

Aprendizaje Colaborativo en los Equipos de Maratones de Programación de la Universidad Tecnológica de Pereira

Collaborative Learning with the Team of the Programming Contest Team of Universidad Tecnológica de Pereira

Hugo Humberto Morales Peña^{1*}, Sebastián Gómez González², Santiago Gutierrez Alzate³
^{1, 2, 3}Facultad de Ingenierías (E, E, F, C), Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), Pereira, Colombia
 huhumor@utp.edu.co
 sebasutp@gmail.com
 santigutierrez1@gmail.com

Resumen— En este artículo se presenta la forma como se viene aplicando el aprendizaje colaborativo en los integrantes de los equipos de maratones de programación de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP). Adicionalmente, se socializan los resultados obtenidos en el año 2011 por parte de los equipos de maratones de programación de UTP en el Circuito Colombiano de Maratones de Programación (CCMP), donde no solo se ganaron competencias, se ganó principalmente en el trabajo en equipo, se ganó en la cantidad y calidad de competidores que llegaron a formar parte del relevo generacional en los equipos, garantizando la vigencia en los próximos años de UTP en el contexto colombiano de maratones de programación.

Palabras clave— ACM-ICPC, Aprendizaje colaborativo, Circuito Colombiano de Maratones de Programación, maratones de programación, trabajo en equipo.

Abstract— This paper presents how collaborative learning has been applied on the team members of the programming contest team of Universidad Tecnológica de Pereira (UTP). Additionally the results obtained in the year 2011 by the programming contest team in the Colombian Circuit of Programming Contest are presented. The team didn't only won competitions, it won mainly on learning how to work as a team and the amount of new team members that came to continue the work done by the previous generations, granting continuity to the UTP in the programming contests for the following years.

Key Word — ACM-ICPC, Collaborative learning, Colombian Circuit of Programming Contest, programming contest, teamwork.

I. INTRODUCCIÓN

Las maratones de programación son el espacio ideal para la aplicación e implementación de estrategias de aprendizaje colaborativo en los integrantes de los equipos. En la Universidad Tecnológica de Pereira no se tiene formalmente una materia (o un conjunto de materias) destinada a la formación, crecimiento y fortalecimiento de los maratonistas; estos tienen que trabajar por su cuenta una gran cantidad de temas sobre los cuales no reciben formación en el programa académico de Ingeniería de Sistemas y Computación.

Los competidores avanzados de la institución ya han aprendido por cuenta propia una gran cantidad de estos temas y gracias al uso del aprendizaje colaborativo, gran parte de este conocimiento ha sido transferido a los competidores nuevos.

La estructura de este artículo es la siguiente: en la sección II se presentan los conceptos fundamentales del aprendizaje colaborativo. En la sección III se habla de los concursos internacionales de programación promovidos por ACM y de sus diferentes rondas, nacional, regional latinoamericana y mundial. Adicionalmente, se habla del Circuito Colombiano de Maratones de Programación (CCMP), quien brindó la infraestructura académica y tecnológica para el proceso de aprendizaje en los equipos de maratones de programación de la institución. En las secciones IV y V se presenta la forma como se aplicó el aprendizaje colaborativo y los resultados obtenidos con estos. Por último, en la sección VI se presentan las conclusiones de este trabajo.

II. ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

Como lo escriben Patricia Morales y Victoria Landa en [1]: *Muy pocos docentes en la educación superior tienen algún tipo de formación en pedagogía, simplemente enseñan como les enseñaron, es decir, a través de clases expositivas. Esta modalidad de enseñanza normalmente está focalizada hacia los contenidos, priorizando los conceptos abstractos sobre los ejemplos concretos y las aplicaciones. Las técnicas de evaluación se limitan a comprobar la memorización de información y de hechos, ocupándose muy rara vez de desafiar al estudiante a alcanzar niveles cognitivos más altos de comprensión. De esta manera, tanto profesores como alumnos refuerzan la idea de que en el proceso de enseñanza-aprendizaje el profesor es el responsable de transferir contenidos y los estudiantes son receptores pasivos del conocimiento.* Este tipo de enseñanza-aprendizaje no sirve de nada para la formación de los integrantes de los equipos de maratones de programación en la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), porque no existe una materia formalmente constituida en la malla curricular del programa académico de Ingeniería de Sistemas y Computación para este fin. Los integrantes de los equipos de maratones de programación de UTP tienen que aprender por su cuenta la gran mayoría de temas necesarios para poder tener un rendimiento destacado en las competencias en las que participan.

El aprendizaje colaborativo se ha utilizado y se sigue utilizando por parte de los integrantes de los equipos de maratones de programación de UTP. Este tipo de aprendizaje se presenta en la siguiente subsección.

A. El aprendizaje colaborativo

César Collazos en [2] citando a Glasser en [3] presenta la diferencia radical que hay entre el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje que pueden adquirir los estudiantes en una clase tradicional: *En las clases colaborativas los profesores comparten la autoridad con los estudiantes de muchas formas diversas. En las clases más tradicionales, por el contrario, el profesor es principalmente, sino totalmente, el responsable del aprendizaje de sus alumnos, definiendo los objetivos del aprendizaje o de las unidades temáticas, diseñando las tareas de aprendizaje y evaluando lo que se ha aprendido por parte de los alumnos.*

César Collazos en [2] citando a Johnson en [4] presenta de forma clara y sencilla la esencia de lo que es el aprendizaje colaborativo: *En este modelo de colaboración, los profesores “invitan” a sus estudiantes a definir los objetivos específicos dentro de la temática que se está enseñando, brindando opciones para actividades y tareas que logren atraer la atención de los alumnos, animando a los estudiantes a evaluar lo que han aprendido. Los profesores animan a los estudiantes al uso de su propio*

conocimiento, asegurando que los estudiantes compartan su conocimiento y sus estrategias de aprendizaje, tratando a los demás con mucho respeto y enfocándose en altos niveles de entendimiento. Ellos ayudan a los estudiantes a escuchar diversas opiniones, a soportar cualquier crítica de una temática con evidencia, a comprometer en pensamiento crítico y creativo y a participar en diálogos abiertos y significativos.

Johnson en [5] afirma que el aprendizaje colaborativo se debe trabajar en pequeños grupos de tal forma que los estudiantes trabajen juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás, donde se debe resaltar que los estudiantes deben trabajar de forma colaborativa con sus compañeros y que estos son responsables del aprendizaje de su equipo de trabajo como del suyo propio. Adicionalmente, el aprendizaje colaborativo no se opone al aprendizaje generado por el estudio individual, es más, se puede tomar como una estrategia de aprendizaje complementaria que fortalece el desarrollo global del estudiante.

Según César Collazos en [2], los estudiantes que estén comprometidos con el aprendizaje colaborativo tienen las siguientes características:

- *Responsables por el aprendizaje:* Los estudiantes se hacen cargo de su propio aprendizaje y son auto-regulados. Ellos definen los objetivos del aprendizaje y los problemas que son significativos para ellos, entienden que actividades específicas se relacionan con sus objetivos, y usan estándares de excelencia para evaluar qué tan bien han logrado dichos objetivos.
- *Motivados por el aprendizaje:* Los estudiantes comprometidos encuentran placer y excitación en el aprendizaje. Poseen una pasión para resolver problemas y entender ideas y conceptos. Para éstos estudiantes el aprendizaje es intrínsecamente motivante.
- *Colaborativos:* Los estudiantes entienden que el aprendizaje es social. Están “abiertos” a escuchar las ideas de los demás, a articularlas efectivamente, tienen empatía por los demás y tienen una mente abierta para conciliar con ideas contradictorias u opuestas. Tienen la habilidad para identificar las fortalezas de los demás.
- *Estratégicos:* Los estudiantes continuamente desarrollan y refinan el aprendizaje y las estrategias para resolver problemas. Esta capacidad para aprender a aprender incluye construir modelos mentales efectivos de conocimiento y de recursos, aun cuando los modelos puedan estar basados en información compleja y cambiante. Este tipo de estudiantes son capaces de aplicar y transformar el conocimiento con el fin de resolver los problemas de forma creativa y son capaces de hacer conexiones en diferentes niveles.

III. MARATONES DE PROGRAMACIÓN

A. Concurso internacional de programación de ACM

Toda esta subsección ha sido tomada del que posiblemente es el mejor libro de maratones de programación a nivel mundial, titulado: “Desafíos de Programación: el manual de entrenamiento para concursos de programación”, de Steven S. Skiena y Miguel A. Revilla [6].

El *International Collegiate Programming Contest* (ICPC) organizado a nivel mundial por la *Association for Computing Machinery* (ACM) para las universidades de todo el mundo, es el foro donde los estudiantes de ciencias de la computación demuestran al mundo que tienen buenas aptitudes. El concurso ICPC ha crecido continuamente en participantes, interés y prestigio desde su creación en 1976. En la competición de 2002 participaron 3.082 equipos de tres personas, representando a más de 1.300 centros educativos de 67 países, más otra cantidad incontable de estudiantes que participaron en concursos locales pre clasificatorios y en concursos vía web.

El formato del concurso, es el siguiente. Cada equipo se compone de tres estudiantes, a los que se propone un conjunto de entre cinco y diez problemas. Cada equipo dispone de un solo computador, por lo que la coordinación y el trabajo en equipo son esenciales.

El vencedor es el equipo que resuelve correctamente la mayor cantidad de problemas en un tiempo límite prefijado, que normalmente es de cinco horas. No se reconocen méritos parciales; es decir, sólo cuentan los problemas que están completamente correctos. Los empates entre equipos se deshacen comparando el tiempo empleado hasta que las soluciones son aceptadas. Por lo tanto, los programadores más rápidos (más no los programas más rápidos) ganan. No se adjudican puntos por el estilo de programación o la eficiencia, con tal que el programa termine en los, normalmente, pocos segundos que los jueces asignan para la ejecución. Cada programa erróneo que se envía a los jueces es penalizado con 20 minutos en el tiempo total, lo que es un incentivo para que los estudiantes comprueben su trabajo cuidadosamente.

B. Maratón nacional de programación

En Colombia la Maratón Nacional de Programación [7] es organizada en conjunto por la *Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas* (ACIS) y por *La Red Colombiana de Programas de Ingeniería de Sistemas y Afines* (REDIS).

La Maratón Nacional de Programación sirve para seleccionar los 40 mejores equipos colombianos que competirán contra los mejores equipos de Venezuela y Ecuador en la Maratón Regional Latinoamericana ACM-

ICPC, por dos o tres cupos a la maratón mundial (World Finals) de ACM-ICPC.

Por año se realiza una sola Maratón Nacional de Programación, tradicionalmente, en los meses de Octubre o Noviembre. La Maratón Nacional de Programación del año 2011 se realizó el 8 de Octubre, en seis ciudades en Colombia, ellas fueron: Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Manizales, Medellín y Bogotá, donde participaron un total de 104 equipos.

C. Maratones regional latinoamericana y mundial

La Maratón Regional Latinoamericana es una competencia internacional de programación del ACM-ICPC, que se realiza una sola vez al año. Tradicionalmente, esta competencia se realiza al final de año y en simultánea compiten los equipos de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Jamaica, México, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

Los mejores equipos en la Maratón Regional Latinoamericana clasifican a la maratón mundial de programación (World Finals), que se realiza en un país diferente cada año y que reúne a los 100 mejores equipos del mundo.

La Maratón Regional Latinoamericana del año 2011 dio 16 cupos para la maratón mundial del 2012, a realizarse en Varsovia Polonia del 14 al 18 de Mayo. En Latinoamérica los cupos quedaron distribuidos de la siguiente forma (según [8]): Brasil 6, Perú 2, Argentina 2, México 2, Colombia 2, Cuba 1 y República Dominicana 1.

D. Circuito colombiano de maratones de programación

El Circuito Colombiano de Maratones de Programación (CCMP) se fundamenta en la confianza, amistad y honestidad. Fue creado en el año 2007 por algunas universidades de Bogotá (entre ellas, la Pontificia Universidad Javeriana, el Politécnico Gran Colombiano, la Universidad Nacional), el Circuito pretende (según [9]): *proporcionar un espacio académico para el desarrollo de habilidades de programación, posicionar la programación como una competencia fundamental del ingeniero de sistemas, mejorar el desempeño de los equipos colombianos que se inscriben a los campeonatos de programación, ampliar el cubrimiento de las competencias de programación mediante un esquema igualitario, desarrollar una competencia de programación mensual con cubrimiento nacional y clasificar, por lo menos, un equipo de programación a la competencia mundial de programación ICPC.*

En el año 2011 el CCMP ha estado bajo la coordinación logística nacional del ing. Fabio Avellaneda Pachón [10], profesor de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, y la coordinación académica del ing. Rafael García Gómez, profesor del Politécnico Gran Colombiano de Bogotá. El año 2011 ha sido

el de mayor crecimiento histórico del Circuito, se realizaron 14 competencias y se logró tener compitiendo al tiempo siete sedes (ciudades) diferentes en el país.

IV. USO DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO

A. Punto de partida en los equipos de maratones de programación de UTP en Febrero de 2011

- Tres competidores con experiencia de dos maratones regionales Latinoamericanas.
- Dos competidores con experiencia de una maratón regional Latinoamericana.
- En total cinco competidores con experiencia previa en maratones Nacionales y Regionales de ACM-ICPC, donde cuatro de los cinco estudiantes son de décimo y el otro de séptimo semestre.

B. Motivación para el uso del aprendizaje colaborativo en los equipos de maratones de programación

El proceso de maratones de programación en la UTP estaba condenado a terminar porque sus integrantes se graduarían en el transcurso de los años 2011 y 2012. Adicionalmente, según el reglamento de los concursos internacionales de maratones de programación de ACM-ICPC, el año 2011 sería el último en el que podrían participar cuatro de los cinco participantes [11]. Por este motivo era importante comenzar un proceso de relevo generacional en los integrantes de los equipos de maratones de programación, pero donde los nuevos maratonistas pudieran aprender mucho más fácil, y rápidamente al trabajar al lado de los competidores avanzados.

Otro aspecto que fue fundamental para comenzar a utilizar el aprendizaje colaborativo en los equipos de maratones de programación de UTP, es el de frenar el nivel de deserción de los competidores que se enfrentaban a sus primeras maratones, tradicionalmente un equipo novato no logra resolver correctamente al menos un reto de programación en sus primeras competencias, esto genera un nivel de frustración muy alto en los competidores, que termina en la gran mayoría de los casos con la deserción.

La tabla I presenta la cantidad de equipos de maratones de programación de UTP que por competencia del CCMP en el año 2011 no lograron resolver correctamente algún reto de programación, equipos que terminaban la competencia "blanqueados".

TABLA I
EQUIPOS DE UTP BLANQUEADOS - CCMP 2011

Competencia	Equipos blanqueados	Total Equipos
1	0	0
2	0	2
3	2	5
4	3	9
5	11	14
6	3	7
7	6	9
8	6	9
9	3	7
10	7	9
11	0	5
12	3	7
13	0	3
14	1	7

La competencia cinco fue muy frustrante, los competidores experimentados quedaron juntos en dos equipos, los restantes doce equipos eran de competidores novatos, de los cuales sólo uno resolvió un reto de programación en su estreno en el CCMP. Once equipos de novatos se fueron en blanco en prácticamente su primer y última competencia, nunca más durante el año la UTP compitió con una cantidad tan grande de equipos.

C. Forma en que se aplicó el aprendizaje colaborativo en los equipos de maratones de programación de UTP

La estrategia fue la siguiente:

1. Mezclar competidores experimentados con competidores novatos en la conformación de los equipos.
2. Reagrupar los equipos originales (novatos con novatos y experimentados con experimentados) en la competencia siguiente, para medir el nivel de aprendizaje y de confianza adquirido al trabajar con competidores experimentados.
3. Mezclar competidores del mismo nivel (novatos con novatos, experimentados con experimentados) en la conformación de los equipos, para mejorar en los maratonistas la competencia (o habilidad) laboral de trabajo en equipo.
4. Cambiar los roles y responsabilidades de los maratonistas de competencia a competencia, dependiendo del equipo en el que competían.

Complementario al CCMP, desde Febrero de 2012 se realiza semanalmente un entrenamiento, los Jueves de 2:00 a 6:00 PM, donde los maratonistas de UTP entrenan como un solo gran equipo, donde está permitido hablar libremente entre los participantes, donde de forma dinámica puede cambiar la configuración de los equipos de trabajo, y posiblemente lo más

importante, los participantes novatos pueden mirar el juzgamiento “secreto” generado por el software que hace de juez de maratones de programación, cuando una solución sometida no es correcta, esto permite que fácilmente identifiquen los problemas que tienen sus soluciones planteadas y se enfoquen en ellos.

Adicionalmente, se está manejando una estrategia de iniciación temprana de competidores, en la medida de lo posible, pertenecientes a segundo o tercer semestre de carrera, para que de esta forma, los nuevos maratonistas logren estar entre tres y cuatro años en los equipos de UTP. La anterior estrategia viene acompañada de *Jornadas de Iniciación de Competidores Novatos*, en las cuales se trabaja:

- Manejo de entradas y salidas para resolver retos de programación, ya sea por entrada y salida estándar o por archivo.
- Manejo de números enteros grandes, por ejemplo, de mil cifras o más, tanto en Lenguaje C/C++ y Java.
- Manejo de los jueces de maratones de programación: PC2, Boca y DOMjudge.
- Manejo del juez en línea de la Universidad de Valladolid, UVA Online Judge [12], donde se pueden juzgar todos los retos de programación propuestos en el libro: Programming Challenges [6].

V. RESULTADOS OBTENIDOS

En la tabla II se presenta la cantidad de equipos de UTP por competencia del CCMP en el año 2011. Esta cantidad de equipos se alcanzó gracias al uso del aprendizaje colaborativo, al utilizar una estrategia de mezcla de competidores novatos con experimentados.

TABLA II
EQUIPOS DE UTP POR COMPETENCIA - CCMP 2011

Comp.	Fecha	Equipos UTP	Total Equipos	Mejor Puesto
2	19/Mar.	2	72	2
3	9/Abr.	5	49	1
4	30/Abr.	9	68	1
5	21/May.	14	69	4
6	4/Jun.	7	49	2
7	2/Jul.	9	25	2
8	30/Jul.	9	42	1
9	20/Ago.	7	51	4
10	3/Sep.	8	58	1
11	24/Sep.	5	55	4
12	22/Oct.	7	56	1
13	19/Nov.	3	32	4
14	3/Dic.	7	41	2

Fue fundamental para la llegada de nuevos competidores, el puesto obtenido por el mejor equipo de UTP de competencia a competencia. Llama la atención el primer puesto obtenido en la cuarta competencia, por el equipo UTP Merge 4, porque en ésta, cada competidor avanzado hizo equipo con dos competidores novatos. El objetivo principal en dicha competencia era hacer transferencia de conocimiento de los competidores avanzados hacia los competidores novatos, más no era ganar.

Fueron cinco victorias en trece participaciones de los equipos de UTP en el CCMP del año 2011, esta fue la mejor publicidad para que cada vez se integraran más y más estudiantes a los equipos de maratones, era la oportunidad de aprender al lado de los mejores en Colombia.

También fue fundamental el hecho de tener como integrante de los equipos de maratones de programación de UTP, al mejor ECAES de Ingeniería de Sistemas de Colombia en el año 2010 [13]. Esta noticia llegó a finales de Marzo o comienzo de Abril de 2011 y coincidió con las primeras competencias del CCMP en este año.

En la tabla III se presentan las tres mejores posiciones por competencia de los equipos de UTP en el CCMP en el año 2011.

TABLA III
MEJORES TRES POSICIONES EQUIPOS DE UTP POR COMPETENCIA - CCMP 2011

Competencia	Ubicación 1	Ubicación 2	Ubicación 3
2	2	3	N. A.
3	1	2	33
4	1	8	19
5	4	26	31
6	2	6	7
7	2	4	9
8	1	3	14
9	4	5	20
10	1	5	20
11	4	11	23
12	1	2	21
13	4	5	6
14	2	6	19

El estreno por parte de los equipos de UTP fue muy bueno, obteniendo el segundo y tercer puesto sobre un total de 72 equipos en Colombia, pero, los resultados de la tercera competencia fueron aun mejores, obteniendo el primer uno-dos y donde un equipo conformado por novatos logró resolver un reto computacional, ocupando el puesto 33.

Son de resaltar los resultados obtenidos por el tercer mejor equipo de UTP, equipo casi siempre conformado por participantes que estaban en su primer año en los equipos de maratones de programación. Teniendo en cuenta lo anterior, son muy buenos los puestos séptimo, noveno y sexto obtenidos respectivamente en las competencias seis, siete y trece.

En la tabla IV se presenta el total de competidores que participaron, en solo una competencia, en solo dos competencias, y así sucesivamente, hasta llegar a los competidores que participaron en todas las trece competencias en las cuales UTP fue sede del CCMP en el año 2011.

TABLA IV
FRECUENCIA DE PARTICIPACIONES MARATONISTAS DE
UTP - CCMP 2011

Número de Participaciones	Total Competidores
1	22
2	4
3	5
4	5
5	4
6	6
7	4
8	2
9	2
10	0
11	1
12	3
13	3

Participaron durante el año un total de 61 estudiantes de UTP en los equipos de maratones de programación, donde es fundamental resaltar que de estos, 39 estudiantes participaron en dos o más competencias.

VI. CONCLUSIONES

El uso del aprendizaje colaborativo en los integrantes de los equipos de maratones de programación de UTP generó muy buenos resultados, donde se puede resaltar:

- Los lazos de amistad generados entre estudiantes de diferentes semestres del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación,
- La generación de una mentalidad de aprendizaje colectivo, donde los competidores avanzados van jugando el rol de mentores o guías de los competidores ya sean intermedios o novatos,
- La generación de una mentalidad de competencia solidaria. En las competencias del CCMP los equipos conformados son rivales entre sí, pero al finalizar estas, los maratonistas de UTP vuelven a conformar un sólo gran equipo, donde se busca proteger a los competidores que no lograron resolver correctamente al menos un reto de programación. Se hace transferencia de conocimiento con respecto a temáticas pertinentes que permitan resolver algunos de los retos de

programación en una etapa posterior a la maratón (etapa de post-maratón),

- Se ha generado una cultura de trabajo en equipo en los maratonistas de programación de UTP, esto gracias a las diferentes estrategias utilizadas para conformar los equipos de competencia a competencia en el CCMP. La conformación de los equipos no necesariamente es la misma de una competencia a otra, esto exige en los competidores un nivel alto de tolerancia con sus nuevos compañeros de equipo, donde se tiene que aprender a escuchar y respetar las ideas de sus compañeros, donde se tiene que aprender a argumentar adecuadamente sus ideas y donde se tiene que aprender a conciliar los diferentes puntos de vista que se tengan con respecto a la forma de solucionar un reto computacional. Adicionalmente, los integrantes de los equipos de maratones de programación han ido aprendiendo a desempeñar diferentes roles dependiendo de la conformación del equipo en el que están en una u otra competencia,
- Por último, y no menos importante que todos los anteriores, ayudó a mejorar en todos los integrantes de los equipos de maratones de programación las habilidades de programación y de conocimiento de temáticas en Ciencias de la Computación que no necesariamente se trabajan en el programa académico de Ingeniería de Sistemas y Computación de UTP.

REFERENCIAS

- [1] P. Morales and V. Landa, "Aprendizaje basado en problemas," *Revista Theoria*, vol. 13, pp. 145–157, Nov. 2004.
- [2] C. A. Collazos, L. Guerrero, and A. Vergara, "Aprendizaje colaborativo: un cambio en el rol del profesor," in *Proceedings of the 3rd Workshop on Education on Computing*, Punta Arenas, Chile., Nov. 2001. [Online]. Available: <http://www.dcc.uchile.cl/luguerre/papers/CESC-01.pdf>
- [3] W. Glasser, *Control Theory in the classroom*. New York: Harper & Row, 1996.
- [4] D. W. Johnson, *Cooperation in the Classroom*, 7th edition. Interaction Book Company, 1998.
- [5] D. W. Johnson, R. Johnson, and E. Holubec, *Circles of learning*, 4th edition. Edina, MN: Interaction Book Company, 1993.

- [6] S. S. Skiena and M. A. Revilla, *Programming Challenges: The Programming Contest Training Manual*. New York: Springer-Verlag, 2003.
- [7] Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS), XXV Maratón Nacional de Programación ACIS/REDIS 2011. [Online]. Available: <http://www.acis.org.co/index.php?id=1665>
- [8] Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS), Resultados Consolidados Maratón Regional Latinoamericana 2011. [Online]. Available: http://www.acis.org.co/fileadmin/Maraton_2011/2011_LATAMStandings.pdf
- [9] Red Colombiana de Programas de Ingeniería de Sistemas y fines (REDIS), Maratón de Programación. 2011. [Online]. Available: <http://rediscol.org/cmsv3/?p=210#more-210>
- [10] Circuito Colombiano de Maratones de Programación (CCMP), Competencias del año 2011. [Online]. Available: <http://acm.javeriana.edu.co/maratones/competencias-pasadas/2011-2/>
- [11] International Collegiate Programming Contest (ICPC), ICPC regionals: Eligibility decision diagram. 2011. [Online]. Available: <http://cm.baylor.edu/ICPCWiki/attach/Regional%20Rules/EligibilityDecisionTree-11.pdf>
- [12] Miguel A. Revilla. Uva Online Judge. 2011. [Online]. Available: <http://uva.onlinejudge.org>
- [13] Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), Diez mejores ECAES año 2010. [Online]. Available: http://www.icfesinteractivo.gov.co/result_ecaes/