



FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

Leibnitz Pavel Rojas Bustamante

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

Tesis de Ingeniería

Lima, 3 de diciembre de 2014

Leibnitz Pavel Rojas Bustamante

SISTEMA WEB PARA LA ENSEÑANZA DE ALGORITMOS Y PROGRAMACIÓN USAN- DO JIGSAW

“Tesis presentada a la Universidad Na-
cional Mayor de San Marcos, Lima,
Perú, para obtener el Título de Inge-
niero de Software”.

Asesora: Mg. Lenis Wong Portillo

UNMSM - LIMA
3 de diciembre de 2014

© Leibnitz Rojas, 2014.
Todos los derechos reservados.

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

Agradecimientos

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

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

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

Resumen

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

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

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

Abstract

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

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

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

Índice general

Índice general	xI
Índice de figuras	xIV
Índice de tablas	xV
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	4
1.3.1. Justificación práctica	4
1.3.2. Justificación teórica	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. General	5
1.4.2. Específicos	5
1.5. Alcances	5
1.6. Estructura de la Tesis	5
2. Marco Teórico	7
2.1. Aprendizaje Colaborativo	7
2.1.1. Definición	7
2.1.2. Elementos en el aprendizaje colaborativo	8
2.1.3. Beneficios del aprendizaje colaborativo	8
2.2. Técnicas de Aprendizaje Colaborativo	9
2.2.1. La técnica de Jigsaw	9
2.2.2. Programación en pares	11
2.3. Tecnologías web	12
2.3.1. AJAX	12
2.3.2. Polling	14

2.3.3. HTTP Long-Polling	14
2.3.4. WebSockets	15
2.4. Glosario	16
3. Estado del Arte	18
3.1. Herramientas para el aprendizaje colaborativo	18
3.1.1. LearnCS	18
3.1.2. Google Docs	20
3.1.3. Sistema Web para la enseñanza de Casos de Uso empleando la Técnica de Aprendizaje Cooperativo de Rompecabezas	22
3.1.4. CodeBunk	24
3.1.5. Análisis comparativo	25
3.2. Técnicas para el aprendizaje colaborativo	26
3.2.1. Jigsaw	26
3.2.2. Pair Research	28
3.2.3. Análisis comparativo	30
3.3. Frameworks para aplicaciones web de tiempo real	31
3.3.1. GoogleDrive Realtime API	31
3.3.2. Ideone API - Sphere Engine	32
3.3.3. Análisis comparativo	33
4. Aporte práctico	34
4.1. Metodología de desarrollo	35
4.2. Desarrollo del Sistema Jigsaw Coding	37
4.2.1. Modelo de casos de uso	37
4.2.2. Arquitectura del Sistema	40
4.3. Uso del Sistema Jigsaw Coding	43
4.3.1. Login	43
4.3.2. Problemas	45
4.3.3. Alumnos	46
4.3.4. Exámenes	48
4.3.5. Sesiones Jigsaw	50
4.3.6. Unirse a reunión de expertos	55
4.3.7. Unirse a reunión jigsaw	58
4.3.8. Rendir evaluación	59
4.4. Definición de métricas de calidad para el Sistema Jigsaw Coding	61
4.4.1. Entendibilidad	61
4.4.2. Portabilidad	62
4.4.3. Eficiencia	63

5. Caso de estudio	64
5.1. Definición del caso de estudio	64
5.2. Definición de temas para el caso de estudio	65
5.2.1. Estructuras selectivas y repetitivas	65
5.2.2. Problemas	66
5.3. Aplicación del Sistema Jigsaw Coding al caso de estudio	67
5.3.1. Creación de la sesión jigsaw	67
5.3.2. Desarrollo de la fase de Expertos	73
5.3.3. Desarrollo de la fase Jigsaw	75
5.3.4. Desarrollo de la fase de Evaluación	75
6. Análisis de resultados	77
6.1. Métrica de calidad: Entendibilidad	77
6.2. Métrica de calidad: Portabilidad	78
6.3. Métrica de calidad: Eficiencia	79
7. Conclusiones y Trabajos futuros	80
7.1. Conclusión general	80
7.2. Conclusiones específicas	80
7.3. Trabajos futuros	80
A. Casos de Uso	81
A.1. Introducción	81
A.1.1. Propósito	81
A.1.2. Alcance	81
A.1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaciones	81
A.2. Catálogo de actores	82
A.3. Diagramas de casos de uso	83
A.3.1. Casos de uso	83
A.4. Especificaciones de Casos de Uso	84
A.4.1. Iniciar sesión	84
A.4.2. Registrar Alumno	85
A.4.3. Crear Problema	86
A.4.4. Crear sesión jigsaw	87
A.4.5. Modificar sesión jigsaw	88
A.4.6. Asignar alumnos a sesión jigsaw	89
A.4.7. Generar grupos	90
A.4.8. Asignar problemas a grupos expertos	91
A.4.9. Crear examen	92
A.4.10. Asignar examen	93
A.4.11. Definir horario de reunión de expertos	94

A.4.12. Definir horario de reunión jigsaw	95
A.4.13. Definir horario de examen	96
A.4.14. Unirse a reunión de expertos	97
A.4.15. Resolver problema	98
A.4.16. Consultar al grupo	99
A.4.17. Unirse a reunión jigsaw	100
A.4.18. Rendir examen	101
B. Especificaciones suplementarias	102
B.1. Introducción	102
B.2. Funcionalidad	102
B.3. Fiabilidad o confiabilidad	102
B.4. Usabilidad	103
B.5. Eficiencia o Performance	103
B.6. Mantenibilidad	103
B.7. Portabilidad	103
C. Documento de Arquitectura de Software	104
C.1. Introducción	104
C.1.1. Propósito	104
C.1.2. Alcance	104
C.1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas	104
C.1.4. Metas arquitectónicas y restricciones	105
C.2. Representación arquitectónica	106
C.2.1. PlayFramework 2.2.4	106
C.3. Vista Lógica	107
C.4. Vista de Desarrollo	108
C.5. Vista Física	109
C.6. Vista de Escenarios	110
C.6.1. Catálogo de actores	110
C.6.2. Casos de uso	111
C.7. Vista de Datos	114
C.7.1. PostgreSQL	114
C.7.2. Diccionario de datos	114
Referencias	117

Índice de figuras

2.1. Grupos originales en la técnica Jigsaw	10
2.2. Grupos de expertos	11
2.3. Regreso a los originales	11
2.4. Tecnologías agrupadas bajo el concepto de AJAX	13
2.5. Polling	14
2.6. Long Polling	15
2.7. Websockets	15
3.1. LearnCS	19
3.2. LearnCS	20
3.3. Google Docs	21
3.4. CodeBunk	24
3.5. Jigsaw Paso 1	26
3.6. Jigsaw Paso 2	27
3.7. Pair Research	29
3.8. Ideone	32
4.1. RUP	35
4.2. Diagrama de actores	37
4.3. Diagrama de Clases	41
4.4. Diagrama de Paquetes	42
4.5. SJC Login	44
4.6. SJC Registrarse	44
4.7. SJC Inicio	45
4.8. SJC Problemas	46
4.9. SJC Nuevo problema	46
4.10. SJC Editar problema	47
4.11. SJC Alumnos	47
4.12. SJC Nuevo alumno	48
4.13. SJC Examenes	49
4.14. SJC Nuevo examen	49
4.15. Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo sesiones jigsaw	50

4.16. SJC Sesiones jigsaw	51
4.17. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	51
4.18. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	52
4.19. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	52
4.20. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	53
4.21. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	53
4.22. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	54
4.23. Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw	54
4.24. Sistema Jigsaw Coding - Asignar examen a sesión jigsaw	55
4.25. Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de reunión de expertos	55
4.26. Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de reunión jigsaw	56
4.27. Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de examen	56
4.28. Sistema Jigsaw Coding - Perfil alumno	57
4.29. Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión de expertos	57
4.30. Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión jigsaw	58
4.31. Sistema Jigsaw Coding - Rendir examen	59
4.32. Sistema Jigsaw Coding - Ver nota de examen	60
 5.1. Creación de problemas	68
5.2. Creación de cuentas de usuario para alumnos	68
5.3. Creación del examen para la fase de evaluación	69
5.4. Creación de la sesión jigsaw	70
5.5. Asignación de alumnos a la sesión jigsaw	70
5.6. Grupos generados por el Sistema Jigsaw Coding	70
5.7. Asignación de problemas a grupos expertos	71
5.8. Horario reunión de expertos	72
5.9. Horario reunión jigsaw	72
5.10. Horario del examen	72
5.11. Reunión de Expertos - Evelyn Chinarro	73
5.12. Reunión de Expertos - Martin Rojas	74
5.13. Reunión de Expertos - Daniel Erazo	74
5.14. Reunión Jigsaw - Silvana Malpica	75
5.15. Evaluación - Diego Álvarez	76
 A.1. Diagrama de actores	82
A.2. Casos de uso	83
 C.1. Diagrama de Clases	107
C.2. Diagrama de Paquetes	108
C.3. Diagrama de Despliegue	109
C.4. Casos de uso	110

C.5. Diagrama de actores	110
C.6. Modelo de datos	116

Índice de tablas

3.1. Herramientas para el aprendizaje colaborativo	25
3.2. Técnicas de aprendizaje colaborativo	30
3.3. Frameworks para aplicaciones web de tiempo real	33
4.1. Artefactos del proceso de desarrollo del Sistema Jigsaw Coding	36
4.2. Actores	38
4.3. Casos de uso	38
4.4. Métrica de calidad: Entendibilidad	61
4.5. Métrica de calidad: Portabilidad	62
4.6. Métrica de calidad: Eficiencia	63
5.1. Asignación de problemas a grupos expertos	71
5.2. Horarios de las fases de la sesión jigsaw	71
6.1. Resultados obtenidos al aplicar la métrica de entendibilidad al Sistema Jigsaw Coding	77
6.2. Resultados obtenidos al aplicar la métrica de portabilidad al Sistema Jigsaw Coding	78
6.3. Resultados obtenidos al aplicar la métrica de eficiencia al Sistema Jigsaw Coding	79
A.1. Actores	82
C.2. Actores	111
C.3. Casos de uso	111
C.4. Diccionario de datos	114

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 comun en las universidades de Alemania, Europa, y NorteAmérica, pues los alumnos tiene 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 sub tópicos, y/o en aquellos contextos donde es particularmente importante trabajar sobre la responsabilidad individual. Sin embargo, cuando se diseña un Jigsaw Online, hay aspectos críticos que se deben tomar en cuenta: el tamaño de la población objetivo, las restricciones de tiempo y la necesidad de un sistema de comunicación bien estructurado (Persico D., 2008).

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

1.2. Definición del Problema

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

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación práctica

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

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

1.3.2. Justificación teórica

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

1.4. Objetivos

1.4.1. General

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

1.4.2. Específicos

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

1.5. Alcances

La presente tesis tendrá los siguientes alcances:

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

1.6. Estructura de la Tesis

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

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

En el Capítulo 3 se describe el estado del arte, donde se describen y analizan algunas de las técnicas existentes para el desarrollo del aprendizaje

colaborativo; así mismo se presentan herramientas para el aprendizaje colaborativo y finalmente se describen algunos frameworks que permiten realizar aplicaciones web de trabajo colaborativo, las cuales serán de mucha ayuda en la implementación del sistema propuesto en esta tesis.

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

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

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

Capítulo 2

Marco Teórico

En el presente capítulo se define con mayor detalle los conceptos relevantes 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

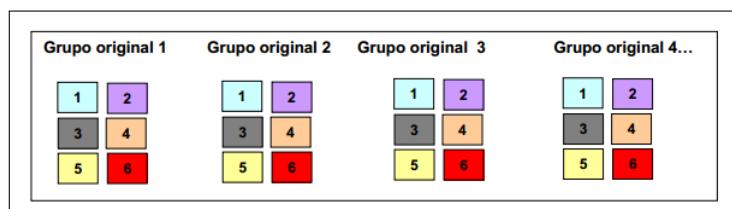


Figura 2.1: Grupos originales en la técnica Jigsaw

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.

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

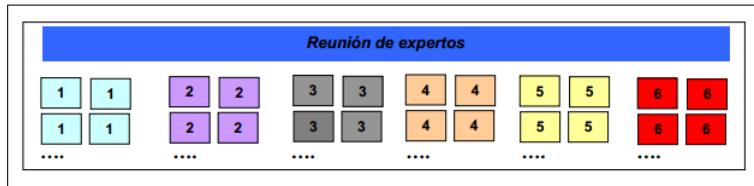


Figura 2.2: Grupos de expertos

el mismo número se reúnen para debatir y comentar sobre el documento que les fue asignado. Ver figura 2.2

- 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

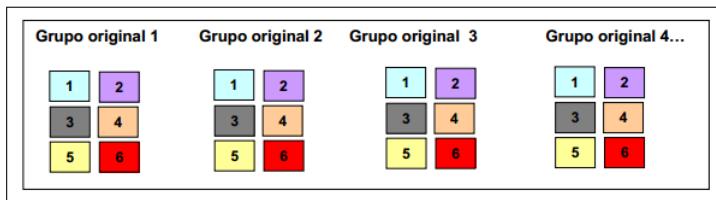


Figura 2.3: Regreso a los originales

- 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.

¹(Servicio de innovación educativa - Universidad Politécnica de Madrid, 2008)

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 siguientes:

- 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.

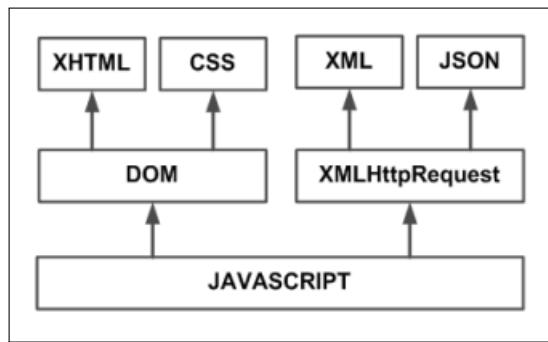


Figura 2.4: Tecnologías agrupadas bajo el concepto de AJAX

2. Cuando más data es requerida, el JavaScript usa el objeto XMLHttpRequest para enviar la petición al servidor sin necesidad de refrescar toda la página web.
3. La data que retorna desde el servidor puede estar en formato XML o puede ser sólo texto plano. Lo importante es que el JavaScript en el navegador puede leer la información recibida y mostrarla en la vista.

¿Qué se puede hacer con AJAX?

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

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

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

- *Dragging and Dropping.*
- *Juegos con AJAX.*
- *Menús pop up.* Se puede obtener data desde el servidor tan pronto como sea necesario usando Ajax.

2.3.2. Polling

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

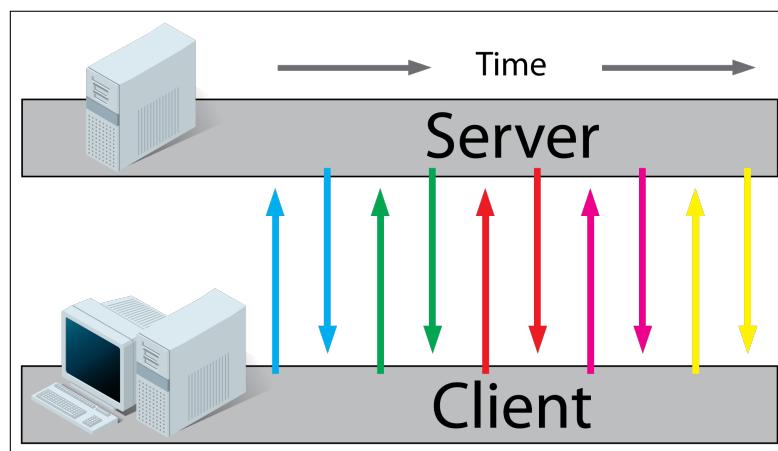


Figura 2.5: Polling

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

2.3.3. HTTP Long-Polling

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

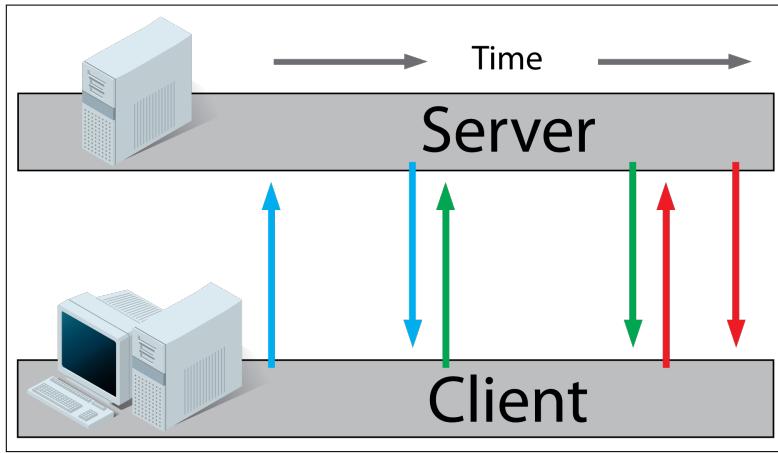


Figura 2.6: Long Polling

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

2.3.4. WebSockets

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

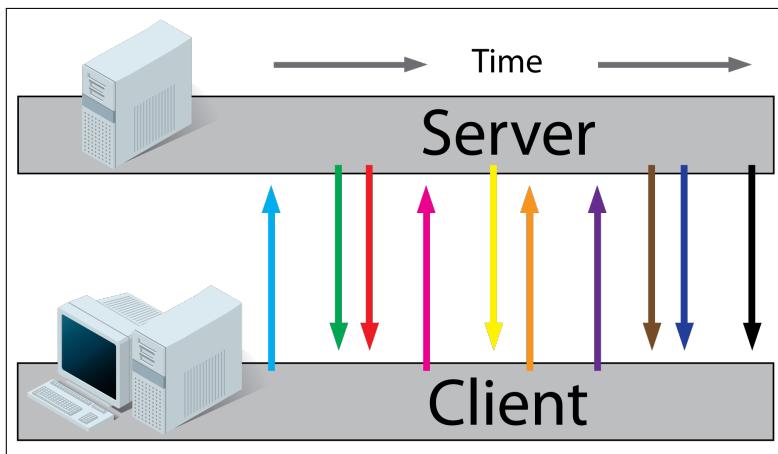


Figura 2.7: Websockets

Una nueva tecnología para la comunicación bidireccional.

¿Por qué usar Websockets?

Existen muchas razones que no conllevan a utilizar websockets cuando desarrollemos 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. **Tiempo real.** Un sistema en tiempo real (STR) es aquel sistema digital que interactúa activamente con un entorno con dinámica conocida en relación con sus entradas, salidas y restricciones temporales, para darle un correcto funcionamiento de acuerdo con los conceptos de predictibilidad, estabilidad, controlabilidad y alcanzabilidad
5. **CSCL.** Computer-Supported Collaborative Learning. Aprendizaje colaborativo apoyado por computador.

6. **API.** Application Programming Interface. Es el conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta librería para ser utilizado por otro software como un capa de abstracción. Representa la capacidad de comunicación entre componentes de un software.

Capítulo 3

Estado del Arte

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

3.1. Herramientas para el aprendizaje colaborativo

3.1.1. LearnCS

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

En muchos cursos de programación de primer ciclo, el concepto de depurar un programa es enseñado a finales del curso. En cambio, a través de *LearnCS!*, los alumnos pueden establecer puntos de corte en el programa y empezar a depurar paso a paso su código fuente. Además, el sistema brinda

la opción de ver la representación de la memoria y así visualizar en detalle el estado de su programa. Cuando se llaman a funciones, los alumnos aprenden cómo los argumentos y variables locales son colocados en la pila de la memoria y cómo las variables son reservadas en memoria (Lipman, 2014).

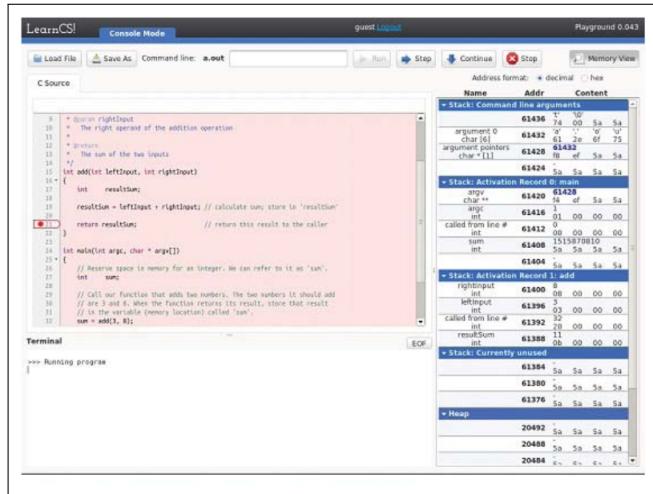


Figura 3.1: Interfaz del sistema LearnCS! (Lipman, 2014)

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 nocional 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).

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

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

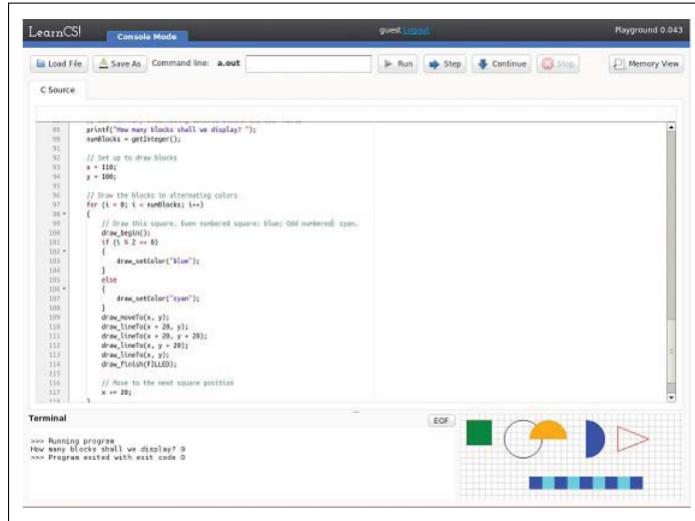


Figura 3.2: Área gráfica para programas más interactivos en LearnCS! (Lipman, 2014)

3.1.2. Google Docs

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

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

1. *Crear documentos básicos desde cero.* Con GoogleDocs es posible realizar tareas que corresponden al manejo de documentos de oficina, como crear documentos de texto, hojas de cálculo, presentaciones de diapositivas, y añadirles a todos ellos imágenes, comentarios o fórmulas, entre otras muchas cosas más.
2. *Subir archivos ya creados.* Existe la opción de subir archivos que ya están creados y para ellos, Google Docs acepta la mayoría de formatos de archivos comunes como DOC, XLS, ODT, CSV, PPT, PDF, etc.

3. *Editar un documento.* GoogleDocs posee una barra de herramientas que nos permite aplicar negrita, subrayar, cambiar la fuente, color, etc.
4. *Compartir documentos.* Cuando se edita un documento, existe la opción de invitar a otros usuarios, enviar el documento por correo electrónico, publicarlo como página web, ver quién tiene acceso, etc.
5. *Chatear en tiempo real con otros usuarios.*
6. *Exportar documentos.* Google Docs permite descargar nuestros documentos en el escritorio en archivos Word, Excel, OpenOffice, RTF, PDF, HTML o ZIP.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Planificación

Este módulo posee las siguientes funcionalidades:

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

Ejecución

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

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

Este módulo posee las siguientes funcionalidades:

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

Evaluación

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

Este módulo posee las siguientes funcionalidades:

1. Consultar configuración de evaluación.
2. Consultar corrección de evaluación.
3. Consultar calificación de evaluación.

4. Crear evaluación.
5. Rendir evaluación.
6. Realizar calificación.

Fuente ([Pinzás & Yatsen, 2013](#))

3.1.4. CodeBunk

```

Python
array transformed k times.
Javascrip
PHP
Ruby 1.8
Ruby 1.9
Perl
Lua
C
C++
Python
    integers and a transformation defined as At[x] = A[x+1] - A[x].
    array transformed k times.
    low=10,high=100;
    :random.randint(low,high), xrange(sz)
    ;9)
    ;8)
    in(k,len(A))::
    a i:A[i+1] - A[i],xrange(len(A) - 1))
    tition(A,k):
23     m = 1
24     n = k + 1
25     for j in xrange(1,n):
26         m = m * (n - i) / i

```

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

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

3.1.5. Análisis comparativo

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

Tabla 3.1: Herramientas para el aprendizaje colaborativo

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

3.2. Técnicas para el aprendizaje colaborativo

3.2.1. Jigsaw

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

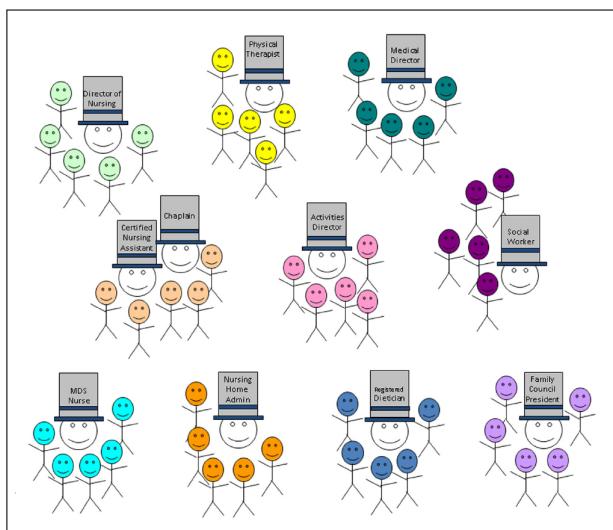


Figura 3.5: Jigsaw Paso 1
Fase de reunión de grupos de expertos (Buhr y cols., 2014)

Los objetivos del ejercicio jigsaw realizado fueron para definir LTPAC, identificar cuáles son los alcances de este tipo de servicios que se brindan a los pacientes y describir los roles de los miembros del equipo que laboraba

en el asilo de ancianos. Para esto, 10 miembros claves del equipo LTPAC fueron identificados y un total de 50 estudiantes fueron divididos en 10 grupos expertos. A cada grupo experto le fue asignado de 30 a 45 minutos para encontrar y entrevistar a 1 miembro del equipo LTPAC(Ver figura 3.5). Cada estudiante en el grupo tenía que convertirse en un experto sobre el rol del miembro que le fue asignado. Después de las entrevistas, los estudiantes tuvieron un tiempo de 15 minutos para debatir en sus grupos de expertos sobre los aspectos más resaltantes del rol del profesional al que entrevistaron. Finalmente, los grupos fueron reorganizados conteniendo un estudiante experto de cada grupo original así como un moderador(Ver figura 3.6). Lo nuevos grupos Jigsaw se reunieron por 1 hora durante la cual cada estudiante expuso los resultados de la entrevista que había realizado al profesional LTPAC del asilo ([Buhr y cols., 2014](#)).

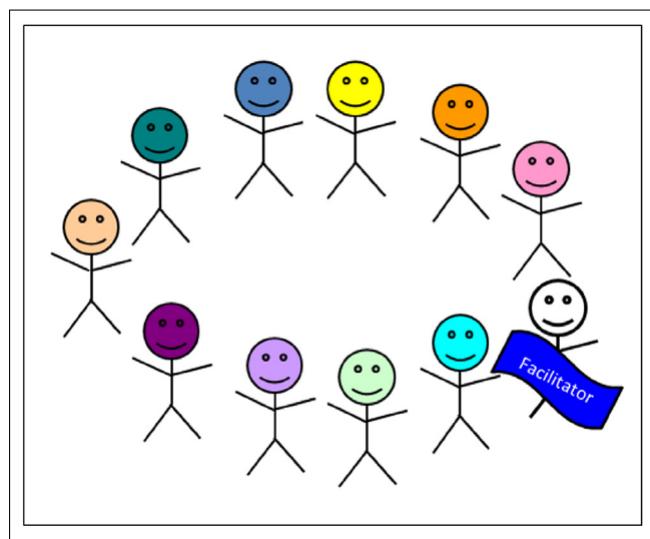


Figura 3.6: Jigsaw Paso 2
Fase de reunión de grupos Jigsaw dirigidos por un moderador ([Buhr y cols., 2014](#))

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

un medio eficaz para introducir a los estudiantes de medicina en el mundo del cuidado de ancianos (Buhr y cols., 2014).

3.2.2. Pair Research

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

Pair Research es una generalización de la programación en pares. Cada semana, los miembros de los grupos son emparejados guidados por algoritmo de emparejamiento. Cada pareja se reune por una a dos horas de las cuales la mitad del tiempo es dedicado a trabajar en el proyecto de la otra persona. El trabajo puede ser cualquier actividad relacionada a programación, pruebas, diseño, recolección de datos y análisis, lluvia de ideas y asesoría. La siguiente semana, se forman nuevas parejas y el proceso se repite.

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

La matriz de preferencias sirve para influir en la asignación de parejas

Pair Research pool																		
File Edit View Insert Format Data Tools Help Paired Research All changes saved in Drive																		
LID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Paired Research for the week of 13-May-2013																	
2	In the empty column, "now" means you're available for research, "soon" means you're otherwise put the date when you'll be available for paired research again.	ready	group	can pair with	what help do you need?	Tish Schenk <tschen@kennedy.org>	Kenya Manner <kenya@gmail.com>	Heba Rey <heba@rolando.com>	Roland Gagnon <roland.gagnon@syring.org>	Judy Consiglio <jconsiglio@mail.com>	Lavita Grange <lavita.busingrestrepo.lang@gmail.com>	Reanna Jackie <reanna.busingrestrep.lang@gmail.com>	Lonta Asha <asha@kennedy.org>	Tama Sax <tamasax@gmail.com>				
3																		
4																		
5																		
6	Tish Schenk <tschen@kennedy.org>	now	GSU	any group	brainstorming on life big photo visualization												-1	
7	Kenya Manner <kenya@gmail.com>	now	GSU	any group														
8	Heba Rey <heba@rolando.com>	now	LID	any group														
9	Roland Gagnon <roland.gagnon@syring.org>	now	LID	any group	thinking about online video learning													
10	Judy Consiglio <jconsiglio@mail.com>	now	LID	any group	thesising													
11	Reanna Jackie <reanna.busingrestrep.lang@gmail.com>	now	LID	any group	in-depth idea bouncing													
12	Lavita Grange <lavita.busingrestrepo.lang@gmail.com>	now	USW	any group														
13	Lonta Asha <asha@kennedy.org>	now	USW	any group	plot study													
14	Tama Sax <tamasax@gmail.com>	now	USW	my group only	thesising													
15	Reanna Jackie <reanna.busingrestrep.lang@gmail.com>	now	USW	any group														
16	Lavita Grange <lavita.busingrestrepo.lang@gmail.com>	20-May-2013	USW	any group														
17	Lonta Asha <asha@kennedy.org>	now	USW	any group	writing feedback													
18	Tama Sax <tamasax@gmail.com>	now	USW	any group														

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

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

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

3.2.3. Análisis comparativo

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

Tabla 3.2: Técnicas de aprendizaje colaborativo

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

3.3. Frameworks para aplicaciones web de tiempo real

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 construídos colaborativamente(cadenas, listas, y mapas).
3. La capacidad de crear objetos propios que puedan personalizarse.
4. Eventos para la detección de cambios en el modelo de colaboración y detección del ingreso o salida de colaboradores.

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

3.3.2. Ideone API - Sphere Engine

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

Esta API posee las siguientes funcionalidades:

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

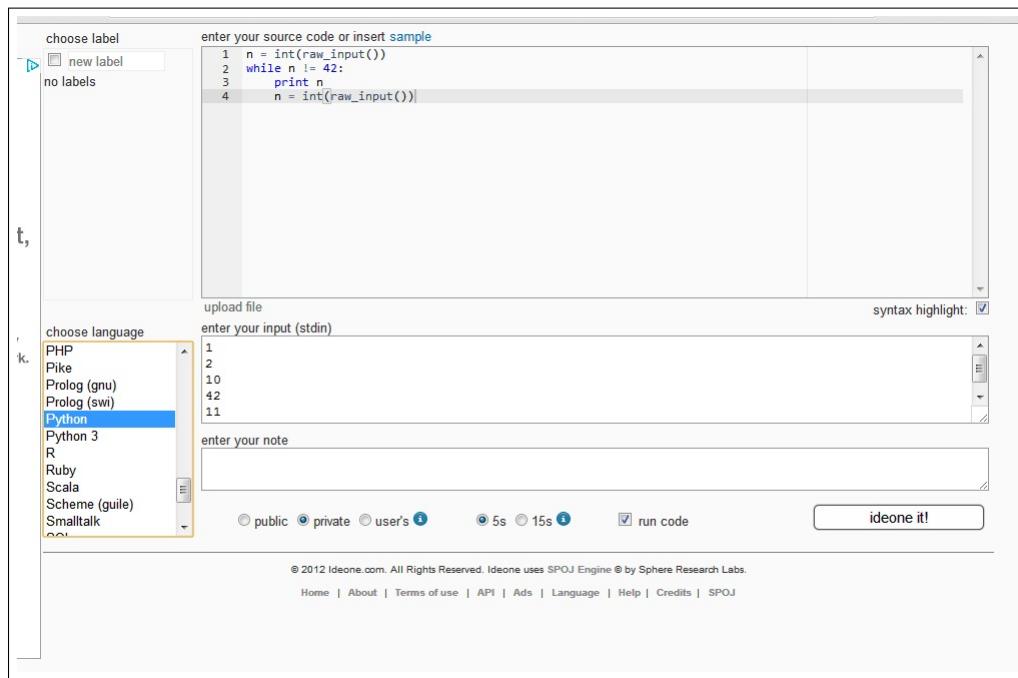


Figura 3.8: Interfaz gráfica de Ideone ([Ideone, 2014](#))

3.3.3. Análisis comparativo

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

Tabla 3.3: Frameworks para aplicaciones web de tiempo real

CARACTERÍSTICAS	Google Drive Realtime API	Ideone API - Sphere Engine
◊ Se implementa a través de Javascript	✓	✗
◊ Creación y edición de listas, arrays, matrices, maps, objetos javascript personalizados	✓	✗
◊ 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	✗	✓

Capítulo 4

Aporte práctico

En el capítulo 3 se presentaron algunas técnicas y herramientas que sirven para el aprendizaje colaborativo; No obstante, para objetivos de esta tesis, se requiere una herramienta que integre ciertas características de las que ya poseen las mencionadas en el capítulo anterior. [Tabla 3.1](#).

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 los frameworks y APIs descritas en el capítulo anterior. [Tabla 3.3](#).

Finalmente, para el desarrollo del sistema web, al cual de ahora en adelante llamaremos **Sistema Jigsaw Coding**, se va a considerar como proceso de desarrollo a las mejores prácticas de RUP para garantizar un producto software de calidad.

4.1. Metodología de desarrollo

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

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

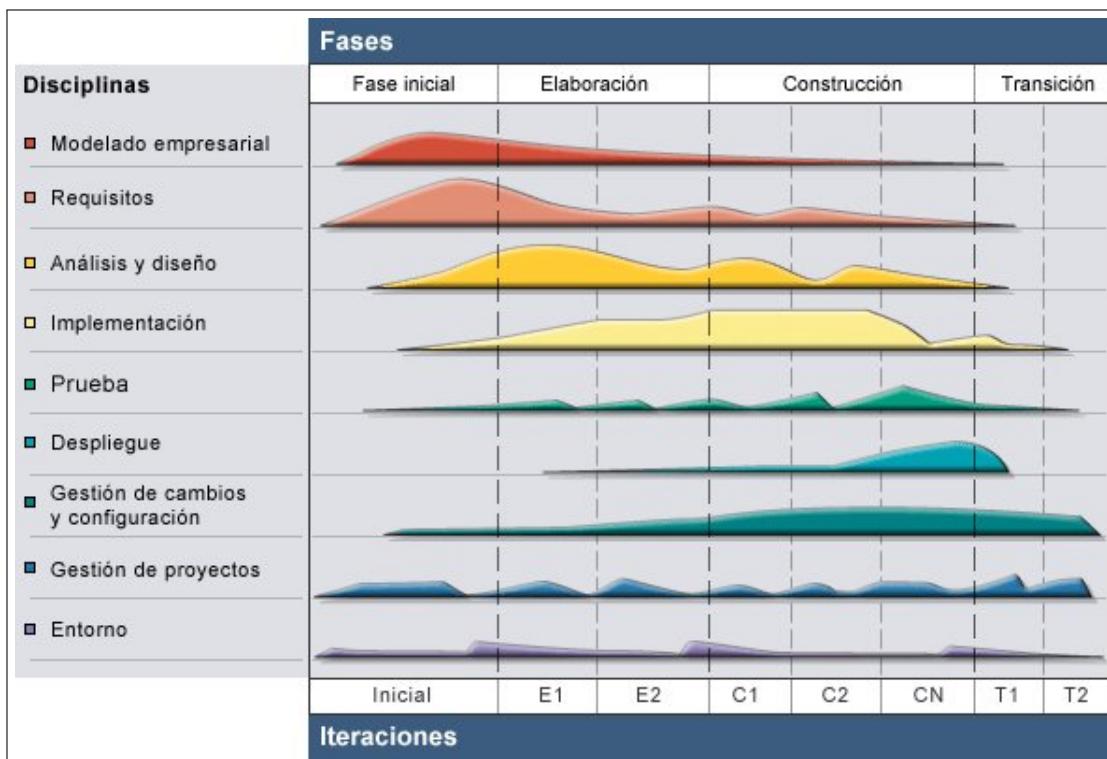


Figura 4.1: Proceso de desarrollo de software - RUP ([Rational Method Composer, 2014](#))

Así mismo, RUP también es una guía para usar de manera efectiva el

Lenguaje Unificado de Modelado (UML) que no es más que un lenguaje estándar que permite comunicar claramente los requerimientos, arquitecturas y diseños (IBM, 2014).

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

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

DISCIPLINA RUP	ARTEFACTO
Requisitos	<ul style="list-style-type: none">• 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• Prototipo de interfaz de usuario• Documento de arquitectura de software
Implementación	<ul style="list-style-type: none">• Código fuente• Sistema web desplegado
Prueba	<ul style="list-style-type: none">• Casos de prueba• Resultados de prueba

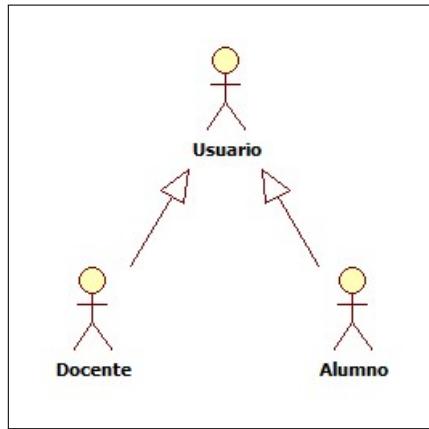


Figura 4.2: Diagrama de actores

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 un o más actores.

Catálogo de actores

En el [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.

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.

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.

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

PlayFramework 2.2.4

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

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.

Vista lógica

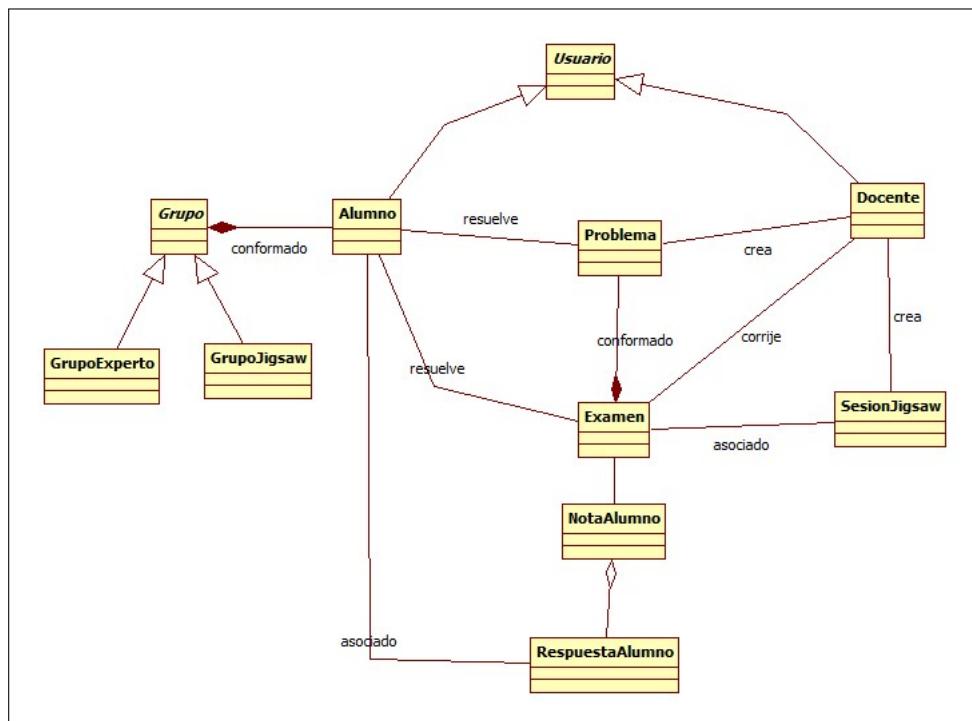


Figura 4.3: Diagrama de Clases

El Sistema Jigsaw Coding permite el acceso a Usuario los 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.

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.

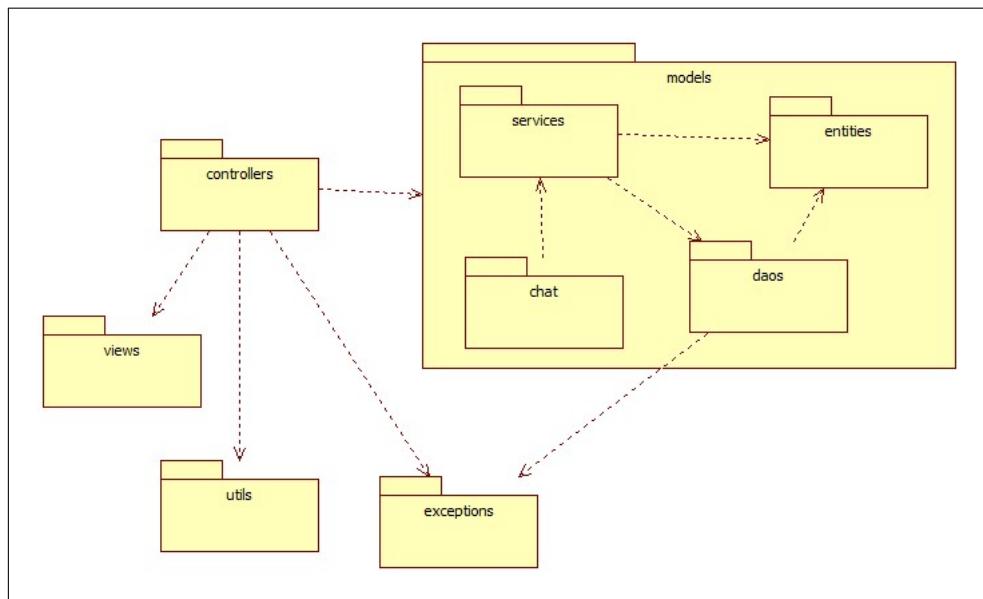


Figura 4.4: Diagrama de Paquetes

■ 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.

Para un mayor detalle de la arquitectura del sistema, revisar el [Apéndice C](#)

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 determinada sesión jigsaw. Finalmente, el usuario docente podrá calificar la solución que cada uno de los participantes de la sesión jigsaw elabore para un determinado examen.

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

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 4.5](#).

Si el usuario no está registrado en el sistema, debe ingresar a la opción **Regístrate** y completar los datos solicitados por el sistema. [Figura 4.6](#).

Figura 4.5: Sistema Jigsaw Coding - Login

A screenshot of the Jigsaw Coding login page. At the top right, there is a link "Aún no tienes una cuenta?" and a blue "Regístrate" button. Below this, the "JIGSAW CODING" logo is centered. To the right of the logo are two input fields: one for "Ingresé su email" with a user icon and another for "Ingresé su password" with a password icon. Below these fields is a blue "Ingresar" button. At the bottom right of the form area, there is a link "¿Olvidaste tu password?".

Luego de este paso, el usuario tendrá acceso al sistema a través de un perfil Docente.

Figura 4.6: Sistema Jigsaw Coding - Regístrate

A screenshot of the Jigsaw Coding registration page for a new teacher. At the top right, there is a link "¿Ya tienes una cuenta?" and a blue "Login" button. Below this, the title "NUEVO DOCENTE" is displayed. The form contains several input fields: "Nombre" (Name), "Apellido Paterno" (Last Name Father), "Apellido Materno" (Last Name Mother), "DNI" (DNI), "Email" (Email), "Contraseña" (Password), "Confirmar Contraseña" (Confirm Password), and "Sexo" (Gender) with options "Masculino" (Male) and "Femenino" (Female). At the bottom right of the form area, there is a blue "Registrar" button.

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 4.7](#).

Figura 4.7: Sistema Jigsaw Coding - Bienvenido



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 4.8.](#)

Crear problema

Para crear un nuevo problema se debe acceder a menú Problemas y luego presionar el botón **Nuevo problema**. [Figura 4.9.](#) 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 4.10.](#)

Figura 4.8: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo Problemas

The screenshot shows a web application interface for 'JIGSAW CODING'. At the top, there is a navigation bar with links for 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', 'Sesiones jigsaw', and a user profile 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar, the main content area displays a title '4 Problemas encontrados' (4 Problems found). There is a search bar with placeholder 'Buscar...' and a blue 'Buscar' button. To the right of the search bar is a green 'Nuevo problema' (New problem) button. Below the search area is a table with four rows, each representing a problem:

Titulo	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	

At the bottom of the table, there are navigation buttons: 'Anterior' (Previous), 'Mostrando 1 - 4 de 4' (Showing 1 - 4 of 4), and 'Siguiente' (Next).

Figura 4.9: Sistema Jigsaw Coding - Nuevo problema

The screenshot shows a modal dialog box titled 'NUEVO PROBLEMA' (New Problem). The form contains two input fields: 'Titulo' (Title) and 'Enunciado' (Statement). Below the input fields are two buttons: 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel). The background of the dialog is light green.

4.3.3. Alumnos

Al acceder al módulo alumnos, el usuario visualizará el listado de alumnos registrados hasta el momento y en dicho listado, se mostrarán los apellidos, nombres y dni de cada alumno. Además se podrá filtrar dichos alumnos con opción Buscar. [Figura 4.11](#).

Figura 4.10: Sistema Jigsaw Coding - Editar problema

The screenshot shows a modal window titled 'EDITAR PROBLEMA'. It contains fields for 'Título' (Title) with the value 'Hola mundo' and 'Enunciado' (Statement) with the text 'Elaborar un programa que imprima el mensaje "Hola Mundo"'. At the bottom are buttons for 'Guardar' (Save), 'Cancelar' (Cancel), and a red 'Borrar problema' (Delete problem) button.

Figura 4.11: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo Alumnos

The screenshot shows a table titled '5 Alumnos encontrados' (5 Students found) with 5 rows of student data. The columns are labeled 'DNI', 'Apellido Paterno', 'Apellido Materno', and 'Nombres'. The data is as follows:

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

Below the table are navigation buttons: '← Anterior' (Previous), 'Mostrando 1 - 5 de 5' (Showing 1 - 5 of 5), and 'Siguiente →' (Next).

Registrar alumno

Para registrar un nuevo alumno se debe acceder a menú Alumnos y luego presionar el botón **Nuevo Alumno**. [Figura 4.12](#). Luego, se debe completar los campos solicitados por el sistema y presionar el botón **Registrar**.

Figura 4.12: Sistema Jigsaw Coding - Nuevo Alumno

La captura de pantalla muestra la interfaz de usuario para registrar un nuevo alumno. El formulario se titula 'Nuevo Alumno' y contiene los siguientes campos:

- Nombres:** Ingrese su nombre.
- Apellido Paterno:** Ingrese su apellido paterno.
- Apellido Materno:** Ingrese su apellido materno.
- DNI:** Ingrese su DNI.
- Sexo:** Opciones radio: Masculino (seleccionado) o Femenino.
- Email:** Ingrese su email.
- Password:** Ingrese su contraseña.
- Confirmar password:** Repita su contraseña.

En el pie de formulario, hay un botón azul '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 4.13](#).

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 4.14](#).

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.

Figura 4.13: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo Examenes

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

Un Examen encontrados

Buscar... Buscar Nuevo Examen

Examen	Preguntas	Acciones
Examen	Asteriscos Hola mundo Fibonacci	Editar

Figura 4.14: Sistema Jigsaw Coding - Nuevo Examen

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

Examen

hol

Hola mundo
Elaborar un programa que imprima el mensaje "Hola Mundo"

Examen

TÍTULO Hola mundo

ENUNCIADO Elaborar un programa que imprima el mensaje "Hola Mundo"

Agregar pregunta

¡Listo! Cancelar

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.

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 4.15](#).

[Figura 4.15: Sistema Jigsaw Coding - Inicio del módulo sesiones jigsaw](#)

TEMA	REUNIÓN DE EXPERTOS	REUNIÓN JIGSAW	EVALUACIÓN	TOTAL DE ALUMNOS	TOTAL DE GE
Ordenamiento	<p>Fecha de inicio: 15/11/2014 06:00:00 AM</p> <p>Duración: 1 hora</p> <p>Total de grupos: 2</p> <p>Definir horario</p>	<p>Fecha de inicio: 15/11/2014 06:00:00 AM</p> <p>Duración: 50 minutos</p> <p>Total de grupos: 2</p> <p>Definir horario</p>	<p>Fecha de inicio: 18/11/2014 02:30:00 PM</p> <p>Duración: 1 hora</p> <p>Total de preguntas: 3</p> <p>Definir horario</p> <p>Corregir exámenes</p>	4	<p>Editar Alumnos</p> <p>Ver Grupos</p> <p>Asignar Problemas</p>

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 4.16](#)
3. En el listado de sesiones jigsaw aparecerá una nueva sesión.[Figura 4.17](#)

Figura 4.16: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

Figura 4.17: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

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 4.18](#)
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 4.19](#)
6. Si la generación de grupos se realizó exitosamente, el sistema le mostrará los grupos sus respectivos integrantes. [Figura 4.20](#)
7. Presione Aceptar para regresar al panel principal de las sesiones jigsaw. [Figura 4.21](#)
8. Luego de haber generado los grupos, presione el botón Asignar Problemas para indicar qué problema debe resolver cada grupo experto. [Figura 4.22](#)

Figura 4.18: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

Figura 4.19: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

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 4.23](#)
10. Para la fase de evaluación, presione el botón Asignar Examen para

Figura 4.20: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

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

Grupos EXPERTOS

GE_GRG_DEG	GE_FCE_SMM
Gustavo Rondo Gutierrez	Franco Cano Erazo
Daniel Erazo Gonzales	Silvana Malpica Martinez

Grupos JIGSAW

GJ_GRG_FCE	GJ_DEG_SMM
Gustavo Rondo Gutierrez	Daniel Erazo Gonzales
Franco Cano Erazo	Silvana Malpica Martinez

Aceptar Eliminar Grupos Expertos

Figura 4.21: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

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

Una Sesión Jigsaw encontradas

Buscar... Buscar Nueva Sesión Jigsaw

TEMA	REUNIÓN DE EXPERTOS	REUNIÓN JIGSAW	EVALUACIÓN	TOTAL DE ALUMNOS	TOTAL DE GE
Busqueda	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

← Anterior Mostrando 1 - 1 de 1 Siguiente →

seleccionar el examen que será incluído en la sesión jigsaw. [Figura 4.24](#)

- Presione el botón Definir Horario para establecer la fecha y hora de

Figura 4.22: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

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

Asignar Problemas a Grupos Expertos

Seleccione el Grupo Experto y asigne el problema que dicho grupo deberá desarrollar

GrupoExperto 1	GE_GRG_DEG	Problema 1	Hola mundo
GrupoExperto 2	GE_FCE_SMM	Problema 2	Fibonacci

Guardar **Cancelar**

Figura 4.23: Sistema Jigsaw Coding - Nueva sesión jigsaw

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

Una Sesion Jigsaw encontradas

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

← Anterior Mostrando 1 - 1 de 1 Siguiente →

inicio para la reunión de expertos, así como también la duración de la misma. [Figura 4.25](#)

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 4.26](#)
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 4.27](#)

Figura 4.24: Sistema Jigsaw Coding - Asignar examen a sesión jigsaw

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

EDITAR SESIÓN JIGSAW

Total Grupos
Expertos 2

Tema Busqueda

Examen Examen

Guardar Cancelar

Eliminar Sesión Jigsaw

Figura 4.25: Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de reunión de expertos

JIGSAW CODING Problemas Alumnos Examenes 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

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 4.28](#)

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

The screenshot shows a web-based application for managing Jigsaw Coding sessions. At the top, there is a navigation bar with links for 'JIGSAW CODING', 'Problemas', 'Alumnos', 'Exámenes', 'Sesiones jigsaw', and a user profile 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar, a green header bar reads 'EDITAR SESIÓN JIGSAW'. The main content area is titled 'Reunión Jigsaw'. It contains fields for 'Fecha Inicio' (19/11/2014), 'Hora Inicio' (02:00 PM), and 'Duración' (1 horas, 0 minutos). There are also 'Guardar' and 'Cancelar' buttons at the bottom.

Figura 4.27: Sistema Jigsaw Coding - Definir horario de examen

The screenshot shows a web-based application for managing exam schedules. At the top, there is a navigation bar with links for 'JIGSAW CODING', 'Problemas', 'Alumnos', 'Exámenes', 'Sesiones jigsaw', and a user profile 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar, a grey header bar reads 'Definir horario de Examen'. The main content area contains fields for 'Fecha del examen', 'Rango de tiempo para iniciar el examen' (from and until times), and 'Duración' (hours and minutes). There are also 'Guardar' and 'Cancelar' buttons at the bottom.

2. Presione el botón **Unirse a reunión de Expertos**. A continuación el sistema le mostrará el panel de la reunión de expertos.

En el panel de reunión de expertos (Figura 4.29) se encontrará lo siguiente:

- Enunciado del problema.
- Editor colaborativo de código fuente.
- Menú desplegable para seleccionar el lenguaje de programación(Python, C++ o Java).

Figura 4.28: Sistema Jigsaw Coding - Perfil alumno

The screenshot shows a web-based application for managing 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' (A Jigsaw Session found). It contains 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 of the page are navigation buttons: '<- Anterior', 'Mostrando 1 - 1 de 1', and 'Siguiente →'.

Figura 4.29: Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión de expertos

This screenshot shows a coding challenge interface. At the top, it says 'Lenguaje de Programación Python (python 2.7.3)' and has a 'run' button. The challenge title is 'Asteriscos' with the instruction 'Diseñar un algoritmo que muestra la siguiente serie'. The code provided is:

```

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

```

Below the code is a timer labeled 'Tiempo restante' showing '2 5 6 4' seconds. There's a red 'FINALIZAR' button. To the right, there's a 'CHAT' button. On the right side, there's a 'INPUT. Data de prueba' field with placeholder text 'Ingrese su data de prueba y luego presione run', a 'RESULTADOS DE EJECUCIÓN' field with placeholder text 'Presione run para ejecutar su código fuente', and two buttons: 'Input' and 'Resultados'.

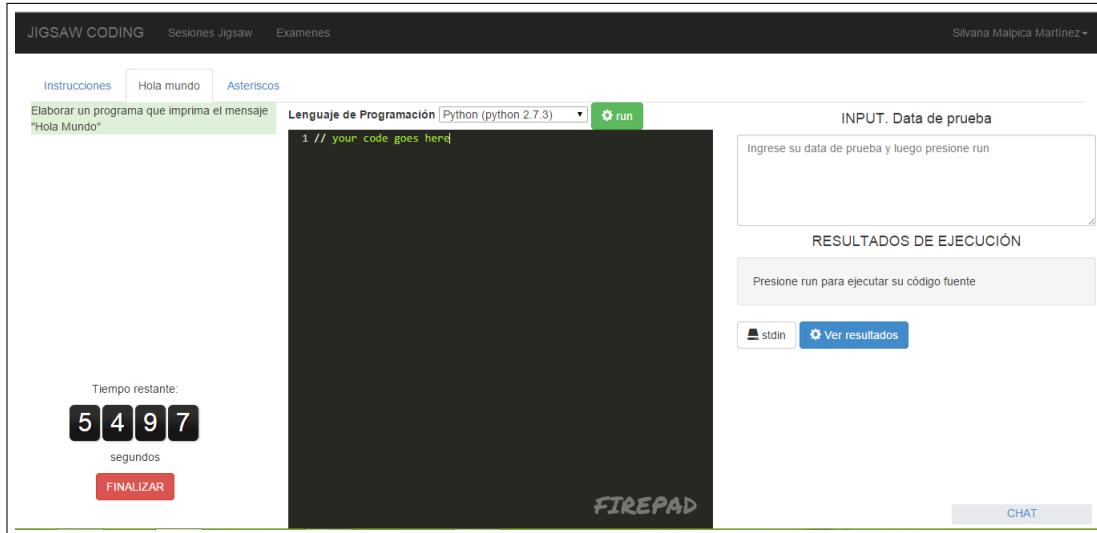
- Cuadro de texto para ingresar datos de prueba.
- Panel de resultados de ejecución.
- Chat para comunicarse con el resto de integrantes del grupo experto.
- Reloj que marca los segundos restantes para finalizar la reunión de expertos.

4.3.7. Unirse a reunión jigsaw

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

1. Inicie sesión en el Sistema Jigsaw Coding. Si el logueo se realiza exitosamente, entonces, en la pantalla principal del perfil alumno se mostrará el listado de sesiones jigsaw a las cuales el alumno puede tener acceso.[Figura 4.28](#)
2. Presione el botón **Unirse a reunión Jigsaw**. A continuación el sistema le mostrará el panel de la reunión jigsaw.

Figura 4.30: Sistema Jigsaw Coding - Unirse a reunión jigsaw



En el panel de reunión jigsaw ([Figura 4.30](#)) 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.

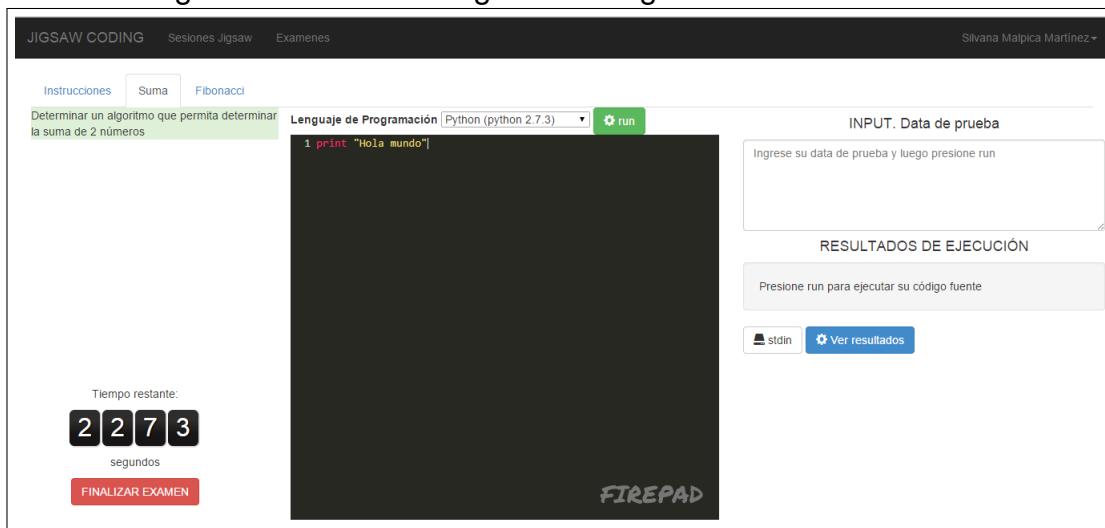
- Panel de resultados de ejecución para cada problema.
- Chat para comunicarse con el resto de integrantes del grupo jigsaw.
- Reloj que marca los segundos restantes para finalizar la reunión jigsaw.

4.3.8. Rendir evaluación

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

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 4.28](#)
2. Presione el botón **Rendir Examen**. A continuación el sistema le mostrará el panel del examen.

Figura 4.31: Sistema Jigsaw Coding - Rendir examen



En el panel de examen ([Figura 4.31](#)) 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 **Exámenes**. [Figura 4.32](#)

Figura 4.32: Sistema Jigsaw Coding - Ver nota de examen



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

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

4.4.1. Entendibilidad

La presente métrica se refiere a la característica de *Usabilidad*, donde se medirá el grado de *Entendibilidad* que tiene el Sistema para los usuarios.

[Tabla 4.4](#)

Tabla 4.4: Métrica de calidad: Entendibilidad

Nombre de la métrica	Entendibilidad del Sistema Jigsaw Coding
Código	MC-1
Característica	Usabilidad
Sub-característica	Entendibilidad
Propósito	¿Qué porcentaje de los usuarios consideran que las funcionalidades del sistema son muy fáciles de entender?
Método de aplicación	<p>Realizar una encuesta: ¿Qué tan fácil o difícil le resultó entender las funcionalidades del sistema?</p> <ul style="list-style-type: none">■ Muy fácil■ Fácil■ Ni fácil ni difícil■ Difícil■ Muy difícil

Medición, fórmula y elementos medibles

$$x = \frac{A}{B}$$

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

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 4.5

Tabla 4.5: 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 4.6](#).

Tabla 4.6: Métrica de calidad: Eficiencia

Nombre de la métrica	Eficiencia del Sistema Jigsaw Coding
Código	MC-3
Característica	Eficiencia
Sub-característica	Tiempo de respuesta
Propósito	¿Cuál es el promedio de tiempo de respuesta del Sistema Jigsaw Coding?
Método de aplicación	Medir el tiempo de respuesta de las funcionalidades más importantes del sistema: Generar grupos, Unirse a Reunión de Expertos, Unirse a Reunión Jigsaw, Rendir Examen, Resolver problema(Compilar).

Medición, fórmula y elementos medibles	$x = \sum_i^n t_i$
	t_i : Tiempo de respuesta en milisegundos de la funcionalidad i .
Tipo de medida	t_i : milisegundos
Interpretación del valor	Lo más cercano a 0 es mejor
Tipo de escala	Absoluta

Capítulo 5

Caso de estudio

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

5.1. Definición del caso de estudio

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

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

- **Álvarez Tarazona, Diego.**
Estudiante de Ingeniería de Software - UNMSM.
- **Chinarro Morales, Evelyn.**
Estudiante de Ingeniería de Software - UNMSM.
- **Erazo Gonzales, Daniel.**
Estudiante de Ingeniería de Software - UNMSM.
- **Malpica Martínez, Karla Paola.**
Estudiante de Computación Científica - UNMSM.

- **Malpica Martínez, Silvana Yasmín.**
Estudiante de Ingeniería de Software - UNMSM.
- **Rojas Bustamante, Martin Baird.**
Estudiante de Ingeniería Física - UNI.

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

5.2. Definición de temas para el caso de estudio

5.2.1. Estructuras selectivas y repetitivas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2.2. Problemas

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

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

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

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

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

5.3. Aplicación del Sistema Jigsaw Coding al caso de estudio

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

5.3.1. Creación de la sesión jigsaw

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

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

Figura 5.1: Creación de problemas.

The screenshot shows a web application interface for managing problems. At the top, there is a navigation bar with links for 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', and 'Jigsaw'. On the right side of the bar, it says 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar, the title '7 Problemas encontrados' is displayed. There is a search bar with placeholder 'Buscar...' and a blue 'Buscar' button. To the right of the search bar is a green 'Nuevo problema' button. A table below the title lists seven problems with their titles and descriptions. Each row in the table has a small edit icon on the far right.

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

Figura 5.2: Creación de cuentas de usuario para alumnos.

The screenshot shows a web application interface for managing students. At the top, there is a navigation bar with links for 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', and 'Jigsaw'. On the right side of the bar, it says 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar, the title '6 Alumnos encontrados' is displayed. There is a search bar with placeholder 'Buscar...' and a blue 'Buscar' button. To the right of the search bar is a green 'Nuevo Alumno' button. A table below the title lists six students with their DNI, Apellido Paterno, Apellido Materno, Nombres, and a DEG column. Each row in the table has a small edit icon on the far right. At the bottom of the table, there are navigation buttons for 'Anterior', 'Mostrando 1 - 6 de 6', and 'Siguiente'.

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

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

The screenshot shows the Jigsaw Coding software interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'JIGSAW CODING', 'Problemas', 'Alumnos', 'Examenes', 'Jigsaw', and a user profile 'Leibnitz Pavel Rojas Bustamante'. Below the navigation bar, a green header bar says 'Examen'. On the left, there is a search bar with the placeholder 'Buscar' and a magnifying glass icon. To the right of the search bar, the title of the exam is displayed: 'Examen Selectivas Repetitivas'. Below the title, it says 'Puntaje total actual: 20'. The exam consists of four problems, each with a title and description:

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

At the bottom right of the exam view, there are two buttons: 'j.Indented' and 'Cancelar'.

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

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

Paso 5 Este paso consistió en asignar qué alumnos participarían de la sesión jigsaw. Ver [Figura 5.5](#).

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

Figura 5.4: Creación de la sesión jigsaw.

The screenshot shows a software window titled "JIGSAW CODING". At the top, there is a navigation bar with links: "Problemas", "Alumnos", "Examenes", "Jigsaw", and a user profile "Leibnitz Pavel Rojas Bustamante". Below the navigation bar, a green header bar says "NUEVA SESIÓN JIGSAW". The main form contains two input fields: "Total Grupos Expertos" set to "3" and "Tema" set to "Estructuras selectivas y repetitivas". At the bottom are two buttons: "Guardar y Continuar" (Save and Continue) in blue and "Cancelar" (Cancel) in white.

Figura 5.5: Asignación de alumnos a la sesión jigsaw.

The screenshot shows a software window titled "JIGSAW CODING". The top navigation bar includes "Problemas", "Alumnos", "Examenes", "Jigsaw", and "Leibnitz Pavel Rojas Bustamante". A sub-header "ASIGNAR ALUMNOS" is visible. On the left, a search bar "Buscar nombre/DNI" with a magnifying glass icon and a note "Para buscar todos escriba: all". Below it is a list titled "ALUMNOS DISPONIBLES" with a double-headed arrow icon. On the right, a list titled "SESION JIGSAW : SesiónJigsaw_1" with a double-headed arrow icon. Both lists contain student names: Silvana Malpica Martínez, Martín Rojas Bustamante, Karla Paola Malpica Martínez, Daniel Erazo Gonzales, Diego Álvarez Tarazona, and Evelyn Chinarro Morales. At the bottom are "Guardar" and "Cancelar" buttons.

Figura 5.6: Grupos generados por el Sistema Jigsaw Coding.

The screenshot shows a software window titled "JIGSAW CODING". The top navigation bar includes "Problemas", "Alumnos", "Examenes", "Jigsaw", and "Leibnitz Pavel Rojas Bustamante". Below the navigation bar, there are two sections: "Grupos EXPERTOS" and "Grupos JIGSAW". The "Grupos EXPERTOS" section contains three boxes: "GE_DÁT_ECM" (Diego Álvarez Tarazona, Evelyn Chinarro Morales), "GE_KMM_DEG" (Karla Paola Malpica Martínez, Daniel Erazo Gonzales), and "GE_SMM_MRBC" (Silvana Malpica Martínez, Martín Rojas Bustamante). The "Grupos JIGSAW" section contains two boxes: "GJ_MRB_DEG_ECM" (Martín Rojas Bustamante, Daniel Erazo Gonzales, Evelyn Chinarro Morales) and "GJ_SMM_KMM_DÁT" (Silvana Malpica Martínez, Karla Paola Malpica Martínez, Diego Álvarez Tarazona). At the bottom are "Aceptar" (Accept) and "Eliminar Grupos Expertos" (Delete Groups Experts) buttons.

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

Figura 5.7: Asignación de problemas a grupos expertos

JIGSAW CODING Problemas Alumnos Exámenes Jigsaw Leibnitz Pavel Rojas Bustamante

Asignar Problemas a Grupos Expertos

Seleccione el Grupo Experto y asigne el problema que dicho grupo deberá desarrollar

GrupoExperto 1 GE_DÁT_ECM	Problema 1 Multiplos de 7
GrupoExperto 2 GE_KMM_DEG	Problema 2 Par o impar
GrupoExperto 3 GE_SMM_MR	Problema 3 Numeros descendentes

Guardar Cancelar

Tabla 5.1: Asignación de problemas a grupos expertos

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

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

Tabla 5.2: Horarios de las fases de la sesión jigsaw

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

Figura 5.8: Horario reunión de expertos

The screenshot shows the 'EDITAR SESIÓN JIGSAW' (Edit Session Jigsaw) interface. The title 'Reunión Expertos' is displayed. The 'Fecha Inicio' (Start Date) is set to 30/11/2014. The 'Hora Inicio' (Start Time) is set to 10:00 PM. The 'Duración' (Duration) is set to 0 hours and 10 minutes. There are 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel) buttons at the bottom.

Figura 5.9: Horario reunión jigsaw

The screenshot shows the 'EDITAR SESIÓN JIGSAW' (Edit Session Jigsaw) interface. The title 'Reunión Jigsaw' is displayed. The 'Fecha Inicio' (Start Date) is set to 30/11/2014. The 'Hora Inicio' (Start Time) is set to 10:15 PM. The 'Duración' (Duration) is set to 0 hours and 15 minutes. There are 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel) buttons at the bottom.

Figura 5.10: Horario del examen

The screenshot shows the 'Definir horario de Examen' (Define Exam Schedule) interface. It includes fields for 'Fecha del examen' (Exam Date) set to 30/11/2014, 'Rango de tiempo para iniciar el examen' (Time range to start the exam) from 10:30 PM to 10:40 PM, and 'Duración' (Duration) of 0 hours and 30 minutes. There are 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel) buttons at the bottom.

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

5.3.2. Desarrollo de la fase de Expertos

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

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

En la [Figura 5.11](#), la participante Evelyn desarrolló de manera colaborativa el problema **Múltiplos de 7** junto con Diego Álvarez, el segundo miembro del grupo experto **GE_DÁT_ECM**. Ambos usaron el lenguaje de programación C++.

Por otro lado, en la [Figura 5.12](#) se tiene al participante Martin Rojas, miembro del grupo experto **GE_SMM_MR_B**, desarrollando en C++ el problema **Números descendentes**.

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

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

JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes Martin Rojas Bustamante ▾

Números descendentes

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

```

1 /*
2 */
3
4
5 #include <iostream>
6 using namespace std;
7 int main (){
8     int var = 40;
9     while(var >= 2){
10         cout<<var<<endl;
11         var -= 2;
12     }
13     return 0;
14 }
```

Tiempo restante:
5 8 segundos FINALIZAR FIREPAD

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

RESULTADOS DE EJECUCIÓN

RESULTADO	success
LENGUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3296 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	V1RWLn7
INPUT	OUTPUT
<input type="text"/>	20 18 16 14 12

Input Resultados CHAT

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

JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes Daniel Erazo Gonzales ▾

Par o impar

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

```

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

Tiempo restante:
1 0 8 3 segundos FINALIZAR FIREPAD

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

RESULTADOS DE EJECUCIÓN

RESULTADO	success
LENGUAJE	sun-jdk-1.7.0_10
MEMORIA	380608 KB
TIEMPO	0.1
IDEONE LINK	9k2rLW
INPUT	OUTPUT
<input type="text"/> 3	Introduzca un número entero: El número es impar

Input Resultados CHAT

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

JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes Silvana Malpica Martinez

Instrucciones Números descendentes Par o impar Múltiplos de 7

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

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

```

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

```

Tiempo restante: 7 0 9 segundos FINALIZAR FIREPAD

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

RESULTADOS DE EJECUCIÓN

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

CHAT

5.3.3. Desarrollo de la fase Jigsaw

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

La Figura 5.14 muestra el momento en que el grupo jigsaw conformado por Silvana, Karla y Diego (GJ_SMM_KMM_DÁT) resolvía los problemas *Par o impar*, *Múltiplos de 7* y *Números descendentes*.

5.3.4. Desarrollo de la fase de Evaluación

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

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

JIGSAW CODING Sesiones Jigsaw Exámenes Diego Alvarez Tarazona +

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

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

Elaborar un programa que lea un numero del 1 al 5 y lo muestre de forma escrita. Ejemplo 1 --> uno. Si es un numero distinto a 1,2,3,4 o 5 que muestre el mensaje: Número equivocado.

```

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

INPUT. Data de prueba

6

RESULTADOS DE EJECUCIÓN

RESULTADO	success
LENUAJE	gcc-4.8.1
MEMORIA	3344 KB
TIEMPO	0.0
IDEONE LINK	t71VA
INPUT	OUTPUT
6	Número equivocado.

stdin Ver resultados

Tiempo restante:
5 1 1 segundos

FINALIZAR EXAMEN FIREPAD

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

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

Capítulo 6

Análisis de resultados

En esta sección se van a aplicar las métricas de calidad definidas en la [Sección 4.4](#) al Sistema Jigsaw Coding desarrollado en esta tesis.

6.1. Métrica de calidad: Entendibilidad

Aplicando la métrica definida en la [Tabla 4.4](#) se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 6.1: Resultados obtenidos al aplicar la métrica de entendibilidad al Sistema Jigsaw Coding

<i>¿Qué tan fácil o difícil le resultó entender las funcionalidades del sistema?</i>	
Alternativa	Cantidad de votos
Muy fácil	5
Fácil	1
Ni fácil ni difícil	0
Difícil	0
Muy difícil	0
Métrica	$x = \frac{A}{B} = \frac{5}{6} = 0,83$

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

En la [Tabla 6.1](#) se puede observar que el resultado de la métrica es 0.83, esto quiere decir que un 83 % de los usuarios del caso de estudio consideraron que las funcionalidades del Sistema Jigsaw Coding fueron muy fáciles de entender.

6.2. Métrica de calidad: Portabilidad

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

Tabla 6.2: Resultados obtenidos al aplicar la métrica de portabilidad al Sistema Jigsaw Coding

<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 6.2](#) se puede observar que el resultado de la métrica es 4, lo que indica que el Sistema Jigsaw Coding funciona correctamente en 4 navegadores web, los cuales funcionan en sistemas operativos Windows, Linux o IOS. Al aplicar la métrica se obtuvo que el Sistema Jigsaw Coding presenta incompatibilidad con el navegador Firefox en todas sus versiones, por lo que se recomienda usar cualquier otro navegador web.

6.3. Métrica de calidad: Eficiencia

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

Tabla 6.3: Resultados obtenidos al aplicar la métrica de eficiencia al Sistema Jigsaw Coding

<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	$x = \frac{\sum_i^n t_i}{5}, i = 1, 2, 3, 4, 5$ $x = \frac{445+1080+459+594+4016}{5}$ $x = 1318,8ms$
t_i : Tiempo de respuesta en milisegundos de la funcionalidad i .	

En la [Tabla 6.3](#) 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 Jigsaw Coding es muy fácil de entender para el 83 % de los usuarios del caso de estudio.
- El Sistema Jigsaw Coding es compatible y funciona correctamente en 4 navegadores web: Chrome, Internet Explorer, Ópera y Safari.
- El Sistema Jigsaw Coding 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

7.2. Conclusiones específicas

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.

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

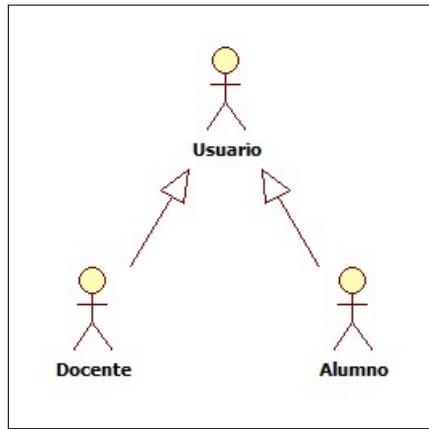


Figura A.1: Diagrama de actores

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

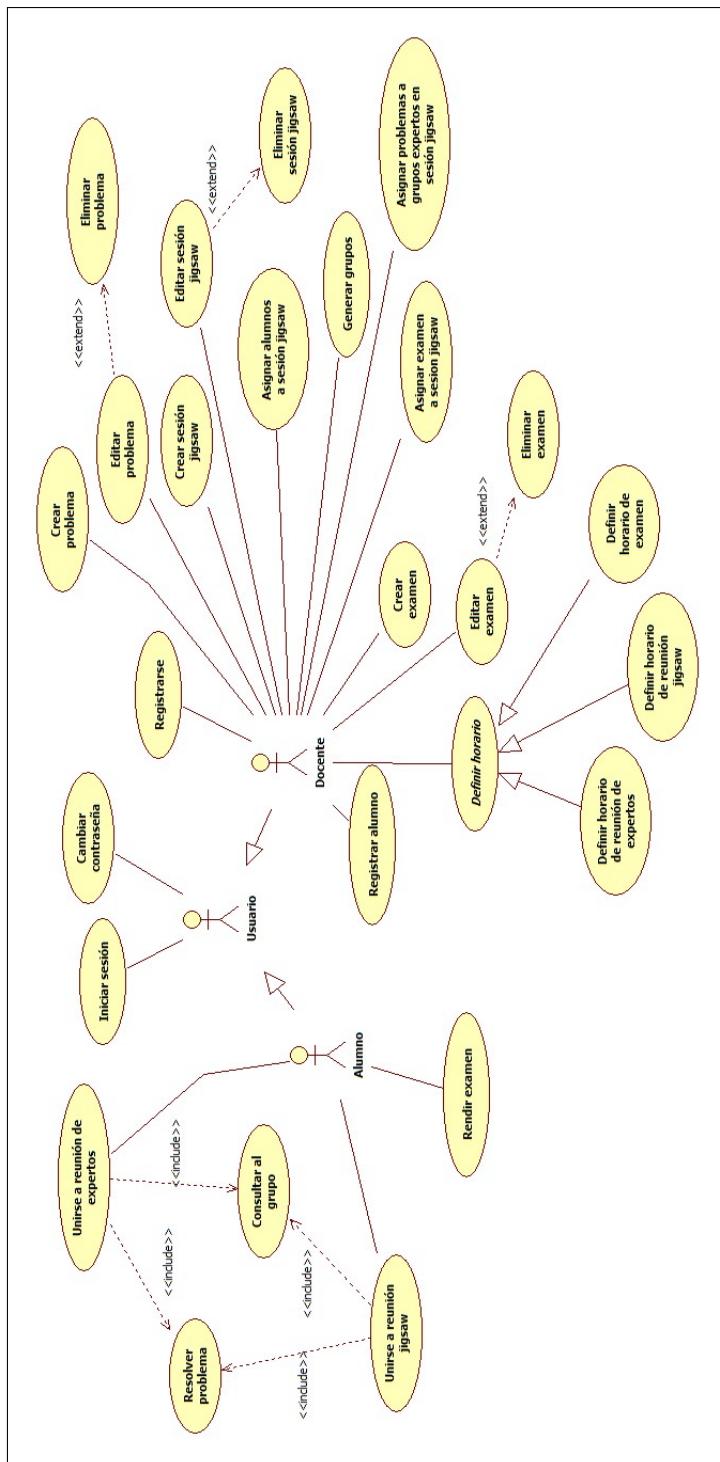


Figura A.2: Diagrama de casos de uso para el sistema JigsawCoding

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 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	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.
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 en la cual desarrollará el problema planteado discutiendo con los demás miembros del grupo y elaborando el código fuente de la solución.
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 RUN 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

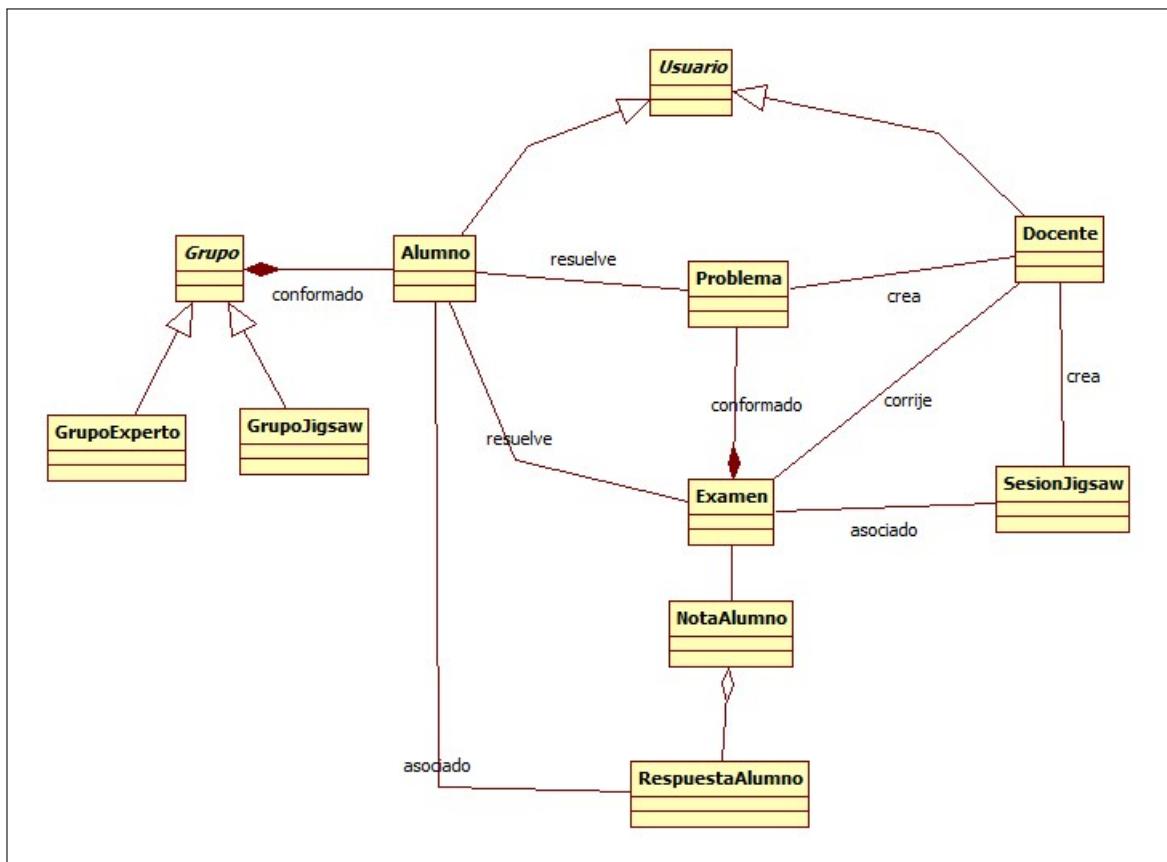


Figura C.1: Diagrama de Clases

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.

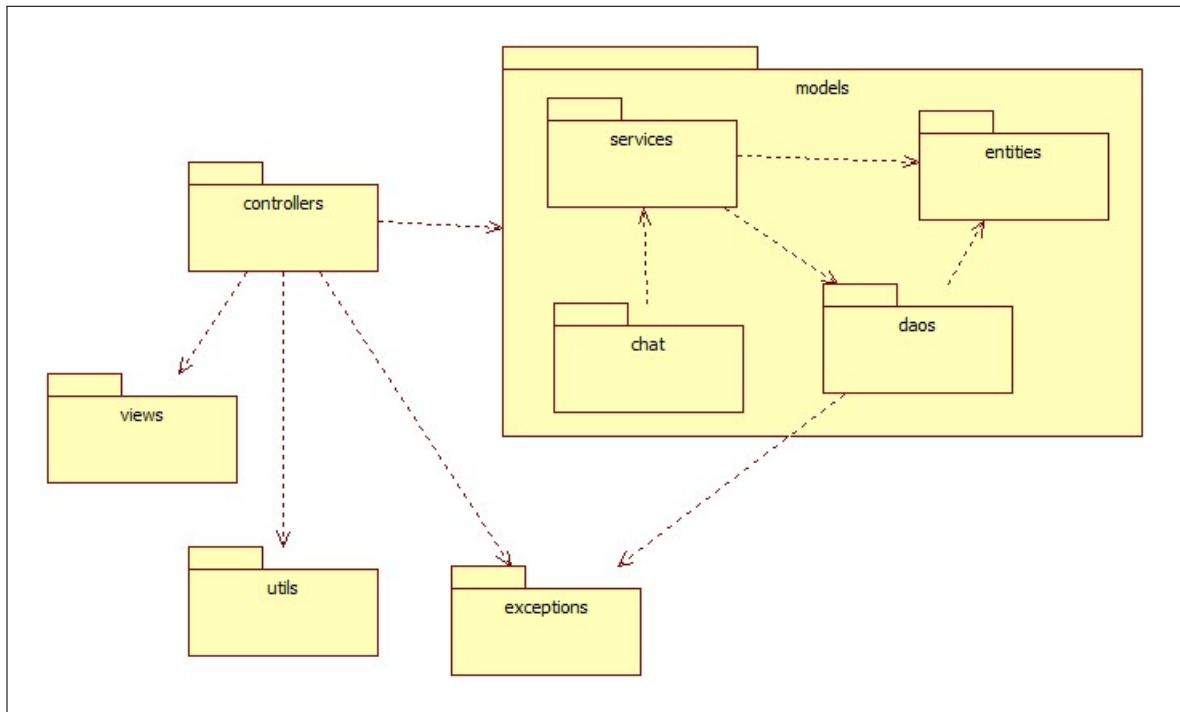


Figura C.2: Diagrama de Paquetes

- **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

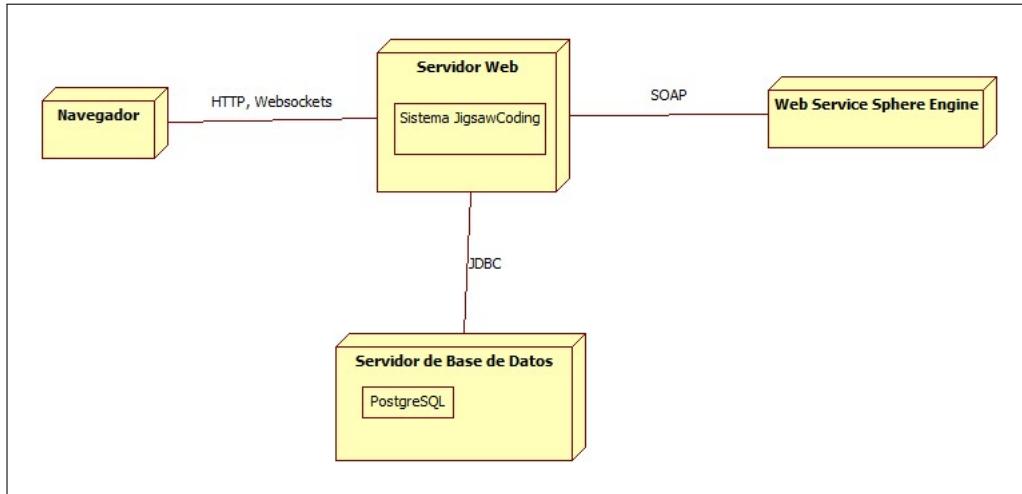


Figura C.3: Diagrama de Despliegue

- **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 JigsawCoding.

- **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.

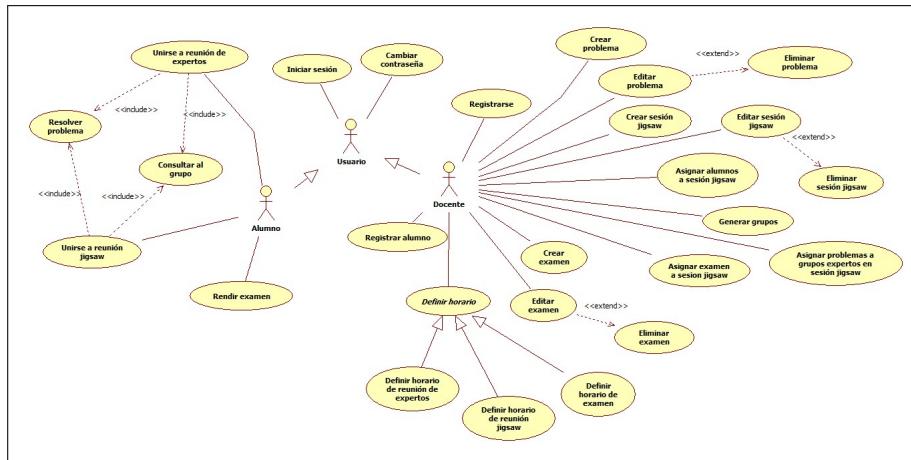


Figura C.4: Diagrama de casos de uso para el sistema JigsawCoding

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.

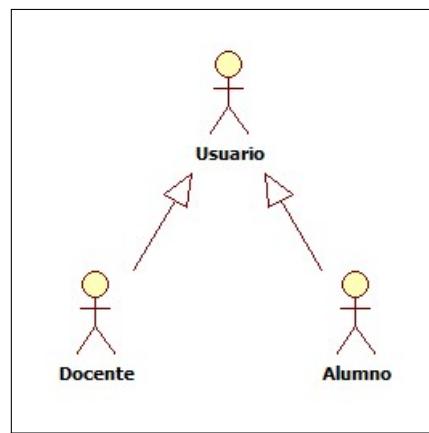


Figura C.5: Diagrama de actores

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

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.

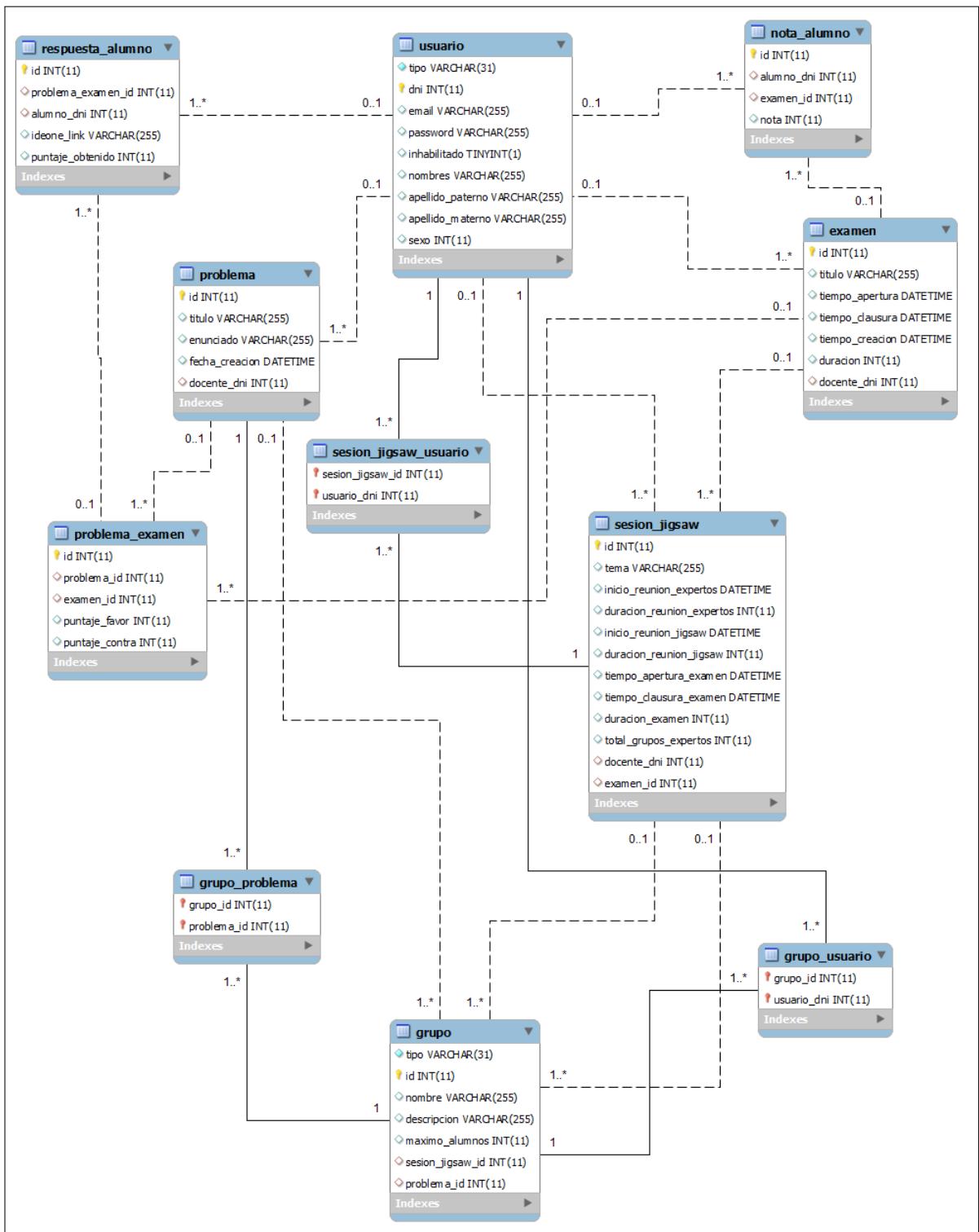


Figura C.6: Modelo de base de datos del sistema JigsawCoding

Referencias

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

- CodeBunk. (2014). *CodeBunk: Online Collaborative Editor and Compiler*. <http://codebunk.com/>.
- Gerlach, J. M. (1994). Is this collaboration? En K. Bosworth & S. J. Hamilton (Eds.), *Collaborative learning: Underlying processes and effective techniques ,new directions for teaching and learning* (pp. 5–14). San Francisco; USA: Jossey - Bass Publishing.
- Golub, J., y cols. (1988). *Focus on collaborative learning. classroom practices in teaching english, 1988*. ERIC.
- Google. (2014). *Google docs*. <http://docs.google.com/>.
- Han, J., & Beheshti, M. (2010, abril). Enhancement of computer science introductory courses with mentored pair programming. *J. Comput. Sci. Coll.*, 25(4), 149–155. Descargado 2014-05-07, de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1734797.1734826>
- Holzner, S. (2006). *Ajax for dummies*. Wiley Publishing.
- IBM. (2014). *Rational unified process. best practices for software development teams*. Descargado 2014-08-31, de http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf
- Ideone. (2014). *Ideone*. <http://ideone.com/>.
- ISO/IEC. (2003). *ISO/IEC TR 9126-3: Software engineering - product quality - part 3 : internal metrics*. ISO/IEC.
- Johnson, D., & Johnson, R. (1989). *Cooperation and competition theory and research*. Edina, Minnesota; USA: Interaction Book Co.publishing.
- Johnson, D., Johnson, R., & Holubec, E. (1984). *Cooperation in the classroom* (Edina, Ed.). Minnesota; USA: Interaction Book Co. publishing.
- Knobelsdorf, M., Kreitz, C., & Böhne, S. (2014). Teaching theoretical computer science using a cognitive apprenticeship approach. En *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on computer science education* (p. 67–72). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-07, de <http://doi.acm.org/10.1145/2538862.2538944>
- Laal, M., & Laal, M. (2012). Collaborative learning: what is it? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 491–495. Descargado 2014-04-16, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811030217>
- Lang, C., McKay, J., & Lewis, S. (2007). Seven factors that influence ICT student achievement. En *Proceedings of the 12th annual SIGCSE conference on innovation and technology in computer science education* (p. 221–225). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-07, de <http://doi.acm.org/10.1145/1268784.1268849>
- Lengstorf, J., & Leggetter, P. (2013). *Realtime web apps: HTML5 WebSocket, pusher, and the web's next big thing*. Apress.

- Lipman, D. (2014, junio). LearnCS!: a new, browser-based c programming environment for CS1. *J. Comput. Sci. Coll.*, 29(6), 144–150. Descargado 2014-05-02, de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2602724.2602752>
- Lister, R., Adams, E. S., Fitzgerald, S., Fone, W., Hamer, J., Lindholm, M., ... Thomas, L. (2004). A multi-national study of reading and tracing skills in novice programmers. En *Working group reports from ITiCSE on innovation and technology in computer science education* (p. 119–150). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-03, de <http://doi.acm.org/10.1145/1044550.1041673>
- Macgregor, J. (1990, junio). Collaborative learning: Shared inquiry as a process of reform. *New Directions for Teaching and Learning*, 1990(42), 19–30. Descargado 2014-05-01, de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tl.37219904204/abstract>
- Maftei, G., & Maftei, M. (2011). The strengthen knowledge of atomic physics using the “mosaic” method (the jigsaw method). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 1605–1610. Descargado 2014-04-15, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811005179>
- Martinez, A., & Camacho, A. (2011). A cooperative learning-based strategy for teaching relational algebra. En *Proceedings of the 16th annual joint conference on innovation and technology in computer science education* (p. 263–267). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-01, de <http://doi.acm.org/10.1145/1999747.1999821>
- McCracken, M., Almstrum, V., Diaz, D., Guzdial, M., Hagan, D., Kolikant, Y. B.-D., ... Wilusz, T. (2001). A multi-national, multi-institutional study of assessment of programming skills of first-year CS students. En *Working group reports from ITiCSE on innovation and technology in computer science education* (p. 125–180). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-03, de <http://doi.acm.org/10.1145/572133.572137>
- McDowell, C., Werner, L., Bullock, H., & Fernald, J. (2002). The effects of pair-programming on performance in an introductory programming course. En *Proceedings of the 33rd SIGCSE technical symposium on computer science education* (p. 38–42). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-04-16, de <http://doi.acm.org/10.1145/563340.563353>
- Miller, R. C., Zhang, H., Gilbert, E., & Gerber, E. (2014). Pair research: Matching people for collaboration, learning, and productivity. En *Proceedings of the 17th ACM conference on computer supported cooperative work; social computing* (p. 1043–1048). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-02, de <http://doi.acm.org/10.1145/2531602.2531703>

- Nikula, U., Sajaniemi, J., Tedre, M., & Wray, S. (2007). Python and roles of variables in introductory programming: Experiences from three educational institutions. *JITE*, 6, 199–214. Descargado 2014-05-07, de <http://www.jite.org/documents/Vol6/JITEv6p199-214Nikula269.pdf>
- Panitz, T. (1999). Benefits of cooperative learning in relation to student motivation. En M. Theall (Ed.), *Motivation from within: Approaches for encouraging faculty and students to excel, new directions for teaching and learning*. San Francisco, CA; USA: Josey-Bass publishing.
- Persico D., S. L., Pozzi F. (2008). Fostering collaboration in CSCL. *Encyclopedia of Information and Communication Technology*.
- Pinzás, C., & Yatsen, G. (2013). *Desarrollo de un sistema web para la enseñanza de casos de uso empleando la técnica de aprendizaje cooperativo de rompecabezas* (Tesis).
- Rational Method Composer. (2014). *RUP for small projects*. Descargado 2014-09, de http://cgrw01.cgr.go.cr/rup/RUP.es/SmallProjects/index.htm#core.base_rup/guidances/supportingmaterials/welcome_2BC5187F.html
- Servicio de innovación educativa - Universidad Politécnica de Madrid. (2008). Aprendizaje cooperativo.
- Sheard, J., & Hagan, D. (1998). Our failing students: A study of a repeat group. En *Proceedings of the 6th annual conference on the teaching of computing and the 3rd annual conference on integrating technology into computer science education: Changing the delivery of computer science education* (p. 223–227). New York, NY, USA: ACM. Descargado 2014-05-07, de <http://doi.acm.org/10.1145/282991.283550>
- Smith, B. L., & MacGregor, J. T. (1992). What is collaborative learning? En A. Goodsell, M. Maher, V. Tinto, B. L. Smith, & M. J. T. (Eds.), *Collaborative learning: A sourcebook for higher education*. Pennsylvania State University, USA: National center on postsecondary teaching, learning, and assessment publishing.
- Tenenberg, J., Fincher, S., Blaha, K., Bouvier, D., yi Chen, T., Chinn, D., ... Vandegrift, T. (2005). Students designing software: a multi-national, multi-institutional study. *Informatics in Education*.
- Truong, N., Bancroft, P., & Roe, P. (2003). A web based environment for learning to program. En *Proceedings of the 26th australasian computer science conference - volume 16* (p. 255–264). Darlinghurst, Australia, Australia: Australian Computer Society, Inc. Descargado 2014-05-07, de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=783106.783135>
- Wang, W. (2002). *Computer-supported virtual collaborative learning and assessment framework for distributed learning environment* (Thesis, Massachusetts Institute of Technology). Descargado 2014-04-05, de <http://>

dspace.mit.edu/handle/1721.1/84815 (Thesis (S.M.)—Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Civil and Environmental Engineering, 2002.)

Williams, L., Kessler, R. R., Cunningham, W., & Jeffries, R. (2000, julio). Strengthening the case for pair programming. *IEEE Softw.*, 17(4), 19–25. Descargado 2014-05-03, de <http://dx.doi.org/10.1109/52.854064>

Williams, L. A. (2000). *The collaborative software process* (Tesis Doctoral no publicada). Citeseer.