

DISQUISICIONES EN TORNO A LA RESOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LAS COMPETENCIAS DE PROGRAMACIÓN

DISQUISICIONES ALREDEDOR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PROGRAMACIÓN

AUTORES: Gilberto Cuba Ricardo¹

Prudencio Alberto Leyva Figueredo²

Laura Leticia Mendoza Tauler³

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: Universidad de Ciencias Pedagógicas “José de la Luz y Caballero”, Ave. Libertadores, No. 287, Reparto Pedro Díaz Coello. Holguín CP. 80100. Cuba. E-mail: gilberto.cuba@ucp.ho.rimed.cu

Fecha de recepción: 14 - 09 - 2014

Fecha de aceptación: 22 - 11 - 2014

RESUMEN

En este artículo se muestra un estudio relacionado con la terminología que se emplea en el argot y la literatura científica de las competencias de programación. Se comparan los términos de ejercicio con texto y problema, teniendo en cuenta su esencia en el contexto de las competencias de programación. Durante este proceso, se explica la naturaleza de este fenómeno, basado en la experiencia de la comunidad científica y de los investigadores de este trabajo. Sustentado en la teoría de la resolución de problemas, se muestran además, algunas características del proceso de resolución de problemas de programación de naturaleza algorítmica, tipo concursos de informática de estudiantes de preuniversitario.

PALABRAS CLAVE: problema; resolución de problemas; competencias de programación.

DIGRESSIONS ABOUT THE PROBLEM SOLVING OF PROGRAMMING CONTESTS

ABSTRACT

This paper presents a study related to the terminology used in the argot and scientific literature of the programming contests. The terms, exercise with text and problem are compared, taking into account its essence in the context of

¹ Licenciado en Educación, en la especialidad de Matemática – Computación. Asistente. Profesor y programador del Departamento de Desarrollo Recursos para el Aprendizaje de la Universidad de Ciencias Pedagógicas “José de la Luz y Caballero”. Entrenador y consultante de estudiantes de concursos de Informática del IPVCE “José Martí Pérez” de la provincia de Holguín, Cuba.

² Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Director del Centro de Estudios de Formación Laboral y Coordinador del Programa del Doctorado Curricular Colaborativo de la Universidad de Ciencias Pedagógicas “José de la Luz y Caballero” de la provincia de Holguín, Cuba. E-mail: albertoleyva@ucp.ho.rimed.cu

³ Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora Titular. Directora del Centro de Estudios en Investigaciones Educativas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas “José de la Luz y Caballero” de la provincia de Holguín, Cuba. E-mail: laura@ucp.ho.rimed.cu

programming contests. During this process, the nature of this phenomenon is explained, based on the experience of the scientific community and of the researchers of this study. Based on the theory of problem solving, this paper also show some characteristics of the process of programming problem solving of algorithmic nature, kind of informatic contests of precollege students.

KEYWORDS: problem; problem solving; programming contests.

INTRODUCCIÓN

La actividad de concursos de Informática en Cuba es caracterizada de forma pormenorizada por Hernández (2008) al referirse que “está comprendida dentro del currículo donde los estudiantes desarrollan sus altas potencialidades y talentos, aunque los contenidos y habilidades a desarrollar en la actividad son extracurriculares pues los algoritmos y la programación no se trabaja en preuniversitario, solo de manera muy introductoria en duodécimo grado”.

Además de que está conformada por grupos de estudiantes selectivos con alta motivación y habilidades informáticas, la actividad consta de dos momentos: las sesiones de entrenamiento y las competencias. En ambos, la actividad fundamental es la realización de tareas o ejercicios con texto de programación de naturaleza algorítmica, que mayoritariamente constituyen problemas para el concursante. La realización de estos ejercicios con texto es la actividad básica de las competencias de las Olimpiadas Internacionales de Informática (IOI, en el inglés original) que se desarrollan todos los años (Verhoeff, 1997, 2004, 2006).

En la actualidad se realizan eventos, talleres y competencias en las que participan especialistas, entrenadores y concursantes con el fin de competir y debatir en torno al tema de los ejercicios de programación. Muchos son los interesados en este tipo de actividad, incluso hasta las grandes compañías del mundo que están relacionadas con las Tecnologías de la Informática y las Telecomunicaciones, de ahí la importancia de la temática que se aborda.

Científicos también desarrollan sus investigaciones en este campo, y muestra de ello es la amplia literatura científica que se encuentra indexada en las bases de datos internacionales. Sin embargo, aunque se logran los objetivos que se plantean entre los investigadores e interesados de este fenómeno, existen elementos que dificultan la comprensión, y por consiguiente, que se logre una comunicación fluida entre todos los participantes del proceso.

El idioma inglés es la vía de comunicación que se utiliza en estos escenarios, y aunque su concreción lo ha convertido en el idioma de las ciencias, la variedad de términos que se conglomeran alrededor de esta temática, dificulta un tanto su interpretación y desarrollo. Esto influye además, en las traducciones a los idiomas nativos de los investigadores, ya que en la mayoría de los casos, no existen términos que reflejen la esencia de los conceptos que encierran las palabras en el idioma inglés; y viceversa. Incluso en el mismo idioma inglés, existen sus incompatibilidades. Ejemplo de traducciones al español son:

competencias de programación, concursos de programación, olimpiadas de informática, olimpiadas de computación, ejercicios de programación, tareas de programación, problemas de programación, problemas de programación de naturaleza algorítmica, problemas algorítmicos, programación de computadoras entre otros.⁴

En el caso del presente artículo, se hará referencia solamente a los términos relacionados con la realización de los ejercicios con textos, propios de las competencias de programación, y su resolución cuando constituyen problemas para el concursante. Se referirán además las ideas básicas que encierran los términos, y más que su definición como tal, se dará la explicación, la caracterización de las concepciones que sobre estos existen, y las conclusiones a la que los autores de la presente han arribado. Para su análisis se ha tenido en cuenta además, la esencia de los términos y las teorías científicas que los estudian.

DESARROLLO

Cabe destacar que la problemática que se trata es estudiada desde las Ciencias de la Computación como una generalidad a nivel internacional. El caso más evidente se encuentra en los trabajos de Verhoeff (2004), quien en un intento de estandarización de los conceptos, terminologías y notaciones relacionadas con los ejercicios con texto de programación, plantea una serie de pautas a seguir por cada uno de los creadores de ejercicios. Entre las razones principales para su propuesta se encuentra el entendimiento de la descripción del ejercicio con texto por parte del concursante, y por consiguiente de la situación problemática que en él se manifiesta.

Muy estrechamente relacionado con estos intentos, se encuentra la terminología para referirse a los ejercicios con texto de programación que se resuelven en las competencias de informática. Tal como se señaló con anterioridad, estos pueden ser encontrados de la forma: ejercicios de programación, tareas de programación, problemas de programación, problemas de programación de naturaleza algorítmica, problemas algorítmicos; y alguna que otra combinación o rejuego de sus palabras.

Según la literatura científica consultada y la experiencia de las vivencias de estos procesos, las palabras sustantivas para referirse a los ejercicios con texto de programación son: ejercicio, tarea y/o problema. La relación entre los dos primeros, desde una perspectiva generalizadora, revela que no existe un nivel de jerarquización entre ellos. En tanto una tarea general puede estar constituida por varios ejercicios, así también puede considerarse que un ejercicio, para desarrollarse necesita de la consecución de varias tareas. Esta perspectiva no se manifiesta así desde otras áreas como es la Didáctica General. Sin embargo, lo mismo no sucede así con relación a cualquiera de las dos primeras (ejercicio o tareas) y la tercera (problema).

⁴ Consultado en los 7 volúmenes editados hasta la fecha (1 de abril del 2014) de la revista Olympiads in Informatic http://www.mii.lt/olympiads_in_informatics/index.html

Para continuar de forma coherente, es necesario revisar algunas definiciones y caracterizaciones en torno al concepto de problema, analizándolas desde distintos puntos de vista. Es importante señalar también, que ha sido difícil llegar a profundidad a las disquisiciones en torno al concepto de problema propuesto por la gran mayoría de los autores consultados, sin pasar previamente por su teoría de la resolución de problemas; o alcanzar sus conclusiones al respecto, sin antes encontrar las propuestas para resolver problemas desde la disciplina a la que se hace la contribución.

El estudio de la categoría problema, tiene mayor presencia en los investigadores de procedencia psicológica y pedagógica. Una mirada a estos autores nos refleja sus características. Por ejemplo, Polya (1957) no refleja una definición clara de qué es un problema realmente, lo cual queda de forma implícita y deducible en su procedimiento heurístico a seguir para resolver problemas matemáticos. Luego de varios años de sistematización en la temática y con la aparición en 1965 de la segunda parte de otro de sus libros (Polya, 1981), define a los problemas como aquella situación que requiere la búsqueda consciente de una acción apropiada para el logro de un objetivo claramente concebido pero no alcanzable de forma inmediata.

Labarrere (1987) hace un estudio de los distintos conceptos de problema dados por la psicología sin pecar en presentar una definición del término desde esta ciencia, sino que concluye en una serie de características y peculiaridades que son consideradas a criterio del investigador, de gran valor y de ser consecuentes en el objeto en que son analizadas. Además de esto, considera también la solución de problemas como un tipo peculiar de actividad cognoscitiva, y diferencia a esta de la resolución de problemas. La primera es considerada “como el proceso, en el curso del cual, se realizan determinadas transformaciones (operaciones) matemáticas sobre el problema; transformaciones que pueden conducir o no, a la respuesta correcta” (Labarrere, 1987, p. 31). La segunda la considera entonces como “la determinación por el alumno, de la respuesta correcta” (Labarrere, 1987, p. 31).

De igual manera, Labarrere (1994) aborda la problemática del pensamiento y su vinculación en la forma en que este se manifiesta en la solución de problemas. Considera que durante este proceso, el pensamiento se manifiesta, principalmente, a partir de tres funciones que podrían denominarse de análisis, de ejecución y de control-valorativo. Esta última función desempeña un papel regulador y autorregulador real en la actividad de solución de problemas.

Desde una perspectiva psicológica, Rubinstein (1966) tiene en cuenta la diferencia entre situación problemática y problema. Para este autor, la situación problemática “suscita interrogantes en virtud de que los elementos que en ella entran no nos parecen adecuados a las correlaciones de que forman parte en la situación dada”, y entiende por problema a “los datos que condicionan la solución y que se incorporan en calidad de premisas necesarias en el razonamiento que lleva a la misma”.

Cruz (2002, 2006) evalúa la resolución de problemas con una postura materialista al analizarla como un todo desde la Didáctica de la Matemática hasta la concepción del término problema, declarando las diferencias entre este y los ejercicios, la que se pretende analizar aquí. Aunque esta fundamentación no es totalmente nueva de este autor, sí aclara el camino de las ideas que existen al respecto por autores (Labarrere, 1987, Río et al. citado por Cruz, 2002) que abordan la problemática al respecto de sus diferencias.

Por otra parte, el concepto de ejercicio ha sido estudiado desde distintas vertientes. Según Cruz (2002) los ejercicios están ligados a las tareas docentes en el contexto escolar. Este autor señala que un ejemplo de tarea docente son los ejercicios, en los que se plantea una exigencia que propicia la realización de acciones, solución de situaciones, deducción de relaciones, cálculo, etc.

Otros autores como Jungk (1981) y Zillmer (1981, citado por Cruz, 2002), buscan clasificaciones para los ejercicios. Jungk (1981) reconoce varios tipos: los de aplicación, que están relacionados con la práctica; los contruidos, que han sido elaborados para identificar, profundizar, aplicar, reforzar y consolidar los conocimientos; y los con textos, que forman parte del segundo tipo y en los que el autor los describe como aquellos cuyo texto es puramente matemático o se relaciona con la práctica.

Teniendo en cuenta estas breves introducciones al concepto de problema, y en análisis de las diferencias que existen con la terminología de ejercicio, que ya ha sido sistematizada por otros autores desde la Didáctica de la Matemática, es que se muestran a continuación las siguientes reflexiones, y la presencia de la problemática que se está describiendo. Por ejemplo, Janceski y Pacovski (2007) cuando se refieren a que, “la Sociedad de Computación de Macedonia organiza cuatro niveles de competencias anuales con dos grupos de problemas originales”. En este caso, ¿para quiénes constituyen problemas los ejercicios a los que seguramente quisieron referirse los autores? ¿Será que para todos los concursantes que se presentan en estas competencias, cada ejercicio constituye un problema propiamente dicho?

Nótese en Ribeiro y Guerreiro (2008) que, aunque ha sido utilizado de forma apropiada en el resto de su artículo, al no estar conscientes de su diferencia, y estar acostumbrados a su uso indistinto, caen en estas contrariedades. Entonces, al describir la interfaz de usuario del sistema Mooshak, enuncian que “la sección destinada a los concursantes muestra la descripción del problema, y les permite a ellos subir sus códigos y preguntas”. En este caso, queda preguntarse también ¿este ejercicio constituye un problema para todos los concursantes que intentarán resolverlo?

Por último, y no porque no existan más casos, Zhao y otros (2013), describen el juez en línea utilizado para las olimpiadas de informática provinciales, nacionales y en los concentrados de entrenamiento de los concursos de informática en China. Durante la explicación de los cuatro estados en los que se lleva a cabo la evaluación de los concursos de informática, señalan que, “en

la etapa de preparación, las cuentas de usuarios y las configuraciones de los concursantes, se activan, y los datos de la competencia, que incluyen la descripción del problema y los ejemplos de juegos de datos, se envían a todos ordenadores”. Tomando en consideración lo expresado por estos autores, cabe preguntarse, ¿acaso el ordenador conoce cómo se manifiestan las situaciones problemáticas en los concursantes para cada ejercicio que envía?

Analícese ahora un contexto más cercano al aula. Si al alumno se le pide en un ejercicio que elabore un programa que dados dos números enteros cualesquiera, devolver cuál es el mayor de los dos, y se ha considerado que ya domina los elementos básicos de la programación, entonces este ejercicio, en la mayoría de los casos no constituiría un problema. De hecho, es uno de los ejercicios que se pone como muestra durante las explicaciones en la enseñanza de un lenguaje de programación, cuando se estudian las estructuras de control condicional y los operadores relacionales.

Sin embargo, si a este mismo ejercicio se le agrega un poco de complejidad. Se le pide que elabore un programa que dada una lista de números enteros cualesquiera, devolver cuántos de ellos son mayores que 50. Evidentemente, si el estudiante no ha recibido las estructuras de control repetitivas, se le creará una situación problemática al intentar resolver el problema. Más aún, en caso de dominarlas, necesitaría conocer algunas nociones básicas sobre los contadores o acumuladores. Si la desconociera, se estaría en presencia de dicha situación problemática, en la que el estudiante reformularía el problema ya no en términos de lo que se pide en la tarea del ejercicio, que es elaborar e implementar en un lenguaje de programación el algoritmo que determina la cantidad de números que son mayores que 50, sino, en términos de cómo acumular o contar cada vez que se cumple la mencionada condición.

Una vez que el estudiante ha asimilado los contenidos referidos a una nueva temática, y los domina en la práctica, evidenciado a través de los ejercicios resueltos correctamente, entonces se puede afirmar que se está en presencia de ejercicios que no constituyen problemas para dicho estudiante. Esa misma situación no se puede igualar a los otros estudiantes. De ahí resultan las diferencias entre los conceptos de ejercicio y problema.

Resulta notorio destacar, que estos ejercicios no constituyen problemas para los concursantes de informática, sino para los estudiantes que comienzan a aprender a programar. En la solución de los ejercicios con texto de programación, el concursante debe resolver tareas encaminadas a la búsqueda de un algoritmo de solución computacional. Luego debe ser codificado en un lenguaje de programación para obtener como resultado el programa solución al ejercicio y/o problema.

El algoritmo de solución es determinado a partir de búsquedas heurísticas y con la aplicación de las técnicas y estrategias que el concursante va desarrollando en su formación como concursante de informática. Generalmente, este algoritmo de solución está constituido por la combinación o

suma de algoritmos más sencillos que se estudian en las Ciencias de la Computación. Verhoeff y otros (2006) señalan además, que los algoritmos y la programación fueron las principales temáticas que se seleccionaron para las competencias IOI, porque son las únicas áreas en las cuales se pueden encontrar la mayor cantidad de concursantes con características autodidactas.

Con el desarrollo de las olimpiadas de informática, han aparecido determinadas características nuevas que elevan el nivel de complejidad a los ejercicios de programación. Ejemplo de ello son las restricciones de tiempo de corrida o ejecución, y la memoria consumida del programa solución (Verhoeff y otros, 2006). Esto complejiza un poco más la solución de los ejercicios con texto de programación, ya que, no basta con que el concursante encuentre una solución a la descripción de la tarea del ejercicio, sino además, que cumpla estos requerimientos que en él se plantean.

Los resultados que devuelve el programa solución luego de procesar los datos de entrada deben estar dentro del límite de tiempo permisible; y que el programa solución, durante su procesamiento de un juego de datos entrado, no consuma más memoria de la que se exige. A esto se suma, que el concursante debe resolver tres de estos tipos de problemas en apenas 4 horas de trabajo.

La complejidad de estos ejercicios es tal, que la preparación que debe tener el concursante para resolverlos, Verhoeff (1997) la compara con los conocimientos que deben dominar los estudiantes universitarios de tercer año de una carrera de Ciencias de la Computación. Este autor destaca que sobre todo es un reto por el escaso tiempo con que cuentan para resolverlos.

Otra mirada a la cuestión que se estudia es cuando se trata de esclarecer las siguientes interrogantes. ¿Qué sucede cuando un concursante ha resuelto un problema con anterioridad, y se le está presentado por segunda vez? ¿Sigue o no constituyendo un problema? Entonces, en este caso, ¿se debe tener en cuenta la variable tiempo para considerar los problemas? Según la experiencia en la práctica, dada principalmente por los experimentos y entrevistas realizadas a los concursantes, existen varias variables que influyen en la determinación real de este fenómeno. Estas son: el tipo de memoria que predomina en el concursante para retener la información, la complejidad algorítmica del ejercicio, las condiciones contextuales en las que se manifestó la vez anterior el problema, y el nivel de asimilación de los contenidos relacionados con este. Además de las condiciones socio-ambientales que se manifiesten en la segunda ocasión.

Todas estas variables tienen un menor o mayor peso en la determinación del fenómeno. Sin embargo, no todas influyen de igual forma. A criterio de estos investigadores, la complejidad algorítmica del ejercicio es la que mayoritariamente condiciona, que la tarea que está resolviendo el concursante, constituya un problema. Esta afirmación es resultado de las sistematizaciones en los años de experiencia en la temática, y de las valoraciones a resultados

cuantitativos y cualitativos obtenidos en estos últimos tres años de investigación.

¿Entonces, se puede afirmar que los ejercicios que resuelven los concursantes de informática son siempre problemas? La respuesta es no, aunque no categóricamente.

Hay que tener en cuenta, que hasta el momento se han argumentado dos posturas, que aunque no son totalmente contrapuestas, tienen sus puntos de contrariedad. La primera, en las condiciones reales y características de un problema, que es inherente al individuo, que se manifiesta en él y que está condiciona por los dos estados que caracterizan la situación problemática: el actual y el deseado. Y la segunda, en la naturaleza de los ejercicios con texto de programación del tipo de las IOI, caracterizados por los altos niveles de complejidad descritos por la comunidad científica, y que involucran contenidos algorítmicos propios de estudiantes universitarios.

Por lo que, se puede concluir por generalidad, y no de forma absoluta como se dejó entrever en la pregunta, que por la complejidad del tipo de competencias, los ejercicios con texto que resuelven los concursantes de informática en las Olimpiadas Internacionales, constituyen problemas de programación de naturaleza algorítmica. Pese a que la situación problemática es inherente a la persona, ya que su principal manifestación es en el individuo, se debe reconocer que existe una variable contextual que influye en la determinación como tal del problema, y que en este caso, son las características descritas de los ejercicios con texto de programación de las IOI.

Al tener en cuenta esta concepción, que asume a los ejercicios con texto de programación que resuelven los concursantes de informática del preuniversitario como problemas, se impone la necesidad de profundizar en los referentes teóricos en torno a la resolución de los problemas, específicamente los de programación de naturaleza algorítmica.

Las sistematizaciones en el campo de la teoría de la resolución de problemas se hacen muy comunes hoy día y resulta complejo realizar disquisiciones valiosas en torno a ellas, debido en gran medida al crecimiento exponencial que tienen. Sin embargo, no todas llegan a generalizaciones que propicien la producción de nuevas ideas o conocimientos que enriquezcan el saber científico que las encierra, y tampoco resuelven problemas declarados de la ciencia que los relaciona, o de formular otros que son importantes para el desarrollo de la Ciencia en sentido general.

Aunque los inicios del estudio de la resolución de problemas no se encuentra muy bien definido en la literatura científica (Cruz, 2006, pp. 6-9), se pretende mostrar un comienzo bien reconocido con Descartes a través de la explicación sobre qué es el análisis en un pasaje de la *Geometría*: "...si se quiere resolver un problema, hay que considerarlo primero como ya resuelto y poner nombres a todas las líneas que parecen necesarias para construirlo, tanto a las

conocidas como a las desconocidas...”⁵ Resume Cruz (2006) que el proyecto de Descartes descansaba sobre un plan conformado por tres fases: “(i) reducir cualquier problema algebraico a la resolución de una ecuación simple, (ii) reducir cualquier problema matemático a un problema algebraico, y (iii) reducir cualquier problema a un problema matemático”.

Para Descartes “todo” podría ser resuelto por el modo de una ecuación simple pasando por el prisma de las reducciones sucesivas en las tres fases. Aunque fue un intento de sintetizar cualquier problema a un problema matemático, no deja de reconocerse la valía de sus reglas en el Discurso del Método, por su proceder heurístico, y por formar parte del inicio de lo que luego Schoenfeld (1992) llamaría la “heurística moderna”. Descartes prepara el camino de las nociones para el inicio de la teoría de la resolución de problemas; sin embargo, no brinda su visión alrededor de qué considera como problema.

How to solve it... del matemático húngaro G. Polya (1887-1985), publicado en 1957, describe cuatro fases durante la resolución de problemas matemáticos: a) comprensión del problema, b) concepción de un plan, c) ejecución del plan, y d) visión retrospectiva. Este modelo planteado por Polya, junto a sus ideas heurísticas, son asumidas por la vigencia que mantienen hoy día, simplicidad y generalización que tienen al poder extenderse a otras ciencias (Majmutov, 1983); tal es el caso, que concuerdan con los pasos dados por Hernández (2008) para ser utilizadas en el proceso de resolución de problemas de programación de naturaleza algorítmica.

Hernández (2008, p. 30) durante su análisis sobre los componentes fundamentales de los concursos de Informática, revela que para la resolución de problemas de programación de naturaleza algorítmica, típicos de concurso de informática, se deben tener en cuenta los pasos siguientes: 1. la comprensión y análisis del ejercicio planteado; 2. desarrollo de un algoritmo que le dé solución al ejercicio; 3. codificación de la solución utilizando un lenguaje de programación; 4. puesta a punto de la solución; y 5. elaboración de casos de prueba para evaluar la eficiencia del programa según las restricciones del ejercicio.

Una pequeña comparación sobre ambos procederes para la resolución de problemas, uno matemáticos (Polya, 1957) y otro de programación de naturaleza algorítmica (Hernández, 2008), permite revelar, a través de asociaciones, que el segundo está contenido en el primero. Para Polya la *comprensión del problema* (matemático), es contentiva para Hernández, de *la comprensión y análisis del ejercicio planteado*; la *concepción de un plan* para el primero, es contentivo a su vez para el segundo, del *desarrollo de un algoritmo que le dé solución al ejercicio*. De igual forma la *ejecución del plan*, corresponde con la *codificación de la solución utilizando un lenguaje de programación*; y la

⁵ Tomado del prólogo del libro “Discurso del Método” de René Descartes, que hace alusión a un pasaje en su otro libro *Geometría*, escrito en 1937. <http://www.uruguaypiensa.org.uy/imgnoticias/674.pdf> [Consultado el 1 de abril del 2014]

visión retrospectiva, contiene la puesta a punto de la solución y la elaboración de los casos de prueba para evaluar la eficiencia del programa.

Otro autor que ha profundizado lo suficiente en la resolución de problemas, y que no sólo ha tocado los elementos didácticos como los anteriormente citados, sino también los psicológicos, es Schoenfeld (1992). Según resume Cruz (2002), Schoenfeld identifica cuatro componentes esenciales de la cognición relativos a la resolución de problemas, a los que le llama *estructura para la comprensión de la cognición matemática*. El primero de ellos lo constituyen los “recursos”, que describe el conocimiento de las estructuras cognitivas: la naturaleza constructiva de la cognición, la arquitectura cognitiva, la memoria, y el acceso a esta. El segundo lo constituye la “heurística”, que describe las estrategias para la resolución de problemas matemáticos. El “monitoreo y control” constituye el tercer componente, que describe las investigaciones relacionadas con los aspectos de la metacognición y la autorregulación. Y por último, las “creencias e influencias” consideran las relaciones de los individuos con las situaciones matemáticas, y los efectos de las perspectivas individuales en el comportamiento y la conducta matemática.

Todo lo anterior demuestra el carácter lógico - dialéctico de la resolución de problemas como un fenómeno del pensamiento, y que en su explicación sobre el origen y desarrollo de forma dialéctico - materialista, permite acercarse a las vías y métodos para la resolución de problemas y en específico los de programación de naturaleza algorítmica; por lo que en dicho proceso se:

- establecen las relaciones entre los conocimientos objetivos que han de acumular los estudiantes a través del proceso de enseñanza aprendizaje de la resolución de problemas de programación;
- logra, mediante la participación activa de los concursantes, la elaboración, en forma gradual, de las nociones y conceptos teóricos - algorítmicos y teóricos - estructurales, necesarios para la comprensión de las vías de solución de los problemas de naturaleza algorítmica utilizando para ello la programación;
- manifiestan las estrategias de aprendizaje utilizadas por el concursante que de una forma consciente o inconsciente, utilizan para apropiarse del nuevo conocimiento;
- penetra en la contradicción que se genera en el problema a solucionar, caracterizando la relación que se establece entre la necesidad de resolver el mismo y la posibilidad manifiesta en los conocimientos precedentes;
- parte del conocimiento inmediato del mundo y del medio real donde se manifiesta el problema en la actividad de concursos;
- determinan los métodos y procedimientos a través de los cuales se hace posible la resolución de los problemas y en específico los de programación de naturaleza algorítmica;

- favorece el desarrollo de hábitos y habilidades esenciales para la resolución de problemas de programación de naturaleza algorítmica.

De esta forma, en la enseñanza aprendizaje de la resolución de problemas de programación de naturaleza algorítmica, se aplica la teoría leninista del conocimiento, pues se parte de la experiencia real y objetiva que tienen los estudiantes del mundo que los rodea y de los conocimientos precedentes, para así llegar: a la esencia de la resolución de problemas, la relación que se establece entre cada uno de los elementos que revela el mismo y la caracterización de ellas, y posteriormente buscar las estrategias heurísticas para su solución y codificación en un lenguaje determinado, siempre retornando al punto inicial, como parte de la visión retrospectiva, comprobando los resultados del problema basados en la vía o algoritmo descubierto para la solución del mismo.

Este camino dialéctico del proceso de conocimiento de la resolución de problemas de programación es ascendente y se puede sintetizar en la interrelación entre: la realidad objetiva, el conocimiento sensorial, el análisis de la esencia del problema y de la contradicción existente, la elaboración de nociones, conceptos, leyes, técnicas y procedimientos que explican las estrategias para la resolución de problemas de programación de naturaleza algorítmica y la aplicación de los conocimientos a nuevas situaciones prácticas.

Es por esto, que en un análisis más profundo, se determina, que el materialismo dialéctico brinda el método para llegar al conocimiento de la esencia del problema a resolver, la realidad del mismo y las posibilidades que existen a partir de la capacidad. Luego, en estrecha relación con métodos heurísticos, elaborar las estrategias que contendrán las técnicas y procedimientos generalizados que permiten la resolución del problema, y no solo para solventarlo, sino además, para buscar la vía más óptima en el menor tiempo posible. Cabe también agregar que todo el contenido anterior debe objetivarse mediante la actividad práctica – material y espiritual, como fuente fundamental para alcanzar y desarrollar las habilidades que influyen en la forma de pensar del estudiante y de decidir qué vías y métodos utilizar durante la resolución de los problemas de programación de naturaleza algorítmica.

Un análisis acerca de la resolución de problemas desde otra perspectiva, revela que es un proceso que impulsa al individuo a mover el pensamiento en las distintas operaciones mentales que lo involucran. Este proceso se inicia por la necesidad que se manifiesta bajo determinado motivo que se encuentra latente en el individuo, y que repercute en las posibles respuestas del problema durante los distintos momentos transitados para su solución como regulación inductora. Este proceso está condicionado además por determinadas formaciones psicológicas.

En dependencia de las habilidades y capacidades que posea la persona que se encuentra resolviendo el problema, generalmente en esa medida será el resultado de la solución del mismo. Su eficiencia y el tiempo que demore para

alcanzar el objetivo dependen de las condiciones subjetivas que activan e influyen en el sujeto, donde el estado interno que posee debe ser el más adecuado y propicio para el desarrollo de la actividad. No se debe dejar de destacar, el papel fundamental que juegan el dominio de los saberes necesarios y mínimos para el cumplimiento de la misma, y el contexto en el que se desenvuelven.

Durante este proceso de resolución de problemas existen dos operaciones mentales esenciales para la comprensión del mismo: el análisis y la síntesis. Estos en estrecha relación manifiestan su unidad dialéctica durante la interpretación para determinar los elementos que componen la contradicción, donde se separan cada uno de ellos y vuelven a reestructurarse en una nueva situación equivalente a la anterior pero en un lenguaje interior compatible con el individuo que refleja la lógica de la relación entre los dos polos contrarios: lo conocido y lo desconocido.

Al respecto, Rubinstein (1964) se señala que “el análisis se haya condicionado por la formulación del problema”. Agrega también que el análisis de los datos lleva a la delimitación de las premisas necesarias en el razonamiento que conduce a la solución del problema. Labarrere (1987) reconoce también al análisis y a la síntesis como operaciones mentales. En su estudio desde la teoría de la resolución de problemas identifica a la primera, como la operación mediante la cual el problema se descompone o separa en sus partes en la mente del individuo. A la segunda, en estrecha relación con la primera, como al acto de reunir mentalmente los diferentes elementos del problema, conformando un todo: “un elemento aislado en el problema se ve en su íntima relación con los otros, en sus nexos e interdependencias” (Labarrere, 1987).

La abstracción no deja de ser importante porque posibilita que ese elemento analizado sea aislado y estudiado. Este posibilita revelar cada una de sus cualidades y características, que en un nuevo proceso de síntesis y reformulación interna del problema sin alterar la lógica del mismo, permite establecer las nuevas relaciones que entrelazan sus términos o premisas, descubriendo poco a poco el camino de la solución o vía a emplear para alcanzarla. Al respecto de la abstracción, como operación mental también, Labarrere (1987) considera que además de separar determinadas propiedades o índices del problema o términos del problema, no se tienen en cuenta otras propiedades o índices de estos. Este proceso de aislamiento, posibilita revelar las características afines al elemento del problema que se analiza, lo cual, en otro proceso de síntesis, reagrupa las propiedades del elemento, uniéndolas a las nuevas cualidades determinadas para reformular nuevamente el problema en términos de otros problemas, o de las soluciones parciales que se tenga del mismo.

Esto demuestra el lugar que ocupan las operaciones del pensamiento en la reformulación del problema. Es así como el proceso de reformulación del problema revela su esencialidad para la comprensión y paso al segundo

momento de elaboración del plan que comienza ya en los finales de la interpretación, donde aparecen los primeros destellos que originan las posibles vías o procedimientos que determinan la solución al problema.

En el contexto de los problemas con texto de las competencias de programación, la célula fundamental de las descritas y otras operaciones del pensamiento, es el algoritmo. Aunque no de un nivel atómico, los algoritmos que estudia la ciencia de la computación forman el núcleo del algoritmo de solución al problema en sí. En muchas ocasiones, estos algoritmos son redescubiertos por el concursante, ya sea el caso porque no lo haya estudiado con anterioridad, o porque en el proceso de búsqueda de la solución al problema, reelabora un algoritmo de solución parcial, que su generalización ya ha sido estudiada por la ciencia de la computación. De aquí la importancia que juega también la didáctica de la informática, y en especial la de la actividad de concursos de informática.

En el proceso de enseñanza aprendizaje de la resolución de problemas de programación de naturaleza algorítmica se van impartiendo los diferentes contenidos referentes a las vías, métodos o procedimientos necesarios para dar solución a un problema determinado. Al respecto se imparten también los algoritmos y estructuras de datos que posibilitan una mejor manipulación de la información y la estructuración del resultado objetivado por el problema. Estos no tienen un momento fijo para su utilización, ni tampoco problema específico en los que se apliquen, lo que existen son situaciones con características aproximadas las cuales pueden adaptarse para que pueda resolverse el problema.

Las nuevas acciones, el nuevo procedimiento, el nuevo método, se introducen obligatoriamente en el proceso de enseñanza en relación con el sistema de problemas, y son esas nuevas acciones el medio de solución de dichos problemas. Los estudiantes deben comprender las particularidades del nuevo problema comparándolo con los que ya han realizado anteriormente, y entender las particularidades de la nueva acción como medio de su resolución. Solo en tal caso la asimilación de las nuevas acciones será consciente, reflexiva.

CONCLUSIONES

La complejidad de los ejercicios con texto de programación que resuelven los concursantes de informática del preuniversitario es superior al nivel de los contenidos de informática del currículo de la enseñanza media superior, por lo que exige de capacidades de aprendizaje autodidacta o autoaprendizaje, además de las sesiones de entrenamiento con un profesor especializado en la temática.

El currículo de informática de la escuela cubana, demanda transformaciones en pos de alcanzar estándares internacionales que están en correspondencia con los rápidos adelantos que tiene la tecnología de la información y las telecomunicaciones hoy día, y en especial la ciencia de la computación.

Según la naturaleza y contexto de los ejercicios con texto de las competencias de programación y/u olimpiadas de informática, estos pueden ser considerados mayoritariamente y no de forma absoluta, como problemas de programación.

La resolución de los problemas de programación de naturaleza algorítmica, es un proceso del pensamiento en el que se manifiestan componentes tanto psicológicos como pedagógicos, por lo que su estudio es un problema que involucra a la didáctica de las Ciencias de la Computación, y en especial de la programación. De esta forma, la creación de mejores métodos de enseñanza para la resolución de este tipo de problemas, garantizaría que además de resolverlos, se cumplan con las características de eficiencia que se requieren.

BIBLIOGRAFÍA

Cruz R., M. (2002) Estrategia metacognitiva en la formulación de problemas para la enseñanza de la matemática. Tesis doctoral. Holguín.

Cruz R., M. (2006) La enseñanza de la matemática a través de la resolución de problemas. Tomo 1. Órgano Editor Educación Cubana.

Descartes, R. Discurso del método. (en línea) Disponible en: <http://www.uruguaypiensa.org.uy/imgnoticias/674.pdf> [Consultado el 1 de abril del 2014]

Hernández G., F. (2008) Metodología para el entrenamiento de los estudiantes de preuniversitario que participan en concurso de Informática. Tesis doctoral. Santa Clara.

Janceski, M. y Pacovski, V. (2007) Olympiads in Informatics: Macedonian Experience, Needs, Challenges. Olympiads in Informatics. International Journal. Vol. 1, 66-78. (en línea) Disponible en: http://www.mii.lt/olympiads_in_informatics/pdf/INFOLO01.pdf [Consultado el 1 de abril del 2014]

Jungk, W. (1981) Conferencias sobre metodología de la enseñanza de la Matemática 2 (segunda parte). Editorial de Libros para la Educación, La Habana.

Labarrere S., A. F. (1987) Bases psicopedagógicas de la enseñanza de la solución de problemas matemática en la escuela primaria. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.

Labarrere S., A. F. (1988) Como enseñar a los alumnos de primaria a resolver problemas. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.

Labarrere S., A. F. (1994) Pensamiento. Análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.

Majmutov, M. I. (1983) La enseñanza problémica. La Habana. Ed. Pueblo y Educación.

Polya, G. (1957) How to solve it. A New Aspect of Mathematical Method. Princeton University Press, Princeton. 2nd Ed.

Polya, G. (1981). Mathematical Discovery. On understanding, learning, and teaching problem solving. Combined Edition. (Part I y II) John Wiley & Sons. Nueva York.

Ribeiro, P. y Guerreiro, P. (2008) Early Introduction of Competitive Programming. Olympiads in Informatics. International Journal. Vol. 2, 149-162. (en línea) Disponible

en: http://www.mii.lt/olympiads_in_informatics/pdf/INFOL020.pdf [Consultado el 1 de abril del 2014]

Rubinstein, S. L. (1964) El desarrollo de la Psicología: principios y métodos. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.

Rubinstein, S. L. (1966) El proceso del pensamiento. Editora Universitaria. La Habana. Cuba.

Schoenfeld, A. H. (1992) Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning (pp. 334-370). New York: MacMillan.

Verhoeff, T. (1997) The Role of Competitions in Educations. Faculty of Mathematics and Computing Science. Eindhoven, Netherlands. (en línea) Disponible en: <http://olympiads.win.tue.nl/ioi/ioi97/ffutwrlld/competit.pdf> [Consultado el 1 de abril del 2014]

Verhoeff, T. (2004) Concepts, Terminology, and Notations for IOI Competition Tasks, document presented at IOI 2004 in Athens, 12 Sep. 2004. (en línea) Disponible en: <http://scienceolympiads.org/ioi/sc/documents/terminology.pdf> [Consultado el 1 de abril del 2014]

Verhoeff, T., Horváth, G., Diks, K. y Cormack, G. (2006) A proposal for an IOI syllabus, Teaching Mathematics and Computer Science 4(1) 193-216.

Zhao, Q.; Wang, F.; Yin, B. y Sun, H. (2013) Arbiter: the Evaluation Tool in the Contests of the China NOI. Olympiads in Informatics. International Journal. Vol. 7, 180-185. (en línea) Disponible en: http://www.mii.lt/olympiads_in_informatics/pdf/INFOL121.pdf [Consultado el 1 de abril del 2014]

