



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

SISTEMA WEB DE TIEMPO REAL PARA EL APRENDIZAJE COLABORATIVO USANDO LA TÉCNICA DE JIGSAW

Leibnitz Pavel Rojas Bustamante

Tesis para optar el grado de Ingeniero de Software

Asesor(a):
Mg. Lenis Wong Portillo

Agradecimientos

Resumen

asdasd

Índice general

Agradecimientos	I
Índice general	I
Índice de figuras	II
Índice de cuadros	III
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Definición del Problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. General	4
1.4.2. Específicos	5
1.5. Alcances	5
1.6. Estructura de la Tesis	5
2. Marco Teórico	7
2.1. Aprendizaje cooperativo	7
2.1.1. Técnicas de aprendizaje cooperativo	8
2.2. Aplicaciones web de tiempo real	11
2.2.1. Qué es tiempo real	11
Referencias	17

Índice de figuras

2.1. Grupos originales en la técnica Jigsaw	9
2.2. Grupos de expertos	9
2.3. Regreso a los originales	10
2.4. Polling envía peticiones HTTP para comprobar si existe nueva información	12
2.5. HTTP Long-polling mantiene abierta una petición HTTP por un periodo de tiempo para comprobar si existe nueva información	13

Índice de cuadros

Capítulo 1

Introducción

1.1. Antecedentes

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).

Así mismo, en el año 2010, en la Universidad Pinar del Río se vió la ne-

cesidad 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 [Laal and 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 et al., 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 [Beck and Chizhik, 2008].

[Azizinezhad et al., 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 et al., 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 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 and Yatsen, 2013].

La técnica de Jigsaw ha sido usada en los procesos educacionales en países de todos los continentes. Este método puede mejorar el rendimiento de los alumnos y estudiantes a través del aprendizaje colaborativo, así lo afirma [Maftai and Maftai, 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, 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.

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. Además, hasta ahora, las clases en la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática(FISI) se vienen

impartiendo a través de un enfoque de enseñanza tradicional que dista mucho de promover el aprendizaje colaborativo.

1.3. Justificación

[Kinnunen and Malmi, 2006] sostiene que los cursos introductorios de programación frecuentemente tienen un alto porcentaje de desaprobados y retiros por parte de los alumnos y a pesar que existen diversos enfoques que han tratado de reducir estos porcentajes y en los cuales se incluyen estrategias de aprendizaje colaborativo como el trabajo en equipos y la instrucción entre pares, muchos estudios multi institucionales [McCracken et al., 2001] [Lister et al., 2004] [Tenenberg et al., 2005] han indicado que hay serias deficiencias en el aprendizaje de los estudiantes que han pasado uno o varios cursos de programación.

Por otro lado, [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.

[Martinez and 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.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

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

1.4.2. Específicos

- Investigar y analizar diferentes técnicas para el aprendizaje colaborativo y sus beneficios.
- Definir métricas de calidad para el desarrollo del sistema.
- Investigar sobre sistemas web y herramientas informáticas que permitan el trabajo en equipo de manera virtual.
- Definir el proceso de desarrollo para el sistema a implementar.
- Investigar sobre los procesos de implementación de la técnica Jigsaw.
- Investigar sobre los contenidos que se dicta en cursos de algoritmos y programación.

1.5. Alcances

La presente tesis tendrá los siguientes alcances:

- El sistema que se desarrollará permitirá a los docentes de la FISI desarrollar clases usando un enfoque de aprendizaje colaborativo en los estudiantes.
- El sistema a implementar se enfocará específicamente en el aprendizaje colaborativo de temas de algoritmos y programación.
- Se realizará el estado del arte de distintas herramientas y técnicas aplicadas en el aprendizaje colaborativo.
- Se realizará el estado del arte de las diferentes tecnologías que permite desarrollar un sistema web de tiempo real.
- Se realizará el estado del arte de las últimas investigaciones sobre la aplicación de aprendizaje colaborativo en cursos relacionados a la ingeniería de software.

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 cooperativo

Una forma de entender en qué consiste el Aprendizaje cooperativo(AC) es revisando las definiciones presentadas por expertos en el tema, como sigue:

- La enseñanza y el aprendizaje colaborativo es un enfoque educacional que involucra grupos de estudiantes trabajando juntos para resolver un problema, completar una tarea o crear un producto [Macgregor, 1990].
- El aprendizaje cooperativo o 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 and MacGregor, 1992]
- 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. Es a través de la comunicación y la charla que ocurre el aprendizaje [Gerlach, 1994].
- 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].

[Johnson et al., 1984] plantea 5 elementos básicos en el aprendizaje cooperativo. El aprendizaje cooperativo 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.

2.1.1. Técnicas de aprendizaje cooperativo

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 estudiantes 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 está 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 ??

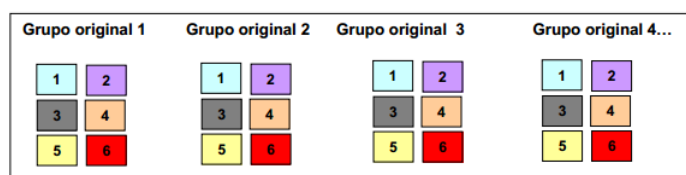


Figura 2.1: Grupos originales en la técnica Jigsaw

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

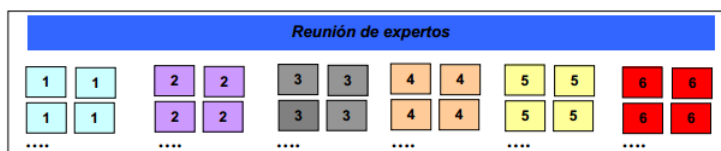


Figura 2.2: Grupos de expertos

¹[Servicio de innovación educativa - Universidad Politécnica de Madrid, 2008]

- 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

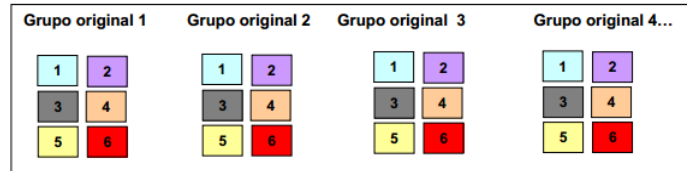


Figura 2.3: Regreso a los originales

- 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.

Programación en pares

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

La programación en pares fue originalmente popularizada como parte de la metodología de desarrollo de software XP [Beck, 2000]. Así mismo, resultados de investigaciones muestran que los programadores en pares producen código de mayor calidad en mitad de tiempo que lo programadores individuales [Williams, 2000] [Williams et al., 2000]. La técnica de programación en pares también has mostrado ser efectiva para estudiantes de programación, logrando mejorar el aprendizaje en los alumnos [McDowell et al., 2002]

2.2. Aplicaciones web de tiempo real

2.2.1. Qué es tiempo real

El término tiempo real se refiere a la naturaleza oportuna entre la ocurrencia de un evento y el ser advertidos de ello. La medición en el tiempo entre un evento ocurrido y la entrega de ese evento depende en realidad del evento. Si el evento es la aplicación del pie al frenar un auto, entonces el tiempo entre el pie bajando y los frenos que se aplica tiene que ser absolutamente mínimo. Sin embargo, si el evento es el envío de un mensaje de chat en un foro de fútbol y se muestra a los demás usuarios, es poco probable hacer una gran diferencia de unos segundos. En último caso, el evento tiene que ser entregado en un tiempo suficientemente corto. Si te cortas un dedo, no hay retraso entre el corte y el registro de dolor. Esto es tiempo real. Sin embargo, la posibilidad de desarrollar tiempo real no era inicialmente algo fácil. Pero los desarrolladores han llegado a soluciones inteligentes y “hacks” para resolver el problema de comunicación entre el servidor y el cliente.

AJAX

Cuando el JavaScript empezó a ser más relevante, los desarrolladores empezaron a mejorar el nivel de los objetos XMLHttpRequest para enviar peticiones HTTP de forma asíncrona, o sin necesidad de refrescar la página web actual. Esto fue llamado AJAX(Asynchronous JavaScript and XML).

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 automatizar el proceso de obtener nueva información. Fue entonces que los desarrolladores establecieron un intervalo de actualización para revisar actualizaciones cada n segundos. Ver figura [2.4](#)

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. Ver figura [2.5](#)

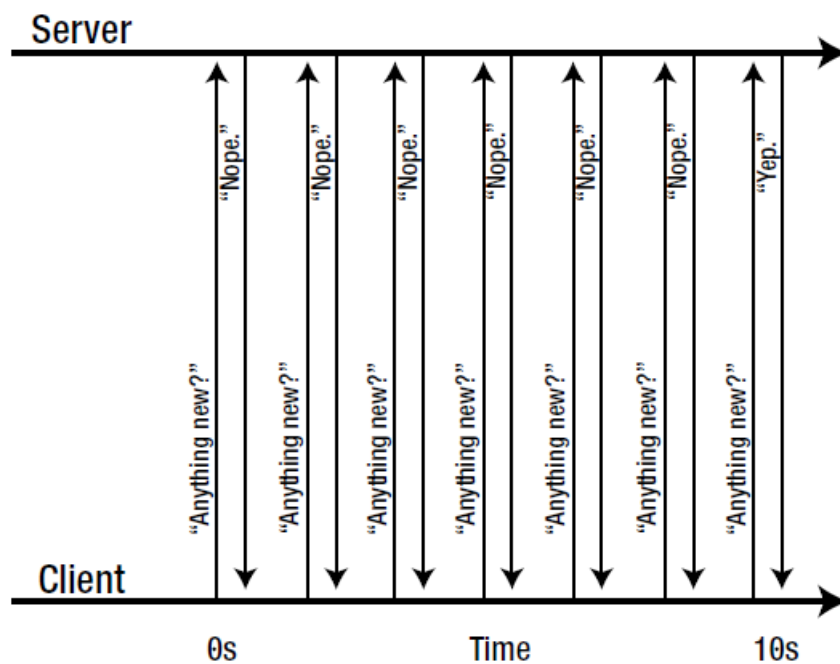


Figura 2.4: Polling envía peticiones HTTP para comprobar si existe nueva información

HTTP Streaming

HTTP Streaming es muy similar a HTTP long-polling, excepto que la conexión no es cerrada cuando hay nueva información o se vence el intervalo de tiempo. En lugar de ello, la nueva data se envía sobre la conexión que permanece abierta.

Comet

Es un modelo de aplicación web en el que una petición HTTP mantenida abierta permite al servidor web enviar datos al cliente sin que éste los solicite explícitamente.

WebSockets

Web sockets 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

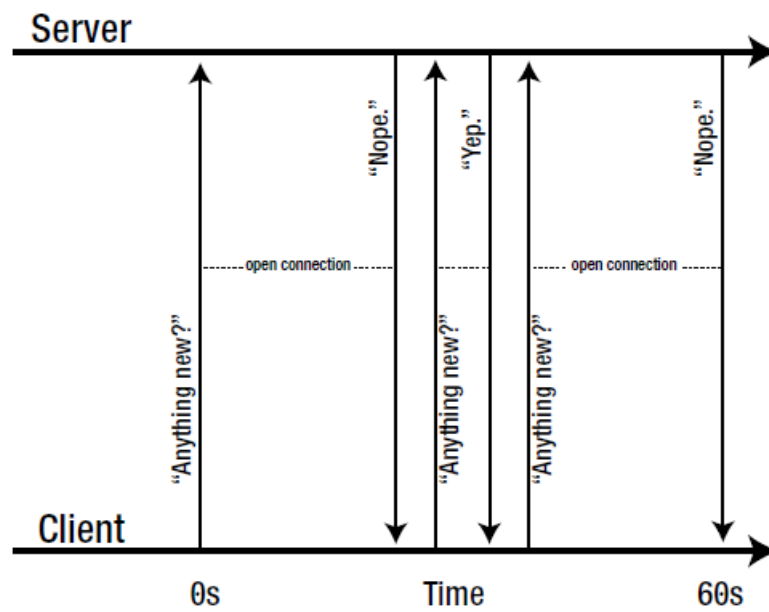


Figura 2.5: HTTP Long-polling mantiene abierta una petición HTTP por un periodo de tiempo para comprobar si existe nueva información

solicitado.[[Cheng et al., 2013](#)]

Bibliografía

- [Aronson et al., 1978] Aronson, E., Blaney, N., Stephin, C., Sikes, J., and Snapp, M. (1978). *The Jigsaw Classroom*. SAGE Publications.
- [Azizinezhad et al., 2013] Azizinezhad, M., Hashemi, M., and Darvishi, S. (2013). Application of cooperative learning in EFL classes to enhance the students’ language learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93:138–141.
- [Barkley et al., 2012] Barkley, E. F., Cross, K. P., and Major, C. H. (2012). *Collaborative Learning Techniques: A Handbook for College Faculty*. John Wiley & Sons.
- [Beck, 2000] Beck, K. (2000). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley Professional.
- [Beck and Chizhik, 2008] Beck, L. L. and Chizhik, A. W. (2008). An experimental study of cooperative learning in CS1. In *Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE ’08, page 205–209, New York, NY, USA. ACM.
- [Blocher, 2005] Blocher, J. M. (2005). Increasing learner interaction: Using jigsaw online. *Educational Media International*, 42(3):269–278.
- [Bruffee, 1984] Bruffee, K. A. (1984). Collaborative learning and the “Conversation of mankind”. *College English*, 46(7):635–652.
- [Cheng et al., 2013] Cheng, D., Zhu, W., Li, D., and Zhou, Z. (2013). A new collaborative sketching method on web browser. In *Proceedings of the 11th Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction*, APCHI ’13, page 286–290, New York, NY, USA. ACM.
- [Cliburn, 2014] Cliburn, D. C. (2014). Team-based learning in a data structures course. *J. Comput. Sci. Coll.*, 29(5):194–201.

- [Gerlach, 1994] Gerlach, J. M. (1994). Is this collaboration? In Bosworth, K. and Hamilton, S. J., editors, *Collaborative Learning: Underlying Processes and Effective Techniques*, *New Directions for Teaching and Learning*, number 59, pages 5–14, San Francisco; USA. Jossey - Bass Publishing.
- [Golub et al., 1988] Golub, J. et al. (1988). *Focus on Collaborative Learning. Classroom Practices in Teaching English, 1988*. ERIC.
- [Johnson et al., 1984] Johnson, D., Johnson, R., and Holubec, E. (1984). *Cooperation in the Classroom*. Interaction Book Co. publishing, Minnesota; USA.
- [Kilic, 2008] 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.
- [Kinnunen and Malmi, 2006] Kinnunen, P. and Malmi, L. (2006). Why students drop out CS1 course? In *Proceedings of the Second International Workshop on Computing Education Research*, ICER '06, page 97–108, New York, NY, USA. ACM.
- [Laal and Laal, 2012] Laal, M. and Laal, M. (2012). Collaborative learning: what is it? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31:491–495.
- [Lister et al., 2004] Lister, R., Adams, E. S., Fitzgerald, S., Fone, W., Hamer, J., Lindholm, M., McCartney, R., Moström, J. E., Sanders, K., Seppälä, O., Simon, B., and 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*, ITiCSE-WGR '04, page 119–150, New York, NY, USA. ACM.
- [Macgregor, 1990] Macgregor, J. (1990). Collaborative learning: Shared inquiry as a process of reform. *New Directions for Teaching and Learning*, 1990(42):19–30.
- [Maftai and Maftai, 2011] Maftai, G. and Maftai, M. (2011). The strengthen knowledge of atomic physics using the “mosaic” method (the jigsaw method). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15:1605–1610.
- [Martinez and Camacho, 2011] Martinez, A. and 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*, ITiCSE '11, page 263–267, New York, NY, USA. ACM.

- [McCracken et al., 2001] McCracken, M., Almstrum, V., Diaz, D., Guzdial, M., Hagan, D., Kolikant, Y. B.-D., Laxer, C., Thomas, L., Utting, I., and 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*, ITiCSE-WGR '01, page 125–180, New York, NY, USA. ACM.
- [McDowell et al., 2002] McDowell, C., Werner, L., Bullock, H., and 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*, SIGCSE '02, page 38–42, New York, NY, USA. ACM.
- [Persico D., 2008] Persico D., Pozzi F., S. L. (2008). Fostering collaboration in CSCL. *Encyclopedia of Information and Communication Technology*.
- [Pinzás and Yatsen, 2013] Pinzás, C. and Yatsen, G. (2013). Desarrollo de un sistema web para la enseñanza de casos de uso empleando la técnica de aprendizaje cooperativo de rompecabezas.
- [Salao Bravo, 2010] Salao Bravo, J. R. (2010). *Estudio de las Técnicas de Inteligencia Artificial Mediante el Apoyo de un Software Educativo*. Thesis.
- [Servicio de innovación educativa - Universidad Politécnica de Madrid, 2008] Servicio de innovación educativa - Universidad Politécnica de Madrid (2008). Aprendizaje cooperativo.
- [Smith and MacGregor, 1992] Smith, B. L. and MacGregor, J. T. (1992). What is collaborative learning? In Goodsell, A., Maher, M., Tinto, V., Smith, B. L., and T., M. J., editors, *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education*, Pennsylvania State University, USA. National center on postsecondary teaching, learning, and assessment publishing.
- [Tenenberg et al., 2005] Tenenberg, J., Fincher, S., Blaha, K., Bouvier, D., yi Chen, T., Chinn, D., Cooper, S., Eckerdal, A., Johnson, H., McCartney, R., Monge, A., Moström, J. E., Petre, M., Powers, K., Ratcliffe, M., Robins, A., Sanders, D., Schwartzman, L., Simon, B., Stoker, C., Tew, A. E., and Vandegrift, T. (2005). Students designing software: a multi-national, multi-institutional study. *Informatics in Education*.
- [Wang, 2002] Wang, W. (2002). *Computer-supported virtual collaborative learning and assessment framework for distributed learning environment*. Thesis, Massachusetts Institute of Technology. Thesis (S.M.)–

Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Civil and Environmental Engineering, 2002.

[Williams et al., 2000] Williams, L., Kessler, R. R., Cunningham, W., and Jeffries, R. (2000). Strengthening the case for pair programming. *IEEE Softw.*, 17(4):19–25.

[Williams, 2000] Williams, L. A. (2000). *The collaborative software process*. PhD thesis, Citeseer.