

LOS CONCURSOS DE PROGRAMACIÓN COMO DETONANTE DEL APRENDIZAJE

L. G. Gutiérrez Torres¹
D. Morales Orozco²
F. J. Martínez López³

RESUMEN

El presente documento describe la implementación de estrategias didácticas en el Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato que se han llevado a cabo con el objetivo de complementar la formación de ingenieros en sistemas computacionales. Estas estrategias tienen como eje principal la participación en eventos locales, regionales y nacionales del concurso de programación International Collegiate Programming Contest (ICPC) de la Association for Computing Machinery (ACM). En estos concursos de programación se resuelven problemas computacionales mediante el uso de algoritmos avanzados. La participación en estos eventos ha generado diversos beneficios, no solo en los alumnos y docentes participantes sino en general ha sido propiciado un impulso importante en el aprendizaje en varias materias dentro de la institución.

ANTECEDENTES

Está comprobado que programas como las Olimpiadas de la Ciencia y los concursos universitarios de programación generan alumnos competitivos, disciplinados, con metas fijas y con altos ideales (Verhoeff, 1997). Además, promueven en estos alumnos la capacidad de ingresar a programas de alto rendimiento que les permiten aprender a ritmos y niveles muy diferentes a los de los programas curriculares comunes.

Regueras et. al (2009) afirman que un elemento competitivo actúa como un incentivo para que todos los estudiantes pongan más esfuerzo en cualquier actividad.

La preparación de alumnos en estos concursos de programación tiene como objetivos elevar el nivel de competitividad en el desarrollo de aplicaciones tanto en alumnos de las carreras de Ingeniería en Sistemas como de Informática, lograr que el ITSUR adquiriera una presencia nacional en el ámbito de los concursos de programación además de complementar la formación de ingenieros en informática y sistemas en una de las áreas más importantes para ellos, la programación de aplicaciones.

A partir del año 2010, el ITSUR ha participado en diversos concursos de programación, principalmente en el concurso universitario denominado ACM-ICPC, el cual es el principal referente de estos eventos a nivel mundial.

El concurso ACM-ICPC

El concurso universitario internacional de programación cuyo nombre en inglés es International Collegiate Programming Contest (ICPC) es una competencia que fomenta la creatividad, el trabajo en equipo y la innovación en la creación de programas de cómputo (Audrito, 2012), además de que permite a los estudiantes universitarios probar sus

¹ Profesor de Tiempo Completo. Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. licgerman@itsur.edu.mx.

² Profesor de Tiempo Completo. Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. d.morales@itsur.edu.mx.

³ Profesor de Tiempo Completo. Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. fj.martinez@itsur.edu.mx.

habilidades y mejorar su capacidad de resolución de problemas utilizando un lenguaje de programación.

El ACM-ICPC es una competencia de programación de computadoras organizada por la organización estudiantil ACM, en la cual compiten universidades de todo el mundo en diferentes etapas. El concurso es patrocinado por la empresa IBM. Tiene sus oficinas centrales en la Universidad Baylor, con regiones autónomas en seis continentes.

Alcance e importancia del concurso

Este concurso es la prueba universitaria más importante del mundo, y este sirve como un método muy efectivo para mejorar no sólo las habilidades de programación sino la comprensión en profundidad de los algoritmos subyacentes en los problemas. Solamente en México, la participación llega hasta los 170 equipos formados por grupos de tres estudiantes procedentes de universidades de todo el país, incluyendo instituciones públicas y privadas.

Cada año se celebra una final regional que incluye México y Centroamérica. La organización de este evento se divide en cuatro sedes en Monterrey, Guadalajara, Querétaro y Zamora. Las universidades pueden ir a cualquiera de estas sedes a participar.

A nivel internacional participan miles de equipos de todo el mundo y anualmente se celebra una final en la cual se concentran hasta trescientas universidades en una sola sede. Participan universidades como Harvard, el Instituto Tecnológico de Massachusetts, la Universidad de Tokio y Stamford, entre otras.

Evaluadores automáticos

Los concursos de programación utilizan sistemas de evaluación de programas automatizados, los cuales también se conocen como jueces en línea o jueces automáticos. Este tipo de jueces evalúan los programas que realizan los equipos durante el concurso. La evaluación es automática e inmediata. Cada uno de los equipos envía la solución de los problemas a través de este juez automático y recibe una calificación de forma casi inmediata.

Para practicar, antes de asistir a los concursos de programación, los alumnos pueden utilizar este tipo de jueces automáticos en línea, los cuales se encuentran en diversos sitios de internet y contienen además del evaluador, cientos de problemas para ejercitarse y poner en práctica sus habilidades.

Entre los jueces automáticos en línea más utilizados se encuentran:

- Uva online judge, un juez de la Universidad de Valladolid, España. (<http://uva.onlinejudge.org/>)
- Sphere online judge (<http://www.spoj.com/>)
- TopCoder (<http://www.topcoder.com/>)
- Code forces (<http://www.codeforces.com>)
- Caribbean Online Judge, de Cuba (<http://coj.uci.cu/>)
- OmegaUp, de México (<http://omegaup.com>)

En la Figura 1 se muestra un ejemplo de cómo luce un problema dentro de un juez automático en línea.

1153 - RSA Factorization

Descripción

The positive integer n is given. It is known that $n = p * q$, where p and q are primes, $p \leq q$ and $|q - kp| \leq 10^5$ for some given positive integer k . You must find p and q .

Especificación de entrada

Each line contains integers n ($1 < n < 10^{120}$) and k ($0 < k < 10^8$).

Especificación de salida

For each pair of numbers n and k print in separate line the product $p * q$ such that $p \leq q$.

Ejemplo de entrada

```
35 1
121 1
1000730021 9
```

Ejemplo de salida

```
5 * 7
11 * 11
10007 * 100003
```

Figura 1. Descripción de un problema típico en un evaluador automático en línea, <http://coj.uci.cu/index.xhtml?lang=es>

METODOLOGÍA

El trabajo desarrollado durante los últimos cuatro años de participación en concursos de programación incluye la preparación de los alumnos en una labor extra clase, comúnmente en fines de semana, con un equipo de trabajo formado por docentes de las carreras de Ingeniería en Sistemas y de Ingeniería en Informática. El proceso incluye varias actividades como la capacitación de docentes en diversos cursos de programación, el uso de jueces automáticos en línea de diversos sitios en Internet, la generación de concursos internos periódicos y la organización de concursos de alcance regional en el sur del Estado de Guanajuato.

Participación en el Concurso de programación ACM-ICPC

Las competencias de programación son un reto importante y para obtener buenos resultados se debe tener un buen nivel y una cantidad de horas de práctica adecuada. La estrategia utilizada para la formación de alumnos con buenos resultados ha seguido varios pasos que se presentan a continuación. Estos pasos se han desarrollado los últimos años desde el mes de febrero o marzo hasta el mes de noviembre, en el cual se efectúa la final nacional.

El primer paso consiste en una capacitación básica en el desarrollo de algoritmos de programación para los alumnos que apenas comienzan a participar en este tipo de eventos. Este primer entrenamiento incluye cuestiones básicas de entrada y salida de datos, manejo de arreglos, estructuras de datos básicas, ordenamiento, manejo de cadenas de texto y uso de métodos incorporados en el lenguaje.

El segundo paso incluye el uso de evaluadores automáticos en línea, principalmente el juez cubano denominado Caribbean Online Judge (COJ), el cual incluye cientos de problemas y es una base importante del entrenamiento. También se utiliza el juez mexicano Omega Up, el cual permite un tipo diferente de evaluación en base a casos de prueba individuales, además permite construir y agregar problemas nuevos en la plataforma y lo más importante, ofrece la funcionalidad de generación de concursos personalizados.

Una vez que los alumnos tienen práctica con el manejo de los evaluadores y los tipos de problemas que aparecen en estos sitios, el siguiente paso es organizar competencias internas. Durante varios meses se organizan concursos internos con un grupo de entre diez y veinte alumnos. Para llevar a cabo estas competencias se utiliza el COJ en algunas ocasiones y el Omega Up en otras. Los eventos se llevan a cabo aproximadamente cada quince días, durante los sábados para no interrumpir las actividades académicas de los alumnos.

El cuarto paso de nuestro proceso consiste en la participación en concursos de preparación. Cada año se efectúan al menos dos concursos de preparación en los cuales participan dos equipos del ITSUR de tres integrantes cada uno. Los resultados en los concursos internos determinan quienes son los alumnos que representan a la institución en los eventos de preparación.

El quinto y último paso del proceso es la participación en la final nacional, la cual se lleva a cabo en el mes de noviembre cada año. A esta final acuden aproximadamente 170 equipos del país. Para llegar a esta final nacional es un requisito haber participado en al menos un concurso de preparación y resolver al menos un problema durante los eventos de preparación.

Institucionalización

Los beneficios de preparar alumnos para este evento se han visto reflejados de manera institucional ya que cada año crece el número de alumnos que participan en el entrenamiento y en los concursos internos permitiendo con esto que incremente el número de alumnos beneficiados.

Para el año 2014 se cuenta con la participación de cuatro docentes de las carreras de Ingeniería en Sistemas e Ingeniería en Informática, además, se ha incrementado el número de alumnos notablemente. En el 2010, la cantidad de participantes apenas llegaba a los seis alumnos, pero en 2014 se encuentran entrenando más de 30 estudiantes de ambas carreras y de diferentes niveles, desde segundo hasta octavo semestre.

Otro beneficio institucional muy importante es el uso de los evaluadores automáticos en las materias de programación. Docentes y alumnos de las materias “Fundamentos de Programación”, “Programación Orientada a Objetos”, “Estructura de datos” e “Inteligencia artificial” utilizan actualmente los sistemas de evaluación en línea para practicar, realizar tareas e inclusive para efectuar exámenes. Los jueces automáticos en línea permite que le docente genere un concurso que servirá como una evaluación parcial de su materia ya que incluye problemas relativos a los temas vistos en clase y facilita entre otras cosas:

- Entregar los problemas a los estudiantes.
- Evaluar automáticamente.
- Entregar resultados de la evaluación.
- Retroalimentar a los alumnos.
- Implementar un sistema de evaluación claro y objetivo.

La Figura 2 muestra un ejemplo de un evaluador automático con los diversos problemas que forman parte de la evaluación y los resultados de la misma.

User	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total
1 Andrei	100 24 (1)	100 7 (1)	100 4 (1)	100 6 (1)	100 48 (1)	100 2 (1)	100 6 (1)	100 4 (1)	100 4 (1)	100 12 (1)	1000 117
2 juvencx (Jose Juvenal)	100 149 (1)	100 151 (1)	100 151 (1)	100 220 (1)	100 149 (1)	100 149 (1)	0 0 (0)	100 217 (1)	100 149 (3)	100 235 (3)	900 1570
3 jorge1797	100 131 (1)	100 133 (1)	100 8 (1)	100 110 (1)	100 58 (1)	100 12 (2)	0 0 (0)	100 8 (1)	50 64 (1)	100 30 (1)	850 554
4 Cachorro (Isidro A. A.)	100 218 (3)	0 0 (0)	100 17 (1)	100 10 (1)	100 5 (1)	100 6 (1)	0 0 (4)	100 10 (1)	100 5 (1)	100 158 (1)	800 429
5 puruandiro (José Iván Alvarez Guiza)	0 0 (0)	56 188 (1)	100 1 (1)	66 142 (1)	100 18 (1)	100 3 (1)	100 0 (1)	100 1 (1)	100 0 (1)	37 142 (3)	759 495

Figura 2. Ejemplo de los resultados del evaluador OmegaUP. <https://omegaup.com/>

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del proyecto han sido excelentes. Cada año se han mejorado las posiciones en los concursos de programación. En la sede Zamora del evento ACM-ICPC, en la cual participan aproximadamente cuarenta equipos, se han obtenido los siguientes resultados: en el año 2010, el lugar 15, en 2011 se logró el lugar 8, para el año 2012 se llegó al tercer lugar y en el año 2013 el ITSUR obtuvo el primer lugar en la sede, como se ilustra en la Figura 3.

En el evento nacional del concurso ACM-ICPC participan las universidades más reconocidas del país y también se han obtenido resultados importantes, sobre todo, presentando una mejora año con año. En el 2013 el ITSUR logró el octavo lugar de México y Centro América mostrando un ascenso constante en las posiciones ya que en 2010 ocupó el lugar 150, en 2011 el lugar 75 y en 2012 el lugar 29. Estos resultados son trascendentales para una institución que apenas rebasa una matrícula de mil alumnos.

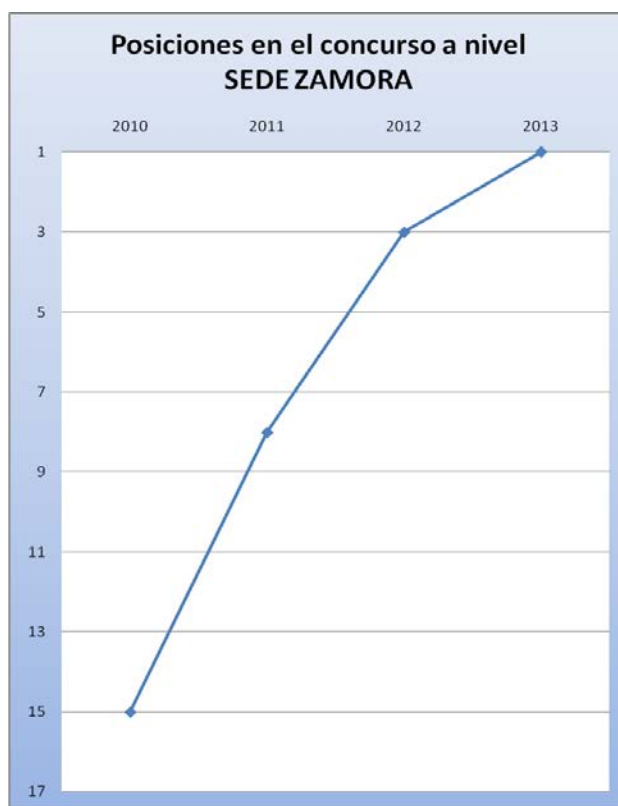


Figura 3. Resultados en los últimos cuatro años en la sede Zamora

La Figura 4 presenta la lista de resultados del concurso, en el cual se puede apreciar el ITSUR en el lugar ocho de la tabla al lado de las universidades más importantes del país, entre las que se encuentra el Instituto Politécnico Nacional, la UNAM, El Instituto Tecnológico de Monterrey y la Universidad Autónoma de Nuevo León entre otros.

for The 2013 Mexico & Central America Regional Contest

Place	Institution	Team	Problems solved
1	Escuela Superior De Computo Instituto Politecnico Nacional (Mexico)	Hurones Pwneadores	5
2	Universidad Autónoma de Aguascalientes (Mexico)	Peludos	4
3	Universidad Panamericana Campus Bonaterra (Mexico)	Los Chidory	4
4	ITESM Campus Monterrey (Mexico)	Locos	3
5	Universidad Nacional Autónoma de México (Mexico)	PU++	3
6	Escuela Superior De Computo Instituto Politecnico Nacional (Mexico)	Kernel Paaaaanic!	3
7	Universidad Autónoma de Nuevo Leon (Mexico)	En la line	3
8	Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato (Mexico)	ITSUR-MIXLANG CODERS	3
9	Universidad Tecnológica de la Mixteca (Mexico)	Mictlan Guardians	2
10	Facultad de Estudios Superiores Acatlán - UNAM (Mexico)	Burst Programming	2
11	Universidad de Guanajuato - CIMAT (Mexico)	Nautilus	2

Figura 4. Lista de primeros lugares a nivel nacional. <http://icpc.baylor.edu/>

Avance del ITSUR a nivel nacional

En la Figura 5 se puede apreciar claramente un avance en los resultados a nivel nacional ya que en el 2010 apenas se logró el lugar 131, en 2011 la posición 65, en 2012 se ganó el lugar 26 y este año se obtuvo el octavo lugar.

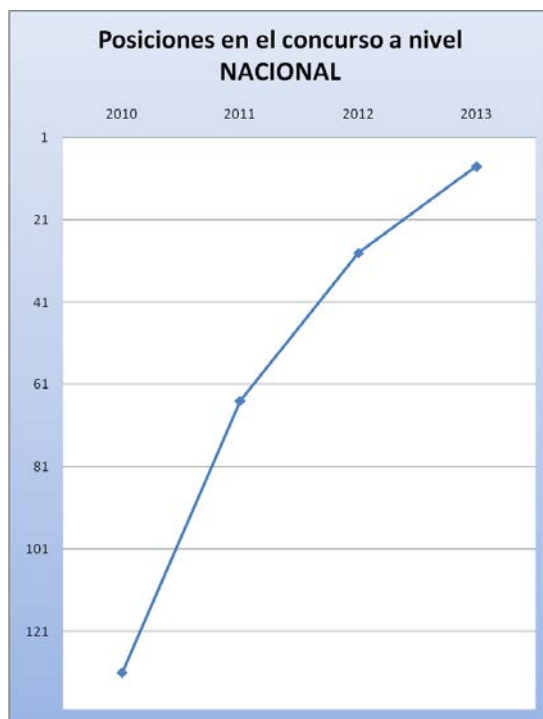


Figura 5. Resultados en los últimos cuatro años en la sede Zamora

CONCLUSIONES

El obtener estos resultados y estos avances no ha sido una tarea fácil y no es de la noche a la mañana que se han logrado, esto es resultado del trabajo de profesores del ITSUR que junto con los alumnos han estado comprometidos al punto de entrenar durante fines de semana y días feriados para no entorpecer las actividades académicas cotidianas.

Además de preparar concursos en línea para que los alumnos practiquen y organizar concursos de preparación en el cual se invitan a otras instituciones, se ha requerido de mucho esfuerzo extra pero los resultados y los beneficios que han traído a los alumnos retribuyen con creces el esfuerzo invertido, tanto de los alumnos, los docentes y el personal administrativo que se ha involucrado en el proyecto.

Es importante recalcar que los evaluadores automáticos representan una oportunidad enorme en las materias de programación ya que actualmente no son muy utilizados y mucho menos dentro del aula.

BIBLIOGRAFÍA

- Regueras, L.M., Verdu, E., Munoz, M.F., Pérez, M.A., de Castro, J.P. & Verdu, M.J. (2009). Effects of Competitive E-Learning Tools on Higher Education Students: A Case Study. *IEEE Transactions on Education*, 52(2), 279-285.
- Verhoeff, T. (1997). The Role of Competitions in Education. Recuperado el 12 de agosto de 2011, de <http://olympiads.win.tue.nl/loi/loi97/ffutwrlld/competit.html>, el 25 de junio de 2011
- Audrito, G. (2012). The Role of Contests in Changing Informatics. *Olympiads in Informatics*, 3-20.