



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

Leibnitz Pavel Rojas Bustamante

SISTEMA WEB DE TIEMPO REAL PARA EL APRENDIZAJE COLABORATIVO

Tesis de Ingeniería

Lima, 07 de Junio del 2014

Leibnitz Pavel Rojas Bustamante

SISTEMA WEB DE TIEMPO REAL PARA EL APRENDIZAJE COLABORATIVO

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

Asesora: Mg. Lenis Wong Portillo

UNMSM - LIMA
Junio - 2014

© Leibnitz Rojas, 2014.
Todos los derechos reservados.

Este trabajo esta dedicado a mis
padres Arturo y María.

Agradecimientos

Resumen

Índice general

| | |
|---|----------|
| Índice general | VII |
| Índice de figuras | VIII |
| Índice de cuadros | IX |
| 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 | 4 |
| 1.3. Justificación | 4 |
| 1.3.1. Justificación práctica | 4 |
| 1.3.2. Justificación teórica | 5 |
| 1.4. Objetivos | 5 |
| 1.4.1. General | 5 |
| 1.4.2. Específicos | 5 |
| 1.5. Alcances | 6 |
| 1.6. Estructura de la Tesis | 6 |
| 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 |
| 2.2.3. El estudio de Casos | 12 |
| 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. | Técnicas para el aprendizaje colaborativo | 18 |
| 3.1.1. | Jigsaw | 18 |
| 3.1.2. | Pair Research | 19 |
| 3.2. | Herramientas para el aprendizaje colaborativo | 19 |
| 3.2.1. | LearnCS | 19 |
| 3.2.2. | GoogleDocs | 21 |
| 3.2.3. | Sistema Web para la enseñanza de Casos de Uso em- pleando la Técnica de Aprendizaje Cooperativo de Rom- pecabezas. | 22 |
| 3.2.4. | CodeBunks | 25 |
| 3.3. | Frameworks para aplicaciones web de tiempo real | 25 |
| 3.3.1. | GoogleDrive Realtime API | 25 |
| 3.3.2. | Socket.IO | 26 |
| 3.3.3. | Ideone API - Sphere Engine | 27 |
| 3.4. | Algoritmos y programación | 27 |
| 3.4.1. | Estructura de datos | 27 |
| 3.4.2. | Búsqueda y Ordenamiento | 27 |
| 3.4.3. | Programación orientada a objetos | 27 |
| | Referencias | 29 |

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 envía peticiones HTTP para comprobar si existe nueva información | 14 |
| 2.6. HTTP Long-polling mantiene abierta una petición HTTP por un periodo de tiempo para comprobar si existe nueva información | 15 |
| 2.7. Websockets | 16 |
| 3.1. LearnCS! | 20 |
| 3.2. LearnCS! | 21 |
| 3.3. GoogleDocs | 22 |
| 3.4. Codebunk | 25 |
| 3.5. Ideone | 28 |

Índice de cuadros

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 et al., 2001; Lister et al., 2004; Tenenbergh et al., 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).

Así mismo, en el año 2010, en la Universidad Pinar del Río se vió la necesidad de elaborar una herramienta de software que sirviera de apoyo para la enseñanza del curso de Inteligencia Artificial y así, Salao Bravo, J. R en su tesis “Estudio de las técnicas de Inteligencia Artificial mediante el apoyo de un software Educativo” implementó un sistema web con el objetivo de potenciar el estudio de las técnicas, funcionamiento y aplicaciones de la Inteligencia Artificial (Salao Bravo, 2010).

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 et al., 2014) plantea 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).

El aprendizaje cooperativo o aprendizaje colaborativo es una técnica de enseñanza muy conocida y que se ha aplicado con una gran variedad de materias y un amplio espectro de las poblaciones (L. L. Beck & Chizhik, 2008).

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, competencia discursiva, competencias estratégicas y competencias de comunicación no verbal que el resto de alumnos. En un entorno de aprendizaje cooperativo, hubo muchas tareas interactivas, que de forma natural, estimularon las habilidades sociales, lingüísticas y cognitivas de los estudiantes. Las actividades cooperativas 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. Esta técnica fue creada en (1978) por Aronson et al. y actualmente es una de las más importantes técnicas 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 et al., 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 seriamente en consideración: 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). Así mismo, Kilic (2008) sostiene que el aprendizaje colaborativo es el proceso de aprendizaje de aquellos que no conocen mucho sobre un tema trabajando en conjunto con aquellos que sí lo conocen, y esto es un concepto que continuamente atrae a muchos docentes; Según Kilic (2008), el aprendizaje colaborativo es un proceso que se enfoca en desarrollar a los estudiantes

social e intelectualmente. Además, varias investigaciones han mostrado que especialmente en primaria, secundaria y universidad, la técnica Jigsaw es efectiva en el proceso de aprendizaje de cursos teóricos, en el desarrollo de pensamiento crítico de los estudiantes y en sus habilidades de comunicación.

La técnica de rompecabezas o técnica de Jigsaw, fue implementada en un sistema web en el año 2013 en la Universidad Pontificia Católica del Perú con el fin de automatizar los procesos que se requiere aplicar dicha técnica al aprendizaje colaborativo. A través de ese sistema los alumnos pudieron aprender conceptos sobre 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 et al., 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 cooperativo para introducir el tema de álgebra relacional en un curso de base de datos. La estrategia fue evaluada desde las 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 de tiempo real 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 diferentes técnicas y herramientas informáticas para el aprendizaje colaborativo.
- Investigar sobre frameworks que sirven para realizar aplicativos web de tiempo real.
- Investigar sobre los contenidos que se dictan en cursos de algoritmos y programación.
- 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 investigará sobre los diversos frameworks para aplicaciones web de tiempo real.
- Se investigará sobre los contenidos que se desarrollan en cursos de algoritmos y programación.
- 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 X capítulos que a continuación se explican brevemente.

En el Capítulo 2 se describe el marco teórico, donde se explican los conceptos fundamentales sobre Aprendizaje cooperativo, los mismo que son abordados a lo largo de toda esta investigación. Así mismo, también se detallan los conceptos principales para entender el funcionamiento de sistemas web de tiempo real.

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 en la enseñanza de temas de ingeniería de software.

Capítulo 2

Marco Teórico

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 et al., 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 et al. \(1978\)](#) 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(ó 6). Ver figura 2.1

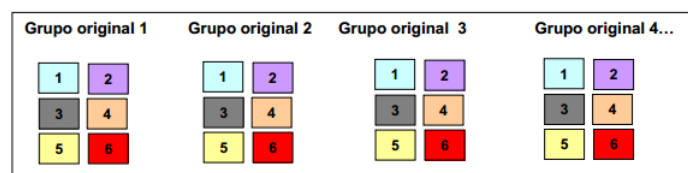


Figura 2.1: Grupos originales en la técnica Jigsaw

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 mismo número se reúnen para debatir y comentar sobre el documento que les fue asignado. Ver figura 2.2
4. Finalizada las reuniones de expertos, llega la tercera fase, que supone el regreso al grupo original y, cada alumno explicará al resto de sus compañeros el documento que ha estado preparando. Ver figura 2.3

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

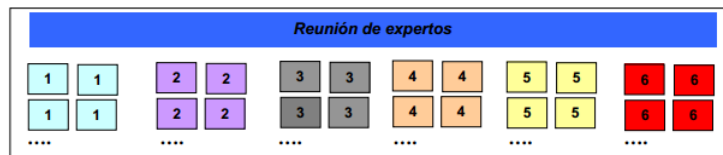


Figura 2.2: Grupos de expertos

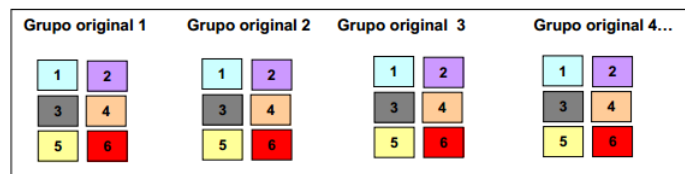


Figura 2.3: Regreso a los originales

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

2.2.2. Programación en pares

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

La programación en pares fue originalmente popularizada como parte de la metodología de desarrollo de software XP (K. 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).

2.2.3. El estudio de Casos

Es una técnica de aprendizaje cooperativo, la cual está basada en un enfoque de estudio de problemas. (Winter & McGhie-Richmond, 2005). Durante un Estudio de Casos, los estudiantes reciben materiales que describen una situación en concreto y se les pide analizarla tratando de identificar los puntos fuertes y débiles del caso, así como también se les pide reflexionar sobre posibles soluciones que pudiesen añadir a las ya presentadas en el problema. El factor más importante del Estudio de Casos es que éstos están basados en problemas y/o situaciones reales (Winter & McGhie-Richmond, 2005).

2.3. Tecnologías web

2.3.1. AJAX

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

AJAX está compuesto por los siguiente:

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

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

1. En el navegador se escribe código en JavaScript con el cual se puede obtener información del servidor las veces que sean necesarias.

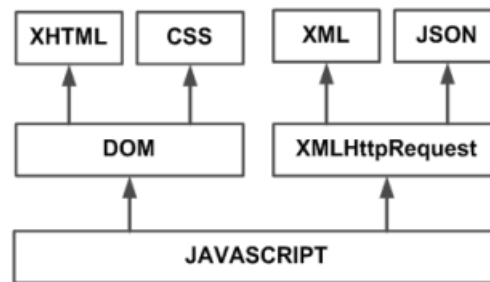


Figura 2.4: Tecnologías agrupadas bajo el concepto de AJAX

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

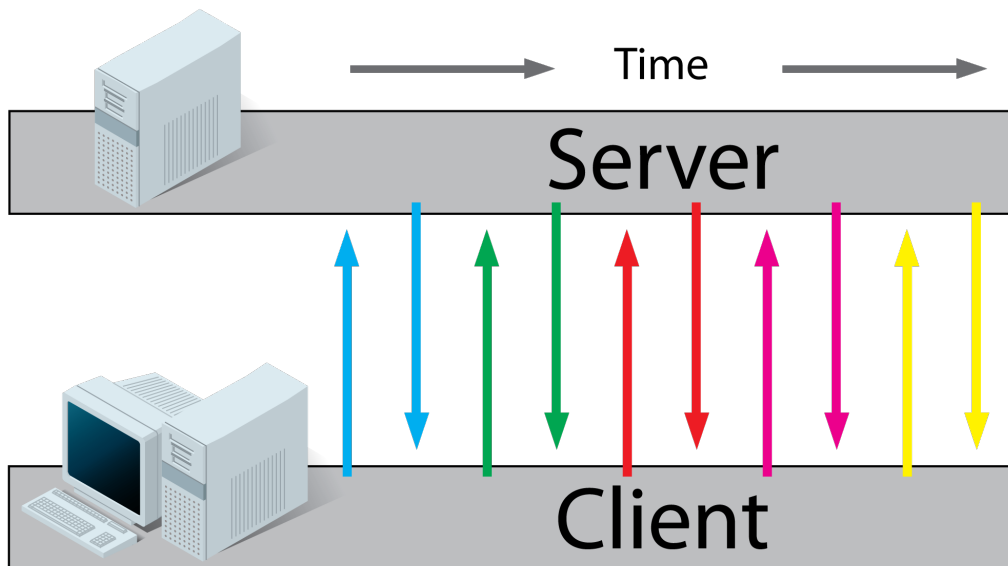


Figura 2.5: Polling envía peticiones HTTP para comprobar si existe nueva información

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

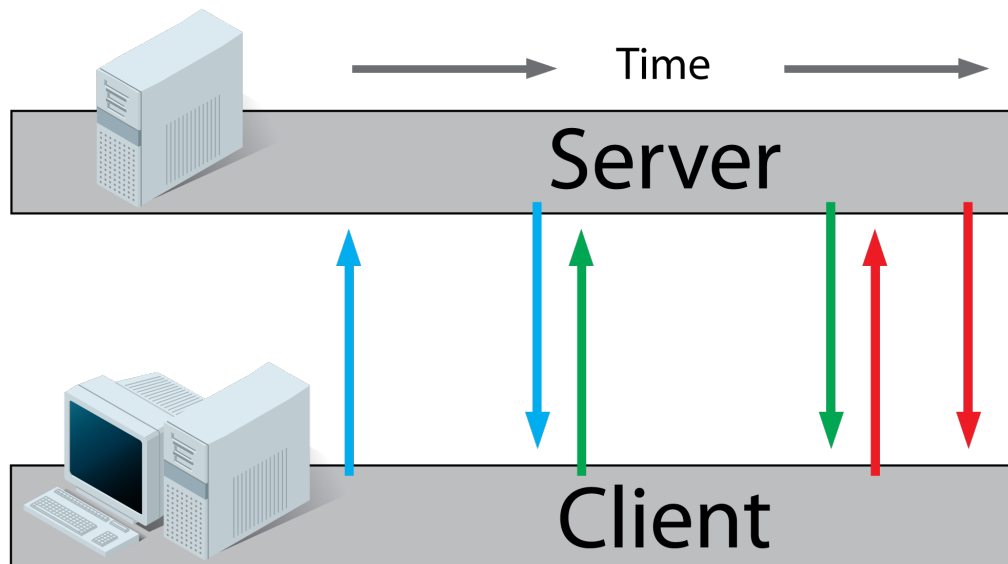


Figura 2.6: HTTP Long-polling mantiene abierta una petición HTTP por un periodo de tiempo para comprobar si existe nueva información

2.3.4. WebSockets

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

¿Por qué usar Websockets?

Existen muchas razones que no 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

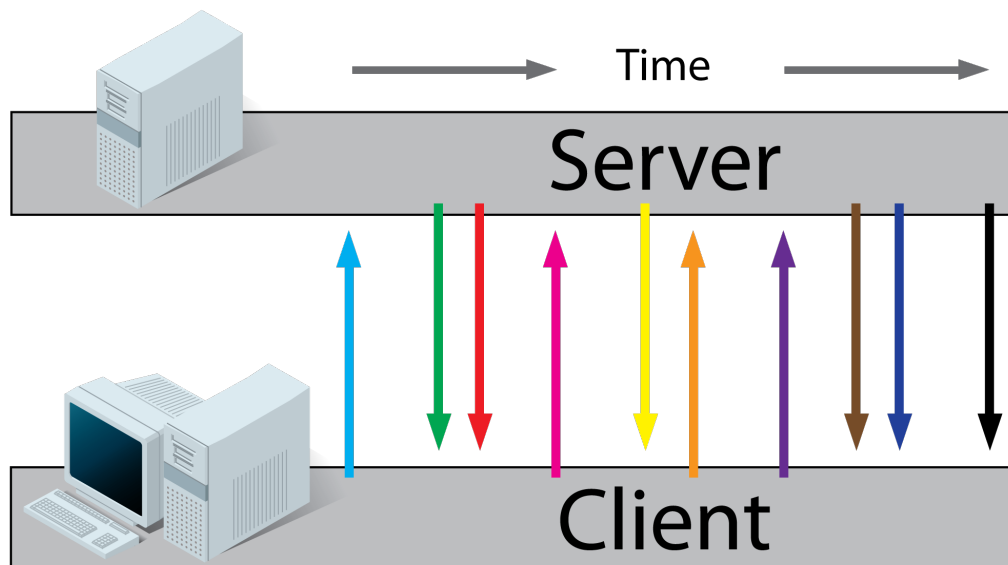


Figura 2.7: Websockets

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 una capa de abstracción. Representa la capacidad de comunicación entre componentes de un software.

Capítulo 3

Estado del Arte

3.1. Técnicas para el aprendizaje colaborativo

3.1.1. Jigsaw

El estudio que [Evcim y Ipek \(2013\)](#) realizaron fue para determinar los efectos de la técnica de Jigsaw en una clase de Inglés en alumnos de preparatoria en la Universidad Abant Izzet Baysal en Turkía. El total de alumnos fue de 48 los cuales fueron separados de tal forma que se obtuvo un grupo experimental y uno de control para poder aplicar la técnica y comparar los resultados. Tanto el grupo experimental como el de control fueron organizados según los resultados de su examen parcial y prácticas calificadas dadas hasta el momento.

El grupo experimental fue dividido en 2 grupos de 6 alumnos para empezar el trabajo. Con el fin de ver los resultados de la técnica de Jigsaw, a este grupo se le asignó desarrollar el tema de Presente Perfecto siguiendo las pautas de la técnica de Jigsaw. Por otro lado, el grupo de control también recibió la clase de Presente Perfecto pero fue en condiciones normales. Al final, ambos grupos fueron evaluados con el mismo examen y luego de analizar los resultados se concluyó que habían diferencias significativas entre los resultados obtenidos entre ambos grupos y que la técnica de Jigsaw tiene un efecto importante en el rendimiento académico de los alumnos.

3.1.2. Pair Research

Es una nueva forma de interacción para incrementar la productividad, el aprendizaje y la colaboración entre los diferentes grupos de investigación (Miller, Zhang, Gilbert, & Gerber, 2014). Los resultados del estudio mostraron que los miembros de los equipos usaron 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 guiados por algoritmo de emparejamiento. Cada pareja se reúne por una a dos horas de las cuales la mitad del tiempo es dedicado a trabajar en el proyecto de la otra persona. 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.

El objetivo de la técnica de Pair Research es incrementar la colaboración, el aprendizaje y la productividad en los grupos de investigación. Esta técnica ofrece a los miembros la oportunidad de interactuar con muchos compañeros de diversas perspectivas y con diferentes experiencias.

3.2. Herramientas para el aprendizaje colaborativo

3.2.1. LearnCS

LearnCS! es un entorno de programación creado específicamente para el uso de estudiantes de primer año de la carrera de ciencias de la computación. Este programa elimina la necesidad de los alumnos de tener que preocuparse por un editor de texto, comandos linux y proceso de compilación. LearnCS! provee un entorno web en el cual los alumnos pueden escribir, ejecutar y depurar programas usando un interfaz familiar y amigable. El compilador de C embebido 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).

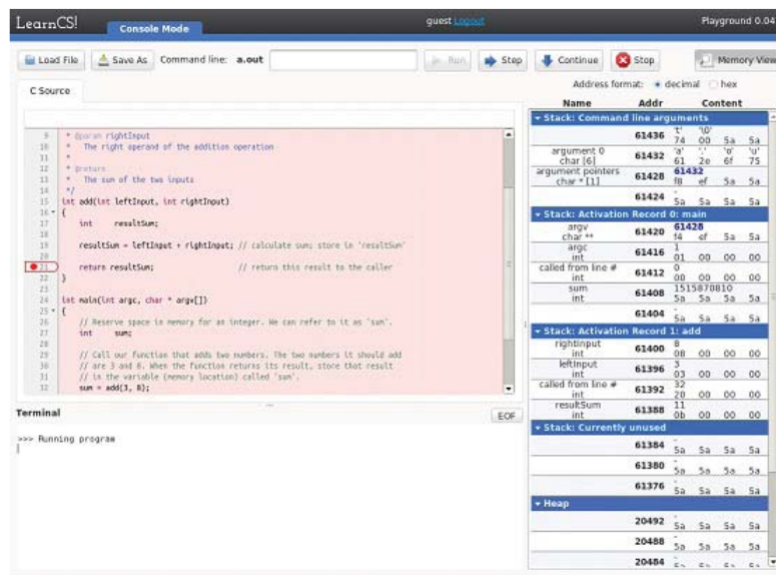


Figura 3.1: LearnCS!

Diseño e implementación

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.

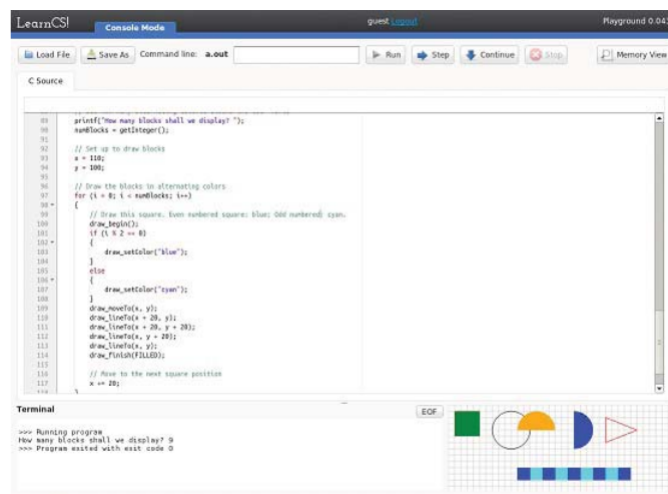


Figura 3.2: LearnCS!

3.2.2. GoogleDocs

GoogleDocs 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.

Funcionalidades

1. Crear documentos básicos desde cero. En google docs se pueden realizar diversos tipos de tareas como crear listas con viñetas, añadir tablas, imágenes, entre otras.
2. Subir archivos ya creados. Google Docs acepta la mayoría de formatos de archivos como DOC, XLS, ODT, CSV, PPT,PDF, etc.

3. Invitar a otros usuarios a colaborar en un documentos y permitirles ver y modificar el documento.
4. Colaborar online en tiempo real con todos los usuarios a los que les fue compartido el documento.



Figura 3.3: GoogleDocs

3.2.3. 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.

ARQUITECTURA DEL 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

MÓDULOS DEL SISTEMA

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)

3.2.4. CodeBunks

Es una plataforma que permite codificar y compilar en diferentes lenguajes de programación de forma colaborativa y en tiempo real.

Funcionalidades

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.

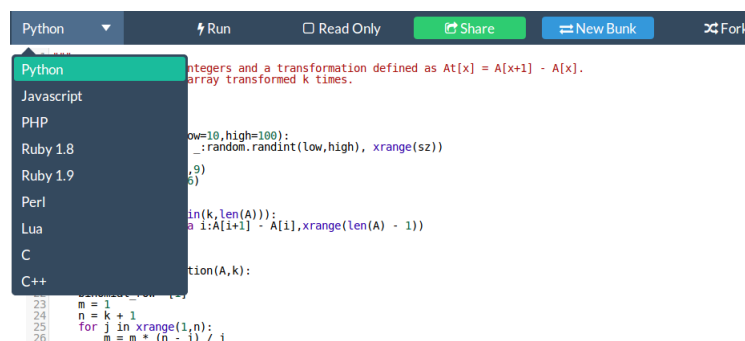


Figura 3.4: Codebunk

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 contruídos 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. Socket.IO

Socket.IO permite la comunicación basada en eventos bidireccional en tiempo real. Funciona en todas las plataformas, el navegador o dispositivo, centrándose también en la fiabilidad y la velocidad.

- Análisis en tiempo real
- Transmisión binaria. A partir de 1.0, es posible enviar cualquier tipo de archivo: imagen, audio, video.

- Mensajería instantánea y chat
- Colaboración de documentos. Permitir a los usuarios editar simultáneamente un documento y ver los cambios del otro.

3.3.3. 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).

3.4. Algoritmos y programación

3.4.1. Estructura de datos

3.4.2. Búsqueda y Ordenamiento

3.4.3. Programación orientada a objetos

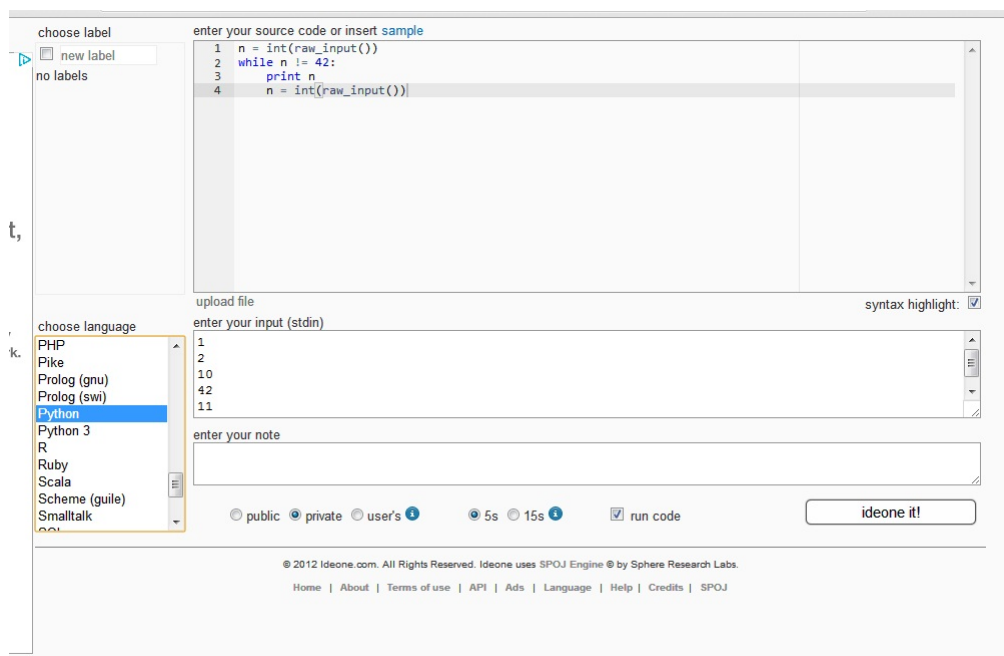


Figura 3.5: Ideone

Referencias

- Aronson, E., Blaney, N., Stephin, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). *The jigsaw classroom*. SAGE Publications.
- Azizinezhad, M., Hashemi, M., & Darvishi, S. (2013, October). Application of cooperative learning in EFL classes to enhance the students' language learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93, 138–141. Retrieved 2014-04-12, from <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.
- Beck, L. L., & Chizhik, A. W. (2008). An experimental study of cooperative learning in CS1. In *Proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on computer science education* (p. 205–209). New York, NY, USA: ACM. Retrieved 2014-04-12, from <http://doi.acm.org/10.1145/1352135.1352208>
- Blocher, J. M. (2005). Increasing learner interaction: Using jigsaw online. *Educational Media International*, 42(3), 269–278. Retrieved 2014-04-17, from <http://www.editlib.org/p/97880/>
- Bruffee, K. A. (1984, November). Collaborative learning and the “Conversation of mankind”. *College English*, 46(7), 635–652. Retrieved 2014-04-17, from <http://www.jstor.org/discover/10.2307/376924?uid=3738800&uid=2&uid=4&sid=21103674393401>
- Cheng, D., Zhu, W., Li, D., & Zhou, Z. (2013). A new collaborative sketching method on web browser. In *Proceedings of the 11th asia pacific conference on computer human interaction* (p. 286–290). New York, NY, USA: ACM. Retrieved 2014-05-03, from <http://doi.acm.org/10.1145/2525194.2525259>
- Cliburn, D. C. (2014, May). Team-based learning in a data structures course. *J. Comput. Sci. Coll.*, 29(5), 194–201. Retrieved 2014-05-02, from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2600623.2600662>

- Evciim, H., & Ipek, O. F. (2013, January). Effects of jigsaw II on academic achievement in english prep classes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 70, 1651–1659. Retrieved 2014-04-15, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813002371>
- Gerlach, J. M. (1994). Is this collaboration? In 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., et al. (1988). *Focus on collaborative learning. classroom practices in teaching english, 1988*. ERIC.
- Han, J., & Beheshti, M. (2010, April). Enhancement of computer science introductory courses with mentored pair programming. *J. Comput. Sci. Coll.*, 25(4), 149–155. Retrieved 2014-05-07, from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1734797.1734826>
- Holzner, S. (2006). *Ajax for dummies*. Wiley Publishing.
- 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.
- Kilic, D. (2008). The effect of the jigsaw technique on learning the concepts of the principles and methods of teaching. *World Applied Sciences Journal*, 4(1), 109–114.
- Knobelsdorf, M., Kreitz, C., & Böhne, S. (2014). Teaching theoretical computer science using a cognitive apprenticeship approach. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on computer science education* (p. 67–72). New York, NY, USA: ACM. Retrieved 2014-05-07, from <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. Retrieved 2014-04-16, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811030217>
- Lang, C., McKay, J., & Lewis, S. (2007). Seven factors that influence ICT student achievement. In *Proceedings of the 12th annual SIGCSE conference on innovation and technology in computer science education* (p. 221–225). New York, NY, USA: ACM. Retrieved 2014-05-07, from <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, June). LearnCS!: a new, browser-based c programming environment for CS1. *J. Comput. Sci. Coll.*, 29(6), 144–150. Retrieved 2014-05-02, from <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. In *Working group reports from ITiCSE on innovation and technology in computer science education* (p. 119–150). New York, NY, USA: ACM. Retrieved 2014-05-03, from <http://doi.acm.org/10.1145/1044550.1041673>
- Macgregor, J. (1990, June). Collaborative learning: Shared inquiry as a process of reform. *New Directions for Teaching and Learning*, 1990(42), 19–30. Retrieved 2014-05-01, from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tl.37219904204/abstract>
- Maftai, G., & Maftai, M. (2011). The strengthen knowledge of atomic physics using the “mosaic” method (the jigsaw method). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 1605–1610. Retrieved 2014-04-15, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811005179>
- Martinez, A., & Camacho, A. (2011). A cooperative learning-based strategy for teaching relational algebra. In *Proceedings of the 16th annual joint conference on innovation and technology in computer science education* (p. 263–267). New York, NY, USA: ACM. Retrieved 2014-05-01, from <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. In *Working group reports from ITiCSE on innovation and technology in computer science education* (p. 125–180). New York, NY, USA: ACM. Retrieved 2014-05-03, from <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. In *Proceedings of the 33rd SIGCSE technical symposium on computer science education* (p. 38–42). New York, NY, USA: ACM. Retrieved 2014-04-16, from <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. In *Proceedings of the 17th ACM conference on computer supported cooperative work & social computing* (p. 1043–1048). New York, NY, USA: ACM. Retrieved 2014-05-02, from <http://doi.acm.org/10.1145/2531602.2531703>
- Nikula, U., Sajaniemi, J., Tedre, M., & Wray, S. (2007). Pyt-

- hon and roles of variables in introductory programming: Experiences from three educational institutions. *JITE*, 6, 199–214. Retrieved 2014-05-07, from <http://www.jite.org/documents/Vol6/JITEv6p199-214Nikula269.pdf>
- Panitz, T. (1999). Benefits of cooperative learning in relation to student motivation. In 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 CSDL. *Encyclopedia of Information and Communication Technology*.
- Pinzás, C., & Yatsen, G. (2013, November). Desarrollo de un sistema web para la enseñanza de casos de uso empleando la técnica de aprendizaje cooperativo de rompecabezas. Retrieved 2014-04-06, from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4929>
- Salao Bravo, J. R. (2010). *Estudio de las técnicas de inteligencia artificial mediante el apoyo de un software educativo* (Thesis). Retrieved 2014-04-07, from <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/90>
- 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. In *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. Retrieved 2014-05-07, from <http://doi.acm.org/10.1145/282991.283550>
- Smith, B. L., & MacGregor, J. T. (1992). What is collaborative learning? In 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. In *Proceedings of the 26th australasian computer science conference - volume 16* (p. 255–264). Darlinghurst, Australia, Australia: Australian Computer Society, Inc. Retrieved 2014-05-07, from <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). Retrieved 2014-04-05, from

- <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, July). Strengthening the case for pair programming. *IEEE Softw.*, 17(4), 19–25. Retrieved 2014-05-03, from <http://dx.doi.org/10.1109/52.854064>
- Williams, L. A. (2000). *The collaborative software process* (Unpublished doctoral dissertation). Citeseer.
- Winter, E. C., & McGhie-Richmond, D. (2005). Using computer conferencing and case studies to enable collaboration between expert and novice teachers. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(2), 118–129. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2005.00119.x>