

CRITERIOS Y CONSIDERACIONES PARA LA FORMACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO EN LA ENSEÑANZA DE LA PROGRAMACIÓN

Davis Arosemena

Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Universidad Tecnológica de Panamá

Clifton Clunie

Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Universidad Tecnológica de Panamá

Sergio Crespo

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

RESUMEN

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación no es una tarea sencilla, por lo que se han empleado esfuerzos para mejorar dicho proceso a través de métodos y técnicas propuestas; tal es el caso de utilizar los grupos de trabajo como método didáctico, en donde los estudiantes pueden desarrollar la obtención de nuevos conocimientos en un tiempo menor. Sin embargo, no siempre se obtienen estos beneficios debido a que existen factores directos e indirectos que afectan el éxito de los grupos; por lo que se hace necesario tomar en cuenta ciertas consideraciones a la hora de utilizar dicho método didáctico. Este artículo presenta un conjunto de criterios y consideraciones para la formación de grupos de trabajos; basado en esto se propone un esquema de decisión en donde se considera la situación actual de los estudiantes; esta situación puede estar representada por las capacidades, estilos de programación y deficiencias dentro del aula de clase. Este esquema servirá como soporte al profesor a la hora de utilizar este método didáctico para la enseñanza de la programación.

Palabras Claves: Grupos de trabajo, enseñanza de la programación, dinámica de sistema.

I- INTRODUCCIÓN

Se han empleado esfuerzos para encontrar mejores metodologías, técnicas y herramientas que permita la enseñanza óptima de la programación [1],[2],[3]; uno de estos métodos es la formación de grupos de trabajo dentro del aula de clase.

La formación de grupos de trabajo para la enseñanza de la programación presenta muchos beneficios que impactan directamente en el aprendizaje de los estudiantes [4],[5],[6]; estos beneficios van ligados a una mayor generación y aprendizaje de conocimientos, conjuntamente con un tiempo menor necesario para realizar dicha tarea. Muchas veces se logra que estos grupos trabajen de manera cooperativa, es decir, que se desarrolle una mayor coacción y se obtengan mejores resultados; sin embargo, no siempre se espera buenos resultados cuando se utilizan grupos de trabajo, ya que puede darse casos tales como: la tarea de programación recae sobre uno o varios estudiantes, exista cierta incompatibilidad de trabajo dentro de los grupos, todos los miembros del grupo presentan capacidades muy por debajo de lo necesario para realizar la tarea, no se ha desarrollado el trabajo colaborativo por lo que existe poca comunicación y coordinación [7],[8],[9]. Todas estas dificultades causan el fracaso de los grupos de trabajo, debido a que los estudiantes se retrasan o no avanzan en su aprendizaje; por consiguiente, la aplicación de ésta técnica puede llegar a ser contraproducente.

El éxito de los grupos de trabajo para el aprendizaje de la programación dependerá de un conjunto de factores que influyen directa e indirectamente [7]; por lo que hay que considerar, a la hora de formar dichos grupos, ciertos criterios y dependencias que eviten el fracaso de esta técnica.

El siguiente artículo tiene como objetivo presentar un conjunto de criterios y consideraciones para la formación de grupos de trabajo en la enseñanza de la programación. Se estudiara algunas deficiencias y dificultades que los estudiantes poseen; además se hará un análisis de los factores y dependencias que influyen en el desempeño de estos grupos, permitiendo obtener una visión clara de la situación; por otro lado, se presentarán los diferentes tipos de grupos de trabajo que se pueden obtener dentro de un salón de clase en donde se analizarán sus ventajas, desventajas, casos de uso y basado en ésta información recolectada, proponer dichos criterios y dependencias a través de un esquema de decisión que le permitirá a un profesor evaluar y tomar una decisión a la hora de formar grupos de trabajos para su clase de programación.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Debido a que la utilización de grupos de trabajos es uno de los métodos didácticos más utilizados para la enseñanza de la programación; se busca constantemente la optimización de su uso. La investigación [5], propone la formación de grupos de estudiantes para el aprendizaje colaborativo de la programación, la formación de estos grupos está basado en los estilos de programación. En este análisis, se utilizó una herramienta llamada *Program Quality Assessment (PQA-C)* que determina un porcentaje o valoración en base a un conjunto de métricas, en donde los estudiantes de mayor puntaje forman grupo y los de menores o intermedio los demás grupos; este estudio plantea que la conformación de los grupos de estudiantes con las mismas capacidades, hacen que su aprendizaje y producción sea más efectiva, ya que genera colaborativamente más conocimientos que si fuera con capacidades diferentes.

Por otro lado, [4] presenta un *Progression Learning Scheme*; este es un esquema de progreso para la enseñanza de la programación, a través de ciertos tipos de asignación y su forma de desarrollar; yendo de lo individual a lo grupal. Este esquema está basado en estudios realizados con estudiantes del curso de programación de la Universidad Federal de Amazonas. De esta manera, se propone un modelo de seguimiento basado en la formación de grupos en la que se le asigna comportamientos específicos dependiendo del estado de progreso de los estudiantes.

III- CRITERIOS Y CONSIDERACIONES PARA LA FORMACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO EN LA ENSEÑANZA DE LA PROGRAMACIÓN

3.1 Áreas de influencia en el éxito de los grupos de trabajo para la enseñanza de la programación

Estas áreas de influencia se dan a través de un conjunto de técnicas didácticas en la que su dinámica o conjunto de combinaciones tendrán un efecto en el éxito de los grupos de trabajo. Estas áreas son: asignaciones de tareas, tamaño y complejidad de las tareas, tamaño del grupo y formación de grupos; son detalladas a continuación.

3.1.1 Asignaciones de tareas

Las asignaciones de las tareas representan la manera de cómo el profesor asigna las tareas a los diferentes grupos del salón de clase. El tipo de asignación tendrá influencia en este proceso de aprendizaje; ya que entre más común es una tarea en todo el salón, mayor será la comprensión y dominio del tema al momento de discutir las diferentes soluciones de los grupos. Basado en [9], se presentan tres técnicas de asignación de tareas a los grupos que son descritos a continuación.

a- Asignación de la misma tarea (A1): es aquella en donde una misma tarea es asignada a todos los grupos formados en el salón de clases. Sus beneficios son reflejados al momento de realizar la discusión de las diferentes soluciones de los grupos, en donde será de competencia para todos en el salón de clases, ya que fue desarrollado por todos.

b- Asignación de subtareas (A2): representa la manera en que el profesor asigna diferentes tareas a los grupos; dichas tareas conforman una parte de un proyecto general. Este tipo de asignación ayuda a generar nuevos conocimientos ya que los estudiantes estarán consciente del trabajo de los demás grupos, además de ver como sus módulos interaccionan con los otros; en donde se discute y evalúa, de manera general, un proyecto de mayor envergadura.

c- Asignación de diferentes tareas (A3): la utilización de esta técnica implica que el profesor asigna a cada grupo formado en el aula de clase, tareas diferentes que cada uno debe desarrollar. Éste tipo de asignación puede generar mayor conocimiento dentro de los estudiantes ya que evaluarán y discutirán soluciones de diferentes problemas al momento de la exposición de dichos proyectos.

3.1.2 Tamaño del grupo de trabajo

La conformación de grupos de 2 puede facilitar las relaciones colaborativas ya que no es necesario definir un líder ni llevar una estructura compleja de operación a diferencia de los grupos de mayor cantidad; de esta manera, el éxito de los grupos que sean mayores de 8 ó 10 dependerá estrictamente de las asignaciones de tareas, estructura organizacional, conformación de subgrupos, entre otros [8]. Sin embargo, en aquellos grupos pequeños de 3 a 5 estudiantes son los más utilizados dentro del salón de clases ya que son más manejables y se le puede extraer mayor provecho de aprendizaje [8].

3.1.3 Tamaño y complejidad de las tareas

El tamaño y la complejidad de una tarea tienen influencia directa en el éxito de los grupos de trabajo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación [9]. A continuación se describirá el tamaño y la complejidad de una tarea en donde se indicará posibles niveles de implementación.

a- Tamaño de las tareas: el tamaño de las tareas se refiere a qué tan extenso es el trabajo que debe realizarse al asignársele una tarea determinada a un grupo de estudiantes, sin importar la complejidad del mismo; es decir, que se evaluará el esfuerzo físico requerido; ya sea por el número de líneas de código u otras actividades. La siguiente categorización del tamaño de las tareas está basada en el número de estudiantes que pueden realizarla con éxito siempre y cuando compartan las mismas capacidades.

- **Tamaño de tarea individual (T0):** esta tarea tiene tamaño suficiente como para que un estudiante, de manera individual, pueda llevarla a cabo con éxito.
- **Tamaño de tarea en grupo de par (T1):** el tamaño de ésta tarea es suficiente como para ser realizada por un grupo conformado por dos estudiantes.
- **Tamaño de tarea para grupo (T2):** este tipo de tarea describe su tamaño o extensión de trabajo para un grupo conformado por 4 ó 5 estudiantes.

b- Complejidad de las tareas: la categorización para la complejidad de las tareas se basará en el número de estudiantes con iguales capacidades que puedan trabajar de manera colaborativa para el análisis y solución de una tarea asignada.

- **Complejidad de tarea individual (C0):** la complejidad de esta tarea está dirigida para ser desarrollada por un solo estudiante.
- **Complejidad de tarea para grupo (C1):** dichas tareas presentan suficiente complejidad como para ser realizadas por un grupo de 2 ó 3 estudiantes.
- **Complejidad de tarea para grupo mayor (C2):** estas tareas presentan complejidad suficiente como para ser realizadas en un grupo conformado por 4 ó 5 estudiantes.

La categorización del tamaño y complejidad de las tareas es llevada a cabo a través de la experiencia de los expertos.

3.1.4 Formación de grupos

Existen distintas técnicas que pueden implementar la utilización de los grupos de trabajo para la enseñanza de la programación; estas técnicas se resumen en los diferentes tipos de grupos basados en [9],[10], que pueden ser formados y que son descritos a continuación.

a- Grupo homogéneo basado en estilos de programación (EP): este tipo de grupo permitirá una mejor integración y adaptación en las tareas asignadas, al compartir los estudiantes, las mismas preferencias y estilos de programar.

b- Grupo heterogéneo basado en estilos de programación (NEP): puede ayudar en el reforzamiento de las habilidades de colaboración entre los estudiantes; ya que al no compartirse las mismas preferencias los estudiantes se ven obligados a hacer uso de sus facultades de comunicación y tolerancia.

c- Grupo heterogéneo basado en deficiencias (ND): útil para compartir conocimientos en un trabajo específico; en donde cada miembro será el complemento del otro en la solución de un problema; ya que la debilidad de uno es la fortaleza del otro.

d- Grupo basado en estudiantes tutores (T): conformado por estudiantes en donde uno o más hacen el papel de tutor; puede ser ventajosa su utilización debido a que los estudiantes tutores brindan una mejor ayuda a sus compañeros.

e- Grupo de par (P): el trabajo en par utilizando una misma computadora comprende a dos estudiantes sentados frente a la misma, en donde uno toma el papel de *Driver* y el otro de *Navigator*; cómo se explica en [11].

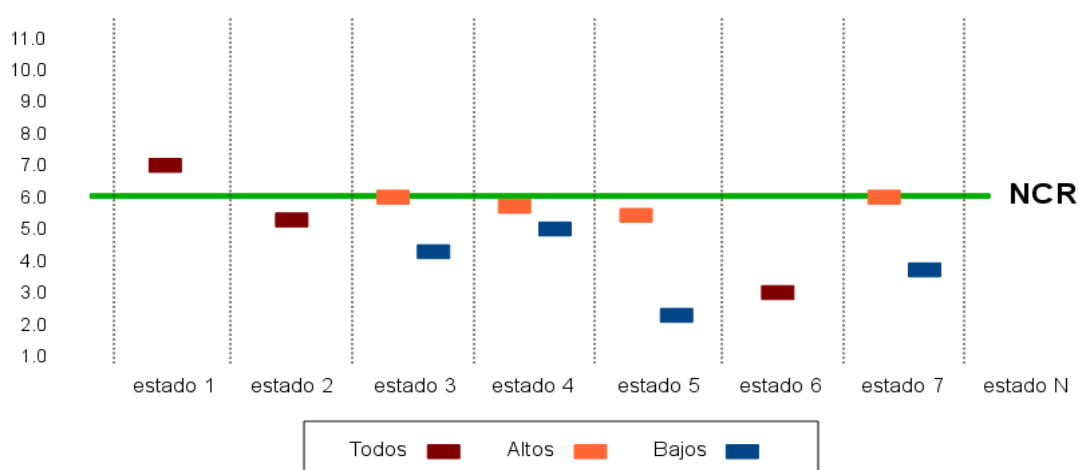
f- Grupo basado en la elección de los estudiantes (EE): son aquellos grupos conformados por estudiantes que han decidido formar parte del mismo y no ha sido impuesto por un profesor.

g- Grupo con integrantes aleatorio (AP): Estos grupos están conformados por estudiantes que han sido generados de manera aleatoria, sin tomar en cuenta ningún tipo de criterio.

3.2 Capacidades de los estudiantes

En el aula de clases las capacidades (habilidades cognitivas) de los estudiantes pueden variar considerablemente, debido a factores externos e internos que influyen en ellos como lo es: formación académica previa, conocimientos generales, problemas personales, familiares y sociales, entre otros [7]. Por lo que se hace imprescindible tomar en cuenta éstas variaciones a la hora de utilizar los grupos de trabajo.

En la figura 1 se presenta un esquema de algunos de los posibles estados dentro del aula de clase en donde se distribuyen las capacidades de los estudiantes con respecto al nivel de capacidad de referencia (NCR) que es el deseado para una asignación o materia; y que varía dependiendo del nivel de la clase. Los diferentes estados de las capacidades están planteadas en *todos*, *altos* y *bajos*. *Todos* describe que todos los estudiantes poseen iguales o parecidas capacidades, es decir, que se encuentran en un mismo rango de capacidades sin importar el nivel del mismo; *altos* indica el conjunto de estudiantes que poseen conocimientos mayores al resto y *bajos*, los estudiantes de menor capacidades; en donde la



suma de los *altos* y *bajos* son los *todos*. Cabe destacar que la representación de este esquema no está basado en criterios formales, solo se considera dividir a los estudiantes en los conjuntos de altas y bajas capacidades utilizando alguna ponderación para ello; de ésta manera, si dentro de un rango de ponderación existe un número de estudiantes por arriba de un porcentaje estipulado (ejemplo: más del 90 % del total de los estudiantes se encuentran en un rango determinado), se considera un *todos* en la distribución. El nivel del *todos* se ubica a través del cálculo de una moda; de igual forma, la moda es utilizada para la ubicación del nivel de *altos* y *bajos*. Por otro lado, los conjunto de *todos* que se encuentren por arriba del NCR pudieron haber sido calculado ya sea utilizando la forma normal ya explicada o tomando el nivel bajo de capacidades y decir que es el nivel todos; esto se debe a que no importa el nivel alto ya que se encuentra por encima del NCR. Los niveles altos que se encuentren por encima del NCR se especifican en el mismo nivel de NCR, siempre y cuando los del nivel bajo se encuentren por debajo del NCR; ya que lo importante es que todos los estudiantes tengan el mismo nivel de capacidades y que se sea el del NCR o más.

3.3 Esquema de decisión para la formación de grupos

El esquema de decisión para la formación de grupos está basado en el conjunto de consideraciones y criterios que fueron expuestos con anterioridad. Este esquema de decisión permitirá la utilización óptima del método de formación de grupos ya que tomará en cuenta el estado de los estudiantes dentro del aula de clases; esto en su mayoría tiene que ver con los niveles de capacidades que fueron evaluadas en el punto anterior.

Es imprescindible que los estudiantes posean una cultura y habilidades de trabajo grupal para que no entorpezca el desarrollo del aprendizaje colaborativo. En la figura 2 se propone el modelo de esquema de decisión. Este esquema se ha utilizado las abreviaturas y notaciones de las técnicas expuestas en secciones anteriores. Este esquema posee tres posibles casos de distribución de capacidades basada en la sección 3.2, los cuales son: *50% altos/50% bajos*, *25% altos/75% bajos* y *Todos*. *50% altos/50% bajos* representa que el número estudiantes de capacidades altas y de bajas se encuentran en iguales proporciones; para este caso, la formación de grupo permitirá la utilización de Grupos de par (P) en la que se posean estudiantes de diferentes capacidades, en donde las asignaciones se basaran en el del nivel bajo para que el estudiante del nivel alto tenga dominio del tema y transmita conocimientos al necesitar del otro por la extensión del problema; también, la asignación puede estar basada en el mismo nivel del alto, pero extensión mayor; el nivel de altos, bajos o todos que se considera se encuentra representada en éste esquema, a través de los colores

que fueron presentados en el esquema de la figura 1. Otra formación de grupo sugerida será los grupos de mayor extensión que estarán conformados por estudiantes de capacidades altas y bajas en iguales proporciones; los estudiantes en este grupo pueden elegir sus compañeros (EE) siempre y cuando se cumpla con la propiedad del grupo, para ello se les indicará cuáles son los compañeros que pueden ser elegidos; de igual forma, pueden ser elegidos de manera aleatoria por el profesor (AP). La asignación de estos grupos puede tener tres combinaciones de especificación y cada uno busca incrementar la participación de los de nivel bajo en la generación de conocimientos. Esto se logra al asignarles tareas con suficiente extensión para que los del nivel alto no puedan realizar solo y requieran la ayuda de los del nivel bajo y así puedan transmitir conocimiento a los mismos; la transmisión de éstos conocimientos será efectiva siempre y cuando los estudiantes del nivel alto dominen el tema de la asignación presentada, por lo que las combinaciones propuestas contemplan ésta consideración.

Otro caso de distribución es el 25% *altos*/ 75% *bajos*, en donde la mayoría de los estudiantes poseen bajo nivel de capacidad con respecto al resto que pueden representar un 25 \%. En este caso de distribución se puede utilizar la formación de Grupos de par (P). La

50% altos /50% bajos

diferentes capacidades	2 est.	+	P+AP P+EE P+EP+ND P+NEP+ND	+	T1+C1+ A2 A3 T1+C0+ A1 A2
diferentes capacidades	4 ó 5 est.	+	AP EE EP+ND NEP+ND	+	T2+C0+ A1 T2+C1+ A2 A3 T1+C1+ A1

25% altos /75% bajos

diferentes capacidades	2 est.	+	P+AP P+EE P+EP+ND P+NEP+ND	+	T1+C1+ A2 A3 T1+C0+ A1 A2
iguales capacidades	2 est.	+	P+AP P+EE P+EP+ND P+NEP+ND	+	T1+C1+ A1 A2 A3
diferentes capacidades	4 ó 5 est.	+	T+AP T+EE T+EP+ND T+NEP+ND	+	T1+C0+ A1 T2+C2+ A2 A3

Todos

iguales capacidades	2 est.	+	P+AP P+EE P+EP+ND P+NEP+ND	+	T1+C1+ A1 A2 A3
iguales capacidades	4 ó 5 est.	+	AP EE EP+ND NEP+ND	+	T2+C2+ A1 A2 A3

formación de este tipo de grupo contendrá grupos con iguales y diferentes capacidades; los de iguales capacidades solo pueden estar conformado por los de nivel bajo. La asignación de las tareas de ambos grupos puede estar basada en las capacidades del nivel bajo; solo se considerará el nivel alto para las asignaciones en los grupos conformado por diferentes capacidades y tendrá el mismo beneficio y propiedades de los Grupos de par (P) formados en el caso de distribución 50 % *altos*/50% *bajos*. Otro tipo de grupo que puede ser formado con ésta distribución son los basado en tutores (T), dichos tutores van ha ser los estudiantes que representen el 25 % de la distribución. Se propone dos combinaciones de asignación de tareas, uno basado en los niveles del bajo y extensión mayor perteneciente a grupos de 4 ó 5 miembros y el otro, en los niveles del alto en donde la dificultad será la de la individual (C0) y su tamaño de T1 como se puede ver en la figura 2; ya que la responsabilidad recae sobre el tutor y este debe poseer total dominio del tema, para así transmitir los conocimientos al resto del grupo en donde se asegurará participación a través de las extensiones propuestas. De igual forma, se puede permitir la elección de los miembros por parte de los estudiantes (EE) especificando los tutores por grupo o bien la elección de manera aleatoria por parte del profesor (AP).

Todos como se ha mencionado, representa que todos los estudiantes en el aula de clase poseen iguales o parecidas capacidades. Este caso de distribución los grupos de formación pueden ser de par o grupos completo de 4 ó 5 estudiantes en la que los estudiantes pudieran elegir sus propios compañeros o bien, el profesor elegirlos de manera aleatoria. Las tareas asignadas se presentan en su máxima capacidad de acuerdo a su nivel, ya que se considera que los grupos de iguales capacidades pueden rendir más. De esta manera, entre más los grupos se asemejan en capacidades mejor es el trabajo desarrollado y los conocimientos generados. Por otro lado, se considera en la conformación de los grupos, los estilos de programación iguales (EP) o diferentes (NEP) y la diferencia en cuanto a las deficiencias de los estudiantes (ND), en donde sea posible siempre y cuando no se pierda las propiedades antes mencionadas. Para el caso en que se considere una elección aleatoria (AP) o que los estudiantes elijan sus compañeros (EE) no puede ser considerada la elección basado en estilo de programación y deficiencias, por lo que puede seguir siendo una opción dependiendo de los beneficios que se quieran buscar y de la situación actual del salón de clases.

IV- CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este trabajo presentó un conjunto de criterios y consideraciones en donde se analizó

algunos factores que pueden ayudar o entorpecer el éxito de los grupos de trabajo; todo esto basado en un conjunto de dificultades y posibles deficiencias que los estudiantes pueden tener. Dentro del conjunto de criterios y consideraciones se presentan tres tipos de influencias que son traducidas a técnicas didácticas. Estas técnicas didácticas comprenden la utilización de grupos de diferentes tamaños, diferentes tipos de asignaciones basado en la complejidad y tamaño; también, otras técnicas basadas en el modo de aplicación de las asignaciones y tipos de grupos de trabajo que pueden ser formados; sin embargo, la utilización de cada una debe ser considerada, por lo que se planteó un esquema de decisión basado en lo anterior.

Como trabajo futuro se propone la aplicación de este experimento utilizando una herramienta que permita evaluar las asignaciones y determinar de manera automática las capacidades, estilos de programación y deficiencia. Por otro lado, mejorar los criterios de decisión en donde se considere otros factores y se establezca un algoritmo para la distribución de los niveles de capacidades.

REFERENCIAS

1. D.~W. Juedes. *Web-based grading: Further experiences and student attitudes*. In 35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, pages 18--23. 2005.
2. Y. Morimoto et al. *A support system for teaching computer programming based on the analysis of compilation errors*. In the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06), 2006.
3. N. Truong et al. *Static analysis of students java programs*. In fifth Australian computing Education Conference (ACE2004), pages 317--325. 2009.
4. T. Castro, H. Fuks, and A. Castro. *Programming in groups: a progression learning scheme from the individual to the group*. In 38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference}, pages 15--20. 2008.
5. E. S. de Faria, J. Coello, and K. Yamanaka. *Forming groups for collaborative learning in introductory computer programming courses based on students programming styles: An empirical study*. In 36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, pages 6--11. 2006.
6. Maria~Margarita Lucero. *Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo*. Revista Iberoamericana de Educacion, 2004.
7. A. Cox and M. Fisher. *Programming style: Influences, factors, and elements*. In 2009 Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions, pages 82--89. 2009.
8. T. Scott and J. Cross, II. *Team selection methods for student programming projects*. In Proceedings of the 8th SEI CSEE Conference on Software Engineering Education, pages 295--303, London, UK, 1995. Springer-Verlag.
9. T. Scott, H. Lee, Tichenor, Jr. Ralph B. Bisland, and James H. Cross II. *Team dynamics in student programming projects*. In SIGSCE 94-3/94. 1994.
10. C. A. Bagley and C. Chou. *Collaboration and the importance for novices in learning java computer programming*. In ItiCSE'07, pages 211--215. 2007.
11. J. Chong and et al. *Pair programming: When and why it works*, May 2010. <http://www.ppig.org/papers/17th-chong.pdf>.