

# Experiencias en el Desarrollo de Competencias de Programación en UTN-FRC

Ing. Lic. Julio J. Castillo   Ing. Marina E. Cardenas   Ing. Diego J. Serrano

Laboratorio de Investigación de Software MsLabs

Dpto. Ingeniería en Sistemas UTN-FRC

{jotacastillo, angelaesmeralda, diegojserrano}@gmail.com

## Resumen

El presente trabajo realiza una descripción de los resultados alcanzados en el desarrollo de competencia de programación algorítmicas desarrolladas en la UTN-FRC durante los años 2009 y 2010.

Se describe la misma como fuente de motivación de los alumnos de carreras de informática.

Se analizan los efectos de la misma y los resultados obtenidos.

**Palabras claves:** competencia de programación - algoritmos y estructuras de datos - paradigmas -

## 1. Introducción

Las competencias de programación algorítmicas son eventos realizados tanto a nivel secundario como universitario, en la cual los alumnos ponen a prueba sus destrezas y capacidad de resolución de problemas algorítmicos con el uso del computador[1].

Como antecedente más importante a nivel secundario destacamos el Torneo de Computación y Matemática, de la Organización de Matemática de Argentina(OMA) <sup>1</sup>. Este torneo se lleva a cabo en la modalidad de una competencia programación, con el objetivo de resolver problemas de matemática con ayuda de la computadora. Así, los alumnos secundarios ponen a prueba sus razonamientos y cálculos, y aprenden la manera de implementarlos

algorítmicamente para resolver un determinado problema.

Por otra parte, en el ámbito universitario a nivel internacional existe la competencia de programación ACM-ICPC<sup>2</sup> (ACM International Collegiate Programming Contest) en la que se realiza una competición local en la sede de la UBA como parte de una regional Sudamérica, y cuya final se realiza en un destino internacional propuesto por el ACM.

EL ACM-ICPC es la competencia de mayor prestigio a nivel internacional, con más de treinta ediciones, es la organizada por la ACM (Association for Computing Machinery). Está auspiciada por IBM, y cuenta con competencias regionales con sedes en diferentes países del mundo. En cuanto a su envergadura, podemos destacar que en el 2007, participaron más de 6,700 equipos provenientes de 1,821 universidades participantes. A su vez, la participación a nivel mundial se incrementa año a año.

En nuestro país la UBA (Universidad de Buenos Aires), es tradicionalmente una de las sedes

de las regionales en Sudamérica. Esta clasificatoria es una instancia previa de clasificación a las finales mundiales que consta de los 100 mejores equipos a nivel mundial.

Esta competencia consiste en escribir programas que pasen ciertos casos de prueba. Los equipos participantes son provistos de entre 8 y 10 problemas, y cuentan con 5 horas para resolverlo. Se permite grupos de 3 participantes y una máquina por equipo. Por cada programa que pase los casos de prueba se asigna un puntaje determinado,

<sup>1</sup> <http://www.oma.org.ar/nacional/cym/>

<sup>2</sup> <http://cm.baylor.edu/welcome.icpc>

luego el tiempo que tarde un equipo en resolver cada problema será tomado como una penalidad cuando haya equipos con la misma cantidad de problemas resueltos. Los enunciados de los problemas siempre son en Inglés, lo que obliga a los grupos participantes a tener un conocimiento fluido de este idioma, a los efectos de no malgastar tiempo en la lectura e interpretación de los enunciados. Más aun, el idioma juega un papel relevante ya que los equipos necesitan comprender cabalmente el problema para codificar una solución algorítmica.

Otras competencias de programación internacionalmente reconocidas son Topcoder<sup>3</sup>, y Google Code Jam<sup>4</sup>, esta última es a nivel universitario, pero es individual no grupal como el ACM-ICPC.

A nivel universitario, hasta nuestro conocimiento, los antecedentes de Competencias de Programación al "estilo ACM" en nuestro país son:

\* el 1er. Encuentro Provincial Santafesino de Programación Competitiva<sup>5</sup>, que tiene como objetivo constituirse en una instancia previa de participación de los equipos de universidades de la Provincia de Santa Fe, que pretendan participar en la instancia de la Regional Sudamericana que se realiza en la UBA. La misma se realizó en Septiembre de 2009.

\* la Primer Competencia de Programación UTN-FRC que tiene como objetivo incentivar la investigación en algoritmia en los alumnos de la Facultad, y reclutar alumnos como participantes en proyectos de investigación incubados en el Laboratorio de Investigación de Software<sup>6</sup> de la UTN-FRC. Adicionalmente se plantea el objetivo de constituirse en una instancia previa de participación antes de la Regional Sudamericana del ACM-ICPC. La misma se realizó en Octubre de 2009.

\* la competencia regional de UTN-FRSF realizada en el marco del 4º Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería en

Sistemas de Información<sup>7</sup> (CNEISI 2010), con fecha de Agosto de 2010.

\* la Segunda Competencia de Programación<sup>8</sup> UTN-FRC realizada en Noviembre de 2010.

En este artículo analizaremos los dos eventos realizados en la UTN-FRC y describiremos los resultados obtenidos a partir de su realización.

El objetivo de estos dos eventos fue poner a prueba las habilidades algorítmicas y de resolución de problemas de los equipos participantes. Este evento fue organizado por el Laboratorio de Investigación de Software MsLabs del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN-FRC. La competencia de programación surge como un proyecto de investigación incubado en el Laboratorio de Investigación de Software MsLabs que tuvo su creación en el año 2002. El objetivo de este proyecto fue fomentar la participación de alumnos en competencias de programación, y desarrollar un juez electrónico que permita corregir los problemas de manera automática.

En la sección 2 se enuncian los objetivos principales de la Competencia de Programación, la sección 3 muestra los recursos que son necesarios para la concreción de este tipo de eventos, la sección 4 describe los resultados obtenidos, y por último, la sección 5 enuncia las conclusiones obtenidas.

## 2. Objetivos de la Competencia

Los objetivos principales de la competencia de programación son los siguientes:

- Fomentar y concientizar a los alumnos acerca de la importancia de los problemas algoritmos y su resolución en forma eficaz y eficiente.
- Incentivar la auto-superación de los alumnos a través de la resolución de algoritmos y problemas estilo Code-

---

<sup>3</sup> <http://www.topcoder.com/>

<sup>4</sup> <http://code.google.com/codejam/>

<sup>5</sup> <http://www.competitiva.com.ar/>

<sup>6</sup> <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/mslabs/>

---

<sup>7</sup> <http://www.frsf.utn.edu.ar/cneisi2010/competencias>

<sup>8</sup> <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/mslabs/>

Jam(competencia de Google) o del ACM ICPC.

- Promover el estudio de la programación, estructuras de datos y algoritmos entre los estudiantes.
- Promover la difusión de los Laboratorios de Investigación de la facultad.
- Formar grupos de alumnos interesados en competencias internacionales de programación.
- Fomentar la inclusión de profesores y alumnos en la competencia de programación.

Estos objetivos coinciden en cierta medida con los objetivos que otros autores [2] y [5] se proponen para motivar a los alumnos en materias de programación.

### 3. Recursos

Para la realización exitosa de este tipo de evento, se requiere diferentes tipos de recursos. En nuestra experiencia, podemos destacar el empleo de los siguientes recursos:

- recursos humanos: comisión de organización, comisión académica, jurados, y chairs.
- recursos físicos : lugar físico en donde se va a realizar el evento. Típicamente se requiere un laboratorio de computación que cuente con un mínimo de 30 máquinas. Esto va a depender de la cantidad de inscriptos en la competencia. A su vez, también es necesaria un aula en la cual dictar una serie de charlas de "Resolución de Problemas Algorítmicos".
- recursos computacionales: además de las computadoras que necesitan los grupos participantes, es necesario otro

conjunto de computadores en la cual los jurados puedan efectuar las correcciones a los problemas.

- recursos financieros: son los recursos económicos necesarios para la promoción y difusión del evento, como cartelería, folletos, etc. También forman parte de ella los premios que se otorguen a los equipos ganadores, como así también

Los recursos humanos son evidentemente los recursos más importantes para lograr la concreción de un evento como este. Los mismos pueden subdividirse de acuerdo a su papel y responsabilidades dentro del evento:

\* profesores : que son los encargados de brindar las charlas de perfeccionamiento, y de resolución de problemas típicos de competencias de programación en la que se ejemplifican el empleo y utilización de diferentes algoritmos y estructuras de datos.

Los profesores son invitados a participar brindando una charla acerca de su tema de experiencia. Teniendo en cuenta que se trata de actividades no-remuneradas, se debe tener especial consideración para adecuar los tiempos disponibles de los disertantes con los horarios de mayor concurrencia de alumnos. Este punto es de gran relevancia, puesto que condicionará la cantidad de asistentes de las charlas lo cual influirá directamente en la cantidad de alumnos final que participarán en la competencia de programación.

\* jurados : son profesores (generalmente del área de Programación de la Facultad) que tienen la responsabilidad de efectuar las correcciones de los programas, y se responsabilizan por las mismas.

\* comisión organizadora: un conjunto de personas compuestas por docentes y alumnos en la facultad que se encargan de las tareas de promoción y difusión del evento.

\* comisión académica: formada por profesores que estará a cargo de la selección y formulación de los problemas que los equipos participantes deberán resolver en la competencia de programación.

\* chairs: personas responsables de la organización general del evento, desde la selección de jueces de las competencias hasta la selección del contenido de las charlas de las mismas. Son los principales responsables que aseguran que el evento se desempeñe con total normalidad y éxito. A su vez son los responsables de llevar un cronograma y planificación de actividades y asegurar la concreción de cada una de las actividades que se prevean en la misma.

Adicionalmente, con el objetivo de formar alumnos en la resolución de problemas algorítmicos, es que se realizó un ciclo de charlas, previo a cada una de las competencias UTN-FRC.

En el ciclo de charlas, algunas utilizaron Java como lenguaje de programación para codificar las soluciones de los problemas, pero otras en cambio, se dictaron haciendo uso de pseudocódigo.

Se permitió también que los grupos participantes tuvieran la libertad de elegir no solo el lenguaje de programación a emplear sino también el paradigma de programación en el cual desarrollar sus soluciones. Por ello se les brindó las siguientes alternativas en cuanto a paradigmas de programación:

- Paradigma de Programación Estructurado. Los lenguajes que se permitieron en la competencia fueron: C/C++/Pascal.

- Paradigma de Programación Orientado a Objetos. Los lenguajes que se permitieron en la competencia fueron: Java y C#.

- Paradigma Funcional. El lenguaje que se permitió utilizar fue Haskell.

Sin embargo, a pesar de las alternativas de lenguajes que se proveyó a los alumnos, los

mismos optaron por el lenguaje de programación Java en ambas competencias de programación.

En el caso de los alumnos de los dos primeros años esto se debe a que este es el único lenguaje de programación que han visto, al menos formalmente en la carrera Ing. en Sistemas. En el caso de los alumnos de tercer, cuarto y quinto año, ellos ya conocen Haskell, y C# que se dictan en contenidos de materias obligatorias y optativas en la carrera Ing. en Sistemas de Información de nuestra Regional.

## 4. Resultados

En la primer competencia de programación UTN-FRC, participaron 11 equipos, 31 personas en total, de los cuales resultaron ganadores los dos equipos que mejores resultados obtuvieron, en base a la cantidad de problemas resueltos y el tiempo en que resolvieron un conjunto de problemas dado.

En cuanto a la segunda competencia de programación UTN-FRC, hubo un total de 28 participantes, divididos en 12 equipos, de los cuales resultaron ganadores los dos equipos que mejores equipos que obtuvieron mejores resultados en base al mismo criterio de puntuación.

En total, más de 100 personas asistieron en las 5 charlas que se dictaron durante los meses de Octubre-Noviembre. Entre los participantes estuvieron estudiantes de Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y profesores de la carrera.

Aproximadamente un 5% de los alumnos que participaron directamente en la competencia o indirectamente a través de su asistencia a las charlas se acercaron posteriormente a los Laboratorios de Investigación de la facultad con el objetivo de incorporarse en algún proyecto de investigación existente. Dicho resultado evidencia una fuerte relación entre la participación de alumnos en competencias de programación y su futura incorporación en actividades de investigación, ya sea como becarios o integrantes en proyectos de investigación.

En la Figura 1 se muestra la distribución por año de los alumnos participantes de la Segunda Competencia de Programación UTN-FRC. En este gráfico solo se muestran los alumnos de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información.

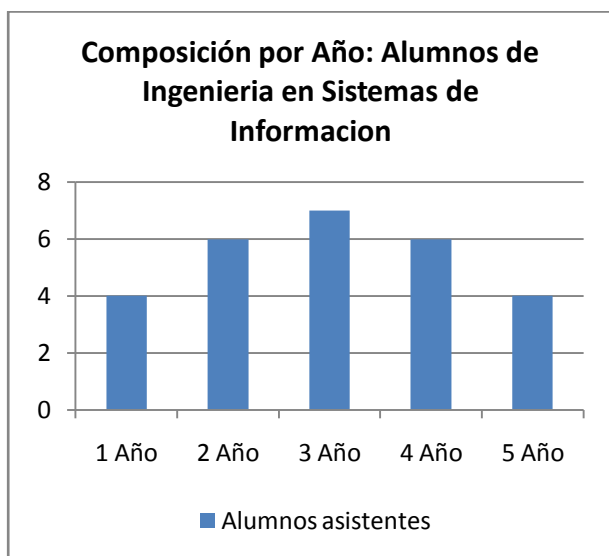


Fig.1. Participación de Alumnos por Año.

Adicionalmente en la Segunda Competencia, tuvimos un alumno de la carrera Ing. en Electrónica participando en uno de los grupos competentes.

En cuanto a su distribución es posible observar que se presenta una Distribución Normal Perfecta, centrada en los alumnos tercer año.

La manera en que se conforma esta distribución puede explicarse teniendo en cuenta que en los primeros años los alumnos aun no están completamente familiarizados con la carrera universitaria y adicionalmente sus conocimientos de algoritmia y programación son menores a los alumnos de los restantes años.

También debe tenerse en cuenta que la segunda competencia se realizó en Noviembre que en nuestra facultad es una época de exámenes finales, lo cual hace disminuir la cantidad de alumnos que se deciden a participar en el evento.

Otra variable a tener en cuenta es la cantidad de materias relacionadas a Algoritmia

y Programación que han tenido los alumnos de primer año. En Ingeniería en Sistema

Por otra parte, en Ing. en Electrónica los alumnos de primer año estudian conceptos de algoritmia y programación en una materia anual llamada "Informática I" en la que se estudian los fundamentos de algoritmos y estructuras de datos con el lenguaje de programación C++. En el segundo año de esta carrera, se dicta la materia "Informática II" que se centra en el estudio de la programación orientada a objetos, pero no se realiza un fuerte énfasis en los estudios de algoritmos. Esta es también una razón por la cual los alumnos de Ing. en Electrónica manifestaron su interés en este tipo de eventos. Más aun, en el caso de la primer competencia de programación, entre los asistentes al ciclo de charlas algorítmicas, estaban presentes dos doctorandos en Ingeniería Electrónica, que manifestaron su interés en la programación y en incrementar sus habilidades algorítmicas que no son un punto fuerte en su carrera, pero que son necesarias al momento de realizar software de control de dispositivos y manejo de estructuras de datos avanzadas como arboles, grafos, etc.

Por otra parte, cabe notar que no se registraron alumnos participantes de otras ingenierías diferentes a Sistemas o Electrónica en ninguna de las dos ediciones de la competencia.

En la competencia UTN-FRC 2010, los jueces fueron profesores del área de programación, y su presencia (en el aula donde se realizaban las correcciones de los problemas) se fue rotando debido a la extensa duración de la competencia, que duro más de 5 horas.

Se utilizó un esquema de corrección mixta (automática y manual) que nos permitió hacer una evaluación de "caja blanca", es decir, los jueces fueron observando el código de los problemas que fueron enviando los participantes. La corrección automática fue llevada a cabo a través de un programa que testeaba las soluciones enviadas a través de un

esquema de "caja negra", es decir el programa solamente comprueba que las salidas provistas por los programas sean las mismas que las salidas "gold standard" o salidas ciertas, conocidas por los jurados. El programa no realizó ningún análisis de código.

Se permitió a los participantes asistir con cualquier material de lectura, pero no se les permitió asistir con ningún tipo de información en medios magnéticos.

Se plantearon 6 problemas ideados por el MsLabs para que los participantes tuvieran una mayor disponibilidad de problemas para elegir.

Como resultado, los grupos ganadores pudieron resolver 3 de los 6 problemas planteados.

La composición de los grupos en cuanto a su género fue mixta ya que hubo varones y mujeres, e incluso grupos con integrantes que cursaban diferentes años de la carrera, por ejemplo, un equipo participante tuvo un integrante de segundo año y dos integrantes de cuarto año.

Es importante resaltar las siguientes observaciones en la realización de este evento:

- Ningún equipo ni integrante abandonó la competencia. Es decir, todos se quedaron hasta el final de la misma, aunque hubo dos grupos que no pudieron resolver ningún problema de la competencia.
- Al igual que el año 2009, los participantes demostraron gran entusiasmo e interés resolviendo los problemas de la competencia. Más aun, los autores de este artículo consideran que el involucramiento, entusiasmo y compromiso de los alumnos participantes es mayor al que se presencia en un típico examen final de una materia de la carrera. Esta última afirmación se sostiene en el hecho de que por lo general, cuando un alumno rinde el final de una materia en el que no conoce los temas en los que está siendo evaluado o bien no puede resolver su enunciado, entonces desiste fácilmente, y con mayor probabilidad en la primer hora de examen. Sin embargo, en la competencia tuvimos grupos participantes que no pudieron resolver ningún problema en más de 5hs, pero que sin embargo no desistieron y se quedaron hasta el final del evento.
- Otro gran motivo inspirador para estas competencias es que este tipo de eventos pareciera a ayudar en la retención de los alumnos en los primeros años, y más aun si tenemos en cuenta el alto nivel de deserción que se evidencia en la materia de programación Algoritmos y Estructuras de Datos. Se pretende que el desarrollo de un evento de estas características impacte en la deserción del alumno en materias de ingeniería relacionadas al estudio de la lógica y de la programación[4].
- En total se realizaron 5 charlas con un promedio de 18 asistentes por charla. Se resolvieron problemas tipos del ACM de nivel 1 y 2. Durante estas charlas se explicaron y ampliaron conceptos que se dan en materias como Algoritmos y Estructuras de Datos y Paradigmas de Programación.
- Finalmente, todos los participantes optaron por programar en Java bajo el entorno Netbeans.
- Un 5% del total de alumnos que participaron en la competencia o asistieron a las charlas de programación, manifestaron su interés en formar parte de algún proyecto de investigación. Esto fue reflejado en la creación de un nuevo proyecto de investigación incubado en el que participan un grupo de alumnos que participaron en estas competencias. Esta situación se evidencio en el Laboratorio de Investigación de Software MsLabs. Se entiende por proyecto de investigación incubado a un proyecto formado por alumnos y/o docentes, en el que se plantean un objetivo y aplican el método científico a la resolución de ese problema.

No se trata así de creación de nuevo conocimiento científico, sino de resolver de manera práctica un problema aplicando conocimientos extra-curriculares de la carrera.

Más aun, dos de los autores de este artículo comenzaron a involucrarse en la investigación científica después de haber participado en la competencia internacional ACM-ICPC.

Si se realiza una proyección de este porcentaje y el mismo se repitiera en cada una de las facultades y universidades del país, sin duda estaríamos incrementando significativamente la incorporación de jóvenes en las tareas de investigación en sus facultades respectivas y posiblemente en el sistema científico argentino en el área de ciencias de la computación.

El propósito de este artículo es también mostrar que tales experiencias son muy positivas e instar a los profesores a repetir eventos como estos en sus respectivas unidades académicas.

## 5. Conclusiones

Se evidencia un resultado prometedor en la concreción de tales eventos, tales como, lograr mayor cohesión entre alumnos y docentes, aspirar a disminuir la cantidad de deserción de alumnos en las materias de programación y de la universidad, incorporar a alumnos en tareas de investigación tomando el rol de becarios, e incentivando la auto-superación y el perfeccionamiento en programación, algoritmia y los paradigmas de programación.

En el caso de la Competencia UTN-FRC, esta actividad es articulada desde el Dpto. de Ingeniería en Sistemas de la UTN-FRC como una manera de brindar conocimientos adicionales a los alumnos de la carrera y como una manera de fomentar la integración entre profesores y alumnos.

Además, un evento de competencia de programación aumenta la sinergia entre alumnos y docentes de la carrera en general, al mismo tiempo que permite trabajar en forma cooperativa y colaborativa entre alumnos ya

que les ayuda a aprender, compartir y distribuir recursos en búsqueda de maximizar el beneficio común.

En cuanto a trabajo futuro, estudiaremos cualitativa y cuantitativamente el impacto que tiene el desarrollo de una competencia de programación en la deserción de alumnos en las materias de programación.

## 6. Referencias

[1] Bernadó, Ester y Garrell, Josep Maria y Román, Manuel y Salamó, Maria y Camps, Joan y Abella, Jaume. "Introducción a la programación en el ámbito de diversas ingenierías", Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática (Jenui), 1998.

[2] Maria Salamó, Joan Camps, Carles Vallespi, David Vernet, Xavier Llorà, Ester Bernadó, Josep Maria Garrell y Xavier González. "Iniciativas para motivar a los alumnos de Programación". Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática, España. 2001.

[3] María José García García<sup>1</sup>, María Cruz Gaya López<sup>2</sup>, Paloma Julia Velasco Quintana. "Mentoría entre iguales: alumnos que comparten experiencias y aprendizaje". JENUI 2010. España. 2010.

[4] Cernuda del Río, A., Hevia Vázquez, S., Suárez Torrente, M.C., Gayo Avelló, D. "Un estudio sobre el absentismo y el abandono en asignaturas de programación". Actas de las XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2007, pp 487-494, Teruel, Julio 2007.

[5] Durán, M., Caro, A., Rodríguez, P.G. "Una apuesta por la motivación al alumnado en las asignaturas de programación: el sistema de evaluación continuada". Actas de las IX Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2003, pp 191-196, Cádiz, Julio 2003.