there are student statistics ('Total alumnos: 9' and 'Total alumnos: 6') and lists of student names: GE_ACR_RCA_RCL, Es triángulo; GE_LEV_GGF_LRB, Fibonacci; GE_CRB_RRR_JTP, Burbuja ascendente. There are also buttons for 'Editar Alumnos', 'Asignar Problemas', and 'Ver Grupos'. The 'SJSoftware-Control' section shows student statistics ('Total alumnos: 6') and a list of student names: GE_DAV_JHA, <asignar problema>; GE_JRH_GSC, <asignar problema>; GE_PVV_JVH, <asignar problema>. It includes buttons for 'Editar Alumnos', 'Asignar Problemas', and 'Ver Grupos'.

Como se mencionó anteriormente, todos los 41 fueron evaluados con un examen que constaba de 3 preguntas: una de estructuras condicionales, una sobre recursividad y la tercera sobre ordenamiento. El examen fue elaborado también en el sistema JigsawCoding(Ver figura 5.6).

Figura 5.6: Examen EAP Software



Capítulo 6

Análisis de resultados

En esta sección se presentará las soluciones que se dieron a los problemas definidos en la [Subsección 5.2.1](#) 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 <iostream> using namespace std; int main () { int a = 7; for (int i=1; i<=10; i++){ cout<<a<<endl; a = a + 7; } return 0; }</pre>	<pre>#include <iostream> using namespace std; int main () { int i ; for (i =1;i <11;i++){ cout<<i*7<<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>	
Funcionalidad	Tiempo de respuesta(ms)
Generar grupos	445
Unirse a reunión de expertos	1080
Unirse a reunión jigsaw	459
Rendir examen	594
Resolver problema (Compilar)	4016
Métrica	$x = \frac{\sum_i^n t_i}{n}, i = 1, 2, 3, 4, 5$ $x = \frac{445+1080+459+594+4016}{5}$ $x = 1318,8ms$
t_i : Tiempo de respuesta en milisegundos de la funcionalidad 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

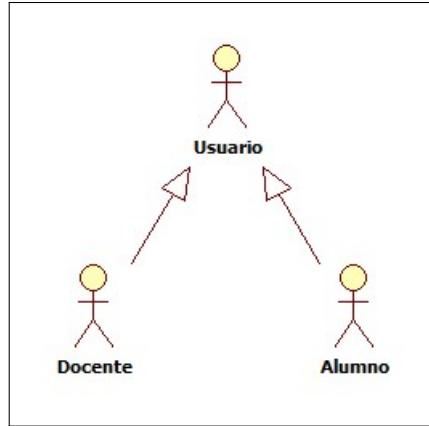


Figura A.1: Diagrama de actores

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

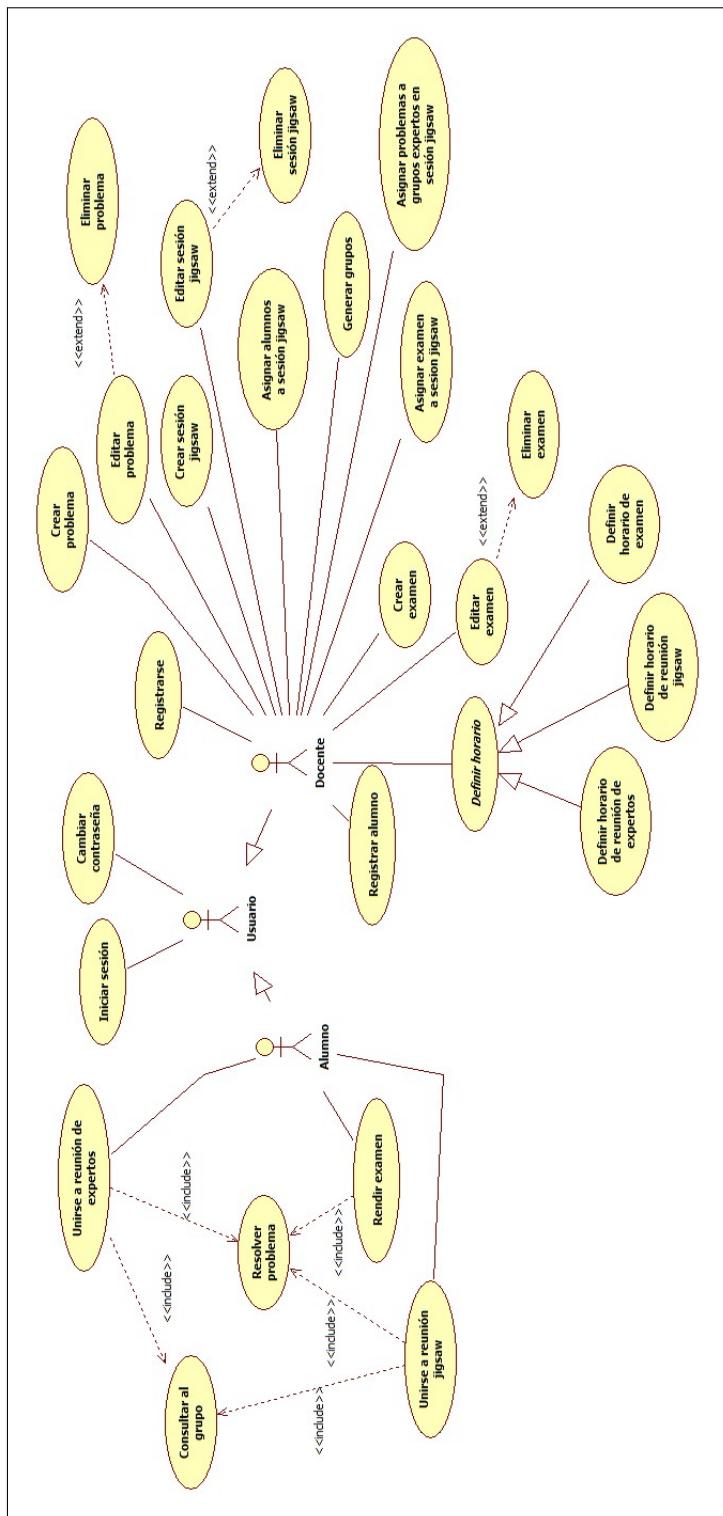


Figura A.2: Diagrama de casos de uso para el sistema JigsawCoding

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">1. El docente o alumno escribe su correo electrónico como usuario.2. El docente o alumno escribe su Password.3. El docente o alumno presiona el botón Ingresar.
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"> 1. El docente selecciona la opción para registrar un nuevo alumno. 2. El sistema muestra el formulario para completar los datos del alumno. 3. El docente completa los campos DNI, Apellido Paterno, Apellido Materno, Nombres, Email, Sexo, Email, Contraseña, Repetir Contraseña. 4. El sistema valida el formato del DNI, apellidos, nombres, email. 5. El sistema valida que el email no esté registrado en el sistema. 6. El sistema verifica que los campos contraseña y repetir contraseña sean idénticos. 7. El sistema registra al nuevo alumno en el sistema.
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">1. El docente elige la opción NUEVO PROBLEMA.2. El sistema solicita al docente ingresar el título y enunciado del problema.3. El docente escribe el título y enunciado del problema.4. El docente selecciona la opción GUARDAR.5. El sistema guarda el nuevo problema.
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"> 1. El docente abre un formulario para crear una nueva sesión de clase jigsaw. 2. El docente rellena el campo tema. 3. El docente indica el número total de grupos expertos a incluir en la sesión. 4. El docente selecciona la opción Guardar. 5. El sistema graba la información de la nueva sesión jigsaw.
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"> 1. El docente selecciona una sesión jigsaw creada y luego elige la opción editar. 2. El docente puede cambiar el total de grupos expertos y el tema o examen de la sesión jigsaw. 3. El docente selecciona la opción FINALIZAR. 4. El sistema guarda los cambios realizados a la sesión jigsaw.
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"> 1. El docente selecciona la opción Asignar Alumnos en la lista de sesiones jigsaw. 2. El docente arrastra a los alumnos desde la lista de disponibles hacia la lista de alumnos para la sesión jigsaw. 3. El docente presiona la opción Guardar. 4. El sistema guarda la lista de participantes de la sesión jigsaw.
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">1. El docente selecciona la opción Generar Grupos.2. El sistema genera aleatoriamente los grupos expertos.3. El sistema genera aleatoriamente los grupos jigsaw.4. El sistema muestra al usuario los grupos creados.
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">1. El docente selecciona la opción Asignar Problemas.2. El docente selecciona un grupo experto y selecciona su respectivo problema.3. El docente presiona la opción Guardar.
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"> 1. El docente selecciona la opción NUEVO EXAMEN. 2. El docente busca los problemas disponibles y arrastra el problema seleccionado hacia el panel de examen. 3. El docente presiona la opción Agregar Pregunta. 4. El docente establece el puntaje a favor y en contra para el problema seleccionado. 5. El docente selecciona la opción FINALIZAR. 6. El sistema guarda el examen.
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">1. El docente selecciona la opción Asignar Examen.2. El docente selecciona un examen.3. El docente presiona la opción Guardar.
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"> 1. El docente selecciona la opción Definir Horario para una reunión de expertos. 2. El docente ingresa la fecha de inicio. 3. El docente ingresa la hora de inicio. 4. El docente ingresa la duración de la reunión de expertos. 5. El docente selecciona la opción FINALIZAR. 6. El sistema guarda el horario establecido para la reunión de expertos.
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"> 1. El docente selecciona la opción Definir Horario para una reunión jigsaw. 2. El docente ingresa la fecha de inicio. 3. El docente ingresa la hora de inicio. 4. El docente ingresa la duración de la reunión jigsaw. 5. El docente selecciona la opción FINALIZAR. 6. El sistema guarda el horario establecido para la reunión jigsaw.
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"> 1. El docente selecciona la opción Definir Horario en un examen. 2. El docente ingresa la fecha de inicio del examen. 3. El docente ingresa la hora de inicio del examen. 4. El docente ingresa la fecha límite para acceder al examen. 5. El docente ingresa la hora límite para acceder al examen. 6. El docente selecciona la opción FINALIZAR. 7. El sistema guarda el horario establecido para el examen.
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"> 1. El alumno selecciona en una de las sesiones jigsaw disponibles la opción Unirse a Reunión de Expertos. 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. 3. El alumno resuelve el problema. 4. El alumno usa el chat grupal para consultar al grupo. 5. El sistema finalizará la reunión de expertos cuando el reloj marque 0.
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">1. El alumno escribe la solución al problema en el editor de código fuente.2. El alumno ingresa los datos de prueba en el panel correspondiente.3. El alumno selecciona la opción Compilar para compilar su código fuente.4. El sistema compila y ejecuta el código del alumno.5. El sistema muestra los resultados de la ejecución.
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">1. El alumno abre la ventana de conversación.2. El alumno escribe y envía su consulta.3. El sistema envía la consulta a los demás miembros del grupo.4. El alumno cierra la ventana de conversación.
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">1. El alumno selecciona en una de las sesiones jigsaw disponibles la opción Unirse a Reunión Jigsaw.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.3. El alumno resuelve el problema que le tocó en su grupo experto.4. El alumno usa el chat grupal para consultar al grupo.5. El sistema finalizará la reunión jigsaw cuando el reloj marque 0.

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"> 1. El alumno selecciona la opción RENDIR EXAMEN. 2. El sistema muestra la información del examen(Instrucciones, Preguntas, tiempo restante para resolver el examen). 3. El alumno responde a las preguntas. 4. El alumno selecciona la opción finalizar. 5. El sistema guarda las respuestas y culmina el examen.
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 http://www.scala-sbt.org

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

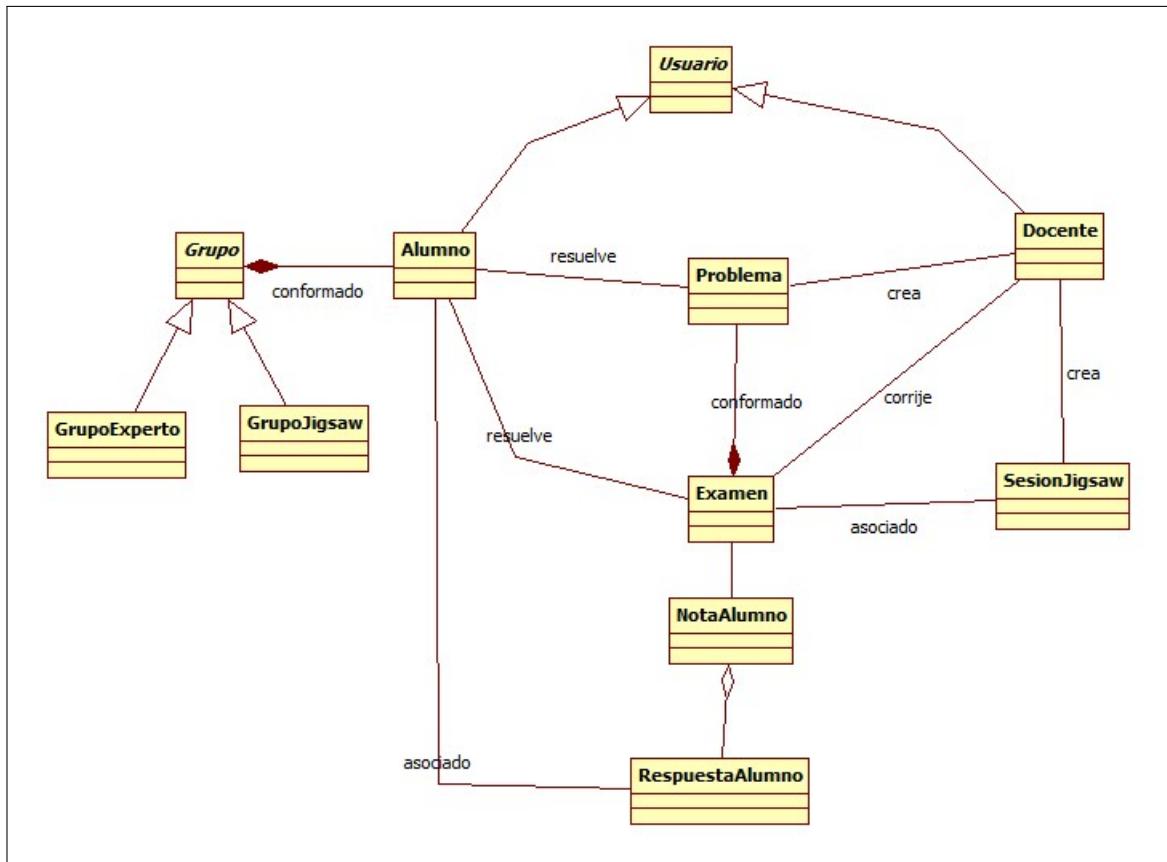


Figura C.1: Diagrama de Clases

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.

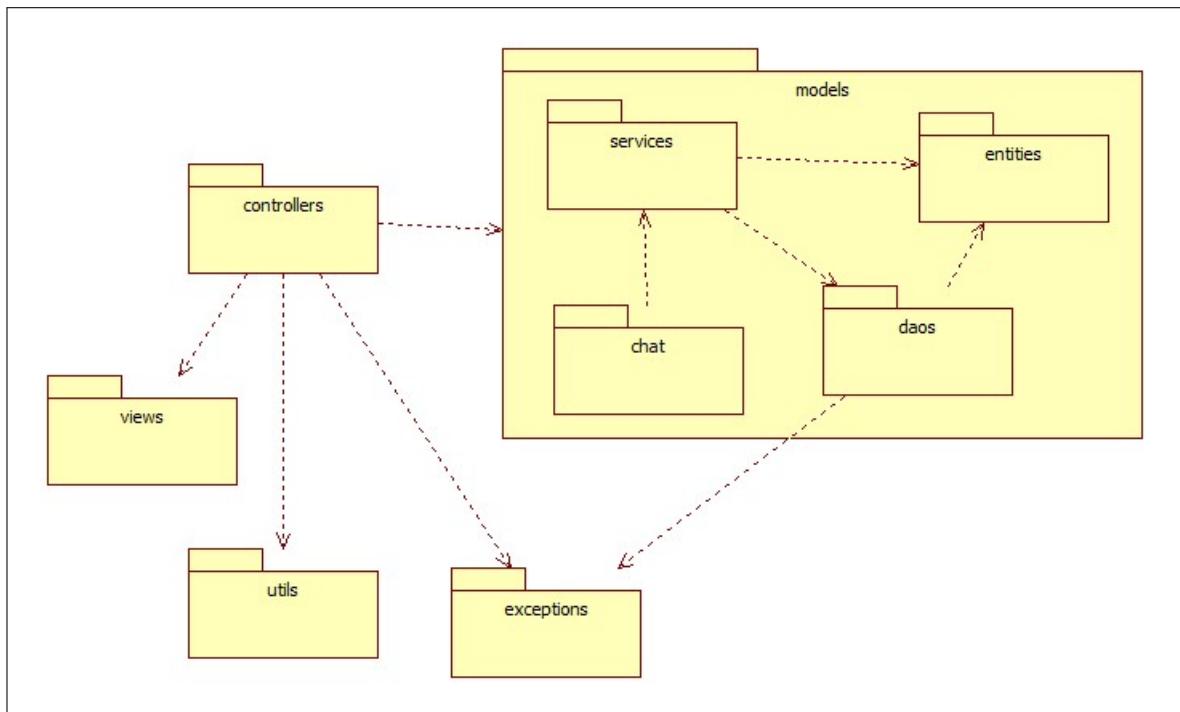


Figura C.2: Diagrama de Paquetes

- **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

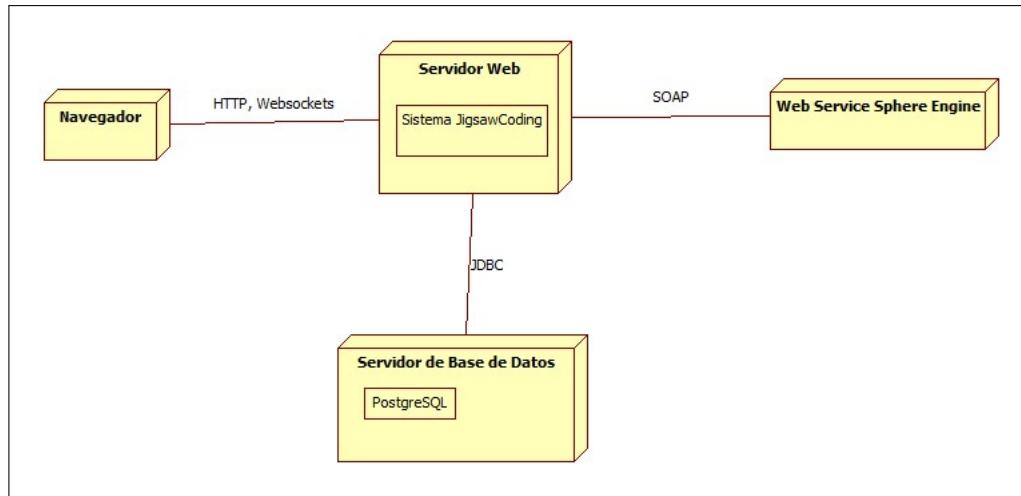


Figura C.3: Diagrama de Despliegue

- **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.

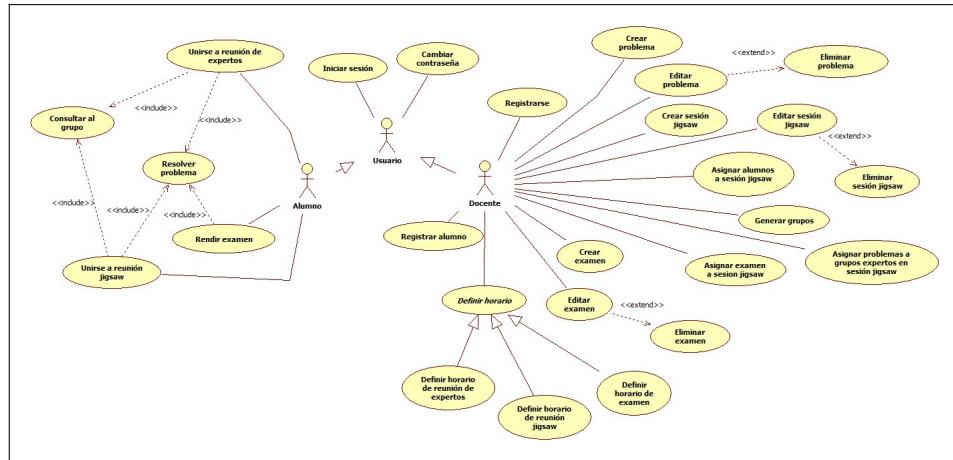


Figura C.4: Diagrama de casos de uso para el sistema JigsawCoding

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.

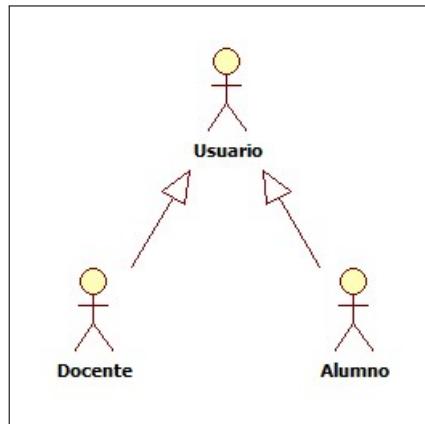


Figura C.5: Diagrama de actores

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

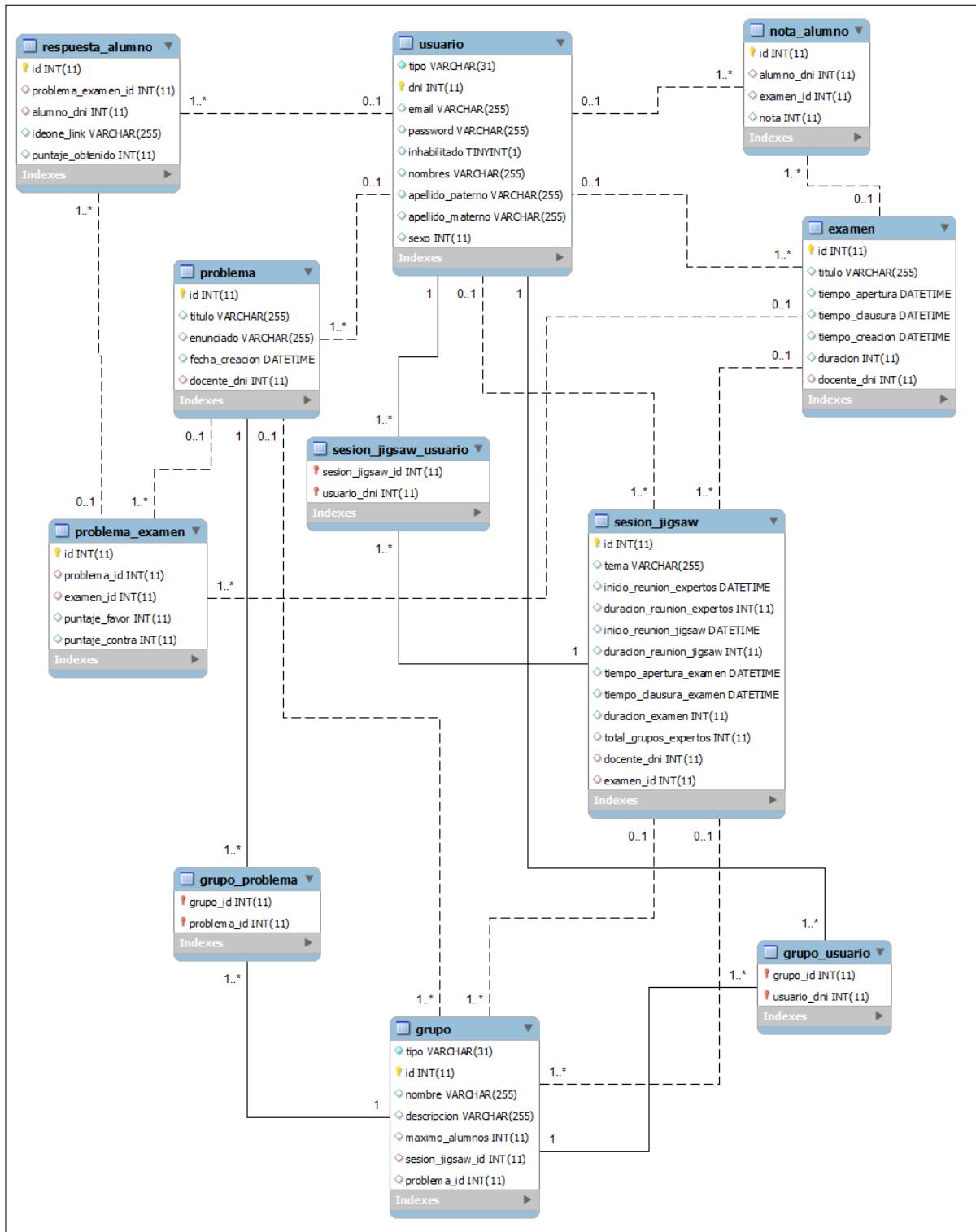


Figura C.6: Modelo de base de datos del sistema JigsawCoding

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.

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.
- 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.
- Bruffee, K. A. (1984, noviembre). Collaborative learning and the “Conversation of mankind”. *College English*, 46(7), 635–652.
- 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.
- 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.
- Cliburn, D. C. (2014, mayo). Team-based learning in a data structures course. *J. Comput. Sci. Coll.*, 29(5), 194–201.
- 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 introductory courses with mentored pair programming. *J. Comput. Sci. Coll.*, 25(4), 149–155.
- Holzner, S. (2006). *Ajax for dummies*. Wiley Publishing.
- IBM. (2014). *Rational unified process. best practices for software development teams*.
- 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.
- Laal, M., & Laal, M. (2012). Collaborative learning: what is it? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 491–495.
- 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.
- 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.
- 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.
- Macgregor, J. (1990, junio). Collaborative learning: Shared inquiry as a process of reform. *New Directions for Teaching and Learning*, 1990(42), 19–30.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Panitz, T. (1999). Benefits of cooperative learning in relation to student motiva-

- tion. 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).
- 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.
- 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.
- Wang, W. (2002). *Computer-supported virtual collaborative learning and assessment framework for distributed learning environment* (Thesis). Massachusetts Institute of Technology. (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.
- Williams, L. A. (2000). *The collaborative software process* (Tesis Doctoral no publicada). Citeseer.