

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

Facultad 4, Departamento de Técnicas de Programación y Sistemas Digitales



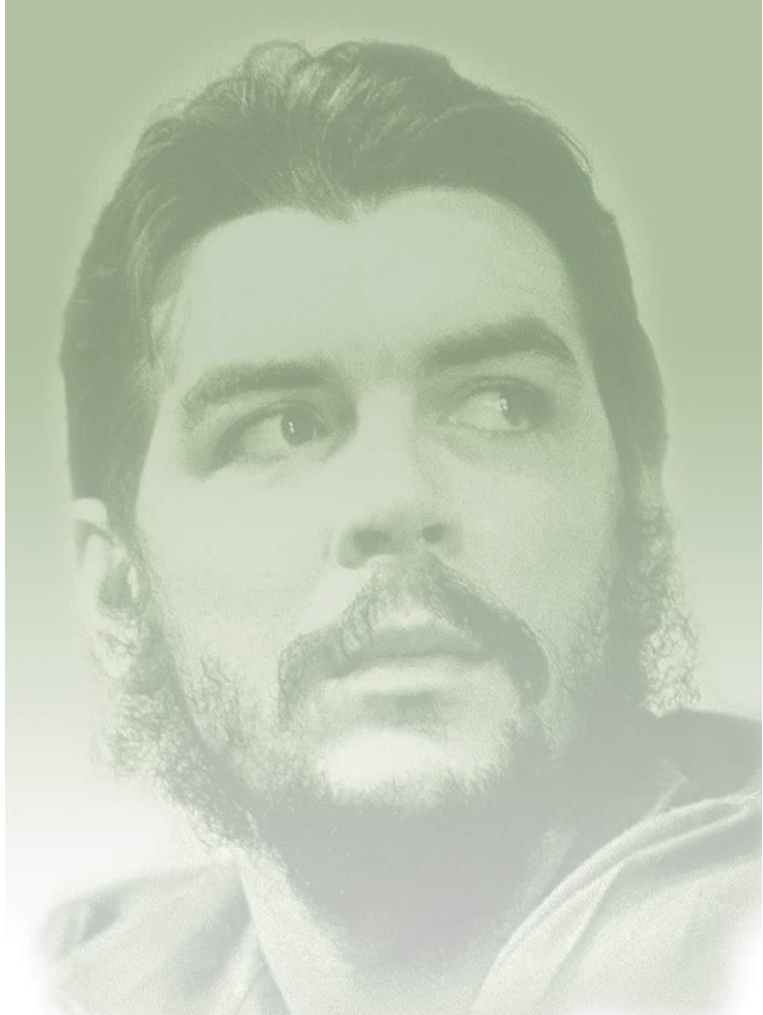
**Modelo para la selección de problemas y la aplicación de
competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces
Caribeño del ACM-ICPC**

Trabajo final presentado en opción al título de
Máster en Informática Avanzada

Autor: Ing. Yonny Mondelo Hernández

Tutor: Dra. C. Dunia María Colomé Cedeño

La Habana, julio de 2018



“El revolucionario verdadero está guiado por grandes sentimientos de amor”.

“Seamos realistas, y hagamos lo imposible”.

Ernesto Guevara de la Serna

Declaración Jurada de Autoría

Declaro por este medio que yo, Yonny Mondelo Hernández, con carné de identidad 85112706947, profesor de la Universidad de las Ciencias Informáticas, soy el autor principal de la presente tesis: “Modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC” presentada en opción al grado científico de Máster en Informática Avanzada. Fue desarrollada como parte de la 2da edición de la Maestría en Informática Avanzada, y como autor principal de la tesis declaro que autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso de la misma en su beneficio, así como otorgarle derechos patrimoniales con carácter exclusivo.

Para que así conste, se firma la presente declaración jurada de autoría en La Habana, a los _____ días del mes de _____ del año _____.

Firma del Autor

Ing. Yonny Mondelo Hernández

Firma del Tutor

Dra. C. Dunia María Colomé Cedeño

Dedicatoria y Agradecimientos

Dedicatoria:

A mi madre, que siempre soñó verme en momentos así.

Agradecimientos:

A mis profesores, aquellos que han puesto un grano de arena en lo que soy hoy, porque la verdad es que no se logra nunca nada solo. A mis colegas de la maestría, a mis compañeros de trabajo, a los profesores del Movimiento, y a mis alumnos. A mi tutora que no dudó en dar un paso al frente cuando lo necesité. A mi novia que siempre me apoyó incondicionalmente, y que estuvo presente en cada momento importante. A mis amigos en general por alentarme...

RESUMEN

El Concurso Internacional Universitario de Programación auspiciado por la Asociación de Máquinas Computadoras es uno de los eventos académicos más antiguos, grandes y prestigiosos del mundo; se realiza anualmente y se le conoce por ACM-ICPC o simplemente ICPC. Equipos de tres estudiantes se enfrentan contra reloj a problemas de programación, generalmente algorítmicos y matemáticos, creados por experimentados grupos de jueces. Estos últimos deben tener en cuenta múltiples requisitos de estandarización y seguridad de la información asociada a la selección de los problemas utilizados y a la aplicación de competencias oficiales. En el Caribe, una implementación efectiva de los concursos clasificatorios locales y nacionales depende de diversos factores humanos y tecnológicos, de una adecuada planificación, y del esfuerzo colaborativo de los miembros del Comité de Jueces Caribeño, para evitar que subsistan dificultades que afecten la calidad y prestigio del evento. En la presente investigación se desarrolla un modelo basado en la integración de herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo, que contribuye a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño; apoyado en una infraestructura que integra herramientas de software para instrumentar satisfactoriamente los objetivos de la organización. Además, se consolidan un conjunto de buenas prácticas y experiencias que guían el trabajo del comité. Se aplicaron métodos y técnicas científicas de validación para constatar los resultados obtenidos y demostrar la veracidad de la hipótesis científica que sustentó la investigación.

Palabras clave: ACM-ICPC, competencia de programación, problema de programación, estandarización, seguridad de la información.

ABSTRACT

The International Collegiate Programming Contest sponsored by the Association of Computing Machines is one of the oldest, largest and most prestigious academic events in the world; contest is done annually and is known by ACM-ICPC or simply ICPC. Teams of three students face clockwise programming problems, usually algorithmic and mathematical, created by experienced groups of judges. These judges must take into account multiple requirements of standardization and security of the information associated with the selection of the problems used and the application of official programming contests. In the Caribbean, an effective implementation of local and national qualifying competitions depends on various human and technological factors, adequate planning, and the collaborative effort of members of the Caribbean Judges Committee, to avoid difficulties that affects the quality and prestige of the event. In this research, a model based on the integration of tools, good practices and work procedures is developed, which contributes to the standardization and security of the information associated with the selection of problems and the application of official programming contests by the Caribbean Judges Committee; supported by an infrastructure that integrates software tools to satisfactorily implement the objectives of the organization. In addition, a set of good practices and experiences that guide the work of the committee were consolidated. Scientific validation methods and techniques were applied to verify the results obtained and to demonstrate the veracity of the scientific hypothesis that supported the research.

Keywords: ACM-ICPC, programming contest, programming problem, standardization, information security.

Tabla de contenidos

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I - MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DEL PROCESO DE GESTIÓN DE CONCURSOS Y EJERCICIOS DE PROGRAMACIÓN PARA EL ACM-ICPC	9
1.1 El desarrollo científico y tecnológico en la sociedad actual.	9
1.2 Principales competencias de programación, en empresas y organizaciones.....	10
1.2.1 Olimpiadas Internacionales de Informática (IOI).	10
1.2.2 Google: Code Jam y Code Jam Distribuido.	11
1.2.3 Facebook: Hacker Cup.	12
1.2.4 Microsoft: Bubble Cup.....	12
1.2.5 Conclusiones del epígrafe.....	13
1.3 El Concurso Internacional Universitario de Programación del ACM.	14
1.3.1 Análisis comparativo de las competencias regionales del Concurso Internacional Universitario de Programación del ACM.....	15
1.3.2 Final Mundial del Concurso Internacional Universitario de Programación del ACM.	20
1.3.3 Conclusiones del epígrafe.....	21
1.4 Herramientas y tecnologías utilizadas en el ICPC.	21
1.4.1 Jueces en línea de programación.....	21
1.4.2 Software para la gestión de problemas de programación.....	27
1.4.3 Aplicaciones para la gestión de competencias de programación.	32
1.4.4 Conclusiones del epígrafe.....	35
CAPÍTULO II - DESARROLLO DEL MODELO PARA LA SELECCIÓN DE PROBLEMAS Y APLICACIÓN DE COMPETENCIAS OFICIALES DE PROGRAMACIÓN POR EL COMITÉ DE JUECES CARIBEÑO DEL ACM-ICPC	37
2.1 Diagnóstico del proceso de gestión de concursos oficiales y ejercicios de programación para el ACM-ICPC en la región caribeña.....	37
2.2 Diagnóstico del proceso de gestión de concursos oficiales y ejercicios de programación en Cuba.	38
2.3 Principios, cualidades y premisas para la concepción del modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.	40
2.4 Concepción del modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.	48
2.4.1 Actividades durante el inicio de un ciclo competitivo.	49
2.4.2 Componente 1: Gestión de Problemas de Programación.....	50
2.4.3 Componente 2: Gestión de Competencias de Programación.	56

2.4.4 Componente 3: Gestión de Miembros del Comité.	57
2.4.5 Componente 4: Gestión de Recursos Tecnológicos.....	57
CAPÍTULO III - INSTRUMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO PARA LA SELECCIÓN DE PROBLEMAS Y APLICACIÓN DE COMPETENCIAS OFICIALES DE PROGRAMACIÓN POR EL COMITÉ DE JUECES CARIBEÑO DEL ACM-ICPC	61
3.1 Descripción de la muestra utilizada para realizar el proceso de validación.	61
3.2 Aplicación del método Criterio de Expertos.....	62
3.3 Aplicación de la Técnica de ladov para medir la satisfacción.	64
3.4 Encuesta a especialistas de Informática sobre herramientas y tecnologías usadas.....	68
3.5 Cuasiexperimento para evaluar la estandarización de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.....	69
3.6 Triangulación metodológica de los métodos científicos aplicados.	72
CONCLUSIONES GENERALES	74
RECOMENDACIONES.....	75
BIBLIOGRAFÍAS	76
ANEXOS	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Participación de estudiantes en los concursos del ACM-ICPC (BAYLOR ICPC TEAM, 2018).....	14
Ilustración 2 - División de Súper Regiones del ACM-ICPC hasta 2017 (ACM-ICPC, 2018)	16
Ilustración 3 - División de Súper Regiones a partir de 2017 (BAYLOR ICPC TEAM, 2018).....	16
Ilustración 4 - Modelo de Nonaka y Takeuchi para el ciclo de producción del conocimiento. (Gómez, 2006).....	43
Ilustración 5 - Concepción del modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC «elaboración propia»....	49
Ilustración 6 - Componente “Gestión de Problemas de Programación” - Estructura general de los problemas «elaboración propia».	54
Ilustración 7 - Índice Porcentual de concordancia de los expertos «elaboración propia».	64
Ilustración 8 - Porcentaje de satisfacción de los usuarios con el modelo «elaboración propia».	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Resumen comparativo de los regionales del ACM-ICPC «elaboración propia».	20
Tabla 2 - Resumen comparativo de los jueces en línea; mayo de 2018 «elaboración propia».	27
Tabla 3 - Resumen comparativo de planes gratis de las plataformas de administración de repositorios «elaboración propia».....	29
Tabla 4 - Resumen por años de las principales tecnologías utilizadas en los locales y nacionales del ACM-ICPC en el Caribe, y de la cantidad de problemas empleados en cada competencia oficial «elaboración propia».	58
Tabla 5 - Distribución de expertos según su nivel de competencia «elaboración propia».	62
Tabla 6 - Composición de expertos involucrados en la validación «elaboración propia».	63
Tabla 7 - Cuadro Lógico de ladov «modificado por el autor».....	65
Tabla 8 - Composición de personas involucradas en la validación «elaboración propia».	66
Tabla 9 - Composición de especialistas involucrados en la validación «elaboración propia».	68
Tabla 10 - Resultados del cuestionario aplicado a especialistas de Informática «elaboración propia».	69
Tabla 11 - Estandarización de las propuestas de problemas de programación enviadas al CJC «elaboración propia».....	71
Tabla 12 - Estandarización del proceso de votaciones, los conjuntos de problemas y los editoriales «elaboración propia».	71
Tabla 13 - Resultados de la triangulación metodológica inter-métodos «elaboración propia».	72
Tabla 14 - Operacionalización de las variables de la hipótesis «elaboración propia».	79
Tabla 15 - Fuentes de argumentación del conocimiento de los expertos «modificado por el autor».	84
Tabla 16 - Resultado de la encuesta aplicada a los candidatos a expertos para determinar nivel de competencia «elaboración propia».....	85
Tabla 17 - Respuestas dadas por los expertos para cada indicador «elaboración propia».....	85
Tabla 18 - Participación de estudiantes en los concursos regionales del ACM-ICPC LATAM en el ciclo 2017-2018.	89

INTRODUCCIÓN

El Concurso Internacional Universitario de Programación conocido por ACM-ICPC, o simplemente ICPC¹, es un evento de programación de computadoras que auspicia anualmente la Asociación de Máquinas Computadoras (ACM)². Surgió en 1970 a partir de un concurso celebrado en la Universidad de Texas A&M, organizado por la sociedad honorífica Upsilon Pi Épsilon (UPE)³, y desde entonces ha tenido un crecimiento acelerado en las cantidades de equipos, instituciones y países participantes. (ACM-ICPC, 2018)

En los últimos 20 años la participación de estudiantes en el ICPC ha crecido en más de un 2000%; sólo en el ciclo de competencias 2017-2018 participaron 49,935 estudiantes, agrupados en 16645 equipos, representando a 3,098 instituciones de 111 países, en unas 530 sedes situadas alrededor de los seis continentes [alrededor de 17850 competidores más que en el ciclo 2013-2014; 9650 competidores más que en el ciclo 2015-2016; 3550 competidores más que en el ciclo 2016-2017] (BAYLOR ICPC TEAM, 2018). A nivel mundial y desde el año 1997, el evento fue patrocinado por la empresa *International Business Machines* (IBM)⁴, y desde entonces la participación se incrementó en un 1800% hasta que en el año 2017 IBM terminó sus dos décadas de patrocinio. Lo anterior permite afirmar que el ACM-ICPC es uno de los eventos académicos más antiguos, grandes y prestigiosos del mundo.

En la actualidad, múltiples son las herramientas de software que se utilizan en función del ICPC. No pocas organizaciones y empresas han decidido realizar eventos con características similares al ICPC para reclutar personal talentoso en la programación y la habilidad de resolución de problemas. Por más de cuatro décadas, el ICPC ha crecido para convertirse en un importante evento educacional, en un programa global competitivo que eleva las aspiraciones y el desempeño de las generaciones de estudiantes en el mundo, dedicadas a resolver problemas de las ciencias de la computación y la ingeniería en general (BAYLOR ICPC TEAM, 2018), (ACM-ICPC Champions, 2018), (ACM-ICPC Challenge, 2018).

Durante los últimos diez años (2008-2018), el fortalecimiento del ICPC en la región de América Latina y el Caribe se ha hecho notar, con principales exponentes en países como Brasil y Argentina; seguidos (fundamentalmente en términos de resultados y participación) por Cuba, Colombia, Venezuela, Perú y República Dominicana (ACM-ICPC Caribe, 2017), (ACM-ICPC, 2018), (Ripoll, 2018). Durante ese tiempo, la Comunidad Caribeña del ACM-ICPC se ha convertido en referencia dentro de la región, en materia de entrenamientos relacionados con la Programación Competitiva.

¹ <http://cm.baylor.edu>

² <http://www.acm.org>

³ <http://upe.acm.org/upe>

⁴ <http://www.ibm.com/university/acmcontest>

El Movimiento de Programación Competitiva “Tomás López Jiménez” (MPC-TLJ) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)⁵ es promotor de la creación del Juez en Línea Caribeño en el año 2010 y en el año 2013 de la Forja Caribeña de la Mente; ambos sistemas son frutos del constante y arduo trabajo realizado en materia de programación competitiva (MPC-TLJ & COJ, 2018), (MPC-TLJ & CMF, 2016). De igual manera, el MPC-TLJ ha organizado desde el año 2010, cursos y campamentos internacionales de entrenamiento que han sido impartidos en Cuba, Jamaica, Trinidad y Tobago, República Dominicana y México. Aunque sin dudas, el más importante de ellos es el Campamento Caribeño de Entrenamiento para el ACM-ICPC, que se celebra anualmente en la UCI con equipos de América Latina (en gran medida equipos clasificados a finales mundiales del ACM-ICPC, previas y/o del año en cuestión) y del cual constan un total de diez ediciones (MPC-TLJ & ACM-ICPC Caribe, 2018).

Por más de una década, antes del año 2017, para seleccionar los equipos que clasificaban a la Final Mundial del ACM-ICPC, se realizaron competencias en seis grandes súper regiones del mundo; específicamente en América Latina y el Caribe⁶, América del Norte⁷, África y el Medio Oriente⁸, Pacífico del Sur⁹, Europa & Rusia¹⁰ y Asia¹¹. Sin embargo, desde el año 2017, algunas de estas súper regiones fueron estratégicamente divididas en secciones más pequeñas con el objetivo de organizar e instrumentar los concursos regionales con mejor calidad y representatividad. En la actualidad, se realizan competencias en nueve grandes súper regiones del mundo, específicamente en América Latina y el Caribe¹², América del Norte¹³, África y el Medio Oriente¹⁴, Pacífico del Sur¹⁵, Europa¹⁶ (que ahora participa sin Rusia) y Asia que por su extensión se ha dividido en cuatro súper regiones; Eurasia del Norte¹⁷, Asia del Occidente¹⁸, Asia del Oriente¹⁹ y Asia del Pacífico²⁰ (que incluye aquellos países situados en la península sur-oriental del continente asiático).

Hasta el 2017, el concurso regional de América Latina y el Caribe se realizó de manera simultánea y distribuida en cinco regiones, las cuales por razones logísticas se suelen dividir presencialmente en alrededor de diez países/sedes, aunque son más de 20 los países representados en la competencia;

⁵ <http://www.uci.cu>

⁶ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/latin-america-2016>

⁷ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/north-america-2016>

⁸ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/africa-middle-east-2016>

⁹ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/south-pacific-2016>

¹⁰ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/europe-2016>

¹¹ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/asia-2016>

¹² <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/latin-america-2017>

¹³ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/north-america-2017>

¹⁴ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/africa-middle-east-2017>

¹⁵ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/south-pacific-2017>

¹⁶ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/europe-2017>

¹⁷ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/northern-eurasia-2017>

¹⁸ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/awc-2017>

¹⁹ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/aec-2017>

²⁰ <https://icpc.baylor.edu/regionals/finder/apsep-2017>

estos países suelen ser Brasil, Colombia, Venezuela, Perú, Chile, Bolivia, Argentina, México, Cuba y República Dominicana. En la competencia regional del año 2017, se oficializaron sedes en Panamá, Costa Rica y Puerto Rico y, por primera vez se independizó de México la región de América Central, elevando a seis el total de competencias regionales de América Latina y el Caribe.

Desde los inicios de esta competencia en la región, el Comité de Jueces Latino-americano del ACM-ICPC (CJLATAM) es la organización encargada y responsable de garantizar los conjuntos de ejercicios²¹ que son utilizados en el concurso regional de América Latina y el Caribe. Independientemente de la cantidad de países y sedes, cada año el concurso regional se realiza con un único conjunto de problemas para todos los concursantes de la región, elevando aún más los requisitos asociados a esta tarea.

Desde el año 2010, como una de las regiones oficialmente inscritas al ACM-ICPC de América Latina, el Caribe se insertó activamente en los ciclos competitivos, donde con el tiempo se ha llegado a implementar/desarrollar tres sedes físicas (en Cuba, Puerto Rico y República Dominicana), en las cuales se compite para obtener los cupos de clasificación a la Final Mundial del ACM-ICPC que se celebra cada año (ACM-ICPC, 2018). En el ciclo competitivo 2017-2018, el Caribe se encuentra entre las regiones con mayor cantidad de equipos clasificados a la Final Mundial; Cuba, México y Brasil son los únicos países de América Latina que tienen tres o más equipos clasificados.

En la región del Caribe, a diferencia de la mayoría de las restantes regiones de América Latina, se realizan concursos de clasificación a nivel nacional; típicamente suelen implementarse en Cuba, Jamaica, República Dominicana y Puerto Rico. Además, como un paso previo a los concursos nacionales se realizan concursos de clasificación a nivel local/institucional en más de 40 universidades caribeñas, los cuales son realizados de manera simultánea y centralizada sobre el Juez en Línea Caribeño (COJ); los equipos compiten virtualmente desde sus respectivas instituciones, donde se encuentran bajo ambientes controlados por directivos del ACM-ICPC. De la misma manera en que el CJLATAM acciona durante los concursos regionales de América Latina y el Caribe, el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC (CJC) es la organización encargada y responsable de garantizar los conjuntos de ejercicios que son utilizados en los concursos locales y nacionales del Caribe.

El ICPC plantea la necesidad de cumplir con múltiples requisitos de seguridad y estandarización de la información. Principalmente la información asociada a la selección de los problemas de programación utilizados y la aplicación de las competencias oficiales de clasificación. En el Caribe, una implementación efectiva de los concursos clasificatorios locales y nacionales (CLC y CNC, respectivamente) depende de diversos factores humanos y tecnológicos, de una adecuada planificación, y del esfuerzo colaborativo de los miembros del Comité de Jueces Caribeño para evitar

²¹ comúnmente llamados “problemas”, por su aplicabilidad al resolver problemáticas computacionales, que suelen estar presentes en la vida real, haciendo uso de la programación de computadoras.

que subsistan dificultades que afecten la calidad y el prestigio del evento.

Los miembros del CJC residen en distintas ciudades y países, y utilizan diversos medios de acceso, así como herramientas y sistemas de elección personal para trabajar; sin embargo, todos persiguen un fin común que consiste en lograr el conjunto de ejercicios con la mayor calidad posible y en el tiempo establecido para ello. Obviamente, esta tarea suele ser menos complicada para los miembros con mayor experiencia en el CJC. Pero, los miembros que se incorporan paulatinamente cada año, requieren de un tiempo prudencial para adaptarse a la forma de trabajo del CJC; en ocasiones esto les puede llevar incluso todo un ciclo competitivo, durante el cual por las razones antes mencionadas sus aportes pueden llegar a ser poco significativos o nulos.

En el pasado, se han implementado iniciativas para definir un proceso de trabajo oficial del CJC para la aplicación de competencias oficiales y la selección de los problemas de programación a utilizar, y se han determinado las tecnologías y su modo de empleo durante el proceso. Ejemplos en este sentido lo constituyen la utilización de una wiki en los años 2011 y 2012 para gestionar los enunciados de los problemas, y de sistemas diferentes al COJ para realizar las competencias de clasificación cuando este aún no existía. Sin embargo, esas iniciativas han surgido a partir de las necesidades y disponibilidades del momento en cuestión, y no como resultado de un análisis riguroso de las tecnologías y métodos disponibles para seleccionar aquellas más adecuadas y/o pertinentes. De ahí que, desde la creación del CJC y a pesar de la voluntad y el esfuerzo de sus miembros, durante la selección de los problemas de programación que se han utilizado, así como durante la realización de las competencias oficiales, han subsistido múltiples dificultades.

Ha existido, por ejemplo, una insuficiente integración entre los múltiples sistemas utilizados. Ya que los enunciados de los problemas se han escrito en un formato diferente al que luego se utiliza en las plataformas de competencia, y en ocasiones, los datos de las propuestas se encontraban distribuidos en múltiples sistemas al mismo tiempo, todo lo cual implica mayor trabajo para el CJC. Una preocupación importante constituye la insuficiente seguridad de los datos manejados sobre los problemas oficiales seleccionados en las distintas fases del proceso de trabajo del CJC, cuando se ha hecho uso del correo electrónico a sabiendas de las posibles filtraciones de información que pueden causar los usuarios privilegiados sobre los servidores, y cuando se ha manejado información en sistemas que a la postre han presentado diversas vulnerabilidades (I.e. Media-Wiki).

La existencia de múltiples formatos para describir los datos asociados al proceso de preparación de los problemas ha provocado una insuficiente estandarización de la información, al no existir plantillas, regulaciones, ni un marco de trabajo lo suficientemente definido para ello. Lo anterior atenta contra el proceso de montaje de los problemas en las plataformas de competencias, ya que ajustar los contenidos a un nuevo formato implica un tiempo extra de preparación. Otro elemento negativo constituye el hecho de que en las tecnologías utilizadas para gestionar los ejercicios los nuevos datos

remplazan a los anteriores, y estos últimos se vuelven irrecuperables, ya que el foro, la wiki y el juez en línea utilizados no cuentan con adecuada gestión de versiones. Esto provoca la ausencia de respaldos adecuados para los datos asociados al proceso de preparación de los problemas oficiales de programación por el CJC.

Por lo general, no se suelen registrar las mejores prácticas y experiencias de trabajo, generando una ausencia de conocimiento documentado sobre las configuraciones de redes y servidores que se necesitan en varias etapas del proceso de trabajo del CJC, o para guiar y regular su trabajo, o para describir las herramientas utilizadas por el CJC en las distintas fases de cada ciclo competitivo. Ya que, si bien el desarrollo tecnológico se considera positivo para las organizaciones al ofrecer nuevas oportunidades, los cambios imprevistos de tecnologías debido al desarrollo constante de las TICs pueden provocar la existencia de herramientas inadecuadas, así como un trabajo colaborativo engorroso y sin efectividad para una parte de los miembros del CJC, al no ser estas aplicaciones accesibles desde determinadas redes y/o no ser compatibles con determinados sistemas.

Debido a todo lo anterior, el autor de la presente investigación define el siguiente **problema científico**: ¿Cómo contribuir a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC?

El **objeto de estudio** se enmarca en el proceso de gestión de concursos y ejercicios de programación para el ACM-ICPC. El **campo de acción** se centra en el proceso de trabajo del Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC para la selección de problemas y la aplicación de competencias oficiales de programación.

Para dar solución al problema planteado se define el siguiente **objetivo general**:

Elaborar un modelo basado en la integración de herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo, que contribuya a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC.

Para guiar la investigación se propone la siguiente **hipótesis científica**:

La fundamentación y aplicación consecuente de un modelo basado en la integración de herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo, contribuirá a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC.

La operacionalización de las variables de la hipótesis puede ser consultada en el anexo 1.

Para implementar satisfactoriamente el objetivo general se especifican los siguientes **objetivos específicos**:

1. Construir el marco teórico referencial de la investigación, relacionado con el proceso de gestión de concursos y ejercicios de programación para el ACM-ICPC.
2. Diagnosticar el estado actual que muestran las regiones del mundo, respecto a la gestión de concursos y ejercicios de programación para el ACM-ICPC.
3. Describir los componentes que conforman un modelo para guiar y regular el funcionamiento del Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC durante la selección de problemas y la aplicación de competencias oficiales de programación de la región caribeña.
4. Describir las herramientas de software que integran la infraestructura que sostiene tecnológicamente al modelo desarrollado.
5. Validar el modelo desarrollado a partir de los métodos científicos definidos.

Durante la presente investigación se emplean distintos **métodos científicos** entre los que se destacan los siguientes:

Métodos teóricos:

- ❖ Método histórico-lógico: Se emplea para el análisis del estado actual que presentan las distintas regiones del mundo, respecto a la gestión de concursos y ejercicios de programación para el ACM-ICPC, todo ello en función de comprender mejor el objeto de estudio de la investigación. También se utiliza para el estudio crítico de los trabajos anteriores, y para utilizar estos como punto de referencia y comparación de los resultados alcanzados.
- ❖ Método analítico-sintético: Se utiliza para la descomposición del problema científico en elementos por separado y la profundización en el estudio de cada uno de ellos, para luego sintetizarlos en la propuesta de solución.
- ❖ Método inductivo-deductivo: Mediante su utilización se puede realizar el tránsito de los conocimientos generales a los particulares en función de llegar a una conclusión, y desarrollar un modelo consecuente con los resultados parciales obtenidos.
- ❖ Método hipotético-deductivo: A partir de la observación y el análisis del fenómeno en cuestión se formula una hipótesis para guiar la investigación, la cual se comprueba en el proceso de validación.
- ❖ Método sistémico: Se emplea para lograr que los elementos que forman parte del modelo desarrollado sean como un todo que funcione de manera armónica.

Métodos empíricos:

- ❖ Análisis documental: Se utiliza para el estudio de los referentes teóricos de la investigación mediante la consulta de libros y de artículos científicos digitales, de forma tal que el modelo

desarrollado posea relevancia científica y aporte práctico.

- ❖ Criterio de Expertos mediante el escalamiento de Likert: A partir de la consulta de expertos en el proceso de gestión de concursos y ejercicios de programación para el ACM-ICPC, se evalúan los elementos teóricos que fundamentan la investigación, teniendo en cuenta sus conocimientos y experiencias.
- ❖ Técnica de ladov: Se utiliza para conocer el nivel de satisfacción con el modelo de trabajo desarrollado para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación, por parte de los miembros del Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC.
- ❖ Encuesta: Mediante su aplicación a especialistas en el proceso de gestión de concursos y ejercicios de programación, se obtienen mediciones cuantitativas de los elementos relacionados con los resultados de la investigación.
- ❖ Observación participante: Se lleva a cabo por el investigador como Juez Principal de ACM-ICPC en el Caribe, como presidente de Comité de Jueces Caribeño (CJC), y como miembro del equipo de desarrollo del Juez en Línea Caribeño (COJ).
- ❖ Cuasiexperimento: Se emplea para validar el cumplimiento de la hipótesis de la investigación, aplicando gradualmente el modelo en un entorno real y evaluando la estandarización de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.
- ❖ Triangulación metodológica: Para contrastar los resultados y demostrar el cumplimiento de la hipótesis científica (mediante una triangulación metodológica inter-métodos), luego de aplicar y analizar los resultados de varios métodos científicos cuantitativos y cualitativos.

La **novedad científica** de la investigación se expresa en los siguientes aportes teórico-prácticos:

a) Aporte teórico:

- ❖ Un modelo integrador de herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo, para guiar y regular el funcionamiento del Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC durante la selección de problemas y la aplicación de competencias oficiales de programación de la región caribeña.
- ❖ Una guía para elaborar problemas de estilo ACM-ICPC, basada en la utilización del Juez en Línea Caribeño (COJ)²².

b) Aportes prácticos:

- ❖ Una infraestructura que integra herramientas de software y soporta tecnológicamente el modelo desarrollado.

²² <http://coj.uci.cu/index.xhtml>

- ❖ Estandarización y respaldo de la información asociada al proceso de selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación en la región caribeña, así como el registro de buena prácticas y experiencias acumuladas durante cada etapa.

La presente investigación está estructurada de forma general en: resumen, índices, introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

- ❖ En el primer capítulo, se abordan los elementos que componen el objeto de estudio y se argumentan los fundamentos teóricos de la investigación asociados con el proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC. Además, se realiza un diagnóstico sobre el estado que muestran las regiones del mundo respecto al proceso mencionado, y un análisis de las herramientas y tecnologías más utilizadas en cada caso.
- ❖ En el segundo capítulo, se realiza un diagnóstico de la situación actual en la región caribeña, y se desarrolla un modelo para guiar y regular el funcionamiento del Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC durante la selección de problemas y la aplicación de competencias oficiales de programación de la región. Además, se define una infraestructura que integra herramientas de software y soporta tecnológicamente al modelo desarrollado.
- ❖ En el tercer y último capítulo, se instrumentan y validan los resultados obtenidos.

Luego del tercer capítulo se presentan las conclusiones generales, se emiten las recomendaciones que surgen de la presente investigación, se listan las referencias bibliográficas que sustentan la investigación presentada y se incluyen los anexos que proveen mayor información del trabajo realizado.

CAPÍTULO I - MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DEL PROCESO DE GESTIÓN DE CONCURSOS Y EJERCICIOS DE PROGRAMACIÓN PARA EL ACM-ICPC

En el presente capítulo, se abordan los elementos que componen el objeto de estudio y se argumentan los fundamentos teóricos de la investigación asociados con el proceso de gestión de concursos y ejercicios de programación para el ACM-ICPC. Con el objetivo de enriquecer y fundamentar los resultados de la presente investigación, se realiza un diagnóstico sobre el estado actual de las distintas regiones del mundo en cuanto al proceso mencionado, y un análisis de las herramientas y tecnologías más utilizadas con tales fines, así como un estudio de los principales eventos similares al ICPC que se desarrollan en el mundo.

1.1 El desarrollo científico y tecnológico en la sociedad actual.

El desarrollo científico y tecnológico es una de los factores más influyentes de la sociedad contemporánea (Núñez & Figaredo, 2002); la vida del ciudadano está notablemente influida por los avances tecnocientíficos en función de resolver problemas cotidianos para garantizar y mejorar su nivel de vida mediante un mejor conocimiento del mundo que le rodea y un dominio más eficaz del mismo, es decir, mediante un desarrollo constante de la ciencia y la tecnología (Polanco, 2009). En cientos de aspectos de la vida actual el papel de la ciencia en la sociedad se encuentra estrechamente correlacionado con el papel de la tecnología (Núñez, 1999) (Núñez, 2005).

La sociedad actual interacciona cada vez más con la ciencia, y la ciencia contribuye constantemente con el desarrollo social. Se puede afirmar que el desarrollo acelerado de los procesos sociales en la actualidad, implica no solo un cambio de paradigmas económicos, políticos e ideológicos, también presupone un creciente desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) (Verhoeff, 2013).

Resulta cada vez más común la realización de proyectos de tendencia colaborativa y con metas cuyo impacto está enfocado en desarrollar la ciencia en ramas como la medicina, la geología, los servicios públicos, las TICs, entre otros. Con múltiples intereses surgen constantemente equipos de trabajo que deben trabajar cohesivamente para obtener resultados satisfactorios: deben lograr una adecuada sinergia en busca de metas comunes independientemente de que sus integrantes puedan tener o no iguales puntos de vista, así como un balance de sus cualidades interdisciplinarias y multidisciplinarias.

En principio, como definición común de varias bibliografías, el término «interdisciplinario» se aplica en el campo pedagógico al tipo de trabajo científico que requiere metodológicamente de la colaboración de diversas y diferentes disciplinas y, en general, la colaboración de especialistas procedentes de diversas áreas. La interdisciplinariedad tiene como objetivo vincular e integrar muchas escuelas de pensamiento, profesiones o tecnologías, -aun con sus perspectivas específicas-, en la búsqueda de un fin común (Tamayo, 2004). Tal es el caso de investigaciones para enfrentar diversas enfermedades

como el SIDA o el cáncer, o incluso para resolver problemas generados por el calentamiento global, o el estudio del universo, etc.

Por otra parte, la «multidisciplinariedad» es una mezcla no-integradora de varias disciplinas en la que cada disciplina conserva sus métodos y suposiciones sin cambio o desarrollo de otras disciplinas en la relación multidisciplinar. Los profesionales implicados en una tarea multidisciplinar adoptan relaciones de colaboración con objetivos comunes. De forma general, la multidisciplinariedad se diferencia claramente de la interdisciplinariedad debido a la relación que comparten las disciplinas; la interdisciplinariedad supone un mayor grado de integración entre las disciplinas (Sánchez, 2002).

1.2 Principales competencias de programación, en empresas y organizaciones.

A nivel mundial existen múltiples organizaciones y empresas que realizan competencias de programación, con características similares al ICPC. Aunque los objetivos perseguidos pueden ser diferentes en cada caso, dada la naturaleza de los organizadores y patrocinadores implicados, el resultado final es beneficioso para todos los participantes pues implica una actividad científica, formativa, colaborativa y de notable impacto social e inclusive económico. Por su importancia para la presente investigación, más adelante se abordará el ICPC en un epígrafe independiente.

1.2.1 Olimpiadas Internacionales de Informática (IOI).

Las Olimpiadas Internacionales de Informática (IOI, por su traducción al inglés) son una de las cinco olimpiadas internacionales de ciencias para estudiantes de preuniversitario (también llamado nivel medio superior). La primera edición se celebró en mayo de 1989 en Bulgaria²³ y actualmente se organiza de forma anual en, y por, un país miembro de las IOI. Por lo general, suelen celebrarse entre los meses de julio y agosto, y participan más de 90 países que típicamente envían una delegación compuesta por cuatro jóvenes preuniversitarios y dos acompañantes adultos al frente de la delegación. (IOI, 2018)

Las IOI son competencias de naturaleza algorítmica (Tsvetkova & Kiryukhin, 2016); sin embargo, los concursantes deben demostrar habilidades inherentes a la resolución de problemas, el análisis y diseño de algoritmos, la implementación y prueba de soluciones en distintos lenguajes de programación, entre otros (Cormen, Leiseison, Rivest, & Stein, 2001), (Halim, 2013), (Combefis, Beresnevicius, & Dagiene, 2016). Por tales razones, los ganadores de las IOI pertenecen sin duda a las futuras generaciones de talentos en ciencias de la computación y tecnologías de la información (Bell, Duncan, Jarman, & Newton, 2014). Es natural entonces que los jóvenes talentosos en las IOI tengan un buen desempeño en las competencias del ACM-ICPC; el equivalente a las IOI en el siguiente nivel de enseñanza que enfrentan en sus vidas.

²³ <http://www.ioinformatics.org/locations/ioi89/>

Durante la competencia, los estudiantes compiten individualmente tratando de maximizar el resultado final obtenido (cantidad total de puntos) al resolver, total o parcialmente, un conjunto de problemas algorítmicos que son presentados durante dos días de concursos. Estos problemas son similares a los que se presentan en las competencias del ICPC (Liu & Huang, 2004), sin embargo, debido fundamentalmente al nivel de enseñanza de los concursantes, las temáticas abordadas y las áreas de conocimiento que abarcan dichos problemas están limitadas a un subconjunto de lo que actualmente abarca el ICPC (Cormack, y otros, 2016).

1.2.2 Google: Code Jam y Code Jam Distribuido.

Google es una compañía principal subsidiaria de la multinacional estadounidense Alphabet Inc., creada en 1998, cuya especialización son los productos y servicios relacionados con Internet, software, dispositivos electrónicos y otras tecnologías. El principal producto de Google es el motor de búsqueda de contenido en Internet, del mismo nombre, aunque ofrece también otros productos y servicios como el correo electrónico llamado Gmail, sus servicios de mapas Google Maps y Google Earth, el sitio web de vídeos YouTube y otras utilidades web como Google Libros o Google Noticias, Google Chrome y la red social Google+. Por otra parte, lidera el desarrollo del sistema operativo basado en Linux, Android, orientado a teléfonos inteligentes, tabletas, televisores, automóviles, entre otros.

Es sabido que muchos competidores de ICPC luego realizan becas en Google, y que una buena parte de ellos eventualmente llegan a trabajar en la compañía. Como empresa líder en ciencias de la computación y tecnologías de la información, Google también realiza eventos que son similares a las competencias ICPC. Entre ellos se pueden mencionar Code Jam²⁴ y Code Jam Distribuido. Google Code Jam es una competencia de programación internacional organizada y administrada por la propia compañía desde 2003. Comenzó como un medio para identificar a los mejores talentos de ingeniería para un empleo potencial en Google y consiste en un conjunto de problemas algorítmicos que deben resolverse en un período de tiempo fijo. Los competidores pueden usar cualquier lenguaje de programación y entorno de desarrollo para crear sus soluciones.

De 2003 a 2007, Google Code Jam se implementó en la plataforma de la compañía Topcoder. Sin embargo, desde 2008 Google ha desarrollado su propia infraestructura dedicada para el concurso, y a partir de 2015 también lleva a cabo el Google Code Jam Distribuido que se ejecuta en paralelo con el Code Jam regular, pero con su propia calificación y ronda final, y orientado en la utilización de algoritmos distribuidos.

En esencia, el Code Jam invita a programadores de todo el mundo a poner sus habilidades a prueba mediante la resolución de múltiples rondas de problemas algorítmicos que son elaborados por experimentados ingenieros de Google; constituye sin dudas la competencia más grande organizada

²⁴ <https://code.google.com/codejam/>

por la compañía. Las rondas en línea concluyen con una Final Mundial presencial, que rota entre las sedes de Google situadas por el mundo y a la cual asisten los 25 mejores competidores clasificados.

1.2.3 Facebook: Hacker Cup.

Facebook es una red social que en sus inicios comenzó como un sitio web para estudiantes de la Universidad de Harvard. Su objetivo era crear un espacio en el que los alumnos de dicha universidad pudieran intercambiar y compartir contenido a través de Internet de forma sencilla, sin embargo, tuvo tanto éxito y fue tan innovador que rápidamente se expandió al resto del mundo en el año 2004. En poco tiempo lanzó versiones en varios idiomas con la colaboración de los propios usuarios de Facebook, y ello le permitió llegar a una mayor cantidad de usuarios. Actualmente cuenta con más de 2000 millones de miembros, y traducciones a más de 70 idiomas, aunque es sabido que muchos usuarios tienen más de una cuenta en la mencionada red. La compañía es además propietaria de Instagram y del servicio de mensajería móvil WhatsApp desde 2014.

El igual que en Google, muchos competidores de ICPC realizan becas en Facebook y suelen ser contratados para trabajar en la compañía durante cierto tiempo, que también realiza un evento similar a las competencias ICPC. Facebook Hacker Cup²⁵ es una competencia de programación internacional organizada y administrada por la propia compañía desde 2011. Comenzó como un medio para identificar a los mejores talentos de ingeniería para posibles empleos en Facebook y consiste en un conjunto de problemas algorítmicos que deben resolverse en un período de tiempo fijo. Los competidores pueden usar cualquier lenguaje de programación y entorno de desarrollo para escribir sus soluciones.

Facebook Hacker Cup, es otra competencia que invita a programadores de todo el mundo a poner sus habilidades a prueba mediante la resolución de múltiples rondas de problemas algorítmicos en este caso elaborados por ingenieros que laboran en Facebook; muchos compiten en el evento por la posibilidad de obtener el título de campeón mundial, en la que constituye sin dudas la competencia más grande organizada por la compañía. Las rondas en línea concluyen con una Final Mundial presencial, que se realiza en el conocido cuartel central de la compañía en Palo Alto (California), y a la cual asisten los 25 mejores competidores clasificados en las rondas previas de competencias.

1.2.4 Microsoft: Bubble Cup.

Microsoft por su parte también realiza un evento similar a las competencias ICPC. El Centro de Desarrollo de Microsoft en Serbia, establecido en septiembre de 2005 como el cuarto de su tipo en el mundo, ha organizado por diez ocasiones consecutivas la Bubble Cup²⁶. Es una competencia por equipos orientada a estudiantes universitarios y preuniversitarios con la meta de divulgar la

²⁵ <https://www.facebook.com/hackercup>

²⁶ <http://www.bubblecup.org/>

programación de computadoras entre los estudiantes y propiciar entrenamiento adicional para otras competencias internacionales.

La competencia consiste en dos rondas de clasificación, para las cuales es tradición utilizar problemas de programación similares al ICPC, que son solicitados de diversos jueces en línea de internet y presentados en el sitio web oficial del evento; en 2017 y 2018, se utilizaron múltiples problemas del COJ. Los concursantes deben resolver los problemas en uno de los siguientes lenguajes de programación: C#, C++ y Pascal.

Las rondas clasificatorias concluyen con una Ronda Final presencial, que se realiza en septiembre en Belgrado, y a la cual asisten al menos los diez mejores equipos de cada categoría clasificados en las rondas iniciales, enfrentándose a un conjunto de problemas algorítmicos elaborados por ingenieros experimentados de Microsoft. La competencia final tiene una duración de cinco horas, con reglas y características muy similares al ICPC, aunque se compite en dos categorías separando los equipos universitarios y preuniversitarios.

1.2.5 Conclusiones del epígrafe.

Todas las competencias estudiadas en este epígrafe tienen características similares al ICPC; en todas se resuelven problemas de programación, usando diversos lenguajes, en una computadora y contra reloj. En todas se realizan varios niveles de clasificación, hasta culminar en una Final Mundial presencial. Los jueces en línea son las herramientas utilizadas para gestionar las competencias por su capacidad de calificación automática.

Con excepción de las IOI, los eventos estudiados en empresas y organizaciones, tienen por lo general el objetivo de captar talentos que potencialmente puedan trabajar o cursar becas en dichas empresas; la capacitación del personal es intangible y costosa, por lo que la mayoría de las organizaciones y empresas del mundo prefieren arriesgarse con personal que tiene habilidades desarrolladas. Las IOI persiguen más bien un interés formativo, centrado en la motivación y el desarrollo del talento joven.

Además, sólo las competencias IOI tienen carácter individual; el resto de las competencias se realizan en grupos de hasta tres concursantes. Lo anterior sustenta el hecho de que cada vez es más necesario fomentar el trabajo en equipo, como necesaria habilidad de todo profesional; este es un elemento que el ICPC ha tenido bien definido desde su creación.

El presente epígrafe ha servido para conocer la organización que siguen los principales eventos similares al ICPC en el mundo, las tecnologías que suelen utilizar, los lenguajes de programación que permiten, el estilo de competencia que emplean, las características de quienes preparan los problemas de programación utilizados y si utilizan algún mecanismo de selección, y otros elementos relacionados con la investigación.

1.3 El Concurso Internacional Universitario de Programación del ACM.

En las competencias del ACM-ICPC (o simplemente ICPC), equipos de tres estudiantes representan sus universidades en múltiples niveles de competición regional, resolviendo un conjunto de entre nueve y doce problemas de variada complejidad y áreas del conocimiento, trabajando contra reloj, y usando una única computadora para ello. Un conjunto designado de jueces son los responsables de preparar los problemas usados en cada competición.

Por otra parte, muchos profesores entrenadores voluntariamente preparan sus equipos de forma intensa mediante la enseñanza de algoritmia, programación y trabajo colaborativo (en términos de ICPC, suele llamarse trabajo en equipo). Múltiples son las universidades y voluntarios asociados al ICPC que cada año ponen a disposición del evento sus herramientas y recursos sin costo alguno. Sin embargo, como muestra la ilustración 1, no cabe duda de que los protagonistas fundamentales del evento son los competidores, los estudiantes que participan en las diferentes etapas y desde disímiles lugares del mundo.

El ICPC como evento fundamentalmente académico y científico, persigue la creatividad, el trabajo en equipo y la innovación en la implementación de nuevas aplicaciones de software. Durante dicho evento, los competidores tienen la posibilidad de entrenar y desarrollar sus habilidades bajo presión. Solo los mejores equipos de cada competencia regional avanzan a la ronda mundial; por lo general son aquellos que conocen un notable número de algoritmos y estructuras de datos, y además son capaces de implementarlos rápidamente sin errores en un lenguaje de programación. (BAYLOR ICPC TEAM, 2018)

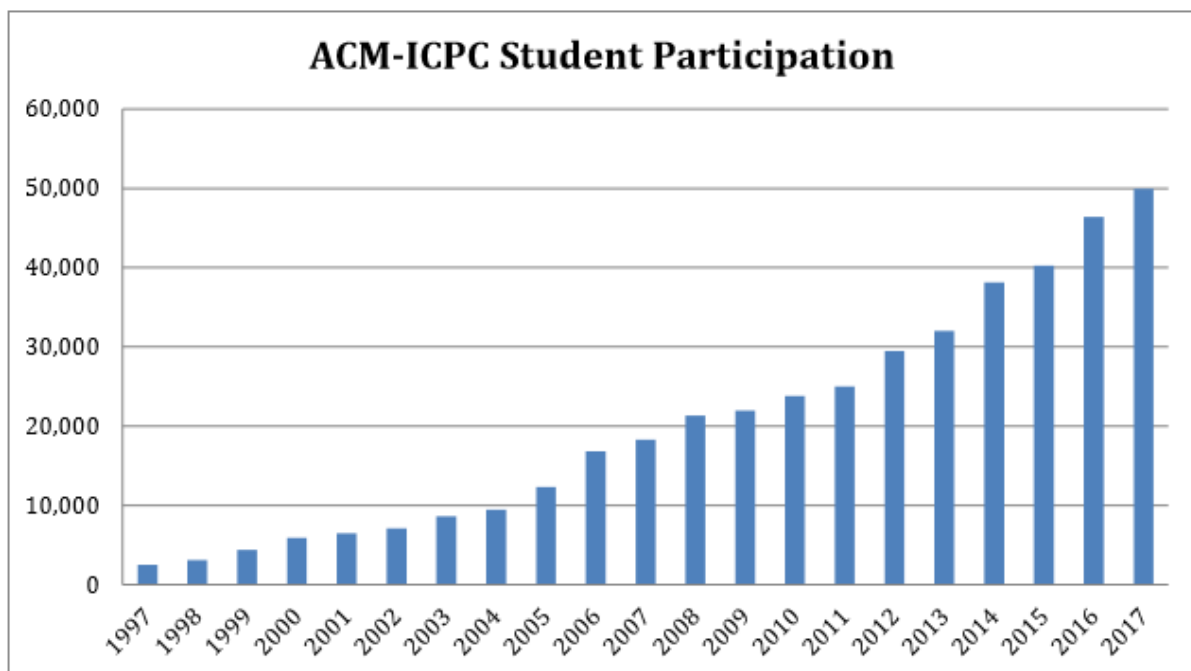


Ilustración 1 - Participación de estudiantes en los concursos del ACM-ICPC (BAYLOR ICPC TEAM, 2018)

Aunque el ACM-ICPC siempre ha estado caracterizado por la resolución de problemas computacionales, en sus inicios hace algo más de 40 años, las tareas a resolver por los concursantes eran diferentes a las actuales, más técnicas. La participación limitada únicamente a algunas instituciones (fundamentalmente de Estados Unidos y Canadá) hacía posible realizar manualmente la gestión de la información de una competencia (proceso de evaluación de las soluciones, confección de una tabla de posiciones y otras tareas relacionadas con los concursos de programación). En la actualidad las tareas usadas son más complejas, con soluciones de marcada necesidad algorítmica, y además existe una amplia gama de lenguajes de programación que pueden ser utilizados para resolverlas.

En las competencias de programación actuales los equipos pueden solicitar la evaluación de una tarea en cualquier momento, en ocasiones sin ningún tipo de restricción de cantidad de solicitudes, y esperando una respuesta en el menor tiempo posible. Por estas razones, y el crecimiento del número de participantes, el proceso de evaluación se complejizó notablemente, provocando el surgimiento de los evaluadores automáticos: sistemas informáticos cuyo propósito general es el procesamiento eficiente de las solicitudes de evaluación. En el desarrollo tecnológico global, la web constituye premisa, condición y consecuencia del inevitable progreso de la sociedad (Mondelo, 2010), (Mondelo, 2011), (Adams, y otros, 2016), y por tanto con el tiempo, los evaluadores automáticos también evolucionaron hacia lo que se conoce en la actualidad como jueces en línea.

1.3.1 Análisis comparativo de las competencias regionales del Concurso Internacional Universitario de Programación del ACM.

Como es costumbre, cada año se realizan competencias ICPC en varias regiones del mundo y, de esas regiones, son seleccionados los más de 100 equipos que participan en la Final Mundial del ACM-ICPC (la gran batalla por el título de campeones del mundo). Sin embargo, los países (y por lo tanto idiomas y dialectos) representados, la estructura que se sigue, los sistemas utilizados y el proceso de preparar los conjuntos de problemas es particularmente diferente y responde a características y/o necesidades específicas en cada región. Las ilustraciones 2 y 3 muestran la distribución por regiones del ICPC, antes y después del año 2017. Luego se exponen las características fundamentales de cada región.



Ilustración 2 - División de Súper Regiones del ACM-ICPC hasta 2017 (ACM-ICPC, 2018)



Ilustración 3 - División de Súper Regiones a partir de 2017 (BAYLOR ICPC TEAM, 2018)

Súper Región de América Latina y el Caribe.

- Esta súper región agrupa a todos los países situados en América Latina y el Caribe. Competitiva y estructuralmente se divide en seis regiones desde 2017, que son:
 - México
 - América Central
 - América del Sur - Brasil
 - América del Sur - Norte
 - América del Sur - Sur
 - El Caribe

- La competencia regional se realiza en noviembre, con un **único conjunto de problemas**, de **manera simultánea** en toda la super región, y de **forma centralizada** en una aplicación brasileña de gestión de competencias de programación llamada BOCA.
- El conjunto de problemas utilizado en el concurso regional es elaborado por una organización de jueces de experiencia, un comité con representación en varias de las regiones de América Latina y el Caribe. La convocatoria para colaborar con los problemas del regional es abierta a toda la región y socializada por varios medios junto a un conjunto de requisitos que deben cumplir los autores y sus respectivas propuestas, aunque la preparación de los problemas seleccionados es llevada a cabo únicamente por dicho comité, en una plataforma segura y durante un periodo aproximado de cuatro meses.
- Se realizan competencias de clasificación a nivel nacional en todas las regiones (los torneos de Argentina, Bolivia y Chile, los maratones de Colombia, Venezuela y Ecuador, el Gran Premio de México y América Central, los nacionales de Brasil y los del Caribe, etc.); cada región es responsable de sus competencias. Adicionalmente, en el Caribe se realizan competencias de clasificación a nivel local en más de 40 instituciones de la región. Los sistemas utilizados en mayor medida son el BOCA y el COJ. Anualmente, participan cerca de 2500 equipos en toda la región, fundamentalmente de Brasil y México (v. et. anexo 11).

Súper Región de África y el Medio Oriente.

- Esta súper región agrupa a todos los países situados en África y el Medio Oriente. Competitiva y estructuralmente se divide en dos regiones, que son:
 - África del Norte y el Medio Oriente
 - África del Sur
- La competencia regional se realiza con dos **conjuntos de problemas diferentes**, de **manera simultánea** para cada regional, pero con un mes de diferencia entre uno y otro, generalmente entre octubre y noviembre. Ambos se realizan de **forma centralizada** en una aplicación de gestión de competencias de programación llamada Abacus.
- Se realizan competencias de clasificación a nivel nacional en ambas regiones, más de 15 por lo general; cada país es responsable de su competencia. Sólo en la región de África del Sur se realizan algunos nacionales simultáneos, o sea, que comparten el mismo conjunto de problemas. En múltiples instituciones se realizan competencias de clasificación a nivel local. Desde el 2015, algunas universidades de Angola utilizan el COJ para sus concursos locales y nacionales; lo anterior es producto de la colaboración y asesoramiento de profesores de la UCI en algunas universidades angolanas, tales como el Instituto Superior de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ISUTIC).

Súper Región de América del Norte.

- Esta súper región agrupa a todos los países situados en América del Norte, básicamente Canadá y Estados Unidos. Competitiva y estructuralmente se divide en 13 regiones.
- La competencia regional se realiza con un total de seis o siete **conjuntos de problemas diferentes**, de **manera simultánea** para cada regional, pero en fechas que varían desde abril hasta noviembre. La mayoría se realizan de **forma centralizada**, en una aplicación de gestión de competencias de programación llamada Kattis.
- Se realizan competencias de clasificación a nivel nacional únicamente en la mitad de las regiones; cada región es responsable de su competencia. En pocas de esas regiones se realizan nacionales simultáneos. En ninguna región se realiza competencias de clasificación a nivel local.

Súper Región del Pacífico del Sur.

- Esta súper región agrupa a todos los países situados al Sur del Pacífico, fundamentalmente a Australia. Competitiva y estructuralmente se divide en una única región de igual nombre.
- La competencia regional se realiza en noviembre con un **único conjunto de problemas**, de **manera simultánea** en toda la super región, y de **forma centralizada** en una aplicación de gestión de competencias de programación llamada DOMjudge.
- Se realizan competencias de clasificación a nivel nacional en la región; se dividen en tres sedes físicas y se realiza de forma simultánea. Sin embargo, debido a las características del proceso de clasificación e instituciones representadas en la super región (no llegan a 20 por lo general), no se realizan competencias de clasificación a nivel local.

Súper Región de Europa.

- Esta súper región agrupa a todos los países situados en Europa. Competitiva y estructuralmente se divide en cuatro regiones, que son:
 - Europa Central (CERC, del inglés *Central European Regional Contest*)
 - Europa Norte Occidental (NWERC)
 - Europa Sur Oriental (SEERC)
 - Europa Sur Occidental (SWERC)
- La competencia regional se realiza con un total de cuatro **conjuntos de problemas diferentes**, de **manera simultánea** para cada regional, pero en fechas que varían desde octubre hasta noviembre. La mayoría se realizan de **forma centralizada**, en la aplicación de gestión de competencias de programación DOMjudge.

- Se realizan competencias de clasificación a nivel nacional en las cuatro regiones, más de 15 por lo general; cada país o región es responsable de su respectiva competencia. En pocas regiones se realizan nacionales simultáneos, y en pocos países se realizan competencias de clasificación a nivel local. Destacan las competencias simultáneas a nivel local en Ucrania por su alta participación de equipos, así como Alemania, Noruega e Irlanda.

Súper Región de Asia.

- Esta súper región agrupa a todos los países situados en Asia. Competitiva y estructuralmente se divide en cuatro nuevas súper regiones desde 2017, y estas a su vez en un total de 44 regiones como sigue:
 - Eurasia del Norte, con un total de dieciséis regiones.
 - Asia del Occidente, con un total de diez regiones.
 - Asia del Oriente, con un total de nueve regiones.
 - Asia del Pacífico, con un total de nueve regiones.
- En Eurasia del Norte, la competencia regional se realiza con un total de siete u ocho **conjuntos de problemas diferentes**, de **manera simultánea** para cada regional, pero en fechas que varían desde octubre hasta noviembre. Algunos países suelen compartir el conjunto de ejercicios en sus competencias, lo cual disminuye la cantidad de fechas de concursos regionales.
- Asia del Occidente, del Oriente, y del Pacífico, las competencias regionales se realizan con alrededor de 28 **conjuntos de problemas diferentes** en total, de **manera simultánea** para cada regional, pero en fechas que varían desde noviembre hasta diciembre. La mayoría de los regionales se realizan de **forma centralizada**, aunque en distintos sistemas de gestión de competencias de programación.
- Se realizan competencias de clasificación a nivel nacional en las cuatro súper regiones, aunque se debe destacar que en Eurasia del Norte sólo cinco de 16 regiones lo realizan (aquellas con cantidad de equipos inscritos en el evento); cada región es responsable de su competencia. No se realizan competencias de clasificación a nivel local en ninguna región de Asia, aunque si se observa la cantidad de concursos nacionales en países como China y Rusia, por ejemplo, se puede asegurar que son un filtro significativo para pre-clasificar los equipos que llegarán finalmente a los niveles regionales. Los sistemas utilizados en mayor medida son PC², Polygon y DOMjudge.

Resumen comparativo de las competencias regionales del Concurso Internacional Universitario de Programación del ACM.

Tabla 1 - Resumen comparativo de los regionales del ACM-ICPC «elaboración propia».

Región	Sedes Regionales	Conjuntos de Problemas	Simultáneos	Centralizados	Realiza Nacional	Realiza Local	Aplicación Utilizada	Fecha
LATAM	6	1	SI	SI	SI	SI	BOCA, COJ	Nov.
A&MO	2	2	NO	SI	SI	SI	Abacus, COJ	Oct. a Nov.
NORAM	13	6-7	NO	SI	SI	NO	Kattis	Abr. a Nov.
SOUTH P	1	1	SI	SI	SI	NO	DOMjudge	Nov.
EUROPE	4	4	NO	SI	SI	NO	DOMjudge	Oct. a Nov.
ASIA	44	35-36	NO	SI	SI	NO	DOMjudge, Polygon, PC ²	Nov. a Dic.
TOTAL	70	~50	SI: 2 NO:4	SI: 6	SI: 6	SI: 2 NO:4	Total: 7	Abr. a Dic.

1.3.2 Final Mundial del Concurso Internacional Universitario de Programación del ACM.

La Final Mundial es el último nivel de las competencias del ACM-ICPC, y participan todos aquellos equipos clasificados por cada una de las súper regiones del ICPC, hasta un máximo de 135 equipos; cada equipo representando a una institución universitaria diferente. Se entregan al menos 12 medallas, así como múltiples reconocimientos morales y materiales. No es secreto que, gran número de importantes empresas ponen sus ojos sobre lo que en ICPC acontece, y en particular, sobre aquellos concursantes que representan potenciales adquisiciones para sus agendas particulares, por sus elevadas capacidades de desarrollo científico, y fundamentalmente, por sus potenciales competencias profesionales. Sólo por poner ejemplos, se pueden mencionar a IBM, Microsoft, Google, Facebook, LinkedIn, Yandex, Amazon, entre muchos otros.

La competencia se realiza generalmente entre marzo y junio, con un **único conjunto de problemas**, de **manera simultánea** en una única sede/país, y de **forma centralizada** en las aplicaciones de gestión de competencias de programación Kattis y DOMjudge. El conjunto de problemas utilizado en el concurso es elaborado por una organización de jueces de experiencia, un comité con representación en varias de las súper regiones del ICPC. La convocatoria para colaborar con los problemas del mundial es abierta a todas las regiones, aunque es socializada por unos pocos medios; la selección y preparación es llevada a cabo únicamente por dicho comité, de forma prácticamente hermética durante un periodo de aproximadamente nueve meses.

Referente al ambiente²⁷ de trabajo, por cada equipo en la Final Mundial se asegura una estación

²⁷ <https://icpc.baylor.edu/worldfinals/programming-environment>

personal con suficiente memoria de procesamiento, gráficos y capacidad. Lógicamente, todos los equipos tienen iguales ambientes de trabajo y sus estaciones poseen también las mismas características que no pueden ser sustituidas. Se utiliza un sistema operativo de GNU/Linux, que por lo general suele ser una versión superior de Ubuntu equipada con varios editores de texto, así como con los lenguajes Java, C, C++, Python y Kotlin; todos ellos con sus respectivos compiladores, intérpretes y entornos de desarrollo (Eclipse, IntelliJ, Pycharm, Code::Blocks, etc.).

1.3.3 Conclusiones del epígrafe.

Todas las súper regiones estudiadas en este epígrafe se rigen por las mismas reglas del ICPC. Sin embargo, como se puede notar en el resumen comparativo realizado, organizativamente difieren en varios elementos. Además, las tecnologías y herramientas empleadas, para gestionar los problemas de programación y las competencias oficiales de clasificación, varían entre una región y otra.

Sin embargo, el presente epígrafe ha servido para conocer la organización que siguen los principales eventos del ICPC en el mundo, las tecnologías que suelen utilizar, los lenguajes de programación que permiten, las características de quienes preparan los problemas de programación utilizados y si utilizan algún mecanismo de selección o herramienta de gestión (cuando ello es posible), y otros elementos relacionados con la investigación.

1.4 Herramientas y tecnologías utilizadas en el ICPC.

Múltiples son las herramientas que son utilizadas durante las distintas fases del ICPC. En la presente sección se aborda sobre los jueces en línea de programación como herramientas de calificación automática, y sobre diversas aplicaciones para gestionar competencias y problemas de programación.

1.4.1 Jueces en línea de programación.

Un juez en línea de programación es un sistema distribuido, por lo general web, que permite juzgar programas de computación que intenten solucionar tareas propuestas. Estos sistemas pueden compilar y ejecutar códigos fuente, y ponerlos a prueba con los juegos de datos definidos para la tarea seleccionada. Las posibles soluciones se ejecutan con restricciones de límite de tiempo de ejecución, límite de memoria y de tamaño de código fuente, restricciones de seguridad, etc. La salida de cada programa enviado por el usuario es capturada por el sistema y comparada con la salida que se tiene de la tarea, emitiendo un resultado evaluativo según dicha comparación o el comportamiento de la solución en relación con sus restricciones. (Roque & Lobaina, 2012)

En la actualidad, existen cientos de jueces en línea de programación disponibles en internet. La gran mayoría están situados en China, lo cual se debe al elevado número de instituciones educativas de dicho país y a su participación activa en las competencias del ICPC y en las IOI. Sin embargo, muchos de los jueces en línea más reconocidos pertenecen a otros países y regiones, como se puede apreciar

a continuación.

Sphere Online Judge (SPOJ) (Polonia)

SPOJ²⁸ es un archivo de problemas, juez en línea y servicio de hospedaje de competencias de programación. Es una plataforma que funciona como calificador automático de soluciones enviadas por los usuarios; soporta más de 45 lenguajes de programación y compiladores que incluyen C, C++, Pascal, Java, C#, Perl, Python, Ruby, Haskell, Ocaml, entre otros.

Cuenta con un archivo de más de 13000 problemas disponibles las 24 horas del día, incluyendo muchos problemas originales preparados por la comunidad de *ProblemSetters*²⁹ asociada al proyecto. Muchos de sus problemas están disponibles en inglés, polaco, vietnamita, portugués, español y otros lenguajes como chino o ruso, por ejemplo. En SPOJ se han hospedado más de 4450 competencias, de las cuales más de 3700 han sido abiertas a todos los usuarios. SPOJ cuenta actualmente con un total de 64500 usuarios registrados.

SPOJ brinda a su comunidad diversos tutoriales, que van desde problemas de entrenamiento para concursantes principiantes, hasta guías para *ProblemSetters* que explican el proceso de adicionar y administrar problemas en SPOJ y guías para *ContestSetters*³⁰ que explican cómo crear y administrar competencias y grupos de usuarios. Ofrece además cierta clasificación de sus problemas mediante categorías.

Timus Online Judge (TIMUS) (Rusia)

Timus³¹ es el archivo de problemas de programación más grande Rusia, un sistema con juzgado automático que soporta los lenguajes de programación y compiladores C, C++, Pascal, Java, C#, Go, Python, Ruby, Haskell, Scala, Rust y Kotlin.

Cuenta con un archivo de más de 1000 problemas disponibles las 24 horas del día, mayormente provenientes de competencias realizadas en la Universidad Federal de Ural, el Campeonato y los subregionales ICPC de Ural, y el Campamento de Entrenamiento ICPC de Petrozavodsk. Por lo general, suele realizar competencias que funcionan como espejos de esos concursos reales. El sitio es administrado por estudiantes y graduados de la Universidad Federal de Ural. Muchos de sus problemas están disponibles en idioma inglés y en ruso. Timus cuenta actualmente con un total de 117000 usuarios registrados. Una característica distintiva de este juez en línea es que provee una clasificación de sus problemas por áreas de conocimiento, que incluye las siguientes categorías: estructuras de datos,

²⁸ <http://www.spoj.pl/>

²⁹ suele llamarse *ProblemSetter* a quien elabora problemas de programación; en inglés, a un conjunto de problemas de programación se le llama *ProblemSet*.

³⁰ de manera análoga al término *ProblemSetter*, suele llamarse *ContestSettler* a quien confecciona competencias de programación.

³¹ <http://acm.timus.ru/>

programación dinámica, teoría de juegos, geometría, teoría de grafos, teoría de números, algoritmos de cadenas y problemas sobre palíndromos. Además, provee una clasificación por complejidades con las siguientes categorías de problemas: para principiantes, inusuales, complejos y *tricky*³².

Saratov State University Online Contester (SARATOV) (Rusia)

SARATOV³³ es un archivo de problemas de programación de Rusia, creado en 2002 por Michael R. Mirzayanov, un sistema con juzgado automático que soporta los lenguajes de programación y compiladores C, C++, Pascal, Java y C#.

Cuenta con un archivo de más de 550 problemas disponibles las 24 horas del día, mayormente provenientes de competencias regionales y subregionales de Rusia, e incluyendo muchos problemas originales preparados por la comunidad de *ProblemSetters* asociada al proyecto. Sus problemas están disponibles en idioma inglés. Se han hospedado cerca de 40 competencias en SARATOV, abiertas a todos los usuarios. SARATOV cuenta actualmente con un total de 24200 usuarios registrados.

Topcoder (USA).

Topcoder³⁴ es una compañía fundada en 2001 por el norteamericano Jack Hughes (actual presidente), que gestiona competencias de programación. Las competencias pueden durar desde algunas horas hasta varias semanas, en dependencia de su objetivo principal. Los competidores pueden resolver problemas de naturaleza algorítmica o inclusive realizar diseño gráfico, desarrollo o pruebas de detección de bug en diversos proyectos. El resultado del trabajo realizado por los competidores es licenciado por Topcoder como un software, o parte de un software, que puede ser comercializado por la compañía.

Topcoder vende activamente los productos obtenidos en competencias y también actúa como un repositorio de código, permitiendo que otras compañías obtengan diseños y desarrollos adaptados a sus necesidades a partir de los competidores de la plataforma. Obviamente, los competidores involucrados en los desarrollos comercializados son remunerados acorde a los ingresos obtenidos por su resultado. La plataforma cuenta actualmente con más de un millón de usuarios registrados.

Codechef (India).

Codechef³⁵ es una iniciativa educacional sin fines de lucro fundada en 2009 por Directi³⁶, una compañía india de software con el objetivo de mejorar y expandir la comunidad india de programadores. Es una

³² *haciendo referencia a ciertos tipos de problemas que tienen trampas intencionales de sus autores o detalles interesantes en su enunciado y/o solución oficial.*

³³ <http://acm.sgu.ru/>

³⁴ <http://www.topcoder.com/>

³⁵ <http://www.codechef.com/>

³⁶ <http://blog.directi.com/2009/09/directi-officially-launches-codechef/>

juez en línea que soporta más de 50 lenguajes de programación y cuenta con una comunidad global de programadores motivados por el aprendizaje y las competencias de programación.

Codechef persigue los objetivos de proveer una plataforma para practicar, competir y desarrollar habilidades enfocado en los estudiantes, así como en los profesionales dedicados al desarrollo de software. Además, busca identificar jóvenes estudiantes de la India en los cuales desarrollar la cultura de la programación de computadoras.

Codechef cuenta con un archivo de cientos problemas disponibles las 24 horas del día en idiomas inglés, ruso y chino. Una característica distintiva de este juez en línea es que provee una clasificación de sus problemas por áreas de conocimiento mediante etiquetas, que incluye múltiples categorías, técnicas y contenidos relacionados con los algoritmos de programación. Además, provee una clasificación por complejidades con las siguientes categorías de problemas: simple, fácil, fácil-medio, medio, medio-difícil, difícil, súper difícil, y retadores.

Provee tres competencias mensuales regulares, con características específicas para ciertos niveles de enseñanza. Se realiza una competencia de larga duración a principio de mes con problemas de alta complejidad, y una más pequeña a mediados de mes orientada a estudiantes de preuniversitario. Las restantes competencias suelen ser una mezcla entre ambos enfoques, pero con un mayor contenido algorítmico, además de tener corta duración. Actualmente, más de 800000 usuarios se han registrado en la plataforma.

Codeforces (Rusia).

Codeforces³⁷ es un archivo de problemas de programación, creado en 2010 por Michael R. Mirzayanov (quien lo gestiona y administra actualmente), un sistema con juzgado automático que soporta decenas de lenguajes de programación y compiladores. Codeforces adopta desde sus comienzos la Web 2.0.

Codeforces cuenta con un archivo de más de 4000 problemas disponibles las 24 horas del día en idiomas inglés y ruso. Similar a Codechef, una característica distintiva de este juez en línea es que provee una clasificación de sus problemas por áreas de conocimiento mediante etiquetas, que incluye múltiples categorías, técnicas y contenidos relacionados con los algoritmos de programación.

Además, provee clasificación por complejidades pues sus problemas se publican en la plataforma en un orden de incremento gradual de dificultad. Codeforces cuenta actualmente con un total de 37800 usuarios registrados.

ACM-ICPC Live Archive (ICPC).

ACM-ICPC Live Archive³⁸ es un archivo de problemas de programación, un sistema con juzgado

³⁷ <http://www.codeforces.com/>

³⁸ <https://icplivearchive.ecs.baylor.edu/>

automático que soporta los lenguajes de programación y compiladores C, C++, C++11, Pascal, Java y Python. En el mismo se pueden encontrar cientos de problemas que fueron utilizados en competencias regionales y finales mundiales del ICPC; los conjuntos de problemas de todas las finales mundiales desde 1990, y de la mayoría de los regionales del mundo desde 1988, hasta la actualidad.

La plataforma cuenta con un archivo de más de 6600 problemas disponibles las 24 horas del día en idioma inglés. Los problemas cuentan con los datos asociados a sus autores, y a los concursos oficiales donde fueron publicados, permitiendo efectuar distintas búsquedas en ese sentido. Actualmente cuenta con un total de 54800 usuarios registrados.

Juez en Línea de Valladolid (Uva) (España).

Uva³⁹ es un archivo de problemas de programación, un sistema con juzgado automático que igualmente soporta los lenguajes de programación y compiladores C, C++, C++11, Pascal, Java y Python. Muchas de sus características son iguales a las del *ICPC Live Archive*; son administrados y patrocinados por las mismas instituciones y personas.

En Uva, se pueden encontrar cientos de problemas que son utilizados como complemento de diversos materiales de enseñanza de algoritmos y programación competitiva, así como los conjuntos de problemas de las finales mundiales del ICPC, entre otros.

La plataforma cuenta con un archivo de más de 5000 problemas disponibles las 24 horas del día en idioma inglés. Los problemas cuentan con los datos asociados a sus autores, y a los concursos oficiales donde fueron publicados, permitiendo efectuar distintas búsquedas en ese sentido. Actualmente cuenta con un total de 267600 usuarios registrados.

Juez en Línea Caribeño (COJ) (Cuba).

El Juez en Línea Caribeño (COJ⁴⁰ por sus siglas en inglés) es un espacio, auspiciado por la Comunidad Caribeña del ACM-ICPC, donde usuarios del mundo pueden intercambiar experiencias y conocimiento. Estos pueden probar, mejorar y compartir habilidades en la resolución de problemas, la programación de computadoras, y el trabajo en equipo, y se pueden entrenar para participar en competencias de programación (ACM-ICPC, IOI, y otros). (MPC-TLJ & COJ, 2018)

Un grupo de jóvenes estudiantes y profesores, en su mayoría miembros de la Universidad de las Ciencias Informáticas, del Centro Productivo de Tecnologías para la Formación (FORTES), y del MPC-TLJ, son los principales responsables del desarrollo y soporte del COJ. La primera versión del COJ en Internet fue publicada el 5 de junio de 2010 (Soria & Altuna, 2008); en Octubre de 2011 el sistema base fue remplazado por otro que fue programado desde cero (durante un año aproximadamente) por

³⁹ <http://uva.onlinejudge.org/>

⁴⁰ <http://coj.uci.cu/>

estudiantes de la UCI (Roque & Lobaina, 2012). Desde entonces el sistema y el equipo de trabajo han sido renovados constantemente para brindar un mejor servicio.

Este sistema, que con certeza constituye un eslabón fundamental para el trabajo colaborativo y entrenamiento de dicha comunidad, es impulsado por el Movimiento de Programación Competitiva “Tomás López Jiménez” de la UCI y otros colaboradores involucrados con el ICPC; fomentando constantemente el esfuerzo y la preparación de los concursantes en su insaciable búsqueda de conocimiento, experiencia y resultados competitivos.

De cierta forma, el COJ es considerado un epicentro de actividades relacionadas con la programación competitiva en la región y un enlace vital en términos de trabajo colaborativo y entrenamiento. Para una mejor idea, con algo más de ocho años en Internet, el COJ cuenta con más de 30900 usuarios registrados (26000 más que en 2012, 16000 más que en 2014, y 7000 más que en 2016). Estos usuarios representan a unas 1165 instituciones que pertenecen a unos 181 países. Como promedio, cerca de diez usuarios se registran cada día en el COJ (MPC-TLJ & COJ, 2018).

Su archivo⁴¹ de problemas cuenta con una variedad de ejercicios disponibles las 24 horas del día, y que pueden ser resueltos en los lenguajes de programación más utilizados en la programación competitiva, entre los que se pueden mencionar C, C++, C++11, C#, Java, Pascal, Perl, Php, Prolog, Python, Ruby, entre otros; logrando atraer la atención de una comunidad de usuarios que crece constantemente. Dicho archivo cuenta con más de 3000 problemas publicados y que cubren varias áreas del conocimiento relacionadas a la programación de computadoras; aunque estos también suelen estar estrechamente relacionados con materias como Matemáticas, Física, Química, Biología, Sociedad, entre otras.

Una característica distintiva de este juez en línea es que provee una clasificación de sus problemas por áreas de conocimiento mediante etiquetas, que incluye múltiples categorías, técnicas y contenidos relacionados con los algoritmos de programación. Además, provee una clasificación por complejidades con las siguientes categorías de problemas: muy fácil, fácil, medio, difícil, y muy difícil.

Además del lenguaje nativo, el COJ posee internacionalización para los idiomas inglés y portugués con el objetivo de incrementar el alcance internacional. Sin embargo, a pesar de que el inglés es una necesidad profesional y un requisito necesario para las competencias del ACM-ICPC, en el Caribe existe una gran masa de aficionados y principiantes cuyo idioma nativo es otro y a los cuales el énfasis en el inglés puede resultarles alienante. Para poder lograr una mayor participación en la zona es necesario, por tanto, lograr que los contenidos del sitio (descripciones de problemas, reglas de concurso, anuncios, etc.) sean presentados en los idiomas de la región.

Finalmente, para ayudar a los usuarios en su auto aprendizaje, y a los mentores en el entrenamiento

⁴¹ <http://coj.uci.cu/24h/problems.xhtml>

de competidores, profesionales o estudiantes universitarios, el sistema debe proveer más información que la actualmente disponible sobre la trayectoria del usuario, sus tendencias y zonas más fuertes y débiles, utilizando la recomendación, la clasificación de problemas y el análisis de las estadísticas generadas. De ahí que el conjunto de funcionalidades principales y proyectadas del sistema apunta, por ende, a lograr un sistema más integrado e integrador, más comunitario y social, más internacional y más útil para el desarrollo profesional de sus usuarios (Mondelo, Ripoll, & Junco, 2014).

Resumen Comparativo de los Jueces en Línea.

Tabla 2 - Resumen comparativo de los jueces en línea; mayo de 2018 «elaboración propia».

Juez en línea	Creación	Lenguajes	Problemas	Usuarios	Competencias	Guías	Tags
SPOJ	2004	45	1300	64500	4450 en total	SI	SI
Timus	2000	12	1000	117000	103 en total	NO	SI
SARATOV	2002	5	550	24200	40 en total	NO	NO
Topcoder	2001	~50	cientos	1000000	Desconocido	SI	SI
Codechef	2009	~50	cientos	800000	3 x mes	SI	SI
Codeforces	2010	~50	4000	37800	8-10 x mes	SI	SI
ICPC Live Archive	2007	6	6600	54800	-	NO	NO
UVa	1995	6	5000	267600	~15 x año	NO	NO
COJ	2010	12	3000	30900	620 en total	SI	SI

1.4.2 Software para la gestión de problemas de programación.

A continuación, se describen algunas características esenciales de las aplicaciones más utilizadas para la gestión de problemas de programación. De forma general, dichas herramientas suelen no estar limitadas únicamente a ello, sino que tienen un propósito más abarcador. Sus características y funcionalidades se adaptan a las necesidades de los *ProblemSetters* (autores de problemas de programación).

Sistemas de Control de Versiones.

Para la gestión de la información que se genera durante el proceso de preparación de los problemas de programación, y de la información en general de muchos procesos de la vida actual y fundamentalmente aquellos que se relacionan con las TICs, resulta común el uso de sistemas de control de versiones, cuyo propósito está en mantener un resguardo seguro de la información generada, así como los datos específicos de cada momento del proceso.

En ICPC, varias regiones utilizan este tipo de sistemas para preparar los conjuntos de ejercicios que usan luego en sus competencias oficiales, ya sean a niveles locales, como regionales o la misma Final Mundial. Se conoce, por ejemplo, el caso de la región de América Latina y el Caribe que cada año mantiene sus repositorios de problemas con estas tecnologías, sin embargo, en la mayoría de los

casos, es lógico que no se provea información pública al respecto para mantener la mayor privacidad y seguridad posible del trabajo que realizan los respectivos grupos de jueces.

Dentro de los sistemas de control de versiones, sobresale la utilización de Git⁴² por el conjunto de funcionalidades que ofrece, su confiabilidad para mantener proyectos con gran cantidad de archivos, y las plataformas actuales que soportan la tecnología. Solo por mencionar algunos ejemplos, empresas u organizaciones como Google, Facebook, Microsoft, Twitter, LinkedIn, Netflix, PostgreSQL, Android, GNU Linux, Qt, Eclipse, entre otros, hacen uso de la tecnología Git en sus proyectos de desarrollo.

Git es en esencia un sistema de control de versiones distribuido y de código abierto, diseñado por Linus Torvalds para manejar con velocidad, seguridad y eficiencia toda la información, o el código fuente, que generan desde pequeños hasta grandes proyectos. Es fácil de aprender, posee soporte en muchos de los sistemas y tecnologías modernas, y tiene una comunidad que crece y se fortalece exponencialmente. Permite llevar a cabo simultáneamente múltiples flujos de trabajo, llevando el control y coordinando el trabajo que múltiples personas realizan sobre archivos los compartidos.

En la actualidad, el desarrollo de software colaborativo se apoya en gran medida de los sistemas de gestión de repositorios existentes; permiten a los desarrolladores administrar los cambios del código fuente, así como crear y mantener distintas versiones de un mismo software en un lugar centralizado. Son múltiples los beneficios de usar repositorios, no importa si se trabaja a gran escala, en grupos pequeños o el equipo consiste en una sola persona, pues permiten avanzar rápido y preservar la eficiencia en la medida que se desarrolla y crece el tamaño del equipo.

Cuatro servicios de administración de repositorios Git que gozan de popularidad son GitHub⁴³, GitLab⁴⁴, Bitbucket⁴⁵ y Coding⁴⁶.

- GitHub es una plataforma lanzada en 2008 que permite hospedar repositorios de Git, consideraba como la mayor concentración de repositorios existente en la actualidad.
- GitLab es una alternativa similar a GitHub, lanzada en 2011, pero con ciertas características de gestión muy diferentes.
- Bitbucket fue lanzada originalmente en 2008 sólo para proyectos de Mercurial, pero luego de ser adquirida en 2011 por Atlassian⁴⁷ también comienza a hospedar repositorios de Git.
- Coding es una plataforma china fundada en 2014; solo en su primer año recaudó más de 15 millones de dólares. Actualmente, hospeda más de medio millón de proyectos y una cantidad

⁴² <https://git-scm.com/>

⁴³ <https://github.com/>

⁴⁴ <https://gitlab.com/>

⁴⁵ <https://bitbucket.org/>

⁴⁶ <https://coding.net/>

⁴⁷ <https://es.atlassian.com/>

de desarrolladores en rápido crecimiento (fundamentalmente en el mercado chino).

A continuación, en la tabla 3, se comparan estos servicios en cuanto a sus funcionalidades básicas, relación con el código abierto, capacidad de importar repositorios existentes, planes gratis y con costo, entre otros aspectos que sirven como punto de partida para decidir qué sistema es más adecuado para el trabajo del CJC.

Tabla 3 - Resumen comparativo de planes gratis de las plataformas de administración de repositorios «elaboración propia».

Tipos de planes gratis	Límite de repositorios públicos	Límite de repositorios privados	Límite de colaboradores	Límite de espacio	Hospedaje
GitHub público.	Ilimitado	0	Ilimitado	Ilimitado	Nube
Bitbucket pequeños equipos.	Ilimitado	Ilimitado (1GB/proyecto)	5	Ilimitado	Nube
GitLab en la Nube.	Ilimitado	Ilimitado (10GB/proyecto)	Ilimitado	Ilimitado	Nube
GitLab Instalable.	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Auto Hospedaje
Coding Gratis.	Ilimitado	Ilimitado	10	1GB	Nube

Cada una de las cuatro plataformas es un universo de funcionalidades y capacidades; en general todas permiten (aunque no necesariamente gratis) revisión y gestión de código, monitoreo de eventos, autenticación mediante varios factores que incluye las llaves públicas, administración avanzada de permisos, hospedaje de páginas web, entre otros. De las cuatro, solo GitLab es de código abierto en una de sus ediciones; la versión para empresas de GitLab es propietaria, GitHub y Coding son propietarias y su código no está disponible en ninguna forma, Bitbucket también es propietaria, aunque provee su código si se compra la versión instalable.

Todas proveen funcionalidades para descubrir repositorios públicos y soportan el trabajo colaborativo, y todos permiten importar repositorios existentes de Git y SVN con excepción de GitLab para el segundo formato, e inclusive migrar repositorios entre plataformas. Cada una de las plataformas proveen planes gratis, pero cuando se observan en detalle tienen diferencias significativas:

- GitHub permite una ilimitada cantidad de repositorios públicos con ilimitados colaboradores y no tiene límite de uso de disco duro, aunque, los proyectos no deben exceder de 1GB y los ficheros individuales no deben superar 100MB; no permite repositorios privados gratis.
- Bitbucket permite una ilimitada cantidad de repositorios públicos y privados, aunque los últimos

no deben tener más de cinco colaboradores, los proyectos no deben exceder de 1GB; una vez se sobrepasa esta cifra se notifica por correo al propietario del repositorio, pero se puede seguir trabajando hasta tanto no se supere los 2GB. Por razones políticas Cuba se encuentra limitada a acceder a un pequeño número de funcionalidades de la plataforma, lo cual afectaría directamente a la mayoría de los miembros del CJC en sus respectivas instituciones.

- GitLab, en su variante hospedada en la nube, permite una ilimitada cantidad de repositorios públicos y privados, con ilimitados colaboradores, y con 10GB de espacio límite por repositorio; es sin dudas la versión más generosa en cuanto a espacio comparado con las restantes plataformas.
- Coding, permite equipos de sólo diez colaboradores, ilimitada cantidad de repositorios públicos y privados, pero además impone el límite de 1GB de espacio para todos los repositorios disponibles lo cual se siente como una gran restricción si se observan otras plataformas.

Si se está trabajando un repositorio de código abierto GitHub y GitLab son definitivamente grandes opciones. Si se desea un repositorio privado que sea gratis y que permita múltiples colaboradores GitLab es la mejor opción. De igual forma la única variante gratis que se puede instalar la provee GitLab para aquellos que desean tener control total sobre el código fuente y los repositorios, y poseen los recursos necesarios para darle soporte a sus servidores de aplicaciones.

Sólo las versiones con costo vienen con soporte y mantenimiento, así como con funcionalidades avanzadas que no están disponibles en las alternativas gratis, excepto Coding todas ofrecen ilimitada capacidad de uso de disco duro, y está última plataforma es sólo recomendable para aquellos que dominan el lenguaje chino. Las versiones instalables con costo ofrecen incluso más funcionalidades que sus contrapartes hospedadas en la nube.

Foros de Discusión.

Los foros de discusión son aplicaciones con la intención de proporcionar de forma sencilla, y con amplia posibilidad de personalización, una herramienta para crear comunidades y gestionar su comunicación. Brindan la posibilidad de intercambiar sobre diversos temas de forma organizada y manteniendo un historial en el tiempo con los contenidos generados, con sistemas de búsqueda que permiten una localización eficiente de lo que se necesita.

Los foros también son herramientas utilizadas en ICPC, y de forma general, en otras organizaciones y ámbitos del actual desarrollo digital. Existen múltiples aplicaciones para crear foros de discusión, sin embargo, durante la última década el más proliferado es sin duda phpBB⁴⁸. Este es un sistema de foros gratuito, basado en un conjunto paquetes y módulos desarrollados en el lenguaje de programación

48 <https://www.phpbb.com/>

Php, y liberado mediante licencia de código abierto GPL.

Además de ser gratuito y de código abierto, permite la creación ilimitada de foros y subforos, permite el registro y personalización de los datos de los usuarios, brinda la posibilidad de incorporar diferentes idiomas a toda la aplicación, cuenta con sistemas de mensajería interna y chat para el intercambio entre usuarios o grupos de usuarios, posee avanzados sistemas de búsqueda y de administración personalizada por roles de usuario, cuenta con sistemas de logs y de respaldo para la información, así como múltiples funcionalidades para crear, formatear o personalizar, gestionar y monitorear el contenido que se publica. Ningún otro sistema similar ofrece tal cantidad de funcionalidades manteniendo al mismo tiempo su eficiencia y facilidad de uso.

En la actualidad, millones de personas utilizan diariamente phpBB, siendo este sistema el más utilizado de su tipo en el mundo. Una razón importante es el extenso panel de administración que provee la posibilidad de personalizar casi cualquier elemento del sistema sin necesidad de modificarlo (sin cambiar directamente su código fuente), así como la facilidad de integrar phpBB con otros sistemas existentes, y la disponibilidad de múltiples video tutoriales que permiten instalarlo prácticamente en cuestión de minutos.

Wikis.

Una wiki es un sitio web en el cual los usuarios colaborativamente modifican contenidos y estructura directamente desde sus navegadores web. El contenido es creado y modificado mediante un lenguaje sencillo basado en etiquetas, y luego formateado para mostrarse de manera adecuada al resto de los usuarios. Existen múltiples tipos de wiki, algunos son de código abierto y otros son privativas, algunas no necesitan autenticación y otras mantienen un control de acceso a los contenidos mediante roles o permisos. El proyecto de enciclopedia en línea llamado Wikipedia⁴⁹ es el más popular de todas las wikis existentes, y es además uno de los sitios web más visitados en cualquier parte del mundo, y que tiene versiones en un gran número de idiomas. No es descabellado decir que Wikipedia es uno de los proyectos más grandes de recopilación de conocimiento jamás realizado en la historia de la humanidad.

Debido a las facilidades que brindan para el trabajo colaborativo las wikis son una de las herramientas utilizadas en ICPC. En este caso, su mayor valor agregado viene dado por la posibilidad de editar textos simultáneamente por varias personas; también es posible realizarlo con Git, pero con Wikipedia, con MediaWiki u otro proyecto similar, resulta más sencillo, aunque también menos seguro. Su principal aplicación se centra en la preparación final de los enunciados de los problemas, que frecuentemente sufren ajustes durante su revisión por un grupo de jueces (se ajustan los límites y el formato, se escribe una historia de fondo para el problema, entre otros).

Por lo general, las wikis en ICPC se utilizan combinadas con otras herramientas que permitan en

⁴⁹ <https://es.wikipedia.org/>

conjunto facilitar todo el trabajo necesario, como pueden ser los sistemas de mensajería, los foros de discusión, entre otros.

1.4.3 Aplicaciones para la gestión de competencias de programación.

A continuación, se describen algunas características esenciales de las aplicaciones más utilizadas para la gestión de competencias de programación, fundamentalmente de estilo ACM-ICPC. Muchas de ellas suelen soportar otros estilos de competencia como el estilo IOI.

Kattis⁵⁰.

Kattis es una empresa con sedes en Estados Unidos y Suecia, cuyo objetivo principal es brindar una plataforma capaz de entrevistar y contratar a los mejores programadores para diversos proyectos. Su juez en línea es la aplicación oficial utilizada para realizar muchos de los regionales ICPC de Norte América; también es utilizada en la Final Mundial de ACM-ICPC junto con la aplicación DOMjudge.

La idea que persigue Kattis es evaluar de forma automática las competencias técnicas de los aplicantes mediante determinados retos de programación, haciendo el proceso de contratación más eficiente y seguro. Kattis brinda también una plataforma para realizar competencias de programación con estilo ACM-ICPC, que soporta lenguajes de programación como C, C++, C#, Go, Haskell, Java, JavaScript, Kotlin, Pascal, Php, Prolog, Python, Ruby, Scala, entre otros. Además, mantiene un conjunto de problemas disponibles en su Web⁵¹, para que los usuarios puedan entrenar y, al mismo tiempo, dar a conocer sus habilidades en la programación a diversos empleadores.

Kattis es igualmente utilizado por importantes universidades durante sus sesiones de clases permitiendo la corrección de códigos de forma automática, así como la detección de plagio y la generación de importantes estadísticas. Al realizar parte del trabajo, Kattis permite a los docentes enfocarse más en la calidad del aprendizaje ahora centrado en el estudiante.

DOMjudge⁵².

DOMjudge es una aplicación automática para realizar competencias de programación de diversos estilos; está fundamentalmente enfocada en ICPC con equipos presenciales, pero puede ser adaptada a múltiples contextos. Está liberada mediante licencia de código abierto GPL de forma tal que puede ser adaptada a las necesidades particulares de un usuario u organización. Posee un alto nivel de usabilidad y seguridad mediante un sistema modular flexible que permite gestionar los lenguajes y compiladores. Posee mecanismos para compilar y calificar las soluciones enviadas de manera automática y brinda interfaces web para los equipos, los jueces y el público.

⁵⁰ <http://www.kattis.com/>

⁵¹ <https://open.kattis.com/documentation>

⁵² <https://www.domjudge.org/>

Es la aplicación oficial utilizada para realizar los subregionales de ICPC de BAPC desde 2004 y GCPC desde 2010, los regionales ICPC de NWERC desde 2007, de SWERC desde 2008, así como los del Pacífico Sur desde 2010. También, es utilizado en la Final Mundial de ACM-ICPC desde 2012.

Polygon⁵³.

Polygon es una plataforma creada en 2009 por Michael R. Mirzayanov para preparar problemas y competencias de programación; permite diseñar problemas IOI, ICPC u otro de programación competitiva soportando el ciclo completo de gestión de los problemas: escritura de los enunciados, preparación de los conjuntos de prueba y generadores, creación de soluciones modelo de diversos tipos, juzgado y validación automatizada.

De acuerdo a su autor (en motivo al quinto aniversario de la plataforma⁵⁴) las principales razones por las que se debe usar Polygon para preparar problemas son: evitar errores que pueden ser detectados automáticamente por la plataforma, generar paquetes de problemas uniformes y entendibles por otros sistemas, mantener disponible por un largo tiempo la información desarrollada, manejar correctamente la seguridad y fundamentalmente el acceso apropiado a los datos de los problemas, propiciar un mayor y más sencillo trabajo colaborativo entre los *ProblemSetters* involucrados en cada problema, integrar a los jueces en línea los contenidos desarrollados mediante servicios web y protocolos seguros, virtualizar múltiples herramientas necesarias durante la preparación de los problemas, clasificar, filtrar y buscar los contenidos fácilmente, entre otros.

BOCA⁵⁵.

BOCA es una aplicación para realizar competencias de estilo ACM-ICPC, actualmente utilizada en los concursos regionales del ICPC de América Latina y el Caribe, así como en otros torneos, maratones, o copas de programación en la región. Ha sido diseñada para utilizar Php y PostgreSQL brindando portabilidad, control de concurrencia, soporte para competencias distribuidas de múltiples sedes, e interfaces web sencillas. Está liberada mediante licencia de código abierto GPL de forma tal que puede ser adaptada a las necesidades particulares de un usuario u organización.

PC²⁵⁶.

PC² PC2 es un sistema de control de competencias de programación desarrollado en la Universidad Estatal de California, en apoyo a las competencias del ICPC en sus diversos niveles y regiones del mundo. PC2 (comúnmente llamado P-C al cuadrado o sencillamente P-C-dos) permite gestionar competencias de programación en una variedad de entornos computacionales y provee un conjunto de

⁵³ <https://polygon.codeforces.com/>

⁵⁴ <http://codeforces.com/blog/entry/14184>

⁵⁵ <https://www.ime.usp.br/~cassio/boca/>

⁵⁶ <http://pc2.ecs.csus.edu/>

herramientas importantes para ello.

PC2 permite desarrollar competencias simultáneas desarrolladas con múltiples sedes mediante la transmisión automática de los datos de la competencia entre cada una de ellas; genera una tabla de posiciones unificada con todas las sedes incluidas.

La plataforma está desarrollada en Java y es compatible con la versión 1.7 (o superior) del lenguaje, lo cual permite que sea instalada en Windows, MacOS, y una variedad de sistemas basados en Unix que incluye Solaris, Linux y FreeBSD.

PC2 puede ser utilizado gratuita y libremente por cualquiera que realice una competencia relacionada directa o indirectamente con las competencias del ICPC. Esto incluye (pero no limita a) las competencias de clasificación regionales, nacionales y locales, así como aquellas con el propósito de entrenar equipos o concursante para el ICPC. Adicionalmente, las instituciones académicas que deseen realizar competencias de programación con fines no comerciales y cuyos propósitos no entren en conflicto con las metas del ACM-ICPC, pueden también hacer uso de PC2. Cualquier otra intención de uso debe ser autorizada por el equipo del Proyecto PC2.

omegaUp⁵⁷.

omegaUp es un proyecto web que persigue elevar el nivel de los desarrolladores de software mediante la resolución de problemas con un enfoque competitivo. Es la aplicación oficial que desde 2011 es utilizada para realizar las Olimpiadas Mexicanas de Informática (OMI), también desde 2015 se utiliza para llevar a cabo las Olimpiadas Ibero-americanas de Informática por Correspondencia (CIIC) con estudiantes participando desde México, Colombia, Bolivia, Chile, Brasil, Portugal, España, Perú, Argentina, Cuba y Venezuela (Chávez, González, & Ponce, 2014). Gran parte del contenido del sitio está escrito en español, pero soporta otros idiomas como el inglés y el portugués.

Mooshak⁵⁸.

Mooshak es una aplicación para administrar competencias de programación mediante la web. Soporta diferentes tipos de competencias, fundamentalmente aquellas basadas en ICPC y en IOI. Fue creado originalmente con objetivo competitivo, pero actualmente se utiliza mucho en cursos de programación por su capacidad de responder automáticamente la evaluación de un programa. Su última versión está implementada con Java, y está liberado mediante licencia de código abierto GPL.

Abacus⁵⁹.

Abacus es una aplicación utilizada para los concursos regionales del ICPC en la súper región de África

⁵⁷ <https://omegaup.com/>

⁵⁸ <https://mooshak.dcc.fc.up.pt/>

⁵⁹ <http://sourceforge.net/projects/abacuscsm>

y el Medio Oriente; permite realizar competencias de estilo ACM-ICPC. Fue escrita en el año 2005 por Bruce Marry (profesor sudafricano graduado en la Universidad de Ciudad del Cabo, Doctor en Ciencias de las Computación, y múltiple medallista en olimpiadas de matemáticas y computación), en el lenguaje de programación C++, y liberado bajo licencia pública general versión 2.0 (GNU GPLv2). El software está disponible en inglés, usa tecnologías web con una base de datos tipo MySQL, y soporta los lenguajes de programación C++ y Java. Provee un sencillo tutorial para los concursantes.

1.4.4 Conclusiones del epígrafe.

Todos los jueces en línea estudiados en este epígrafe se basan en la utilización de las tecnologías web. La forma en la construyen la tabla de posiciones de sus usuarios varía entre un sistema y otro. Sin embargo, casi todos soportan los mismos estilos de competencia, entre los que se incluyen, por ejemplo, ACM-ICPC e IOI, entre otros. El presente epígrafe ha servido para conocer las tecnologías que suelen utilizar los principales jueces en línea, así como los lenguajes de programación soportados.

Un elemento interesante y lógico resulta el hecho de que aquellos jueces en línea que de alguna manera remuneran o premian el desempeño de sus usuarios en las competencias y la resolución de ejercicios publicados en sus plataformas (ya sea con intereses motivacionales, educativos o materiales), son también aquellos que cuentan con comunidades de usuarios muy superiores al resto de los jueces en línea, así como con objetivos a corto, mediano y largo plazo, y marcos de trabajo bien definidos para alcanzarlos. Del estudio, se puede notar también una tendencia creciente a categorizar los problemas por áreas de conocimiento y/o complejidades.

En ICPC, son varias las herramientas empleadas para la gestión de problemas de programación. De forma general, dichas herramientas no están limitadas únicamente a ello, sino que tienen un propósito más abarcador. Los sistemas de control de versiones se adaptan a las necesidades de los *ProblemSetters*; combinados con los foros de discusión, las wikis, blogs y otros similares, facilitan el trabajo a realizar por los jueces del ICPC.

También se pudo conocer, los elementos fundamentales, acerca de las principales herramientas para la gestión de competencias de programación en el ICPC. Se puede apreciar que, en gran parte de los casos estudiados, se promueve la distribución del código bajo licencia GPL y se limita el empleo del software para propósitos educativos (e.g. el ICPC).

Conclusiones del Capítulo.

A modo de conclusiones se pueden destacar los siguientes puntos:

1. Del estudio realizado sobre las súper regiones del ICPC, se puede notar que América Latina y el Caribe es la única que realiza un regional simultáneo distribuido en múltiples sedes físicas. El resto de las súper regiones, con excepción del Pacífico Sur que tiene una sola sede física, realizan múltiples regionales, con múltiples conjuntos de ejercicios y en fechas diferentes lo cual organizativamente es complejo e implica más trabajo para las organizaciones sedes y los jueces implicados en cada caso.
2. Sólo la súper región de América Latina y el Caribe, y la África y el Medio Oriente, realizan de manera oficial los niveles locales/institucionales de competencias ICPC. Además, estas son las únicas que utilizan aplicaciones para la gestión de los problemas y competencias oficiales que son totalmente diferentes a las que se usan en la Final Mundial del ACM-ICPC. Son siete como mínimo los sistemas de gestión de competencias diferentes que se registran como oficialmente utilizados en las competencias del ICPC de las distintas regiones.
3. Con excepción de las IOI, los eventos estudiados en empresas y organizaciones, tienen por lo general el objetivo de captar talentos que potencialmente puedan trabajar o cursar becas en dichas empresas; la capacitación del personal es intangible y costosa, por lo que la mayoría de las organizaciones y empresas del mundo prefieren arriesgarse con personal que tiene habilidades desarrolladas. Las IOI persiguen más bien un interés formativo, centrado en la motivación y el desarrollo del talento joven.
4. Con excepción del Juez en Línea de Valladolid, todos los jueces estudiados fueron creados del año 2000 en adelante; Codeforces y el COJ son los más recientes (creados en 2010). Del estudio, se puede notar también una tendencia creciente a categorizar los problemas por áreas de conocimiento y/o complejidades.
5. Aquellos jueces en línea que de alguna manera remuneran o premian el desempeño de sus usuarios en las competencias y la resolución de ejercicios publicados en sus plataformas, son también aquellos que cuentan con comunidades de usuarios muy superiores al resto de los jueces en línea, así como con objetivos a corto, mediano y largo plazo, y con marcos de trabajo bien definidos para alcanzar los mismos.
6. Los sistemas de control de versiones combinados con los foros de discusión, las wikis, blogs y otros similares, facilitan el trabajo a realizar por los jueces del ICPC. Se puede apreciar que, en gran parte de las herramientas para la gestión de competencias de programación en el ICPC, se promueve la distribución del código bajo licencia GPL y se limita el empleo del software para propósitos educativos (e.g. el ICPC).

CAPÍTULO II - DESARROLLO DEL MODELO PARA LA SELECCIÓN DE PROBLEMAS Y APLICACIÓN DE COMPETENCIAS OFICIALES DE PROGRAMACIÓN POR EL COMITÉ DE JUECES CARIBEÑO DEL ACM-ICPC

En el presente capítulo, se realiza un diagnóstico de la situación actual en la región caribeña (con énfasis especial en Cuba), y se desarrolla un modelo para guiar y regular el funcionamiento del Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC durante la selección de problemas y la aplicación de competencias oficiales de programación de la región. Además, se define una infraestructura que integra herramientas de software y soporta tecnológicamente al modelo desarrollado.

2.1 Diagnóstico del proceso de gestión de concursos oficiales y ejercicios de programación para el ACM-ICPC en la región caribeña.

El primer concurso ICPC celebrado de forma oficial en la región caribeña se realizó en la UCI en el año 2009; significó un cambio importante para muchas instituciones (fundamentalmente cubanas) en cuanto a programación competitiva se refiere. En dicha ocasión, un equipo perteneciente a la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas (UCLV) clasificó a la Final Mundial del ACM-ICPC que tuvo lugar el siguiente año en China; sería el primer equipo cubano en ostentar tal logro. Un año después, se sumaron la UCI y la Universidad de la Habana (UH) a las instituciones cuyos equipos alcanzaron una Final Mundial, pero esta vez en Estados Unidos; otras instituciones caribeñas han clasificado en años posteriores, un total de siete hasta la actualidad, y varias han repetido más de una vez. (Ripoll, 2018)

Los resultados obtenidos en esos primeros años de ICPC y el subsiguiente desarrollo de la comunidad de programación competitiva en distintas universidades, que también comenzaron a visualizar la posibilidad real de llegar a una Final Mundial, son razones fundamentales para la creación en el año 2011 del Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC (CJC), quien en lo adelante oficializaría niveles competitivos locales y nacionales en la región y cuyo presidente se incorporaría de forma permanente al Comité de Jueces Latino-americano (CJLATAM).

Durante tres años, desde 2011 hasta 2014, se formalizan paulatinamente las reglas más importantes para el trabajo del CJC y por primera vez se trabaja de forma organizada los problemas de las competencias oficiales del Caribe, mediante la combinación de un foro de discusión y una wiki. Sin embargo, a medida que el CJC se nutre en cuanto a miembros de varias instituciones debido a la consolidación del Caribe como región oficial del ICPC, se diversifica su composición en cuanto a países representados, en gran parte debido al fortalecimiento de los lazos de colaboración en temas relacionados al ICPC con México y Venezuela.

Es entonces que, se hace más necesaria la definición de un proceso robusto y seguro, y la utilización de aplicaciones que sean pertinentes y suficientes para instrumentar satisfactoriamente los objetivos de la organización en los ciclos competitivos de cada año. En lo adelante, la gestión de los concursos

oficiales y de los problemas de programación que estos implican, resulta en un proceso sensible y con una incidencia directa en los concursantes, entrenadores y jueces implicados en el ICPC del Caribe.

Como se puede apreciar, en el estudio de la situación problemática de la presente investigación, son varias las herramientas que el CJC ha utilizado para llevar a cabo la preparación de los problemas en cada fase del ICPC. Sin embargo, desde los inicios del CJC ha sido el COJ, por su carácter regional, su identidad y lo que representa para la comunidad caribeña de programación competitiva, el juez en línea seleccionado para efectuar los concursos oficiales de la región caribeña.

2.2 Diagnóstico del proceso de gestión de concursos oficiales y ejercicios de programación en Cuba.

Con el pasar del tiempo, las instituciones involucradas en el ICPC han ido desarrollando diversas comunidades con intereses afines al evento como, por ejemplo, el Movimiento de Programación Competitiva “Tomás López Jiménez” (MPC-TLJ) en la UCI; un grupo adscrito a la Dirección de Investigaciones de la UCI, con la misión principal de mejorar los resultados nacionales e internacionales de la Universidad en competencias de programación de computadoras. Desde su fundación en 2012, su visión fundamental ha sido convertirse en una organización de referencia en América Latina y el Caribe en materia de Programación Competitiva.

Por tal razón, una de las premisas fundamentales del Movimiento (como también se le conoce al MPC-TLJ) consiste en la superación constante de sus miembros, mediante un proceso integrado de formación de las nuevas generaciones de estudiantes y profesores que acoge cada año (Mondelo, Ripoll, & Junco, 2014). Sin dudas, esta organización es responsable de organizar muchos de los campamentos y competencias de programación que se realizan en la actualidad, en Cuba; sus miembros constantemente imparten charlas para diversos niveles de enseñanza que van desde niños hasta estudiantes y profesores universitarios, colaboran en distintas copas provinciales de programación como jueces y *ProblemSetters*, y en tal sentido elaboran decenas de problemas de programación cada año, etc.

Los concursantes en su búsqueda de conocimiento entrenan constantemente en múltiples plataformas de internet, fundamentalmente en los jueces en línea de programación, y las instituciones por su parte suelen propiciar espacios y eventos que contribuyen a dicha formación. Anualmente se realizan campamentos de entrenamiento en algunas universidades de Cuba (Ripoll & Morales, 2018), como el ya conocido Campamento Caribeño de Entrenamiento para el ACM-ICPC que celebra la UCI (MPC-TLJ & ACM-ICPC Caribe, 2018), y cada vez son más los ejemplos de competencias oficiales de programación organizadas y celebradas en las universidades.

Tanto es así, que en 2015 se crea una Liga Cubana de Programación (LCP), que agrupa, coordina y dirige la realización de más de una docena de competencias provinciales que se celebran en distintas

universidades afiliadas al ICPC (Copa UCI de Programación "Tomás López Jiménez" que cuenta con 13 ediciones, Copa UO -*Universidad de Oriente*- con 8, UM -*Universidad de Matanzas*- con 7, UPR -*Universidad de Pinar del Río*-, UCLV -*Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas*- y UNAH -*Universidad Agraria de la Habana*- con 5, UH -*Universidad de la Habana*-, UC -*Universidad de Camagüey*-, UNISS -*Universidad de Sancti Spíritus*- y UNICA -*Universidad de Ciego de Ávila*- con 4, UCF -*Universidad de Cienfuegos*- con 3, LTU -*Universidad de las Tunas*- con 2, entre otras como UG -*Universidad de Guantánamo*-, UHO -*Universidad de Holguín*-, CUJAE -*Universidad Tecnológica de la Habana "José Antonio Echeverría"*-, ITM -*Instituto Técnico Militar*- e INSTEC -*Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas*-, que celebraron su primera edición en el año 2018) (MPC-TLJ & COJ, 2018).

Como se puede notar algunas de estas competencias, también llamadas Copas de Programación, cuentan hoy con más de diez ediciones; varias han llegado a establecerse como un evento oficial en el calendario anual de los respectivos centros que las organizan. En todos los casos, han sido los jueces en línea las herramientas para instrumentar dichas competencias, y una vez más, es el COJ el factor común en la mayoría de ellos; los conjuntos de problemas se preparan totalmente sobre el COJ, a partir de una estrecha colaboración de personas dispersas por el país, y que casi siempre son miembros del CJC y/o del MPC-TLJ. Es válido mencionar que algunas universidades como la UH, con el *MATCOM Online Grader* (MOG⁶⁰), cuentan con su propia plataforma para desarrollar las competencias de programación de sus centros.

Si bien la preparación de los problemas sobre la misma plataforma donde se van a publicar es un elemento que puede verse como algo positivo, por el ahorro de esfuerzo, es también una realidad que dicho proceso se ve afectado negativamente por múltiples factores que han sido mencionados en la presente investigación. La forma de trabajar internamente en los ejercicios suele ser un tema transparente para los competidores que por lo general sólo se enfocan en el conjunto de problemas (enunciado y validadores) resultante presentado el día de la competencia y no en el cómo se hizo para lograrlo.

En gran parte de los casos, no se documenta la manera en que se realiza el trabajo de los jueces por motivos relacionados con la seguridad/confidencialidad con que se maneja los datos de los problemas elaborados. Y por lo general, aquellos que lo documentan sólo lo comparten con el grupo reducido de personas que tiene influencia directa en el proceso para evitar difundir información que luego pueda ser estudiada con el propósito de debilitar de alguna forma la seguridad de la competencia.

⁶⁰ <http://matcomgrader.com/>

2.3 Principios, cualidades y premisas para la concepción del modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.

El término modelo proviene del italiano “*modello*” - representación de algo que se debe seguir o imitar. Febles (2012) plantea que, en la literatura también se encuentran otras definiciones válidas como: “*un instrumento de la investigación creado para reproducir el objeto que se está estudiando...*”, de forma tal que permite, desde una nueva perspectiva de análisis, una comprensión más plena del objeto de estudio para resolver un problema y representarlo de alguna forma.

Integrando los principales fundamentos teóricos establecidos en el capítulo I con las características, estado actual y desarrollo del proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC en la región caribeña, el autor desarrolla un modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC, que constituye una solución al problema de investigación identificado, cumpliendo la hipótesis planteada.

El modelo, que constituye el aporte fundamental de la presente investigación, se define por el autor de la manera siguiente: representación conceptual que integra herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo, para contribuir a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC.

Para construirlo, el autor aplicó un procedimiento que utiliza las tendencias teórico-prácticas actuales sobre el proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC en diversas regiones del mundo, teniendo en cuenta los diagnósticos realizados en la región caribeña, y particularmente en Cuba como epicentro de la programación competitiva de la región. A partir de los elementos estudiados se definirán un conjunto de principios, cualidades y premisas para la concepción del modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.

Existen múltiples elementos que deben ser tomados en cuenta durante la concepción inicial de cualquier proyecto, y que tienen marcada influencia en su culminación satisfactoria. A consideración del autor de la presente investigación, la planificación detallada resulta fundamental para la ejecución y el control de los objetivos trazados. El tiempo dedicado a planificar es tiempo bien utilizado: tener un plan de acción con suficiente detalle para que todos los involucrados entiendan suele evitar retrasos innecesarios y resultados no deseados.

Por tales razones, una planificación adecuada del proceso de trabajo del CJC es un elemento primordial del modelo. La actualización y mejora del modelo a partir del análisis de los resultados obtenidos, la retroalimentación en cada etapa, las experiencias identificadas por el CJC durante las actividades oficiales del ICPC, y la incorporación de nuevas metas de trabajo, es otro elemento importante a tener en cuenta.

Dentro de la administración de empresas muchos estudiosos han intentado definir el concepto de planificación: (Mercado, 1996), (Stoner, Freeman, & Gilbert, 1996) y (Goodstein, 1998) están de acuerdo en que la planificación consiste en el proceso de establecer metas y escoger la mejor manera de alcanzarlas, y una vez se tenga todo claro pueda emprenderse la acción. Por otra parte, según Jiménez (1982) la planificación es *“un proceso de toma de decisiones para alcanzar un futuro deseado, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos”*. La planificación sirve para anticiparse a las acciones que es necesario realizar y la forma en la que se hará, para conseguir que la empresa obtenga los resultados que se espera en el tiempo establecido.

A consideración del autor la planificación es el proceso de estudiar las metas de la organización para establecer un conjunto de acciones enfocadas en alcanzar dichas metas; es la distribución y el aprovechamiento coherente de las habilidades de los miembros de una organización en función de lograr los resultados deseados en el tiempo establecido. Una vez que se tiene delineado un plan robusto se puede comenzar a implementar el mismo mediante la construcción de un equipo efectivo, pues es sabido que un equipo es la unidad laboral hecha de partes individuales que comparten una meta en común, la cual sólo puede lograrse a través de la aplicación estructurada de sus habilidades combinadas.

Por tal razón, el primer paso para lograr el éxito de un equipo comienza con la estructuración inicial que no es otra cosa que la asignación y organización de los recursos disponibles que son capaces de trabajar juntos como una unidad y mediante la integración de sus habilidades, talentos y personalidades individuales. Un buen líder de equipo necesita perfeccionar sus técnicas para saber cómo alinear esas habilidades, cuándo combinar esos talentos y de qué manera balancear esas personalidades para que se forme la sinergia que vaya de acuerdo con las necesidades pertinentes a cada fase de un proceso específico.

Si estos simples pasos se aplican de manera adecuada, el solo hecho de reunir un equipo bien identificado y que tenga cubiertas sus necesidades y muy claros sus objetivos, facilita poner en marcha el plan que la organización haya visualizado con anterioridad y permite una transición menos complicada entre cada una de las fases del proyecto, en este caso, las fases de trabajo del CJC. Dicho todo lo anterior, resulta obvia la marcada importancia que junto a la planificación tiene la conformación del equipo de trabajo; siendo igual de importante la asignación pertinente de cada miembro en el equipo a las funciones o roles más adecuados dentro de la organización.

Las organizaciones o empresas actuales suelen realizar distintas estrategias para aumentar las ganancias o minimizar las pérdidas con base en sus fortalezas organizacionales. La selección de personal es un proceso realizado mediante técnicas efectivas, con el objetivo de encontrar al candidato que mejor se adecue a las características presentes y futuras previsibles de un puesto y de una

empresa u organización específica (Santos, 2005). El éxito de las organizaciones depende de que las personas estén en los puestos adecuados y en el momento adecuado; del acierto en la elección de las personas competentes para el correcto desempeño y desarrollo de las tareas y deberes que se deben cubrir.

Es sabido que la capacitación del personal es intangible y costosa, por lo que la mayoría de las organizaciones y empresas del mundo prefieren arriesgarse con personal que tiene habilidades desarrolladas (elemento evidenciado en los ejemplos descritos en el Capítulo I). La falta de madurez y experiencia en un proceso de selección propicia que en ocasiones el personal sea escogido tomando en cuenta criterios y valoraciones personales no estandarizados, y sin evaluar competencias ni perfiles profesionales bien definidos.

El autor de la presente investigación considera de vital importancia el conocimiento de las competencias y habilidades del personal que integra el CJC, así como el análisis adecuado de los candidatos que cada año se incorporan a dicha organización. Santos (2000) define competencia como *“la capacidad de responder exitosamente ante situaciones complejas o la realización de tareas, para la cual se debe poseer una armonía entre conocimientos (saber), actitudes (saber qué) y habilidades (saber hacer)”*. Rodríguez y Martínez (2005) coinciden con esta definición. A consideración del autor las competencias son una combinación de conocimientos, habilidades y valores que permiten a una persona enfrentar determinadas tareas.

Un elemento no menos importante ha de ser la gestión del conocimiento asociada al proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC en el Caribe, como parte de las buenas prácticas del CJC. La gestión adecuada del conocimiento es una fortaleza que por lo general caracteriza a los proyectos, empresas, instituciones y organizaciones exitosas (Hernández & Martí, 2006), (Adams, y otros, 2017). Es un factor importante que se debe tener en cuenta en todo proceso de formación y superación personal (Santos, 2005), (Rodríguez & Martínez, 2005).

Las organizaciones y empresas del mundo habitualmente realizan cursos de capacitación orientados al desarrollo de competencias profesionales, preferentemente orientados a las necesidades reales de cada situación particular. El conocimiento del capital humano con que cuenta la organización unido al proceso de estudiar las metas que se desean alcanzar y las capacidades de cada miembro para situarlo en roles pertinentes y que presupongan un mayor beneficio para la organización, resultan una premisa necesaria para el éxito. La comprensión e interpretación de las capacidades profesionales que poseen los miembros de un equipo, permite estimar de forma bastante certera la pertinencia del personal para enfrentar tareas o cumplir con roles específicos dentro de una empresa u organización.

Existen dos tipos de conocimiento: el conocimiento tácito que es el tipo de conocimiento que de forma intrínseca poseen las personas, y el conocimiento explícito que es aquel que se encuentran soportado en diferentes medios (por ejemplo, los libros y otros tipos de documentos impresos, los recursos

audiovisuales, los archivos multimediales u otro tipo de archivos digitales soportados en servidores que en su mayoría son accesibles mediante Internet, entre otros).

El conocido modelo (ilustración 4) creado en 1995 por I. Nonaka y H. Takeuchi muestra el ciclo general de producción del conocimiento, teniendo en cuenta los tipos mencionados (Gómez, 2006).

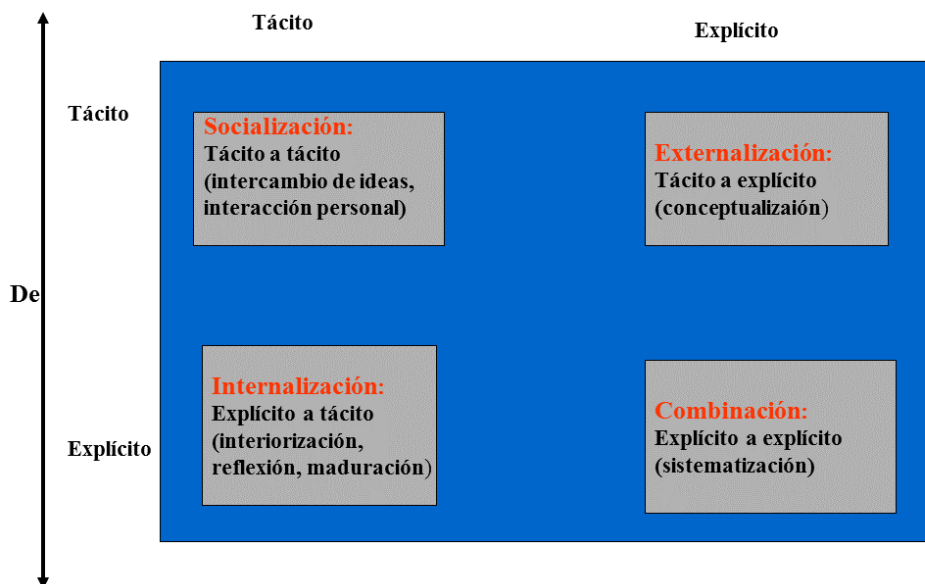


Ilustración 4 - Modelo de Nonaka y Takeuchi para el ciclo de producción del conocimiento. (Gómez, 2006)

Durante proceso anual de trabajo del comité, resulta conveniente poder medir, desarrollar y fortalecer las competencias profesionales de sus integrantes; abogando en todo momento por la generalización del conocimiento que poseen. Lo anterior, constituye un elemento fundamental del proceso formación y socialización del conocimiento. Teniendo siempre en cuenta que uno de los retos presentes en todo proceso de formación es la implantación de un modelo adecuado de gestión del conocimiento, que sea eficaz, pertinente y que favorezca a todos.

El modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC debe ser pertinente, flexible, y capaz de adecuarse al contexto de trabajo del comité. Su aplicación deberá contribuir a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a los procesos mencionados. Más adelante, se definirán un conjunto de principios, cualidades y premisas que estarán presentes durante su concepción e instrumentación.

Los primeros elementos sobre seguridad de la información, a nivel mundial, pueden encontrarse hacia los años 60. Las motivaciones de la guerra con la crisis de los misiles, y el alto potencial de investigación que generan las universidades en ese momento, establecen el sustrato necesario para que se desarrollen las necesidades de protección y control de la información. Las fuerzas militares reciben importantes recursos económicos para fortalecer sus posiciones. Las operaciones en los medios tecnológicos se muestran como una ventaja y estrategia para ganar posiciones en el escenario de la

tensión internacional. Así se inician las primeras discusiones sobre el contexto de la seguridad nacional, donde la formulación de estrategias de seguridad y dispositivos tecnológicos son elementos fundamentales frente a la crisis de una posible guerra. (Pfleeger & Pfleeger, 2008)

Esta situación, desarrolla la industria de los sistemas operacionales, de la criptografía, de las aplicaciones automatizadas y del hardware, con lo cual se propone un nuevo desafío para la seguridad de la información. Ahora la seguridad de las naciones se basa en la protección de la información automatizada en los diferentes sistemas desarrollados e instalados.

Durante las décadas del 70 y 80, instituciones como el IEEE (*Institute of Electric and Electronic Engineers*) establecen líneas de acción sobre la seguridad de la información. Fundaron grupos de investigación, y realizaron conferencias internacionales y publicaciones que poco a poco formaron los primeros profesionales en seguridad informática (consolidada como una disciplina formal y científica).

En las décadas anteriores el detalle de la seguridad giraba en torno al aseguramiento de características de software para uso local o personal. Ahora, los profesionales de la seguridad informática deben pensar tanto en la seguridad local como en la seguridad en la interacción con un tercero. Técnicas como el control de paquetes de comunicaciones, cortafuegos, detección de intrusos, redes privadas virtuales, criptografía asimétrica, filtros de correo electrónico, entre otras, reciben gran acogida por la industria, y generan gran variedad de productos y conceptos que son utilizados por las diferentes organizaciones privadas, públicas y militares. (Pfleeger & Pfleeger, 2008)

Esta evolución intuitiva de la seguridad informática, no sería posible sin la equivalente evolución de la calidad y sofisticación en los ataques desarrollados por los intrusos. No se debe negar la importancia de la creatividad en las maneras de confrontar y vulnerar las soluciones de seguridad planteadas durante estos años, pues sin ellas las mejoras incorporadas a la fecha no tendrían la dimensión que se plantea en los productos actuales de seguridad.

Los métodos de intrusión en los sistemas se han desarrollado mediante la obtención de herramientas de ataque cada vez más sofisticadas y automatizadas. Al principio, penetrar en un sistema informático era tarea de *hackers* con conocimientos avanzados de computación y programación. En la actualidad, la mayoría de los ataques se producen por personas con poco conocimiento de programación, pero que, gracias al desarrollo de Internet, cuentan con herramientas automatizadas que hacen prácticamente todo el trabajo.

Se puede definir “seguridad de la información” como un conjunto de métodos y herramientas destinados a proteger los datos de una institución. Este término está estrechamente relacionado con la seguridad informática, y con los tres aspectos fundamentales de cualquier sistema de computación:

- **Confidencialidad:** la información o los activos informáticos son accedidos solo por las personas autorizadas.

- **Integridad:** la información o los activos solo pueden ser modificados por las personas autorizadas y de la forma autorizada.
- **Disponibilidad:** los activos informáticos son accedidos por las personas autorizadas en el momento requerido.

Uno de los mayores retos para establecer sistemas seguros es encontrar el balance correcto entre estos tres aspectos. Es fácil mantener la confidencialidad de un sistema si nadie tiene acceso a él, pero este tendría una disponibilidad nula.

Un sistema de computación tiene tres componentes fundamentales: hardware, software y datos. Los datos son generalmente el activo informático máspreciado para cualquier institución. El hardware y el software pueden ser caros pero fáciles de reponer, en cambio los datos o la información contienen la vida de una institución y su valor a veces es incalculable.

Para analizar la seguridad de un sistema se debe pensar en la forma en que el mismo pudiera sufrir determinada pérdida o daño, para lo cual es necesario identificar las debilidades del sistema. Una vulnerabilidad es una debilidad en el sistema de seguridad, por ejemplo, en procedimientos, diseños e implementaciones que pueden ser explotados para causar algún daño. Una amenaza a un sistema de computación es un grupo de circunstancias que tienen el potencial para causar algún daño o pérdida.

Alguien que explote una vulnerabilidad (i.e. materializa las amenazas) estaría realizando un ataque contra un sistema. Los ataques pueden ser de interceptación afectando la confidencialidad (e.g. robo de contraseñas o copia ilícita de programas), de modificación afectando la integridad (e.g. desfiguración de un sitio web) y de interrupción afectando la disponibilidad (e.g. bloqueo de los servicios de servidores web o de correo electrónico).

Los mecanismos de defensa pueden ser muy diversos, pero de manera general, el objetivo de los mismos es siempre de prevención, de detección o de recuperación. También, existen algunos principios y estrategias a seguir para mantener adecuadamente la seguridad informática de una institución. A continuación, se mencionan estos principios:

- **Mínimo privilegio:** se deben otorgar los permisos estrictamente necesarios para efectuar las acciones que se requieran, ni más ni menos de lo solicitado.
- **Eslabón más débil:** la seguridad de un sistema es tan fuerte como su parte más débil. Un atacante primero analiza cual es el punto más débil del sistema y concentra sus esfuerzos en ese lugar.
- **Proporcionalidad:** las medidas de seguridad deben estar en correspondencia con lo que se protege y con el nivel de riesgo existente. No sería lógico proteger con múltiples recursos un

activo informático que no posee valor o que la probabilidad de ocurrencia de un ataque sobre el mismo es muy baja.

- **Dinamismo:** la seguridad informática no es un producto, es un proceso. No se termina con la implementación de los medios tecnológicos, luego se requiere monitoreo y mantenimiento.
- **Participación universal:** la gestión de la seguridad informática necesita de la participación de todo el personal de una institución. La seguridad que puede ser alcanzada mediante medios técnicos es limitada y debiera ser apoyada por una gestión y procedimientos adecuados, que involucren a todos los individuos.

Para lograr un sistema de seguridad robusto, es esencial analizar la seguridad informática como un proceso dinámico. El hecho de que hoy seamos seguros no implica que mañana lo sigamos siendo. Para que la seguridad sea efectiva esta debe integrar tecnología, procesos e individuos. La seguridad no es un problema tecnológico solamente, tiene que verse como un problema de todos. Estos elementos se deben tomar en cuenta, para contribuir con el modelo concebido a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.

La estandarización de la información, durante los procesos mencionados anteriormente, es también un elemento importante a tener en cuenta pues, entre otras cosas, facilita la interoperabilidad. Clevenger et al (2011), describen un conjunto de estándares que se deben seguir al desarrollar sistemas para el ICPC, con la intención de especificar requerimientos funcionales, pero sin restricción alguna de implementación, arquitectura, o tecnologías a utilizar.

En el modelo concebido, los estándares descritos para la información manejada por el CJC, no pretenden constituir la mejor forma de estandarizar la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC. Ellos representan simplemente especificaciones sobre cuáles elementos o estructuras son requeridos para la gestión adecuada de la información mencionada, con el objetivo de estandarizar la información y facilitar su análisis para apoyar la toma de decisiones. En los estándares descritos, existen requerimientos que son específicos a los concursos del ICPC o a las plataformas empleadas, que no son necesariamente imprescindibles para otros tipos de competencias de programación o tecnologías. Sin embargo, deberán ser cumplidos acorde a las especificaciones que provea el CJC en cada caso.

Los principios que sustentan la concepción del modelo son:

1. La **estandarización** de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC durante el proceso de trabajo para los concursos locales y nacionales caribeños (CLC y CNC, respectivamente), teniendo en cuenta fundamentalmente la utilización de plantillas y formatos estándares para los contenidos que son

generados durante dicho proceso (enunciados y datos asociados a los ejercicios, guías de trabajo, cronogramas, votos emitidos durante el proceso de selección y refinamiento de problemas, entre otros).

2. La **seguridad** de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC durante el proceso de selección y refinamiento de problemas para utilizarse en los CLC y CNC, fortalecida fundamentalmente mediante la selección y utilización adecuada de la infraestructura tecnológica del modelo (las herramientas de software) y cuya validación se expresa mediante la capacidad de gestionar los problemas y las competencias oficiales de programación de forma segura permitiendo el acceso y/o la modificación de la información asociada sólo a las personas autorizadas para ello.
3. La **pertinencia** del modelo como garantía de su adecuación al contexto del proceso de selección de problemas y la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC.
4. La **interoperabilidad** para lo cual es indispensable una concepción adecuada de los recursos del modelo, que permita que las aplicaciones sean compatibles y usables sin importar la tecnología subyacente.

Las cualidades que caracterizan al modelo son las siguientes:

1. La **flexibilidad** del modelo que se expresa mediante su capacidad de adaptarse a las particularidades existentes en el proceso de trabajo del CJC.
2. La **integralidad sistémica** del modelo que se expresa mediante la cobertura integrada y coherente de la mayoría de los elementos necesarios para garantizar de manera segura, oportuna y satisfactoria los problemas de los CLC y los CNC; son como un todo que funciona de manera armónica.
3. Adecuada **gestión de conocimientos** como componente de retroalimentación del proceso, sirviendo de apoyo a la toma de decisiones del CJC y la superación permanente de los recursos humanos disponibles.
4. La **actualización y mejora continua** del modelo a partir del análisis de los resultados que se van obteniendo, la retroalimentación de los errores cometidos en cada etapa, las experiencias identificadas por el CJC durante las actividades oficiales del ICPC, y la incorporación de nuevas metas de trabajo.

Las premisas con vistas a la instrumentación del modelo propuesto son:

1. **Voluntad institucional y organizacional** que apoye la instrumentación del modelo y la visibilidad de los recursos destinados para el proceso de selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.
2. Enfoque **colaborativo basado en competencias** de los miembros del CJC, para maximizar los resultados asignando a cada persona tareas que sean pertinentes de acuerdo a sus conocimientos y habilidades; equipo efectivo con habilidades combinadas, de marcada motivación por el ICPC, y con la sinergia necesaria para el trabajo colaborativo que caracteriza al CJC.
3. Adecuada **planificación** de las etapas del proceso de selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.

2.4 Concepción del modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.

El modelo consta de varios componentes que sirven para guiar y regular el funcionamiento del CJC durante el proceso de selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC. Estos componentes, pueden ser vistos como una secuencia de actividades específicas y acciones de la organización y de la comunidad caribeña de programación competitiva; esta secuencia de actividades puede considerarse como un ciclo competitivo y tiene la característica de estar formado por un conjunto de etapas que mantiene similar estructura cada año. Las etapas del proceso de selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC, fueron consideradas durante la definición de los componentes principales del modelo concebido. Como resultado, este consta de cuatro componentes fundamentales (v. et. ilustración 5):

1. Gestión de Problemas de Programación: consiste en el proceso de gestión de la información relacionada con los problemas de programación, con el propósito de seleccionar conjuntos de problemas que puedan emplearse en competencias de programación del ICPC.
2. Gestión de Competencias de Programación: consiste en el proceso de gestión de la información relacionada con las competencias de programación del ICPC, desde su montaje hasta la ejecución en un juez en línea.
3. Gestión de Miembros del Comité: consiste en el proceso de gestión de la información relacionada con los jueces que integran el CJC.
4. Gestión de Recursos Tecnológicos: consiste en la infraestructura tecnológica para instrumentar el modelo.

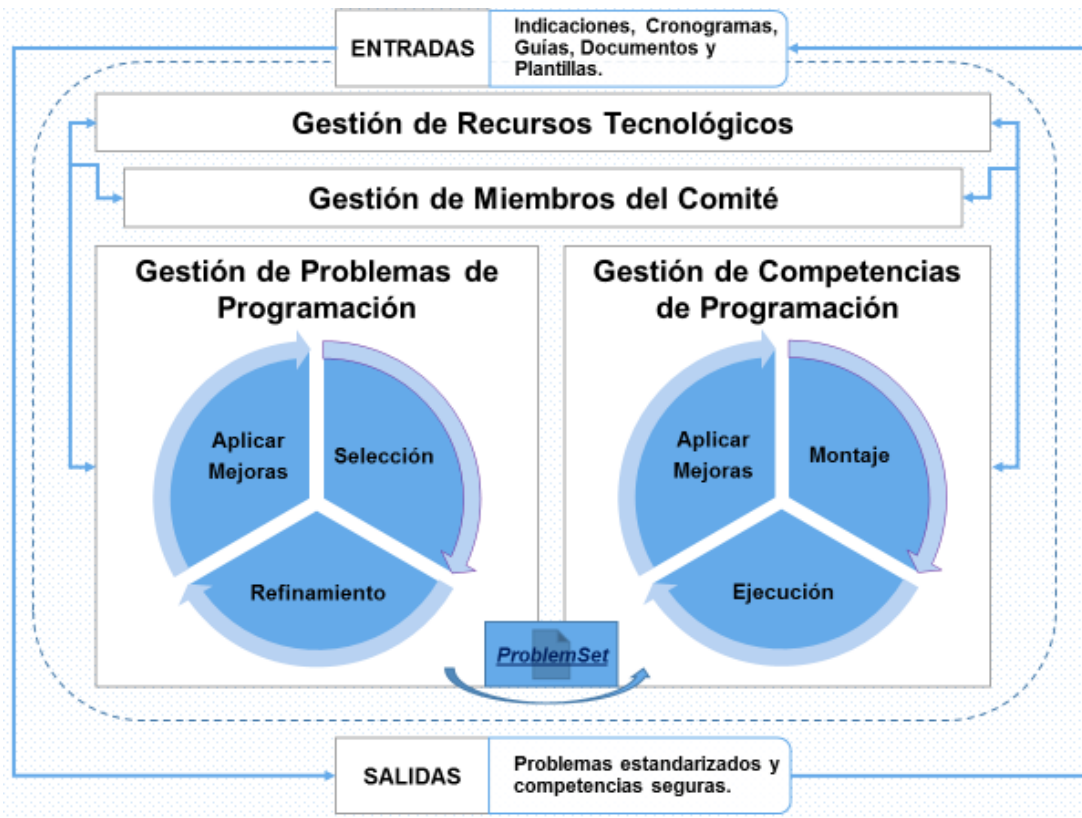


Ilustración 5 - Concepción del modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC «elaboración propia».

2.4.1 Actividades durante el inicio de un ciclo competitivo.

En cada ciclo competitivo del ACM-ICPC en el Caribe, el trabajo del CJC iniciará con el envío de una convocatoria oficial (anexo 2) para colaborar con problemas de programación en los concursos locales y nacionales del Caribe; será publicada y enviada libremente a través diversos recursos por el presidente del CJC y contendrá las principales orientaciones, así como un conjunto de guías y buenas prácticas a tener en cuenta para elaborar una propuesta de ejercicio para dichos concursos.

Dicha convocatoria incluye también los compromisos que debe cumplir cada autor para mantener sus propuestas en secreto, y el cronograma con las fechas importantes del ciclo competitivo en cuestión (e.g. las fechas límites de cada etapa). Contiene además múltiples datos de contacto del CJC (por defecto, de su presidente y/o juez principal). El documento está escrito en idioma inglés con el objetivo de alcanzar a una comunidad mayor de interesados.

En principio, se debe priorizar el envío de la convocatoria a todos los miembros oficiales del CJC, y a todos los directores institucionales del ICPC en la región caribeña. Dicho documento, así como los cronogramas, guías y plantillas, constituyen las entradas fundamentales del modelo concebido, que además está respaldado por una infraestructura tecnológica que permite gestionar las propuestas de problemas de programación enviadas al CJC.

Por un periodo de aproximadamente tres meses, el CJC recibe y centraliza las propuestas de problemas de todas aquellas personas interesadas en colaborar; aunque como es lógico, la mayoría de las propuestas han de surgir de los propios miembros del comité, ya que estos cuentan con experiencias de ciclos competitivos anteriores. Las propuestas de las personas que no son miembros del CJC son centralizadas por su presidente, quien se encargará de validar que cumplan con el formato y los requisitos establecidos por la organización, y dará a sus autores una confirmación o rechazo inicial de la propuesta enviada según su consideración.

2.4.2 Componente 1: Gestión de Problemas de Programación.

Una vez centralizadas las propuestas recibidas, aquellas que son aceptadas son subidas por el presidente del CJC a la plataforma de revisión de problemas (un sistema seguro al que solo tendrán acceso los miembros del CJC).

Los miembros del CJC pueden subir directamente a la plataforma sus propuestas, teniendo en cuenta sus complejidades y clasificaciones por áreas de conocimiento (I.e. toda propuesta debe poseer categorización en cuanto a su complejidad y áreas de conocimiento).

Cuando se desea clasificar un problema de programación, por lo general resulta difícil realizar una distribución/agrupación estándar de las materias del conocimiento relacionadas a la programación de computadoras (Skiena & Revilla, 2003), (Shamsul, 2006). Sin embargo, la siguiente propuesta se acerca bastante a la deseada; siendo éstas las clasificaciones adoptadas en la actualidad por el COJ para agrupar sus problemas en categorías de la programación de computadoras, y complejidades que van desde muy fáciles hasta muy difíciles en una escala del uno al cinco respectivamente:

- ✓ Teoría de Juegos (abreviada como GA, por sus siglas en inglés).
- ✓ Geometría General (GE).
- ✓ Aritmética y Álgebra (AA).
- ✓ Búsqueda y Ordenamiento (SS).
- ✓ Teoría de Números y Conjuntos (NT).
- ✓ Fuerza Bruta y Combinaciones (BF).
- ✓ Teoría de Grafos (GT).
- ✓ Estructuras de Datos (DS).
- ✓ Manipulación de Cadenas (ST).
- ✓ Programación Dinámica (DP).
- ✓ No estándar (*Ad-hoc*) (AH).
- ✓ Golosos (*Greedy*) (GR).

En general, todas las propuestas enviadas al CJC deben respetar el formato descrito en la convocatoria inicial (anexo 2), así como en la guía para elaborar problemas de estilo ACM-ICPC (anexo 3), basada en la utilización del COJ. Esta guía también está escrita en idioma inglés para su comprensión por la mayor cantidad posible de interesados en la región caribeña, y en otras regiones que deseen colaborar con el ICPC en el Caribe.

Dicha guía es uno de los resultados de la presente investigación; tiene el objetivo de contribuir a la estandarización de los datos durante el proceso de gestión de problemas y competencias de programación sobre el COJ. En ella se describe la estructura general o plantilla que debe seguir una propuesta de ejercicio; se explican cada una de las partes que componen un problema de programación, así como consideraciones, buenas prácticas o requisitos a tener en cuenta durante su elaboración.

En resumen, para que una propuesta pueda ser considerada por el CJC, durante su elaboración deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

- Siempre que sea posible, toda la información debe escribirse en inglés. Lo anterior es relativo a la información general del problema, detalles sobre las especificaciones de entrada y salida, ficheros de prueba, así como las consideraciones o pistas provistas por el autor. Excepto por algunos elementos específicos como el nombre del problema o similares, toda la información debe ser escrita en inglés. Si además se desea enviar versiones del problema en otros idiomas necesarios para su internacionalización (e.g. español o portugués), solo es necesario enviar en dichos idiomas la descripción del problema, detalles de entrada y salida, así como las pistas y consideraciones necesarias que el autor estime necesarias en el enunciado.
- Todos los ficheros de prueba (con nombres exactamente así: 001.in, 001.out, 002.in, 002.out ... N.in, N.out) deben ser enviados en un único fichero compactado (de hasta 5MB de tamaño). El nombre de este fichero debe ser "*PROBLEMCODE-tests*"; si se necesita enviar más de un fichero se puede usar por ejemplo "*PROBLEMCODE-tests-1*", "*PROBLEMCODE-tests-2*", y así sucesivamente. Los ficheros de prueba deben ser creados preferentemente sobre un sistema operativo basado en UNIX para evitar futuros problemas de codificación al adicionarlos al servidor del COJ (I.e. errores relacionados con los fines de línea para UNIX, MacOS y Windows). Se debe evitar el uso de ficheros de tamaño grande, ya que ello afecta el proceso de calificación y favorece determinados lenguajes de programación por sobre otros.
- Todas las soluciones de los autores deben ser enviadas en un único fichero compactado (de hasta 5MB de tamaño). El nombre de este fichero debe ser "*PROBLEMCODE-solutions*"; si se necesita enviar más de un fichero se puede usar por ejemplo "*PROBLEMCODE-solutions-1*", "*PROBLEMCODE-solutions-2*", y así sucesivamente. Las soluciones deben ser escritas

preferentemente en C, C++, C++11 o Java. Los ficheros se deben enviar con el código de la solución correspondiente (un único fichero por solución) en lugar de directorios y proyectos completos. Por cada solución escrita, se recomienda validar todos los rangos del problema; se pueden usar funciones de validación (e.g. la función Assert de C++), o códigos adecuados para comprobar los rangos y el formato de los valores en los ficheros de prueba. No se deben usar funciones para manipular en ninguna medida el sistema de ficheros, la memoria o la red del sistema; se considerarán una violación de seguridad y recibirán un veredicto en ese sentido durante el proceso de pruebas.

- Debe dejarse claro cuáles son los rangos válidos de las entradas y los límites de todos los parámetros (incluyendo la cantidad máxima de casos de prueba en un fichero de entrada). Utilizar términos como “múltiples casos de prueba” sin especificar su cantidad máxima, no es recomendable. Además, se debe especificar claramente el formato exacto de la entrada provista (e.g. “tres números enteros separados por un espacio...”, “cuatro líneas, cada una con un número entero...”, “un número real, redondeado por exceso hasta su segunda cifra decimal...”, etc.) así como de la salida que debe realizar el competidor, tomando especialmente en cuenta los espacios y líneas en blanco.
- La estructura general de los problemas debe ser la siguiente (v. et. ilustración 6):
 - Información general:
 - *Problem name*: e.g. "Just Another Greedy Problem".
 - *Proposed by*: e.g. "Yonny Mondelo Hernández".
 - *Created by*: e.g. "Yonny Mondelo Hernández".
 - *Test Time Limit (MS)*: e.g. "1000" (se puede utilizar el mismo valor para todos los lenguajes de programación, se pueden utilizar diferentes valores para cada lenguaje de programación, o se pueden ajustar estos valores con multiplicadores dinámicos provistos por la plataforma del COJ para cada lenguaje de programación).
 - *Total Time Limit (MS)*: e.g. "15000" (se puede utilizar el mismo valor para todos los lenguajes de programación, se pueden utilizar diferentes valores para cada lenguaje de programación, o se pueden ajustar estos valores con multiplicadores dinámicos provistos por la plataforma del COJ para cada lenguaje de programación).

- *Memory Limit (Bytes)*: e.g. " 268435456 = 2^{54} = 256MB" (se puede utilizar el mismo valor para todos los lenguajes de programación, se pueden utilizar diferentes valores para cada lenguaje de programación, o se pueden ajustar estos valores con multiplicadores dinámicos provistos por la plataforma del COJ para cada lenguaje de programación).
- *Source Limit (Bytes)*: e.g. " 16384 = 2^{14} = 16KB" (se puede utilizar el mismo valor para todos los lenguajes de programación, se pueden utilizar diferentes valores para cada lenguaje de programación, o se pueden ajustar estos valores con multiplicadores dinámicos provistos por la plataforma del COJ para cada lenguaje de programación).
- *Languages*: e.g. "C, C++, Java, and C#", "All except Perl and Bash", o solo "All".
- *Source*: e.g. "Unpublished", "2018 ACM-ICPC Latin American Regional Contest", o "<http://www.poj.pl/problems/TEST/>" (tener en cuenta que algunas fuentes tienen reglas explícitas sobre la utilización de sus problemas en otros Jueces en Línea o con el propósito de cualquier competencia oficial de programación).
- Descripción del problema:
 - *Problem Specifications*: Consiste en la descripción general del problema.
 - *Input Specification + Output Specification*: Especificaciones de entrada y salida, en correspondencia con la descripción general del problema.
 - *Sample Input + Sample Output*: Ejemplos de pruebas de entrada y salida, en correspondencia con las especificaciones anteriores.
 - *Hint(s)*: Algunas pistas y/o consideraciones que el autor considere necesario incluir en el enunciado del problema (e.g. ejemplos de entrada y salida adicionales).
- Categorización del problema (a cuáles áreas pertenece el problema): e.g. "GE4", "NT3, AA3" o "DP3, GT2" (un problema puede tener múltiples clasificaciones, pero no es recomendable tener múltiples complejidades o clasificaciones innecesarias):
 - *Tags*: Ad-hoc (AH), Arithmetic-Algebra (AA), Brute Force (BF), Combination (CO), Data Structures (DS), Dynamic Programming (DP), Game Theory (GA), General Geometry (GE), Graph Theory (GT), Greedy (GR), Set-Number Theory (NT), Sorting-Searching (SS), Strings (ST).

- *Difficulty: Very Easy (1), Easy (2), Medium (3), Hard (4), Very Hard (5).*
- Toda la información debe ser enviada al correo personal del presidente del CJC, la cual será informada mediante los canales y documentos correspondientes, y debe cumplir adecuadamente con las especificaciones arriba descritas.
- Si la propuesta es aceptada, los autores deberán proveer otros datos asociados al problema como los ficheros de prueba y soluciones oficiales, análisis del autor sobre las soluciones, bibliografías relacionadas, etc.

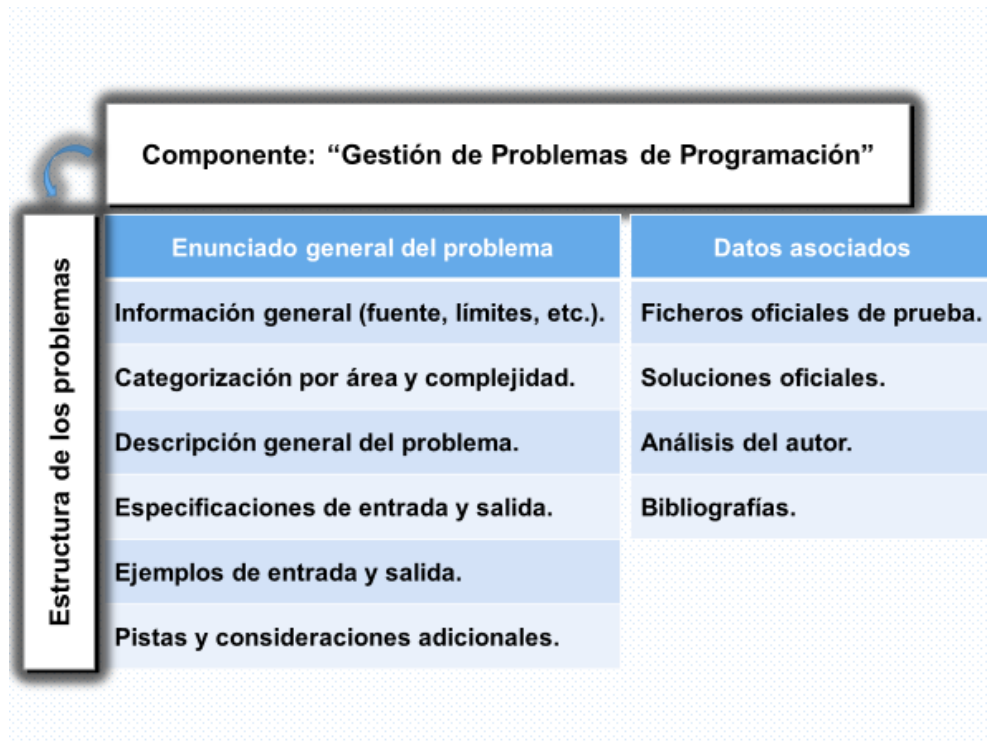


Ilustración 6 - Componente "Gestión de Problemas de Programación" - Estructura general de los problemas «elaboración propia».

En un foro privado del CJC, se crea un hilo por cada una de las propuestas recibidas. Al mismo tiempo, se crea una instancia de problema en el COJ con las secciones que debe tener cada propuesta final (enunciado, especificaciones de entrada y salida, ejemplos de entrada y salida, datos del autor y/o la fuente original del problema, límites, entre otros). El hilo del foro y su respectiva instancia de problema en el COJ estarán debidamente enlazados, y por razones obvias de seguridad se debe garantizar una correcta correspondencia entre las personas que tienen acceso a dicha información en cada uno de los dos sistemas (en un caso ideal deberían ser los mismos en ambas plataformas).

La siguiente etapa consiste en una votación efectuada por los miembros del CJC, para seleccionar cuáles problemas serán utilizados en el concurso nacional. Para ello, cada miembro del comité realiza una selección personal de nueve problemas de entre las propuestas disponibles. La selección debe cubrir la mayor cantidad posible de áreas del conocimiento, así como lograr un adecuado balance en

la distribución de las complejidades, con el objetivo de fomentar la participación y el buen desempeño de los concursantes.

Este proceso tarda entre una y dos semanas, luego de lo cual un conjunto preliminar de problemas es seleccionado; la selección es realizada por el presidente del CJC acorde a los puntos mencionados anteriormente y la cantidad de votos recibidos por cada propuesta. Lo anterior, implica que los problemas con mayor cantidad de votos tendrán mayor probabilidad de ser seleccionados, maximizando de esa forma la satisfacción de los miembros del comité con el resultado obtenido (i.e. el conjunto de problemas).

La selección preliminar puede ser modificada, de acuerdo a las opiniones de los miembros del CJC, las cuales deben ser sustentadas por la mayoría para ser aceptadas en cada caso; en ausencia de una mayoría absoluta (o falta de consenso) las decisiones sobre cualquier propuesta son tomadas por el presidente del CJC quien tiene en todo caso la última palabra y garantizará que todas las reglas descritas anteriormente se cumplan. Para la selección de los problemas se provee un conjunto de elementos importantes que se deben tener en cuenta al evaluar qué tan pertinente es un problema de programación para una competencia ICPC, en dependencia del nivel donde se aplique; dichos elementos se deben ir mejorando acorde a la experiencia acumulada por el CJC.

Una vez concluida la votación, el conjunto de problemas seleccionados es removido de la lista de propuestas disponibles; dicho conjunto será empleado en el concurso nacional caribeño. Si es necesario, se realiza una segunda ronda de votaciones con iguales características, pero esta vez para seleccionar cuáles problemas serán utilizados en el concurso local. Al concluir esta segunda fase de votaciones, el presidente del CJC procesa los resultados de aceptación o no de todas las propuestas enviando una notificación oficial a los autores correspondientes en cada caso.

En caso de ser posible se retroalimenta a los autores sobre los elementos negativos fundamentales que influyeron en que alguno de sus problemas no haya sido seleccionado por los jueces, con el objetivo de que, en caso de que el CJC lo considere conveniente, dicho autor tenga la oportunidad de mejorar sus propuestas y estas a su vez reintegrarse al proceso. Por supuesto, en los casos donde el rechazo general de los jueces sea definitivo, se le notificará al autor sin oportunidad de reintegración al proceso actual, pero con la posibilidad de mejorar para el siguiente ciclo competitivo.

Estos ciclos de votaciones y selección de problemas están contemplados como parte del tercer componente (gestión de problemas) del modelo, el cual es lo suficientemente flexible como para permitir uno, dos o más ciclos de selección de problemas, inclusive de forma simultánea. Se utiliza un algoritmo desarrollado por el autor de la presente investigación, para procesar las votaciones realizadas (previamente almacenadas en una base de datos) y visualizar gráficamente los resultados generales obtenidos. Lo anterior sirve de apoyo a la toma de decisiones, para la selección de un determinado conjunto de problemas y su posterior análisis por los restantes miembros del CJC.

2.4.3 Componente 2: Gestión de Competencias de Programación.

En un primer momento, ninguna de las dos plataformas (el foro del CJC y el COJ) contiene información sensible sobre los enunciados de las propuestas recibidas. No es hasta después de las votaciones del CJC, que se actualiza en el COJ esta información. Entre otras cosas, ello evita trabajo innecesario y permite que se utilicen textos mejor elaborados, a partir del análisis efectuado por los miembros del CJC sobre las propuestas recibidas.

Todas las propuestas seleccionadas son revisadas y refinadas por el CJC en la plataforma destinada para dicho proceso; luego son habilitadas en el COJ (plataforma de competencias del CJC). Como buena práctica, se lleva un control de los cambios que durante el refinamiento se realizan en cada problema, así como un reporte personalizado del estado de trabajo para cada uno. Lo anterior, permite saber en todo momento qué acciones son necesarias o cuáles tareas aún siguen pendientes, con el objetivo de organizar las tareas y con ello la fuerza de trabajo.

La etapa final de cada ciclo competitivo consiste en la realización de los concursos oficiales caribeños, y está bajo la supervisión directa del CJC. Para garantizar su correcta realización:

- se conoce con suficiente tiempo de antelación los problemas que se utilizarán en cada competencia.
- se configura y verifica adecuadamente la plataforma de competencias:
 - montaje y prueba de los problemas en el COJ (versiones en inglés y/o en español).
 - revisión del funcionamiento del sistema y los motores de calificación.
 - configuración y chequeo de los parámetros de la competencia.
 - creación de cuentas de acceso para los equipos.
- se ajustan los accesos especiales a los módulos del COJ, teniendo en cuenta aquellos que necesiten ser renovados o revocados a usuarios de la plataforma.

Con un tiempo adecuado de antelación, se deben elaborar editoriales (discusiones o análisis) de soluciones para cada competencia oficial en el COJ que se realice por el CJC. Estos editoriales se distribuyen luego del concurso real; ello sirve como recurso de entrenamiento para los concursantes y entrenadores involucrados en estos eventos de programación competitiva (Verhoeff, 2016).

Además, con el propósito de evitar errores comunes (aquellos relacionados con el funcionamiento de la plataforma de competencias y, en general, con la programación competitiva) por parte de los concursantes, siempre que se realice una competencia del ICPC sobre el COJ, se debe proveer un conjunto de elementos informativos. El autor de la presente investigación sugiere enviar en los primeros

minutos de la competencia, mediante el módulo de clarificaciones⁶¹ del COJ, un conjunto genérico de clarificaciones a todos los participantes del concurso (anexo 12).

2.4.4 Componente 3: Gestión de Miembros del Comité.

Como requisito interno del CJC, se emplea un foro privado de discusión para la publicación de sus reglas oficiales, así como de los cronogramas de trabajo, los datos y contactos de todos sus miembros, el análisis en conjunto de las propuestas, la gestión de información sensible como puede ser un debate de posibles soluciones sobre algún problema seleccionado, la selección en sí de los problemas oficiales de cada concurso, entre otras acciones que requieren un espacio confidencial. Para los restantes intercambios de información, que requieren niveles menores de confidencialidad, se utilizan las redes sociales y las listas de distribución creadas con tales fines.

Por cada miembro activo⁶² del CJC se registra un conjunto de datos. Se conocen, por ejemplo, su nombre y apellidos, nacionalidad, centro de trabajo y/o estudio, correo electrónico personal, usuario de acceso en el foro del CJC y usuario de acceso en el COJ. Se debe conocer también si desempeña algún rol adicional en el ICPC (i.e. es entrenador de equipos o directivo del ICPC en alguna institución), que implique relacionarse de forma directa con concursantes activos. Para mayor comodidad, en una base de datos, se gestionan los datos fundamentales de los miembros del CJC, así como su estado de actividad y aportes históricos en la organización.

Para el ciclo competitivo del año 2018, el CJC tiene un total de 43 miembros que pertenecen a 16 instituciones universitarias, siendo la UCI con 15 miembros y la UH con 7 las más representadas. El CJC tiene representación de siete países: 36 miembros de Cuba, dos de República Dominicana, y uno de Argentina, de Costa Rica, de Jamaica, de México y de Puerto Rico, respectivamente.

Una vez finalizada la selección de problemas, y luego del consenso de los miembros activos del CJC al respecto, los autores de los ejercicios a emplear en las competencias oficiales del Caribe son invitados a incorporarse al comité (si no pertenecen al mismo), para colaborar con el proceso final de preparación y refinamiento de las propuestas. También, son invitados a participar en las competencias reales, en alguna sede presencial.

2.4.5 Componente 4: Gestión de Recursos Tecnológicos.

Para la definición de una infraestructura tecnológica que permita instrumentar satisfactoriamente el modelo, el autor de la investigación se basó fundamentalmente en el estudio de un conjunto de herramientas de software con diversos propósitos relacionados al objeto de estudio. Se tuvo en cuenta

⁶¹ mensaje, enviado por un equipo a los jueces preguntando alguna duda, o enviado por los jueces a uno o más equipos especificando algún elemento, acerca de un problema de la competencia o sobre la plataforma utilizada.

⁶² miembro que se mantiene colaborando con el CJC, que participa en las selecciones de problemas, en el refinamiento de las propuestas y en las competencias oficiales, entre otros.

fundamentalmente aquellas tecnologías o sistemas con referencias acerca de su estado actual de madurez, la continuidad y el ritmo de evolución de la tecnología, la disponibilidad de servicios de soporte y mantenimiento, y el tamaño de la comunidad que interactúa y desarrolla las tecnologías o herramientas que se desean utilizar.

Las herramientas seleccionadas son mayormente de código abierto. Poseen licencias no privativas o costos acordes al entorno caribeño. La infraestructura tecnológica seleccionada se aplicó paulatinamente en el proceso de trabajo del CJC, hasta lograr su implementación total en el año 2018. Además, para la selección se tuvo en cuenta el diagnóstico realizado sobre las distintas regiones en cuanto al ICPC, y las principales tecnologías utilizadas en años anteriores en los locales y nacionales del ACM-ICPC en el Caribe. Las tecnologías utilizadas para el ICPC en el Caribe se resumen en la siguiente tabla, así como la cantidad de problemas que fueron usados en cada concurso oficial.

Tabla 4 - Resumen por años de las principales tecnologías utilizadas en los locales y nacionales del ACM-ICPC en el Caribe, y de la cantidad de problemas empleados en cada competencia oficial «elaboración propia».

Año	Problemas usados en los CNC y CLC.	Tecnologías utilizadas para el trabajo del CJC; selección de problemas y aplicación de competencias oficiales.
2018	Por determinar...	COJ+Correo+phpBB+GoogleGroups+RedesSociales+Git
2017	11 / 9	COJ+Correo+phpBB+GoogleGroups+RedesSociales+Git
2016	11 / 10	COJ+Correo+phpBB+GoogleGroups+RedesSociales
2015	10 / 9	COJ+Correo+phpBB+GoogleGroups+RedesSociales
2014	10 / 9	COJ+Correo+phpBB+GoogleGroups+RedesSociales
2013	9 / 9	COJ+Correo+phpBB+MediaWiki+GoogleGroups
2012	9 / 9	COJ+Correo+phpBB+MediaWiki
2011	9 / 9	COJ+Correo+phpBB+MediaWiki
2010	7 / 7	COJ+Correo

En correspondencia con los elementos expuestos en el Capítulo I sobre las herramientas de software utilizadas para la gestión de problemas y competencias de programación en el ICPC, se utiliza phpBB como alternativa de foro privado de discusión y soporte digital de la información confidencial sobre el CJC. Las credenciales de acceso son gestionadas directamente por el presidente del CJC y/o el director del ACM-ICPC en el Caribe.

Así mismo, se mantiene la utilización oficial del COJ como plataforma de competencias del CJC durante los concursos clasificatorios del Caribe. Se emplea el COJ por sus características, que fueron abordadas en el estudio realizado sobre los jueces en línea. Además, porque incluye la posibilidad de proveer los conjuntos de problemas en múltiples idiomas, así como por la identidad que representa y la tradición que se ha creado en torno al juez en línea de la región caribeña. Los privilegios de acceso a la información relacionada con el proceso de trabajo del CJC (selección y refinamiento de problemas,

aplicación de competencias oficiales, etc.) son igualmente gestionados por el presidente del CJC y/o el director del ACM-ICPC en el Caribe.

En correspondencia con el actual desarrollo tecnológico, la difusión de plataformas colaborativas de todo tipo y la utilización generalizada de las redes sociales para la comunicación, el CJC se apoya en las listas de correo de Google para comunicarse. Así como en las redes sociales y aplicaciones de mensajería sobre Facebook y Google, en aplicaciones de mensajería instantánea vía celular como WhatsApp, entre otros.

Un sistema bastante completo, que abarca la mayoría de las necesidades de trabajo colaborativo y comunicación del CJC es Slack⁶³. Sin embargo, por razones políticas, Cuba se encuentra limitada a acceder a un pequeño número de sus funcionalidades, y los cubanos no tienen permitido crear nuevos proyectos ni unirse a aquellos existentes en dicha plataforma. Utilizar Slack para el trabajo del CJC afectaría directamente a la mayoría de sus miembros que, en su mayoría, dependen de la conectividad existente en sus instituciones.

Como plataforma de revisión/refinamiento de problemas del CJC se utilizará un repositorio de Git cuyo sistema de administración debe cumplir con las siguientes características:

- debe ser seguro y debe permitir repositorios privados,
- debe estar instalado en un servidor centralizado (preferentemente en internet),
- debe proveer planes sin costo o por valores aceptables, donde permita grupos de trabajo de mediano tamaño (preferentemente sin límites, pero que admita al menos 30 colaboradores),
- debe brindar métodos seguros de gestión de la información (acceso mediante protocolos seguros, utilización de llaves públicas, etc.).

En general, las tecnologías y herramientas utilizadas para el trabajo del CJC encriptan la información importante (e.g. las comunicaciones entre los jueces y los datos sobre el refinamiento de los problemas). La seguridad de la información es siempre un elemento fundamental en el modelo.

Sin embargo, es necesario mencionar que en el ACM-ICPC del Caribe, a pesar de basar el modelo desarrollado sobre las tecnologías antes expuestas, que son robustas, pertinentes y seguras, la total seguridad durante la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC, siempre se sustenta sobre la confianza depositada en la comunidad de colaboradores. No basta con la consistencia de un modelo que incluya las tecnologías adecuadas y un riguroso proceso de revisión interna; sin el compromiso consciente de las personas involucradas en el ICPC lo anterior no sería suficiente.

⁶³ <https://slack.com/>

Conclusiones del Capítulo.

A modo de conclusiones se pueden destacar los siguientes puntos:

1. Se elaboró un diagnóstico que reflejó las principales deficiencias e insuficiencias del proceso de gestión de concursos y ejercicios oficiales del ACM-ICPC en la región caribeña. Además, se documentó detalladamente el flujo de trabajo del CJC, ahora guiado por un modelo de trabajo que se apoya en una infraestructura tecnológica que integra herramientas de software que permiten instrumentar satisfactoriamente los objetivos de la organización.
2. La instrumentación del modelo permite la estandarización y respaldo de la información asociada al proceso de selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC, con un carácter dinámico de mejora y constante actualización al propiciar elementos de retroalimentación para su perfeccionamiento en cada ciclo competitivo.
3. La creación de una guía para elaborar problemas de estilo ACM-ICPC, basada en la utilización del COJ, contribuye a la normalización de la información de las propuestas de ejercicios que se envían al juez en línea, influyendo favorablemente en su calidad y reduciendo los riesgos de errores en las competencias oficiales de programación que se celebran en la plataforma.

CAPÍTULO III - INSTRUMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO PARA LA SELECCIÓN DE PROBLEMAS Y APLICACIÓN DE COMPETENCIAS OFICIALES DE PROGRAMACIÓN POR EL COMITÉ DE JUECES CARIBEÑO DEL ACM-ICPC

En el presente capítulo se presenta la validación del modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC, a partir de los métodos científicos teóricos y empíricos, definidos en el marco teórico de la investigación. Para ello se introdujo gradualmente el resultado de la investigación en su entorno real de aplicación; desde el 2015 hasta 2018 se fueron incorporando paulatinamente los elementos del modelo desarrollado en el flujo de trabajo del CJC.

Para evaluar el modelo, fueron aplicados un conjunto de métodos cualitativos como Criterio de Expertos para validar los resultados expuestos sobre el proceso de gestión de problemas y ejercicios para el ACM-ICPC y la Técnica de ladov para medir la satisfacción de los usuarios con el modelo de trabajo desarrollado. Se constataron los resultados obtenidos mediante una observación activa participante en el proceso de trabajo del CJC, durante cuatro ciclos competitivos. Se aplicaron encuestas a especialistas en Informática para determinar la relevancia y pertinencia de las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura que soporta al modelo. Se aplicó un cuasiexperimento para analizar el comportamiento de la variable estandarización, mediante la aplicación gradual del modelo en el entorno de trabajo del CJC. Para concluir el proceso de validación, y constatar el cumplimiento de la hipótesis científica que guía la investigación realizada, se aplicó una triangulación metodológica inter-métodos.

Para la validación del modelo desarrollado, se estudiaron los métodos de validación utilizados en una muestra de tesis de maestrías defendidas en Gestión de Proyectos Informáticos e Informática Aplicada. Para fortalecer dichos conocimientos se constató lo aprendido en una muestra de tesis doctorales defendidas en la UCI en los últimos cinco años. También se tuvo en cuenta los métodos, técnicas y procedimientos sugeridos por doctores, en cursos de postgrado desarrollados como parte de la maestría y en otros escenarios. Una síntesis de la muestra utilizada y de los resultados obtenidos en cada método o técnica empleada se exponen a continuación.

3.1 Descripción de la muestra utilizada para realizar el proceso de validación.

Para la aplicación del método Criterio de Expertos se utilizan como muestra a varias personas, todas ellas pertenecientes a varias organizaciones caribeñas relacionadas con el proceso de gestión de problemas y ejercicios para el ACM-ICPC; en general, miembros del CJC, miembros del MPC-TLJ de la UCI, y varios directores del ACM-ICPC en instituciones caribeñas.

Para la aplicación de la Técnica de ladov, para medir la satisfacción de los usuarios con el modelo de trabajo desarrollado, se tienen en cuenta únicamente a los miembros del CJC y a los directores del

ACM-ICPC en instituciones caribeñas.

Para las encuestas a especialistas en Informática, además de la muestra mencionada anteriormente para la aplicación del método Criterio de Expertos, se incluyen a varios profesores y especialistas de la UCI con experiencia en técnicas de programación.

Para la realización del cuasiexperimento se utilizan las propuestas de problemas de programación enviadas al CJC, empleadas para los CNC y CLC de los años entre 2013 y 2018, así como los jueces implicados en la creación y el refinamiento de esos problemas.

3.2 Aplicación del método Criterio de Expertos.

El método Criterio de Expertos permite obtener valoraciones importantes sobre temas relacionados con la propuesta de solución. La escala psicométrica creada por Rensis Likert en 1932 (también conocida como método de evaluaciones sumarias) fue aplicada en esta investigación a través de un cuestionario con el objetivo de conocer el nivel de acuerdo o desacuerdo con los principios, cualidades y estructura del modelo, mediante el procesamiento estadístico de los criterios o evaluaciones emitidas al respecto (Likert, 1932). Los indicadores seleccionados para ser evaluados por los expertos pueden observarse en la Sección II, del cuestionario del anexo 4. Los miembros del CJC, los profesores y especialistas del MPC-TLJ, y los directivos de ICPC en instituciones caribeñas seleccionados, a criterio del autor y dada la distribución mostrada en la tabla 5, cumplen los requisitos de expertos y están asociados a los temas relacionados con la base teórica y práctica de la investigación realizada.

Se tuvieron en cuenta las áreas de trabajo, las categorías científicas y docentes, los años de experiencia, el nivel de dominio sobre el tema que se encuesta y las fuentes de argumentación. A todos los candidatos a expertos seleccionados se les aplicó la encuesta para determinar el coeficiente de competencia (anexo 5), sirviendo además para asegurar la confiabilidad de las respuestas ofrecidas; todos cumplen los requisitos de expertos y tienen experiencia en actividades relacionadas con la gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC. El procedimiento empleado para determinar el coeficiente de competencia de los candidatos a expertos puede ser consultado en el anexo 6, así como los resultados arrojados luego de aplicada la encuesta en el anexo 7. Los resultados de la distribución de los expertos según su nivel de competencia se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5 - Distribución de expertos según su nivel de competencia «elaboración propia».

Nivel de competencia	Cantidad	Porcentaje
Alta	18	85,7%
Media	3	14,3%
Baja	0	0%
Total	21	100%

Al analizar el comportamiento de los niveles de competencia se determinó escoger los **21** expertos debido a que su nivel de competencia es adecuado para los elementos teóricos a analizar, siendo una cantidad apropiada para garantizar la confiabilidad de los resultados. La composición de los expertos involucrados en la validación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6 - Composición de expertos involucrados en la validación «elaboración propia».

Criterio	Perfil de los expertos	Cantidad
1. Perfil de trabajo	Profesores	8
	Directivos	2
	Especialistas	11
2. Nivel escolar	Universitario	21
	Técnico Medio	0
3. Categoría científica	Doctores	1
	Másteres	5
	Especialistas	15
4. Categoría docente	Titular	2
	Auxiliar	1
	Asistente	3
	Instructor	5
	Ninguna	10
5. Años de experiencia	Menos de cinco años	10
	Entre cinco y diez años	6
	Más de diez años	5
Expertos encuestados (cantidad total):		21

Las preguntas del cuestionario diseñado (anexo 4) están enfocadas a obtener las valoraciones de los expertos en función de los indicadores definidos y los problemas identificados. El experto expresa su valoración de cada indicador mediante la siguiente escala: 5: MUY DE ACUERDO (MA); 4: DE ACUERDO (DA); 3: NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO (Si-No); 2: EN DESACUERDO (ED); 1: COMPLETAMENTE EN DESACUERDO (CD).

A continuación, se procesan los resultados mediante la escala Likert. Con esta técnica son calculados los porcentos de concordancia de los expertos con cada una de las posibles respuestas para los planteamientos formulados (anexo 8). Luego se calcula un índice porcentual (IP) que integra en un solo valor la aceptación de cada planteamiento por los evaluadores mediante la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{5 * (\% \text{ de MA}) + 4 * (\% \text{ de DA}) + 3 * (\% \text{ de Si - No}) + 2 * (\% \text{ de ED}) + 1 * (\% \text{ de CD})}{5}$$

La ilustración 7 muestra que el índice porcentual relacionado con la valoración de los expertos, sobre los aspectos planteados, es superior al **83%** en todos los casos, lo cual evidencia alta valoración por los expertos en función de los indicadores definidos.

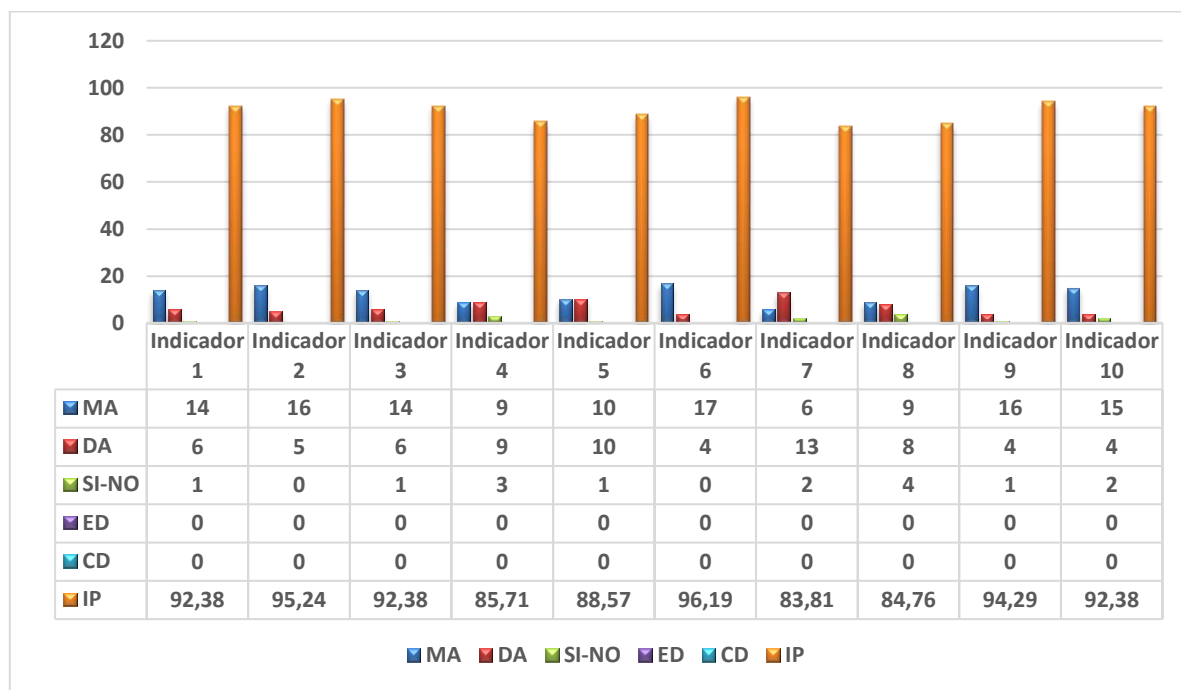


Ilustración 7 - Índice Porcentual de concordancia de los expertos «elaboración propia».

El procesamiento realizado a través del escalamiento de Likert evidencia que tanto los elementos teóricos, como los principios, cualidades y estructura del modelo, tienen alta valoración por parte de los expertos. El autor de la presente investigación, utiliza un algoritmo que permite procesar las respuestas de los cuestionarios realizados (previamente almacenadas en una base de datos) y visualizar gráficamente los resultados generales obtenidos para su mejor análisis.

3.3 Aplicación de la Técnica de ladov para medir la satisfacción.

El conocimiento del estado de satisfacción del usuario respecto al modelo desarrollado, basado en la integración de herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo, y que contribuye a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC, es de gran utilidad para la validación de la investigación.

La Técnica de ladov constituye una vía para el estudio del grado de satisfacción de los implicados en un determinado objeto de análisis. Fue creada para establecer el nivel de satisfacción por la profesión de carreras pedagógicas. Luego algunos autores la han modificado en parte y aplicado para valorar la satisfacción en múltiples campos y como parte de diagnósticos y validaciones en diferentes investigaciones.

La Técnica de ladov constituye una vía indirecta para el estudio de la satisfacción a la hora de desempeñar ciertas actividades. Se basa en el análisis de un cuestionario que tiene una estructura interna determinada, que sigue una relación entre tres cuestionamientos cerrados y un análisis posterior

de otro conjunto de preguntas abiertas. La relación entre las preguntas cerradas se establece a través del denominado "Cuadro Lógico de Iadov" (tabla 7), el cual posibilita determinar posteriormente el nivel de satisfacción del usuario y del grupo.

Tabla 7 - Cuadro Lógico de Iadov «modificado por el autor».

	¿Considera usted importante la aplicación de modelos que contribuyan a la estandarización y seguridad de los datos?								
	Sí			No sé			No		
	¿Si usted necesitara un modelo para ayudarle en el proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC, usaría este modelo?								
¿Le satisface el modelo desarrollado para el proceso de trabajo del CJC en vista a los concursos locales y nacionales caribeños?	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No
Me satisface mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
No me satisface tanto	2	2	3	2	3	3	6	3	6
Me da lo mismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me insatisface más de lo que me satisface	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me satisface nada	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

Luego de aplicado el cuestionario y haber triangulado las preguntas cerradas en el Cuadro Lógico de Iadov, el número resultante de la interrelación de las tres preguntas cerradas indica la posición de cada encuestado en la escala de satisfacción siguiente:

1. Clara satisfacción.
2. Más satisfecho que insatisfecho.
3. No definida.
4. Más insatisfecho que satisfecho.
5. Clara insatisfacción.
6. Contradictoria.

Para poder ponderar el Índice de Satisfacción Grupal (ISG) se establece una escala numérica entre +1 y -1 como se muestra a continuación:

- +1 máximo de satisfacción.
- +0.5 más satisfecho que insatisfecho.
- 0 indefinido y contradictorio.
- -0.5 más insatisfecho que satisfecho.

- -1 máxima insatisfacción.

Esta escala se necesita para calcular el Índice de Satisfacción Grupal (ISG) mediante la fórmula:

$$ISG = \frac{A * (+1) + B * (+0.5) + C * (0) + D * (-0.5) + E * (-1)}{N}$$

Y permite reconocer las categorías grupales siguientes:

- Insatisfacción: desde (-1) hasta (-0,5).
- Contradictorio: desde (-0,49) hasta (+0,49).
- Satisfacción: desde (+0,5) hasta (1).

Para el desarrollo de esta técnica se aplicó una encuesta que permitió conocer el grado de satisfacción con respecto al modelo concebido en la presente investigación. Los miembros del CJC y los directivos de ICPC en instituciones caribeñas seleccionados, a criterio del autor, están asociados a los temas relacionados con la base teórica y práctica de la investigación realizada, y son quienes tienen mayor presencia en el escenario de aplicación del modelo desarrollado.

Para medir el grado de satisfacción se determinó escoger una muestra de **13** personas cuyo nivel de competencia es adecuado para los elementos teóricos a analizar, siendo una cantidad apropiada para garantizar la confiabilidad de los resultados. La composición de los involucrados en la validación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8 - Composición de personas involucradas en la validación «elaboración propia».

Criterio	Perfil de las personas	Cantidad
1. Perfil de trabajo	Profesores	5
	Directivos	2
	Especialistas	6
2. Nivel escolar	Universitario	13
	Técnico Medio	0
3. Categoría científica	Doctores	1
	Másteres	2
	Especialistas	10
4. Categoría docente	Titular	1
	Auxiliar	1
	Asistente	1
	Instructor	3
	Ninguna	7
5. Años de experiencia	Menos de cinco años	6
	Entre cinco y diez años	5
	Más de diez años	2
Personas encuestadas (cantidad total):		13

Fue aplicado un cuestionario de seis preguntas (anexo 9) diseñado para medir la satisfacción de los encuestados. La ilustración 8 muestra el nivel de satisfacción relacionado con la valoración de los encuestados, sobre los aspectos planteados.

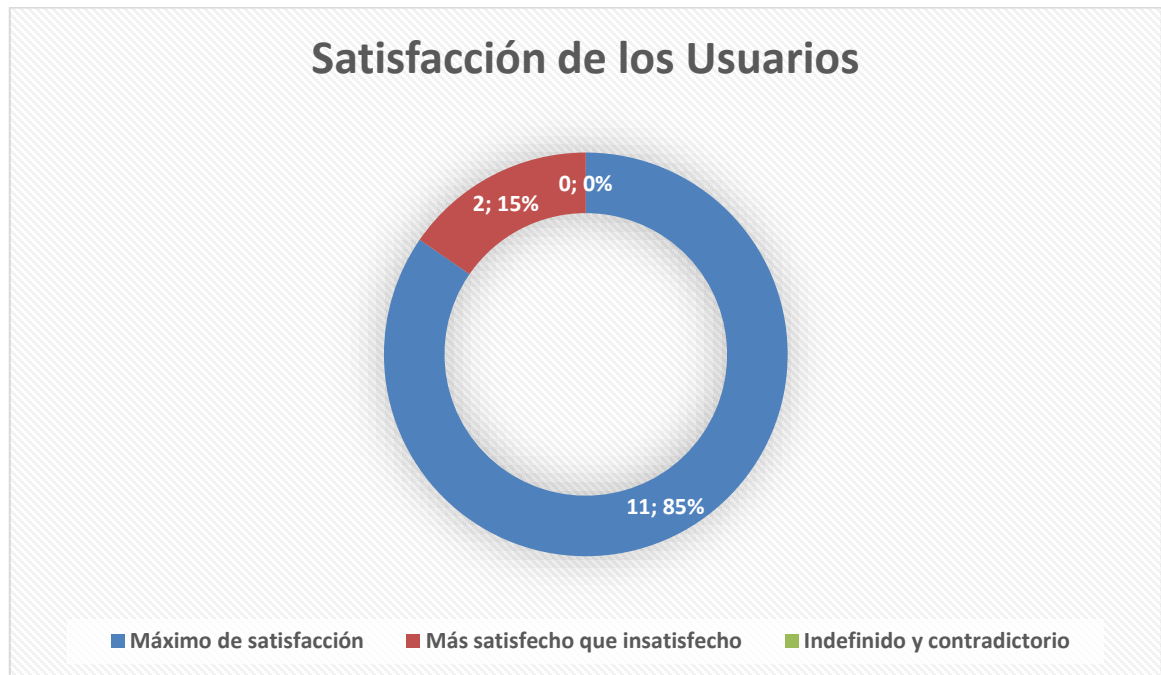


Ilustración 8 - Porcentaje de satisfacción de los usuarios con el modelo «elaboración propia».

En este caso el valor del ISG fue de **0,92** lo que indica satisfacción con respecto al modelo propuesto.

$$ISG = \frac{A * (+1) + B * (+0.5) + C * (0) + D * (-0.5) + E * (-1)}{N}$$

$$ISG = \frac{11 * (+1) + 2 * (+0.5) + 0 * (0) + 0 * (-0.5) + 0 * (-1)}{11}$$

$$ISG = 0,92$$

El autor de la presente investigación, utiliza un algoritmo que permite procesar las respuestas de los cuestionarios realizados (previamente almacenadas en una base de datos) y visualizar gráficamente los resultados generales obtenidos para su mejor análisis.

La Técnica de ladov contempla además preguntas complementarias de carácter abierto. Las preguntas abiertas son importantes al permitir profundizar en las causas que originan los diferentes niveles de satisfacción y se plantearon sugerencias de utilidad para la presente y futuras investigaciones. Entre las principales cuestiones abordadas por los usuarios se enuncian:

- Que los autores no tienen la oportunidad de mejorar sus propuestas en caso de ser rechazadas por el CJC. Como parte de la respuesta de 'rechazado', se puede acompañar de un breve diagnóstico o retroalimentación, con el objetivo de que, en caso de que el CJC lo considere conveniente, se pueda realizar una mejora y reintegrarse al proceso. Por supuesto, en los casos

donde el rechazo sea definitivo, se le notificará al autor sin oportunidad de reintegración al proceso actual, pero con la posibilidad de mejorar para el siguiente ciclo.

- Que luego de la aceptación de problemas de un autor y de su no pertenencia al CJC se incluya un proceso de verificación de la persona. En el ACM-ICPC la total seguridad se basa en la confianza sobre sus colaboradores y no solo en la consistencia de un modelo que incluya la tecnología adecuada y un proceso de revisión estricto. Que sea el CJC quien decida la inclusión o no de nuevos miembros, consultando además con directivos correspondientes de los autores en cuestión.

Ambos elementos, y otros que fueron señalados, se tomaron en cuenta para mejorar el modelo.

3.4 Encuesta a especialistas de Informática sobre herramientas y tecnologías usadas.

Se realizó un cuestionario dirigido a especialistas de Informática (anexo 10) para constatar novedad y pertinencia en las herramientas y tecnologías informáticas utilizadas. Dicha encuesta se realizó a una muestra mayor de personas, que incluyó profesores y especialistas que no clasifican como expertos pero que cuentan con experiencias en herramientas y tecnologías de software. Además, pueden brindar importantes puntos de vista que apoyan la validación de la investigación, pues permiten complementar la información con los datos existentes de otros métodos ya utilizados, y elaborar una triangulación conjunta de los resultados.

En este caso, los miembros del CJC, los profesores y especialistas del MPC-TLJ, algunos directivos de ICPC en instituciones caribeñas, y varios profesores y especialistas de la UCI con experiencia en programación, a criterio del autor, son adecuados para determinar la relevancia y pertinencia de las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura que soporta al modelo desarrollado. Se determinó escoger una muestra de **26** especialistas; la composición de los involucrados en la validación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9 - Composición de especialistas involucrados en la validación «elaboración propia».

Criterio	Perfil de los especialistas	Cantidad
1. Perfil de trabajo	Profesores	9
	Directivos	3
	Especialistas	14
2. Nivel escolar	Universitario	26
	Técnico Medio	0
3. Categoría científica	Doctores	0
	Másteres	5
	Especialistas	21
4. Categoría docente	Titular	2
	Auxiliar	0
	Asistente	4

5. Años de experiencia	Instructor	6
	Ninguna	14
	Menos de cinco años	15
	Entre cinco y diez años	8
	Más de diez años	3
Especialistas encuestados (cantidad total):		26

Se utiliza un algoritmo que permite procesar las respuestas de los cuestionarios realizados (previamente almacenadas en una base de datos) y visualizar gráficamente los resultados generales obtenidos para su mejor análisis. Los principales resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario se presentan a continuación, en la tabla 10:

Tabla 10 - Resultados del cuestionario aplicado a especialistas de Informática «elaboración propia».

No	Criterio	0-2	3	4	5
1	El modelo desarrollado tiene utilidad práctica en el proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC en el Caribe.	0,00% (0)	0,00% (0)	26,92% (7)	73,08% (19)
2	Las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura que soporta al modelo desarrollado son pertinentes.		7,69% (2)	42,31% (11)	50,00% (13)
3	Las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura que soporta al modelo desarrollado son novedosas.		15,38% (4)	57,69% (15)	26,92% (7)

Los resultados evidencian que la mayoría de los especialistas encuestados coinciden en que el modelo desarrollado es útil para el proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC en el Caribe. Además, una cantidad superior al 90% otorga valores de 4 ó 5 a la pertinencia de las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura que soporta al modelo, y cerca del 85% considera que estas son también novedosas.

El 100% de los encuestados, consideran que la instrumentación del modelo desarrollado en la investigación contribuye favorablemente a la estandarización y seguridad de los datos durante el proceso de trabajo del Comité de Jueces Caribeño (CJC) del ACM-ICPC. El 80.76% de los especialistas encuestados considera muy necesario el modelo desarrollado, en tanto, un 19.24% lo considera necesario; ningún especialista considera innecesario el modelo.

3.5 Cuasiexperimento para evaluar la estandarización de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.

Un experimento es un estudio que involucra la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles efectos, y se lleva a cabo para analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y por qué la afectan (Basili, 1996). Según Zelkowitz, Wallace y Binkley (2003) existen cuatro enfoques generales para la experimentación: el científico, el ingenieril, el

empírico y el analítico. Según el método empleado, un experimento se puede clasificar en tres categorías: observacional, histórico o controlado (Zelkowitz & Wallace, 1997).

Grau, Correa y Rojas (2004) plantean que *“la manipulación se traduce en formación de grupos (un grupo para cada nivel de la variable independiente), aunque a veces, no es fácil manipular la variable independiente o construir grupos independientes que reflejen supuestamente distintos niveles de esa variable”*. Conceptos como la comodidad, la conformidad, la motivación individual, etc., requieren de muchos esfuerzos para ser operacionalizados y por tanto no resulta fácil distinguir dos grupos de sujetos “con y sin motivación” para un estudio experimental.

Para evaluar la estandarización de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC, se emplea un cuasiexperimento utilizando el método histórico con enfoque mixto. Se utilizaron las propuestas de problemas de programación enviadas al CJC, empleadas para los CNC y CLC de los años entre 2013 y 2018. En un grupo de control se ubicaron las propuestas que fueron elaboradas sin la referencia del modelo desarrollado, y en dos grupos experimentales se ubicaron las propuestas enviadas basándose en su utilización parcial o completa. El diseño cuasiexperimental, con post prueba y grupo de control, es el siguiente:

G ₁	---	O ₁
G ₂	X _P	O ₂
G ₃	X _C	O ₃

Descripción de las variables:

G₁: Grupo de control, problemas de programación empleados en los años 2013 y 2014.

G₂: Grupo experimental, problemas de programación empleados en los años 2015 y 2016.

G₃: Grupo experimental, problemas de programación empleados en los años 2017 y 2018.

X_C y X_P: Aplicación completa y parcial del modelo en el entorno de trabajo del CJC.

O₁, O₂ y O₃: Observación de la estandarización de las propuestas en cada grupo.

Para evaluar la variable estandarización, se analiza su comportamiento antes y después de la aplicación del modelo, y su manipulación se corresponde con los grupos del experimento realizado. Para la realización del cuasiexperimento, los miembros del CJC si dividieron en dos grupos equivalentes en cuanto a antigüedad, experiencias y distribuciones geográficas, con el propósito de evitar posibles influencias de fuentes de invalidez interna. Sin embargo, en este caso, es difícil realizar un experimento puro, debido a la presencia de fuentes de invalidez interna como la maduración (procesos internos de los miembros del CJC), la inestabilidad (fluctuaciones de los miembros del CJC) y la selección (miembros no equiparables del CJC), así como la interacción entre ellas (e.g. selección y maduración, maduración con inestabilidad, etc.).

El objetivo, una vez concretado el cuasiexperimento, consiste en validar el incremento de la estandarización de la información asociada a los procesos mencionados anteriormente. En las tablas 11 y 12, que se muestran a continuación, se presentan los principales resultados obtenidos.

Tabla 11 - Estandarización de las propuestas de problemas de programación enviadas al CJC «elaboración propia».

Estandarización de las propuestas de problemas de programación enviadas al CJC, empleadas para los CNC y CLC de los años entre 2013 y 2018.				
Grupos	CJC 1		CJC 2	
G1 (Control)	Nivel de estandarización	% de propuestas	Nivel de estandarización	% de propuestas
	Completa	36,8%	Completa	32,3%
	Parcial	47,4%	Parcial	56,6%
	No	15,8%	No	11,1%
G2 (Experimental 1)	Nivel de estandarización	% de propuestas	Nivel de estandarización	% de propuestas
	Completa	70,0%	Completa	55,0%
	Parcial	30,0%	Parcial	45,0%
	No	0,0%	No	0,0%
G3 (Experimental 2)	Nivel de estandarización	% de propuestas	Nivel de estandarización	% de propuestas
	Completa	84,6%	Completa	83,3%
	Parcial	15,4%	Parcial	16,7%
	No	0,0%	No	0,0%

En la tabla anterior, se puede constatar el aumento progresivo de la estandarización de las propuestas de problemas de programación enviadas al CJC, empleadas para los CNC y CLC de los años entre 2013 y 2018. En ambos casos, una vez aplicado el modelo parcial o totalmente, los grupos mejoran la estandarización de las propuestas de problemas de programación elaboradas, y más del 83% de las propuestas empleadas se reciben completamente estandarizadas.

Tabla 12 - Estandarización del proceso de votaciones, los conjuntos de problemas y los editoriales «elaboración propia».

Estandarización de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC entre los años 2013 y 2018.			
Grupos	Proceso de votaciones	Conjunto de problemas	Editorial de soluciones
G1 (Control)	Parcial	Parcial	Parcial
G2 (Experimental 1)	Completa	Completa	Parcial
G3 (Experimental 2)	Completa	Completa	Completa

En la tabla 12, se puede observar la mejora de la estandarización de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC. Luego de concretar la aplicación del modelo, se evidencia la estandarización completa de los conjuntos de

problemas empleados y de sus editoriales/análisis de soluciones. Se puede notar, que luego de introducir las reglas y guías de trabajo para el CJC como parte de modelo desarrollado, todos los grupos experimentales observados en el cuasiexperimento mejoran la estandarización durante las votaciones que se realizan para la selección de problemas.

3.6 Triangulación metodológica de los métodos científicos aplicados.

Como se menciona anteriormente, para concluir el proceso de validación y constatar el cumplimiento de la hipótesis científica que guía la investigación desarrollada se aplicó una triangulación metodológica inter-métodos, a partir de la aplicación de los métodos cuantitativos y cualitativos anteriormente expuestos. Tiene como objetivo validar la relación entre las variables independientes y dependientes de la hipótesis científica planteada.

La triangulación metodológica permite contrastar los resultados obtenidos, de manera que se puedan determinar las coincidencias y divergencias de los mismos, y constituye un criterio integrador sobre la validez del modelo presentado. Una definición acertada, a consideración del autor, de triangulación metodológica es la ofrecida en (Sabiote, Llorente, & Pérez, 2006) al decirse que “*es la aplicación y combinación de varias metodologías de la investigación en el estudio de un mismo fenómeno*”.

Es un procedimiento de control implementado para garantizar la confiabilidad en los resultados de cualquier investigación, debido a que disminuye el sesgo que se produce al comparar resultados obtenidos en la cuantificación de variables mediante un método cuantitativo, con las tendencias y dimensiones que surgen de la aplicación de métodos cualitativos.

El resultado de su aplicación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13 - Resultados de la triangulación metodológica inter-métodos «elaboración propia».

Objetivo a evaluar	Métodos cuantitativos	Métodos cualitativos	Conclusión
Elaboración de un modelo que contribuya a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de	<p>Criterio de Expertos: para conocer el nivel de acuerdo o desacuerdo con los principios, cualidades y estructura del modelo. El índice porcentual de concordancia, relacionado con la valoración de los expertos sobre los aspectos planteados, es alto en todos los casos.</p> <p>Técnica de Iadov: Para</p>	<p>Cuestionario aplicado a especialistas de Informática: Para evaluar las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura que soporta al</p>	<p>Teniendo en cuenta los resultados arrojados en la validación, se concluye que:</p> <p>- <i>Se evidencia tanto el nivel de satisfacción de los usuarios con el modelo concebido como la aprobación por los expertos de los principios, cualidades y estructura del mismo. Además, se nota la aprobación de los</i></p>

programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC.	comprobar el nivel de satisfacción de los usuarios con el modelo concebido. Se obtuvo un ISG elevado, lo que indica alta satisfacción.	<i>especialistas de la infraestructura tecnológica que soporta al modelo. Por lo tanto, se valida la hipótesis planteada ya que el modelo desarrollado contribuye a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.</i>
Novedad y pertinencia de las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura que soporta al modelo.	Cuasiexperimento: para evaluar la estandarización de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC. Se obtuvo resultados satisfactorios.	

Después de aplicados los métodos descritos se puede concluir que la hipótesis planteada en la investigación fue positiva cumpliéndose los objetivos de desarrollar un modelo que contribuye a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC, o sea, durante el proceso de trabajo del Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC.

Conclusiones del Capítulo.

A modo de conclusiones se pueden destacar los siguientes puntos:

1. La aplicación del Criterio de Expertos mediante el escalamiento de Likert permitió demostrar que los fundamentos teóricos en los que se sustenta la investigación son veraces ya que en todos los indicadores se obtuvo altos porcentos de concordancia entre los expertos.
2. La aplicación de la Técnica ladov para conocer el nivel de satisfacción de los usuarios con el modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC permitió constatar la alta satisfacción de los usuarios con el modelo.
3. Las encuestas realizadas a especialistas de Informática sobre las herramientas y tecnologías usadas permitieron constatar la aplicabilidad de la investigación realizada, así como la novedad y pertinencia de las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura que soporta al modelo.
4. En la triangulación metodológica de los métodos científicos aplicados se evidencia el cumplimiento de la hipótesis científica que guía el proceso de investigación, ya que el modelo desarrollado contribuye a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC, o sea, durante el proceso de trabajo de dicho comité.

CONCLUSIONES GENERALES

1. La caracterización del proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC constituyó la base teórica del modelo desarrollado para el trabajo del CJC.
2. La instrumentación del modelo desarrollado contribuye a la estandarización y a la seguridad de la información asociada al proceso de gestión de concursos y ejercicios oficiales del ACM-ICPC en la región caribeña, apoyándose en una infraestructura que integra herramientas de software pertinentes y suficientes para instrumentar satisfactoriamente los objetivos del CJC.
3. Los métodos y técnicas aplicados para la validación permitieron demostrar que:
 - a. El modelo desarrollado tiene utilidad práctica en el proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC en la región caribeña.
 - b. Las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura, que soporta el modelo desarrollado, son novedosas y pertinentes.
 - c. El nivel de satisfacción de los usuarios con el modelo concebido es alto.
 - d. La hipótesis científica que guía el proceso de investigación es verdadera, ya que el modelo desarrollado contribuye a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.
4. La creación de una guía para elaborar problemas de estilo ACM-ICPC, basada en la utilización del COJ, contribuye a la normalización de la información de las propuestas de ejercicios que se envían al juez en línea, influyendo favorablemente en su calidad, su confiabilidad y la aceptación de los usuarios.

RECOMENDACIONES

Diseñar una herramienta para automatizar las pruebas de los problemas durante la fase de refinamiento, que brinde opciones personalizadas y provea retroalimentación de los resultados obtenidos al ejecutar las soluciones oficiales diseñadas por los jueces, con datos de prueba arbitrarios y/o intencionados, con la finalidad de validar la estructura de los ficheros de prueba utilizados y la pertinencia de las soluciones diseñadas, así como los límites de tiempo y memoria establecidos en cada caso.

BIBLIOGRAFÍAS

- ACM-ICPC. (Marzo de 2018). *Sitio Oficial del ACM International Collegiate Programming Contest (ICPC)*. Obtenido de <http://cm.baylor.edu>
- ACM-ICPC Caribe. (Noviembre de 2017). *Sitio Oficial de la Final Caribeña del ACM International Collegiate Programming Contest (ICPC)*. Obtenido de <http://finalcaribe.wordpress.com>
- ACM-ICPC Challenge. (Marzo de 2018). *Sitio Oficial del ACM International Collegiate Programming Contest (ICPC) - Campeones del Reto de las Finales Mundiales*. Obtenido de <http://icpc.baylor.edu/community/icpc-challenge-champions>
- ACM-ICPC Champions. (Marzo de 2018). *Sitio Oficial del ACM International Collegiate Programming Contest (ICPC) - Campeones de las Finales Mundiales*. Obtenido de <http://icpc.baylor.edu/community/world-finals-champions>
- Adams, S., Cummins, M., Freeman, A., Hall, C., Davis, A., & Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Adams, S., Cummins, M., Freeman, A., Hall, C., Johnson, L., & Estrada, V. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Basili, V. R. (1996). The role of experimentation: past, present, future (keynote presentation). *18th International Conference on Software Engineering*. Berlin, Germany.
- BAYLOR ICPC TEAM. (2018). *Factsheet del ACM International Collegiate Programming Contest (ICPC)*. Baylor: University of Baylor. Obtenido de <http://icpc.baylor.edu/download/worldfinals/pdf/Factsheet.pdf>
- Bell, T., Duncan, C., Jarman, S., & Newton, H. (2014). Presenting Computer Science Concepts to High School Students. *Olympiads in Informatics, Vilnius University*.
- Chávez, L. H., González, A., & Ponce, J. (2014). omegaUp: Cloud-Based Contest Management System and Training Platform in the Mexican Olympiad in Informatics. *Olympiads in Informatics, Vilnius University*.
- Clevenger, J., Niemelä, F., Austrin, A., G. M., Kreitz, G., Ashoo, S., . . . Söderman, P. (2011). Contest Control System v1.0. *ICPC Competitive Learning Institute (CLI)*.
- Combefis, S., Beresnevicius, G., & Dagienė, V. (2016). Learning Programming through Games and Contests: Overview, Characterisation and Discussion. *Olympiads in Informatics, Vilnius University*.
- Cormack, G., Peng, R., Verhoeff, T., Horvath, G., Diks, K., Forisek, M., & Lacki, J. (Julio de 2016). *The International Olympiad in Informatics Syllabus*. Obtenido de <http://ioi2017.org/files/ioi-syllabus-2017.pdf>
- Cormen, T. H., Leiseison, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2001). *Introduction to Algorithm, second edition*. MIT Press and McGraw-Hill.
- Febles, O. (2012). *MIDAC: Modelo para el desarrollo de aplicaciones compuestas basadas en arquitecturas orientadas a servicios. (Tesis doctoral)*. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana.
- Gómez, D. R. (2006). Modelos para la creación y gestión del conocimiento: una aproximación teórica. *RACO*.
- Goodstein, L. D. (1998). Planeación Estratégica Aplicada. *Editorial Mc Graw Hill, México*.
- Grau, R., Correa, C., & Rojas, M. (2004). Metodología de la Investigación (2da Edición).
- Halim, S. (2013). Expecting the Unexpected. *Olympiads in Informatics, Vilnius University*.
- Hernández, F. E., & Martí, Y. (2006). Conocimiento organizacional: la gestión de los recursos y el capital humano. *ACIMED, Cuba*.
- IOI. (Marzo de 2018). *Sitio Oficial de las Olimpiadas Internacionales de Informática (IOI)*. Obtenido de <http://www.ioinformatics.org/>
- Jiménez, C. W. (1982). Introducción al estudio de la teoría administrativa. *FCE, México*.

- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- Liu, R., & Huang, L. (2004). *The Art of Algorithms and Programming Contests*. China: Tsinghua Press.
- Mercado, H. (1996). Administración de Pequeñas y Medianas Empresas (Estrategias de Crecimiento). Editorial Pac, S.A. de C.V.
- Mondelo, Y. (2010). Estudios Webmétricos en la Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana: Congreso Internacional de Información, INFO2010.
- Mondelo, Y. (2011). Generador de Estudios Webmétricos (GEWeb v1.0). La Habana: Congreso Internacional de Informática, INFORMATICA 2011.
- Mondelo, Y. (Febrero de 2016). *The Guide to add or create problems for the Caribbean Online Judge (COJ)*. Obtenido de <http://coj.uci.cu/downloads/files/COJ-CompleteGuideforProblemSetters.pdf>
- Mondelo, Y. (2018). Experiencias del Comité de Jueces Caribeño del ACM-ICPC. Proyecciones. La Habana: Congreso Internacional de Educación Superior, UNIVERSIDAD 2018.
- Mondelo, Y. (Marzo de 2018). *The Official Call for Problems of the Caribbean*. Obtenido de <http://coj.uci.cu/downloads/files/CJC-OfficialCallForProblems.pdf>
- Mondelo, Y., Ripoll, D. A., & Junco, T. O. (2014). Caribbean Online Judge as tool of Collaborative Work in terms of Competitive Programming. Pereira, Colombia: 9th Colombian Congress of Computation (9CCC).
- MPC-TLJ & ACM-ICPC Caribe. (Marzo de 2018). *Blog del Campamento Caribeño de Entrenamiento para el ACM-ICPC*. Obtenido de <http://campcarib.blogspot.com/>
- MPC-TLJ & CMF. (Febrero de 2016). *Forja Caribeña de la Mente (CMF) - Movimiento de Programación Competitiva "Tomás López Jiménez" (MPC-TLJ)*. Obtenido de <http://cmf.uci.cu>
- MPC-TLJ & COJ. (Marzo de 2018). *Juez en Línea Caribeño (COJ) - Movimiento de Programación Competitiva "Tomás López Jiménez" (MPC-TLJ)*. Obtenido de <http://coj.uci.cu>
- Núñez, J. (1999). La ciencia y la tecnología como procesos sociales; lo que la educación científica no debería olvidar. Editorial Félix Varela, La Habana.
- Núñez, J. (2005). Notas sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad en Cuba. Universidad de la Habana.
- Núñez, J., & Figaredo, F. (2002). CTS en contexto: la construcción social de una tradición académica. CD del CEMAM. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
- Pfleeger, C. P., & Pfleeger, S. L. (2008). Security in Computing. 3rd. Ed.
- Polanco, A. (2009). Ciencia, Tecnología y Sociedad. El Cid.
- Ramírez, J. F. (2015). *Componente informático para la selección de equipos de trabajo quirúrgico en el sistema XAVIA HIS aplicando Análisis de Redes Sociales. (Tesis de maestría)*. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana.
- Ripoll, D. A. (2018). Datos históricos de Cuba y América Latina en el ACM-ICPC. La Habana: Congreso Internacional de Educación Superior, UNIVERSIDAD 2018.
- Ripoll, D. A., & Morales, R. (2018). Selección y Entrenamiento de Equipos del MPC-TLJ de la UCI; Experiencias y Proyecciones. La Habana: Congreso Internacional de Educación Superior, UNIVERSIDAD 2018.
- Rodríguez, A. S., & Martínez, C. M. (2005). Cómo gestionar los recursos humanos sobre la base de competencias. *Ingeniería Industrial*.
- Roque, J. L., & Lobaina, J. C. (2012). *Desarrollo de la versión 2.0 del Juez en Línea Caribeño*. La Habana, Cuba: Tesis de grado. Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Sabiote, C. R., Llorente, T. P., & Pérez, J. G. (2006). La triangulación analítica como recurso para la validación de estudios de encuestas recurrentes e investigaciones de réplica en Educación Superior. *RELIEVE*.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2013). *Metodología de la Investigación*. 5ta. Ed. México D. F.: Editorial Mc Graw-Hill.
- Sánchez, A. (2002). *Psicología social aplicada: teoría, método y práctica*. Pearson Educación.

- Santos, A. C. (2000). Gestión de Competencias.
- Santos, A. C. (2005). Tecnología de la Gestión de Recursos Humanos.
- Shamsul, A. (2006). *Art of Programming Contest (Special Edition for UVa), second edition*. Bangladesh: Gyankosh Prokashoni.
- Skiena, S. S., & Revilla, M. A. (2003). *Programming Challenges - The Programming Contest Training Manual*. Springer-Verlag.
- Soria, J. A., & Altuna, E. J. (2008). *Análisis, Diseño e Implementación de un Juez en Línea*. La Habana, Cuba: Tesis de grado, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Stoner, J. A., Freeman, R. E., & Gilbert, D. R. (1996). Administration. 6th. Ed. *Prentice Hall, México*.
- Tamayo, M. (2004). *Diccionario de la investigación científica*.
- Tsvetkova, M. S., & Kiryukhin, V. M. (2016). Concept of Algorithmic Problems for Younger Students Olympiads in Informatics. *Olympiads in Informatics, Vilnius University*.
- Verhoeff, T. (2013). Informatics Everywhere: Information and Computation in Society, Science, and Technology. *Olympiads in Informatics, Vilnius University*.
- Verhoeff, T. (2016). Problem Solving, Presenting, and Programming: A Matter of Giving and Taking. *Olympiads in Informatics, Vilnius University*.
- Zelkowitz, M. V., & Wallace, D. R. (1997). Experimental validation in software engineering. *Information and Software Technology*, 735-743.
- Zelkowitz, M. V., Wallace, D. R., & Binkley, D. W. (2003). Experimental validation of new software technology.

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de las variables de la hipótesis.

Tabla 14 - Operacionalización de las variables de la hipótesis «elaboración propia».

Variable independiente	Dimensión	Definición conceptual	Indicadores	Unidad de medida
Modelo para la selección de problemas y aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.	La integración de herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo.	Conjunto de acciones del CJC en función de las competencias oficiales del Caribe.	Capacidad de garantizar de manera segura y oportuna los problemas para los concursos locales y nacionales caribeños (CLC y CNC, respectivamente).	Alta, Media, Baja.
Variable dependiente	Dimensión	Definición conceptual	Indicadores	Unidad de medida
Estandarización de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.	Estructura de los ejercicios y votos emitidos durante el proceso de selección y refinamiento de problemas por el CJC.	Conjunto de problemas propuestos para utilizarse en los CLC y CNC, así como los votos emitidos por los jueces durante el proceso de selección.	Se usa una plantilla o formato específico para los ejercicios propuestos.	Sí, No.
			Se usa una plantilla o formato específico para los ejercicios utilizados.	Sí, No.
			Se sigue un formato para emitir los votos durante proceso de selección de problemas del CJC.	Sí, No.
Seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el CJC.	Infraestructura tecnológica.	Herramientas de software utilizadas por el CJC, durante el proceso de selección y refinamiento de problemas para utilizarse en los CLC y CNC.	Capacidad de gestionar los problemas y las competencias oficiales de programación de forma segura permitiendo el acceso y/o la modificación de la información asociada sólo a las personas autorizadas para ello.	Sí, No.

Anexo 2: The Official Call for Problems of the Caribbean.

<http://coj.uci.cu/downloads/files/CJC-OfficialCallForProblems.pdf>

Anexo 3: The Guide to add or create problems for the COJ.

<http://coj.uci.cu/downloads/files/COJ-CompleteGuideforProblemSetters.pdf>

Anexo 4: Cuestionario a Expertos sobre los principios, cualidades y estructura del modelo.

Estimado experto (a): la presente encuesta forma parte de una investigación que está dirigida al desarrollo de un modelo basado en la integración de herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo, que contribuya a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño (CJC) del ACM-ICPC. Por cuanto, sus valoraciones acerca de los asuntos que se someten a su consideración servirán de ayuda. Para ello, consulte cuidadosamente el material proporcionado, adjunto a la encuesta.

I- Datos generales del encuestado:

Nombre y Apellidos del encuestado: _____

Entidad/Área donde labora: _____

Cargo o Rol desempeñado: _____

Nivel Escolar: Universitario ☐ Técnico Medio ☐

Categoría Científica: Doctor ☐ Máster ☐ Especialista ☐

Categoría Docente: Titular ☐ Auxiliar ☐ Asistente ☐ Instructor ☐ No ☐

Años de experiencia en el área especificada: ____ Imparte Docencia: Si ☐ No ☐

El objetivo de la presente encuesta consiste en que usted evalúe cada uno de los indicadores que se le presentarán en la tabla de la subsiguiente sección II, colocando el número en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta para ello las siguientes categorías:

5: MUY DE ACUERDO (MA); 4: DE ACUERDO (DA); 3: NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO (Si-No); 2: EN DESACUERDO (ED); 1: COMPLETAMENTE EN DESACUERDO (CD).

II- Lista de indicadores a valorar:

No	Indicador	Valoración
1	La utilización de plantillas y formatos bien definidos para los contenidos que son generados durante el proceso de trabajo del CJC para los concursos locales y nacionales caribeños (CLC y CNC, respectivamente) contribuye favorablemente a la estandarización de los problemas.	
2	La selección y utilización de la infraestructura tecnológica del modelo desarrollado (las herramientas de software) brindará al CJC la capacidad de gestionar los problemas de forma segura; permite el acceso y/o la modificación	

	de la información sólo a las personas autorizadas para ello.	
3	Es importante la actualización constante del modelo concebido mediante la retroalimentación de la información asociada con el proceso, y las experiencias identificadas por el CJC durante las actividades oficiales del ICPC.	
4	El modelo concebido es pertinente y se adecua al contexto del proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC en el Caribe.	
5	Los principios en los que se basa el modelo desarrollado (seguridad y estandarización de los problemas, retroalimentación del proceso, actualización constante y pertinencia del modelo) facilitan y fortalecen el proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC en el Caribe.	
6	Es importante la mejora continua del modelo a partir del análisis de los resultados que se van obteniendo, la retroalimentación de los errores cometidos en cada etapa, y la incorporación de nuevas metas de trabajo.	
7	La estructura del modelo concebido brinda la cobertura integrada y coherente de la mayoría de los elementos necesarios para garantizar de manera segura, oportuna y satisfactoria los problemas de los CLC y los CNC.	
8	El modelo desarrollado es flexible, aplicable y se adapta a las particularidades existentes en el proceso de trabajo del CJC.	
9	La adecuada planificación de las etapas oficiales que forman parte del proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC en el Caribe contribuye favorablemente en el trabajo del CJC.	
10	Un enfoque basado en competencias de los miembros del CJC maximizará los resultados asignando a cada persona tareas que sean pertinentes de acuerdo a sus conocimientos y habilidades.	

III- Si desea exponer cualquier otra opinión, por favor, exprese en el espacio disponible a continuación:

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 5: Encuesta para determinar el coeficiente de competencias de los expertos seleccionados.

Compañero (a): _____

Usted ha sido seleccionado como posible experto para ser consultado respecto a temas relacionados con el proceso de trabajo del Comité de Jueces Caribeño (CJC) del ACM-ICPC, con vistas a la evaluación de la investigación que se está llevando a cabo. Agradecemos sinceramente su valiosa cooperación.

Gracias.

Marque con una cruz (X) en la siguiente tabla el valor que se corresponde con el grado de conocimiento que usted posee sobre “*gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC*” (en escala ascendente).

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Realice una autoevaluación del grado de influencia que cada una de las fuentes que le presentamos a continuación ha tenido en su conocimiento y criterio sobre “*gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC*”. Marque con una cruz (X) según corresponda en A (alto), M (medio) o B (bajo).

No	Fuente de argumento	Grado de influencia de cada fuente:		
		A (alto)	M (medio)	B (bajo)
1	Análisis teóricos realizados sobre el tema.			
2	Experiencia adquirida en su vida profesional.			
3	Conocimiento de investigaciones y/o publicaciones nacionales e internacionales sobre el tema.			
4	Conocimiento propio sobre el tema de investigación.			
5	Actualización en cursos de postgrado, diplomados, maestrías, doctorado, etc.			
6	Intuición.			

Anexo 6: Procedimiento empleado para determinar el coeficiente de competencia de los candidatos a expertos.

El cálculo de dicho coeficiente se realiza de la forma siguiente:

Kcomp = $\frac{1}{2}$ (**Kc** + **Ka**), donde:

Kcomp: es el Coeficiente de Competencia del experto.

Kc: es el Coeficiente de Conocimiento o información que tiene el experto acerca del problema, calculado sobre la valoración del propio experto en una escala de 0 a 10, multiplicado por 0.1.

Ka: es el Coeficiente de Argumentación o fundamentación de los criterios del experto, obtenido como resultado de la suma de los puntos de acuerdo a la siguiente tabla patrón:

Tabla 15 - Fuentes de argumentación del conocimiento de los expertos «modificado por el autor».

No.	Fuentes de argumentación	Alto (A)	Medio (M)	Bajo (B)
1	Análisis teóricos realizados sobre el tema.	0,30	0,20	0,10
2	Experiencia adquirida en su vida profesional.	0,50	0,37	0,30
3	Conocimiento de investigaciones y/o publicaciones nacionales e internacionales sobre el tema.	0,05	0,04	0,03
4	Conocimiento propio sobre el tema de investigación.	0,05	0,04	0,03
5	Actualización en cursos de postgrado, diplomados, maestrías, doctorado, etc.	0,05	0,04	0,03
6	Intuición.	0,05	0,03	0,02
Total		1,00	0,70	0,50

Se plantea entonces que:

- ✓ La competencia del experto es Alta (A): Si $K_{comp} > 0.7$
- ✓ La competencia del experto es Media (M): Si $0,5 < K_{comp} \leq 0,7$
- ✓ La competencia del experto es Baja (B): Si $K_{comp} \leq 0,5$

Anexo 7: Resultado de la encuesta aplicada a los candidatos a expertos para determinar nivel de competencia.

Tabla 16 - Resultado de la encuesta aplicada a los candidatos a expertos para determinar nivel de competencia «elaboración propia».

Experto	Kc	1	2	3	4	5	6	Ka	Kcomp	CC
1	0,8	0,3	0,37	0,03	0,04	0,03	0,05	0,82	0,81	Alto
2	0,9	0,2	0,5	0,04	0,04	0,05	0,03	0,86	0,88	Alto
3	0,7	0,2	0,5	0,03	0,04	0,03	0,05	0,85	0,775	Alto
4	0,8	0,3	0,5	0,05	0,03	0,03	0,03	0,94	0,87	Alto
5	0,9	0,1	0,3	0,04	0,05	0,03	0,03	0,55	0,725	Alto
6	0,8	0,2	0,5	0,04	0,04	0,04	0,05	0,87	0,835	Alto
7	0,5	0,3	0,5	0,04	0,05	0,03	0,05	0,97	0,735	Alto
8	0,8	0,2	0,5	0,04	0,04	0,03	0,03	0,84	0,82	Alto
9	0,9	0,2	0,5	0,04	0,05	0,04	0,03	0,86	0,88	Alto
10	0,8	0,2	0,5	0,04	0,05	0,04	0,03	0,86	0,83	Alto
11	0,8	0,3	0,5	0,04	0,04	0,04	0,02	0,94	0,87	Alto
12	0,9	0,1	0,5	0,05	0,05	0,03	0,05	0,78	0,84	Alto
13	0,7	0,2	0,37	0,04	0,04	0,03	0,05	0,73	0,715	Alto
14	0,7	0,2	0,37	0,03	0,04	0,05	0,03	0,72	0,71	Alto
15	0,5	0,1	0,5	0,03	0,05	0,03	0,05	0,76	0,63	Medio
16	0,4	0,1	0,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,72	0,56	Medio
17	0,9	0,3	0,5	0,03	0,05	0,03	0,05	0,96	0,93	Alto
18	0,7	0,1	0,37	0,04	0,04	0,03	0,03	0,61	0,655	Medio
19	0,8	0,3	0,3	0,04	0,04	0,04	0,05	0,77	0,785	Alto
20	0,8	0,2	0,5	0,03	0,04	0,04	0,03	0,84	0,82	Alto
21	0,8	0,2	0,37	0,03	0,03	0,03	0,02	0,68	0,74	Alto

Anexo 8: Respuestas dadas por los expertos para cada indicador.

Tabla 17 - Respuestas dadas por los expertos para cada indicador «elaboración propia».

Experto	Indicador valorado por expertos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5
2	4	5	5	4	4	5	4	4	4	5
3	5	5	5	4	5	5	4	3	5	4

4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5
5	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3
6	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
7	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
9	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5
10	5	5	4	3	4	5	4	4	5	5
11	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
14	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5
15	4	5	4	3	3	4	3	3	4	3
16	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
17	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5
18	5	4	5	3	4	5	3	3	5	4
19	5	5	3	4	4	5	5	5	5	5
20	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
21	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5

Anexo 9: Cuestionario aplicado para medir satisfacción del usuario con el modelo.

Estimado usuario: la presente encuesta forma parte de una investigación que está dirigida al desarrollo de un modelo basado en la integración de herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo, que contribuya a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño (CJC) del ACM-ICPC. Por cuanto, sus valoraciones acerca de los asuntos que se someten a su consideración servirán de ayuda. Para ello, consulte cuidadosamente el material proporcionado, adjunto a la encuesta.

Datos generales del encuestado:

Nombre y Apellidos del encuestado: _____

Entidad/Área donde labora: _____

Cargo o Rol desempeñado: _____

Nivel Escolar: Universitario ☐ Técnico Medio ☐

Categoría Científica: Doctor ☐ Máster ☐ Especialista ☐

Categoría Docente: Titular ☐ Auxiliar ☐ Asistente ☐ Instructor ☐ No ☐

Años de experiencia en el área especificada: ____ Imparte Docencia: Si ☐ No ☐

El objetivo de la presente encuesta consiste en que usted responda un conjunto de preguntas que permitirán medir su grado de satisfacción con respecto al modelo concebido en la mencionada investigación.

Preguntas:

1. ¿Considera usted importante la aplicación de modelos que contribuyan favorablemente a la estandarización y seguridad de los datos?

Sí _____ No _____

2. ¿Qué elementos considera positivos del modelo de trabajo concebido?

3. ¿Qué elementos considera negativos del modelo de trabajo concebido?

4. ¿Qué sugeriría para un mejor desarrollo e instrumentación del modelo?

5. ¿Le satisface el modelo desarrollado para el proceso de trabajo del CJC en vista a los concursos locales y nacionales caribeños?

____ Me satisface mucho

____ No me satisface tanto

____ Me da lo mismo

____ Me insatisface más de lo que me satisface

_____ No me satisface nada

_____ No sé qué decir

6. ¿Si usted necesitara un modelo para ayudarle en el proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC, usaría este modelo?

Sí _____ No _____

Anexo 10: Cuestionario aplicado a especialistas de Informática sobre herramientas y tecnologías utilizadas.

Estimado especialista: la presente encuesta forma parte de una investigación que está dirigida al desarrollo de un modelo basado en la integración de herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo, que contribuya a la estandarización y a la seguridad de la información asociada a la selección de problemas y a la aplicación de competencias oficiales de programación por el Comité de Jueces Caribeño (CJC) del ACM-ICPC. Por cuanto, sus valoraciones acerca de los asuntos que se someten a su consideración servirán de ayuda. Para ello, consulte cuidadosamente el material proporcionado, adjunto a la encuesta.

Datos generales del encuestado:

Nombre y Apellidos del encuestado: _____

Entidad/Área donde labora: _____

Cargo o Rol desempeñado: _____

Nivel Escolar: Universitario ☐ Técnico Medio ☐

Categoría Científica: Doctor ☐ Máster ☐ Especialista ☐

Categoría Docente: Titular ☐ Auxiliar ☐ Asistente ☐ Instructor ☐ No ☐

Años de experiencia en el área especificada: ____ Imparte Docencia: Si ☐ No ☐

El objetivo de la presente encuesta consiste en que usted responda un conjunto de preguntas que permitirán medir el nivel de aceptación con respecto a las herramientas y tecnologías utilizadas en el modelo concebido en la mencionada investigación.

Pregunta 1

Evalúe los siguientes criterios según el nivel de importancia que usted le confiera donde: “0” significa poco valor y “5” el valor máximo posible. Marque con una “X” en la casilla correspondiente:

No	Criterio	0	1	2	3	4	5
1	El modelo desarrollado tiene utilidad práctica en el proceso de gestión de concursos y ejercicios para el ACM-ICPC en el Caribe.						
2	Las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura que soporta al modelo desarrollado son pertinentes.						
3	Las herramientas y tecnologías que conforman la infraestructura que soporta al modelo desarrollado son novedosas.						

Pregunta 2

Marque con una “X” en la casilla correspondiente: El uso del modelo desarrollado en la investigación, para el trabajo del Comité de Jueces Caribeño (CJC) del ACM-ICPC, basado en la integración de herramientas, buenas prácticas y procedimientos de trabajo, usted considera que es:

☐ Innecesario

☐ Necesario

☐ Muy Necesario

Pregunta 3

Marque con una “X” en la casilla correspondiente: ¿Considera usted que la instrumentación del modelo desarrollado en la investigación podrá contribuir favorablemente a la estandarización y seguridad de los datos durante el proceso de trabajo del Comité de Jueces Caribeño (CJC) del ACM-ICPC?

☐ Sí

☐ No

Anexo 11: Participación de estudiantes en los concursos regionales del ACM-ICPC LATAM en el ciclo 2017-2018.

Tabla 18 - Participación de estudiantes en los concursos regionales del ACM-ICPC LATAM en el ciclo 2017-2018.

Participación de estudiantes en los concursos regionales del ACM-ICPC. América Latina y el Caribe, ciclo competitivo 2017-2018 (Fuente: CJLATAM).				
Regiones y países registrados	Países	Universidades	Equipos participantes (cada uno con tres estudiantes)	Equipos clasificados a la Final Mundial del año 2018

Caribe	5	41	200	4
Cuba	1	27	151	3
República Dominicana	1	7	29	1
Granada	0	0	0	0
Haití	0	0	0	0
Jamaica	1	1	3	0
Puerto Rico	1	4	12	0
Trinidad y Tobago	1	2	5	0
Islas Vírgenes	0	0	0	0
América Central	5	14	72	1
Costa Rica	1	6	33	1
El Salvador	1	1	19	0
Guatemala	1	1	4	0
Nicaragua	1	1	10	0
Panamá	1	5	6	0
México	1	110	818	3
México	1	110	818	3
Sur América - Sur	6	112	376	4
Argentina	1	25	82	2
Bolivia	1	53	164	0
Chile	1	19	92	1
Paraguay	1	1	2	0
Perú	1	13	34	1
Uruguay	1	1	2	0
Sur América - Norte	3	66	180	3
Colombia	1	49	123	2
Ecuador	1	2	8	0
Venezuela	1	15	49	1
Sur América - Brasil	1	232	816	7
Brasil	1	232	816	7
TOTAL	21	575	2462	22

Anexo 12: Clarificaciones para los concursantes de una competencia del ICPC en el COJ.

Dear contestant, please beware of reading carefully those general clarifications:

- For clarifications, we strongly recommend to write in English! And make sure to select the proper Subject (Problem title) before sending the clarification. Don't send the same question several times, all clarifications will be answered by the human judges as soon as possible. A "No comments" response will be delivered if the answer to your question is included in the problem statement.
- Do not use the %l64d specifier to read or write 64-bit integers in C++. It is recommended to use cin, cout, streams or the %lld specifier instead.
- If the problem statement doesn't specify the number of instances (tests cases) or when to stop reading, this means that you should read until you reach the End of File (EOF). Also, you don't need

to process tests cases one by one, although it's possible. You can read all the input first, then process the data, and finally output responses for all instances. Of course, take into account that all this should be done within the limits of time and memory for the problem.

- *Always respect the problems' output format: this is the main reason for Presentation Error (PE). Beware problems in which the use of real numbers is needed in the written solution. The point '.' is the most commonly used decimal separator in almost all problems involving real numbers in their datasets, therefore perhaps you need to change the locale configuration; formatting the output numbers for using '.' instead of ','.*
- *Your solution is tested by an automated marker, so you must be careful to input only what is asked for, and output only what is asked for. In particular, do not print prompts or messages like "The answer is:" unless you are asked to.*
- *Also, remember that your program is tested with more datasets than those that appear in the "Sample Input" and "Sample Output" sections: try to think of extreme cases to test your program before submitting a solution. The fact that your program solves the sample input dataset correctly doesn't mean that it solves all datasets correctly.*
- *To submit a code to the judge, select the proper problem and language before sending. Otherwise, you will probably get an unexpected response. Carefully select the right problem, source file and language in any case, as there are penalties for incorrect submissions and there is no way to reverse an accidentally submitted solution.*
- *Once you make a submission, it will appear in the list box, with newest submissions at the top. The status field will let you keep track of the submission verdict. Note that in some cases, judges report the first condition they notice. In particular, a format error does not indicate whether the answer is correct or not, and a wrong answer does not indicate whether the format is correct or not (...).*
- *If you are submitting a file (instead of pasting the source code in the text area) to the judge, the filename is irrelevant no matter the language used. You must however respect the common extension of the language you selected (.c for C, .cpp for C++, .java for Java, .cs for C#, .py for Python, etc.).*
- *Please, read the FAQs for other common questions, like code formats, answers of the judge, the versions of each compiler, etc.*