

A decorative graphic consisting of three blue, 3D-rendered spheres of varying sizes. The largest sphere is at the bottom right, a medium one is at the top right, and a smaller one is in the middle. Thin blue lines connect the spheres and extend across the page.

# Enseñanza de la programación con estrategia de competencias

La programación de computadoras es cada vez más importante en la educación de hoy. No cabe duda que la tecnología ha invadido todos los ámbitos de nuestra vida. La educación escolar no ha incluido esta materia en las curriculas escolares, sin embargo, es necesario es encontrar formas nuevas de introducir la programación a la juventud. Se presenta la educación basada en estrategias de concursos, los beneficios y la forma de aplicar. Palabras claves: Lenguaje de programación, Proceso de aprendizaje, Método de enseñanza, programación competitiva.

**Jorge Terán Pomier**  
**04/12/2017**



2017

LA REVISTA ANUAL DEL HUB FRECH TECH TERRITORIOS DEL MAÑANA

La Revista anual “**Ecosistema de Innovación Abierta y disruptiva**” de la Fundación Territorios del Mañana publica trabajos de investigación en las siguientes áreas temáticas: Ciencia y Tecnología, Ciudades Inteligentes, Empoderamiento, E-Emprendimiento, Frech Tech Hub, Internet de las Cosas, E-Salud, Big Data, Gobierno Abierto, Gestión del Conocimiento, Desarrollo Sostenible, Telemedicina, M-Salud, IA...

**Dirección Editorial:** Art Education et technologies de la Connaissance (ARENOTECH), Bolivia Tech Hub Collaborative (BTHC), Fondation des Territoires de Demain (FTD), Red de Living Labs y espacios de innovación de América Latina y el Caribe (LEILAC), OstéoConcept, Réseaux des Villes Numériques (RVN), Red Iberoamericana de Tecnología Móvil en Salud (RITMOS), The International, Medical Informatics Association (IMIA)

**Dirección científica:**

- ✚ André Jean Marc Loechel
- ✚ Jorge Ivan Lopez Jaramillo,
- ✚ Jorge Teran
- ✚ Julien Hervé
- ✚ Lady Murrugarra
- ✚ Laura Garcia Vitoria
- ✚ Nestor Balich
- ✚ Rosa Maenza
- ✚ Susana Darin

**Responsables por áreas :**

- ✚ Ciencia y tecnología, André Jean Marc Loechel
- ✚ Ciudades inteligentes, Laura Garcia vitoria
- ✚ E-emprendimiento, Jorge Teran
- ✚ Gobierno abierto, Rosa Menza
- ✚ E;Gouv, Susana Darin
- ✚ M-salud, Jorge Ivan Lopez
- ✚ Robótica, Nestor Balich
- ✚ Tele salud, Lady Murrugarra
- ✚ Osteopatía, Julien Herve

**Ostéopathie Hémodynamique:** Una Red de investigación y de formación en osteopatía que comporta médicos, osteópatas y kinesiterapeutas.

<http://www.osteconcept.com>

**Le tech Hub Bolivia** es un espacio abierto y disruptivo de innovación creado por el investigador boliviano Jorge Teran. Está dirigido a las personas, equipos, comunidades tecnológicas y académicas más representativas de Bolivia. Encontramos dentro de él algunas de las aplicaciones creadas y transformadas en estrellas por estudiantes y ciudadanos que pasan por este espacio de innovación disponible para todos. El centro también es un espacio de incubación para proyectos e ideas sobre juegos de video, productos creativos en 3D, realidad aumentada y realidad virtual, plataforma web y móvil. Los logros más notables están disponibles en Oculus Drive, App Store y Play Store. The Hub Bolivia es una incubadora de star-ups que se convierten en pymes. Los equipos evolucionan a partir de un grupo de amigos entusiastas sobre temas económicos. También capacita a los no graduados que desarrollan habilidades en Internet de los objetos (IOT). Esta capacitación proporciona becas en Bolivia y en el extranjero y estos se han convertido en estudiantes excepcionales. The Hub busca crear una verdadera economía creativa con un espíritu emprendedor.

<http://www.bolivatechhub.org/>

<https://www.facebook.com/bolivatechhub/>

**La Fundación Territorios del Mañana** fue creada por un laboratorio de ideas dedicado a la economía de la creatividad, ARENOTECH y la Red «Ciudades Digitales» cuyas recomendaciones conjuntas – especialmente a través de proyectos de la Comisión Europea desde 1995 han permitido contribuir a la aparición de los ecosistemas urbanos y su enfoque económico a través de medios digitales móviles, los nuevos modelos de turismo, la paridad en la transmisión de los conocimientos científicos, el multilingüismo, las nuevas formas de capacitación y creación de empleo. Su misión es desarrollar y acompañar a los espacios dedicados a la innovación de ruptura y el despliegue desde las tecnologías del conocimiento en el centro no sólo de los parques científicos y tecnológicos, sino también dentro de las ciudades y las zonas rurales. <http://www.territories-of-tomorrow.org/>

**ARENOTECH** es una red de profesores, investigadores y actores territoriales nacida como resultado del Llamamiento de Venecia lanzado en el Museo Correr en la primavera de 1996. Se crea a petición del Ministerio de Educación francés. Dirigió los proyectos europeos en el lado francés: MOSAIC (Redes transeuropeas de telecomunicaciones - INFOS) y Weest (Dirección de educación de la cultura de la Comisión Europea). A través de sus recomendaciones del proyecto MOSAIC, ARENOTECH destacó en 1996 la importancia del desarrollo digital de territorios y

ciudades inteligentes. Consorcio para una economía territorial del conocimiento, dio lugar, junto con la Red Europea de Ciudades Digitales, a la Fundación de los Territorios del Mañana. <http://www.arenotech.org/>

**L**a **Red Europea de Ciudades Digitales** (RVN) es una red europea e internacional de actores de una economía del conocimiento territorial, que reúne a profesionales: autoridades locales, empresas, universidades, asociaciones... Lo que debería llamarse "ciudad digital" es ante todo un territorio de polaridad y atraktividad, un territorio de innovación. Participar en el desarrollo de componentes de la inteligencia territorial es la principal preocupación de la Red. Ha recibido varias distinciones: en 2001 en Niza el "Trophée @ Cybervilles", en 2002 la certificación "París Europa" de la Ciudad de París, por su programa de la "ciudad digital para todos", en 2003 la del Año Europeo de las Personas con Discapacidad de la Secretaría de Estado para Personas con Discapacidad del Ministerio de Salud. <http://www.villesnumeriques.org/>

**L**EILAC tiene como objetivo: El desarrollo de interacciones entre espacios de innovación en Europa, América Latina y el grupo de innovación atlántica. El Despliegue por promoción de medios de innovaciones abiertas y disruptivas de modelos de innovación abierta y disruptivas de América latina y el Caribe en suelo europeo. <http://www.territories-of-tomorrow.org/>. Estos objetivos finalmente producirán un nuevo código de producción y prácticas de gestión validadas por una autoridad competente.

**L**a **Asociación Internacional de Informática Médica** (IMIA) es el organismo mundial para la salud y la informática biomédica. Como una "asociación de asociaciones", IMIA actúa como una organización puente, que reúne a las organizaciones constituyentes y sus miembros. IMIA proporciona liderazgo y experiencia a la comunidad multidisciplinaria enfocada en la salud y a los responsables de la formulación de políticas, para permitir la transformación de la asistencia sanitaria de acuerdo con la visión mundial de mejorar la salud de la población mundial. Inherente al papel de IMIA es reunir, desde una perspectiva global, científicos, investigadores, usuarios, proveedores, desarrolladores, consultores y proveedores en un entorno de cooperación e intercambio. Una organización comprometida con promover mejores prácticas en el uso de tecnologías de información y comunicación dentro de informática biomédica, en salud y atención médica, considerando que la tecnología es transformadora, <http://imia-medinfo.org/wp/>

**L**a **Red Iberoamericana de Tecnologías Móviles en Salud** (RITMOS) desarrolla proyectos que incorporan y normalizan el uso de la tecnología móvil para asuntos relacionados con la salud, una iniciativa de "mSalud" que quiere dar al paciente más control sobre su salud. Esta iniciativa cuenta con el apoyo de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), que se ha aliado con el Mobile World Capital Barcelona y Telefónica para impulsar la salud móvil en América Latina. RITMOS permite el análisis de todos los datos relativos a la salud que se comunican a través de aplicaciones para móviles con el fin de "prevenir enfermedades" y exportar el "saber hacer" en salud móvil para que el usuario sea capaz de entender y usar en su beneficio esta tecnología. La iniciativa, que tiene el apoyo de la oficina de la OMS para las Américas. La aplicación de tecnologías móviles en salud es un campo emergente que complementa la prestación de la asistencia sanitaria, gracias a los datos que proporcionan los usuarios móviles, "una imagen más precisa e integral" de las enfermedades y del comportamiento del paciente.. <https://sites.google.com/a/uoc.edu/ritmos/home>

**H**ub **French Tech Club Territorios del Mañana**, bajo los auspicios de la Fundación Territorios del Mañana (especialista en De innovación abierta e inteligencia territorial), un equipo de actores territoriales ha creado las condiciones para un grupo de líderes activos en el campo de innovación a nivel territorial. Este Club se convertirá en el desarrollo de proyectos emblemáticos, a escala tanto de las metrópolis como del mundo rural, lo que interesa tanto a las autoridades locales en busca del atractivo económico. El Club se reúne en forma de almuerzos regulares, que son la mejor manera de desarrollar sinergias con especialistas en inteligencia artificial en el momento del aumentar tanto en términos de financiación de la inversión en empresas francesas innovadoras como a través de la recaudación de fondos, que es cada vez más importante. El propósito de este trabajo será, por lo tanto, informar a nuestros líderes sobre la nueva importancia de la geoestrategia de la innovación, sin la cual ahora es difícil desarrollar una visión estratégica global.

<sup>1</sup>M.Sc. En Ciencias de la computación, docente – investigador de la Carrera de Informática, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

---

## Resumen

---

La programación de computadoras es cada vez más importante en la educación de hoy. No cabe duda que la tecnología ha invadido todos los ámbitos de nuestra vida. La educación escolar no ha incluido esta materia en las currículas escolares, sin embargo, es necesario encontrar formas nuevas de introducir la programación a la juventud. Se presenta la educación basada en estrategias de concursos, los beneficios y la forma de aplicar.

Palabras claves: Lenguaje de programación, Proceso de aprendizaje, Método de enseñanza, programación competitiva.

---

## Introducción

---

La enseñanza de la programación ha sido tradicionalmente solo una actividad de universitaria de las carreras afines a las carreras de ciencias de la computación. Hoy en día son cada vez más los jóvenes que se dedican a esta actividad desde etapas tempranas de su vida escolar. Muy pocos países han incluido la programación de computadoras en su currícula escolar.

Las competencias de programación tienen sus orígenes en las competencias de programación del año 1977, que organizó la universidad de Baylor (ICPC, 2016)(Manzoor. 2008) en los Estados Unidos.

Desde su origen a la fecha se ha transformado de una forma de competir, a ser una herramienta para el aprendizaje y en un factor importante para contratar personal experimentado en el campo de la Informática (RedGreenCode, 2016)(Wikipedia, 2016). La programación competitiva es una forma de aprender y dominar la programación de computadoras. El desarrollar aplicaciones no requiere necesariamente ser un programador experto. Sin embargo provee muchas habilidades y destrezas a los desarrolladores.

Existen varias definiciones de programación competitiva, en la Wikipedia (Wikipedia, 2006) se define como un deporte de la mente que trata de programar, de acuerdo a las especificaciones dadas.

La definición dada por QUORA (Quora, 2016) indica:

Programación competitiva es resolver problemas bien definidos escribiendo programas de computadora dentro de límites especificados. Basado en lo anterior se presentan sus tres aspectos:

- Problemas bien definidos. Los problemas bien definidos contiene variables, y deben hallar una respuesta en base a las posibles combinaciones de esas variables. Se

especifican las restricciones de todas las variables, así como, los supuestos necesarios.

- Programas de computadora. Se escriben programas que resuelven los problemas. Los problemas no tiene una interfaz gráfica solo se ingresan datos por la entrada estándar, y los resultados se escriben en la salida estándar.
- Límites especificados. El resultado debe producirse dentro de límites de tiempo, memoria y lenguaje especificado.

La evolución hacia una herramienta de aprendizaje fue algo natural. Se han desarrollado diversas iniciativas. Duncan Smith en su página Red Green Code describe las ventajas de la programación competitiva para el aprendizaje presentando un método que ha denominado Learning Driven Development (Lld).

Una de las primeras experiencias de llevar los conceptos presentados en las competencias al aula se realizaron en la universidad de Pekin desarrollando un sistema para la enseñanza de la computación que utiliza los principios de las competencias de programación. (Luo, Y., Wang, X., & Zhang, Z, 2008).

La asociación de los conceptos asociar el aprendizaje por juegos a la programación por juegos fue presentada por Burguillo (Burguillo, 2010) para mostrar como motivar y estimular a los estudiantes para lograr mejor rendimiento académico.

La programación competitiva también proporciona una forma con la que la universidad se relaciona con la empresa y la sociedad (Nikov, A., Kulev, I., Cavkovski P., Misev, A., Trajkovik, V., & Trajanov, D., 2014) proporcionando beneficios tanto para la empresa como para la universidad. Actualmente es una forma que los empleadores utilizan para seleccionar talentos. Así tenemos diversas competencias, mencionando a las más conocidas, Google Code Jam, Facebook Hackers Cup y en Bolivia el CodeRoad Coding Contest. El tener experiencia en este tipo de competencias abre las puertas a mejores oportunidades una vez terminada su formación.

En la actualidad existen una gran cantidad de ejercicios publicados en diversos sitios que promueven la programación competitiva. Para que los mismos sean accesibles a los docentes y utilizables en clases, es necesario establecer un sistema de clasificación. Esta puede ser por temática, por nivel de dificultad, tipo de algoritmo, tiempo requerido para resolver y otras medidas que se definan. Skupas (Skupas, B., Dagiene, V., & Revilla, V., 2009) desarrolla éstas ideas que pueden ser utilizadas para asignar ejercicios a los participantes de un curso.

Como se explicó en la definición, los problemas deben estar bien definidos y considerar todas las posibilidades en los datos de prueba. Este no es un problema fácil y se han propuesto varios metodologías (Buzdalov. 2011) para generar los datos prueba.

## Desarrollo

---

Para desarrollar este proyecto se analizaron las características del proceso de la enseñanza y las actividades que los docentes deben realizar para lograr el correcto aprendizaje de la programación para luego presentar una metodología que permite una mejor aprendizaje.

En la formación del programador, el profesor normalmente luego de explicar la sintaxis del lenguaje, formula ejercicios que el aprendiz debe resolver. Seguidamente es necesario revisar la correctitud de la solución presentada. A diferencia de otras carreras pueden existir diferentes soluciones (algoritmos) que dan la respuesta al problema propuesto generando una dificultad en la revisión y evaluación.

Esta dificultad hace que los estudiantes no puedan tener una retroalimentación oportuna de los problemas resueltos. Claudia Ott (Ott, C., Robins, A., & Shephard, K., 2016) muestra 7 beneficios que la buena retroalimentación proporciona:

1. Ayuda a clarificar que es un buen rendimiento.
2. Facilita el desarrollo del proceso de reflexión, auto aprendizaje.
3. Proporciona información de buena calidad a los estudiantes sobre su aprendizaje.
4. Alienta a los profesores a una discusión con sus colegas sobre el aprendizaje.
5. Mejora la auto estima y motiva positivamente a los estudiantes.
6. Provee oportunidades de cerrar la brecha entre la eficiencia deseada y la actual.
7. Provee información a los profesores que puede ser utilizada para mejorar la enseñanza.

El proceso de programación tiene varias etapas que requieren una retroalimentación para el estudiante. Inicialmente entender el planteamiento del problema, establecer una estrategia de solución, desarrollar la solución y realizar muchas pruebas hasta obtener una respuesta correcta.

La programación competitiva se basa en la utilización de jueces virtuales (programas informáticos), que contrastan los resultados obtenidos por el programa realizado por el competidor y los almacenados en el servidor. Estos jueces virtuales pueden adecuarse a una pedagogía educativa que permita un aprendizaje más efectivo creando algunas facilidades que ayuden al docente y al estudiante.

Una característica de los programas de evaluación es que pueden dar una respuesta inmediata sobre si los resultados son correctos o incorrectos, permitiendo realizar múltiples intentos hasta obtener la respuesta correcta. Esto permite tener una respuesta ayudando a clarificar que es un buen rendimiento.

Para lograr el desarrollo del proceso de reflexión, auto aprendizaje es necesario que el juez indique los datos de prueba en los que el programa enviado ha fallado o si todos son correctos. Esto permite que el aprendiz revise su código y pueda realizar las pruebas para los casos en los que falla y repetir el proceso hasta que logre un éxito. Adicionalmente el aprendiz obtiene una fluidez en la detección y corrección de errores.

Durante la realización de la clase es posible que el profesor pueda ver las dificultades de los estudiantes y en una forma pro-activa pueda ayudar a los que tienen dificultades, dado que muchos tienen temor de preguntar. La auto estima de los estudiantes se ve mejorada por este proceso ya que pueden ver su avance rápidamente.

Para medir el progreso el profesor tiene en cada instante un detalle de los problemas que están siendo solucionados y puede intervenir ayudando a los estudiantes en las dificultades encontradas. Los jueces virtuales proveen una lista que muestra primero los ejercicios resueltos, las dificultades de los estudiantes y la cantidad de veces que un estudiante intenta para resolver un ejercicio.

Finalmente este detalle del progreso de los estudiantes sirve para retroalimentar al profesor para definir los ejercicios de las próximas sesiones de práctica reforzando el aprendizaje de los estudiantes.

En cursos que tuve la oportunidad de utilizar esta metodología se observó que la planificación de los problemas debe ser muy cuidadosa. La forma de asignar los problemas

también es importante. Aún cuando es posible resolver los problemas planteados en cualquier orden es deseable que sean presentados en un orden gradual de dificultad. Lo que ocurre en los cursos iniciales los estudiantes sin experiencia previa no pueden decidir cuál problema resolver primero.

Al principio la dificultad más evidente para los docentes está en la creación de los datos de prueba. Estos datos deben obligar a los estudiantes a escribir soluciones eficientes. Es necesario escoger cuidadosamente los datos de prueba y el tiempo de proceso con la finalidad de evitar que cualquier solución poco eficiente sea aceptada. Una segunda dificultad es hacer que los datos escogidos abarquen todos los posibles casos descritos en el enunciado, por ejemplo, el tamaño máximo de la instancia a procesar. Esto hará que en muchos casos se deba adicionalmente escribir un programa que genere los datos de prueba.

Después de cada sesión de práctica es necesario realizar un análisis de las dificultades de los estudiantes, con la finalidad de agregar ejercicios de refuerzo y verificar la pertinencia de los establecidos en la planificación inicial.

Se sugiere los siguientes pasos para implementar la metodología:

1. Inicialmente escoger el software de juez virtual que uno va a utilizar, tomando en cuenta principalmente como proporciona la retroalimentación al estudiante y al profesor.
2. Establecer detalladamente el contenido clase por clase y desarrollar los problemas que hacen al contenido y los casos de prueba que permitan verificar los resultados esperados.
3. Dentro de una sesión de práctica es necesario estructurar los problemas para que el contenido asimilado sea gradual.

En la ejecución del curso hay que tomar en cuenta algunos aspectos:

1. En base de la información proporcionada por el juez colaborar a los estudiantes que se queden estancados con algún ejercicio.
2. Retroalimentar la planificación y los ejercicios en base de los resultados experimentados con la finalidad de hacer las siguientes clases más productivas.
3. Finalmente tenemos que escribir el programa que resuelve el enunciado y probarlo en un juez virtual para verificar que se procesa sin problemas. Claro está que después de poner esto en consideración de los estudiantes pueden aparecer preguntas y soluciones por la cual se verá en la necesidad de mejorar el enunciado, casos de prueba y/o la solución.

## **Conclusiones**

---

Al aplicar esta metodología en el aula se ve que provee algunos beneficios adicionales tanto al estudiante como al aprendiz. El profesor tiene una retroalimentación permanente sobre el desarrollo de los estudiantes, permitiendo realizar ajustes al desarrollo del curso. El profesor toma un rol más activo en el aprendizaje de sus alumnos. Los estudiantes pueden ver permanentemente el aprovechamiento que tienen, que es un aspecto motivante para lograr un mejor aprendizaje.

La revisión es por medio de casos de prueba, lo que no impide que se puedan pedir soluciones específicas para la solución de un problema. La dificultad que se encuentra está en la construcción de los datos de prueba. Estos datos deben construirse de tal forma que los recursos usados y controlados por el juez virtual obliguen al uso de la metodología esperada.

Esta metodología se puede utilizar naturalmente en cursos de programación y algoritmos. Sin embargo también puede ser un complemento para asignaturas tales como matemática

discreta, geometría, teoría de números y otras donde los ejercicios pueden ser planteados para resolverse enviando un programa a un juez virtual y que este sea evaluado en base de casos de prueba.

Finalmente es necesario hacer una recomendación muy importante, el profesor debe constantemente revisar las dificultades que tienen los estudiantes durante el desarrollo de la clase y ayudar a los que tienen dificultades, hay que evitar que la única retroalimentación sea la del juez virtual.

## Bibliografía

---

Burguillo, J., (2010). *Using Game Theory and Competition-based Learning to Stimulate Student Motivation and Performance*. *Computers & Education*, Volume 55 Issue 2, September.

Luo, Y., Wang, X., & Zhang, Z (2008). *Programming grid: a computer-aided education system for programming courses based on online judge*. Proceedings of the 1st ACM Summit on Computing Education in China First ACM Summit on Computing Education in China. ACM, New York, NY, USA. doi: 10.1145/1517632.1517643

Manzoor, S., 2008. *Common mistakes in online and real-time contests*. *Crossroads* 14, 4 (June 2008), 10-16. doi: 10.1145/1375972.1375976

Nikov, A., Kulev, I., Cavkovski P., Misev, A., Trajkovik, V., & Trajanov, D., (2014). *CodeFu: coding competition as a tool for industry university collaboration*. Proceedings of the 2014 international workshop on Long-term industrial collaboration on software engineering ACM, New York, NY, USA, 63-68. doi: 10.1145/2647648.2647657

Quora. (2016). *What is competitive programming*. Sitio web: <https://www.quora.com/What-is-competitive-programming-2>

RedGreenCode. (2016). *12-reasons-to-study-competitive-programming*, Sitio web: <http://www.redgreencode.com/12-reasons-to-study-competitive-programming/>

Skenia, S., & Revilla Ramos, M., (2006). *Concursos Internacionales De Informática Y Programación. Manual De Entrenamiento Por Internet*. Springer, New York, USA.

Skupas, B., Dagiene, V., & Revilla, V., (2009). *Developing classification criteria for programming tasks*. Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education. ACM, New York, NY, USA, 373-373. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/1562877.1563015>

Wikipedia. (2016). *Competitive programming*, Sitio Web: [https://en.wikipedia.org/wiki/Competitive\\_programming](https://en.wikipedia.org/wiki/Competitive_programming)