

ALGORITMOS Y PROGRAMACIÓN PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA ESCOLAR.

Lizardo Barrera González
lbarrera@udla.cl
Universidad de Las Américas - Chile

Tema: V.5 - TIC y Matemática.
Modalidad: CB - Comunicación breve
Nivel educativo: Formación y actualización docente
Palabras clave: TIC, Algoritmos, Scratch, Polya

Resumen

El presente trabajo resume la experiencia de cómo la carrera de Pedagogía en Matemática y Estadística de La Universidad de Las Américas (UDLA) ha incorporado en su propuesta curricular la asignatura de “Algoritmos y programación para la enseñanza y aprendizaje de la Matemática Escolar”, como opción estratégica y de innovación en la formación de profesores de Matemática para la escuela del Siglo XXI.

Introducción.

La globalización, el pluralismo cultural y el auge de las TIC traen consigo nuevos desafíos para la escuela. Existe consenso de la necesidad de que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades que respondan a los actuales desafíos de la vida real, más que con su capacidad de dominar las exigencias de un determinado currículo escolar. En este escenario es urgente avanzar desde un modelo de enseñanza basado en la transmisión de contenidos a una propuesta fundada en el desarrollo de habilidades y capacidades para que los jóvenes sean trabajadores efectivos y ciudadanos de esta sociedad.

Las habilidades propuestas como fundamentales para la educación en el siglo XXI (CISCO, 2009), incluyen habilidades del pensamiento de orden superior entre las que se encuentra la destreza para solucionar problemas. Sin embargo, en Chile son pocos los programas de formación de profesores que incluyen en su plan de estudios actividades curriculares que en forma explícita tienen como propósito desarrollar y potenciar estas competencias.

El presente trabajo reflexiona respecto de pertinencia en la decisión de la carrera de Pedagogía en Matemática y Estadística de la UDLA, de incorporar en su propuesta curricular la asignatura de “Algoritmos y programación para la enseñanza y aprendizaje de la Matemática Escolar”, como opción estratégica y de innovación en la formación de profesores de Matemática para la escuela del Siglo XXI.

Estrategias para solucionar problemas de Matemática.

La palabra “problema” tiene raíz griega y su significado es “lanzar adelante”. Un problema es un obstáculo arrojado ante la inteligencia para ser superado, una dificultad que exige ser resuelta, una cuestión que reclama ser aclarada (Nieto, 2010).

La importancia de la resolución de problemas es evidente para la ciencia y en particular para la Matemática... *“la principal razón de existir del matemático es resolver problemas, y por lo tanto en lo que realmente consisten las matemáticas es en problemas y soluciones”* (Halmos, 2006). Sin embargo, al momento de enseñar Matemática son pocos los docentes que se preocupan del método que conduce a la resolución de los problemas.

Si revisamos con detenimiento los textos de estudio de Matemática publicados y disponibles en el sistema escolar chileno, encontraremos que además de los contenidos propuestos por el currículum oficial, estos libros incluyen problemas resueltos, que rara vez presentan detalles del proceso de cómo se encontró la solución. Por lo general, se describen los pasos del procedimiento matemático utilizado en la resolución y un resultado final, ambos en el contexto de una tradición matemática basada en la “belleza de lo conciso”. Este modelo para resolver problemas es el mismo que habitualmente replican los profesores en el aula y como consecuencia muchos estudiantes no logran adquirir esta destreza.

George Polya, presentó en su libro “Cómo plantear y resolver problemas” (How to solve it, 1945), un método de cuatro pasos para resolver problemas de Matemática, que a saber son: comprender el problema; concebir un plan; ejecutar el plan, y examinar la solución obtenida. Cada una de las etapas incorpora una serie de preguntas que deben ser contestadas por quién resuelve un problema, y cuya intención es actuar como guía para la acción. El “Método de Polya” ha sido incorporado por distintos autores en libros y textos de Matemática escolar, y es considerado como uno de los más serios intentos por encontrar una estrategia heurística que sirva en la resolución de problemas en Matemática.

La Metodología de la Programación como estrategia en la resolución de problemas de Matemática.

En una sociedad definida como “del conocimiento”, los procesos del pensamiento requeridos para enfrentar las actuales tareas han cambiado y adquieren relevancia nuevas formas de pensar. En este contexto, las habilidades del pensamiento

procedimental¹ utilizadas en la programación de computadores y ligadas al pensamiento algorítmico aparecen como una oportunidad para el desarrollo de las destrezas para resolver problemas en la Matemática escolar.

Para muchos profesores, la incorporación y uso apropiado de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje escolar y más específicamente la incorporación de la programación puede resultar de gran ayuda como estrategia para resolver problemas del Matemática. *“La programación de computadores para llevar a cabo tareas matemáticas retadoras puede mejorar la comprensión del estudiante “programador” sobre las matemáticas relacionadas con una solución. Esto implica abrirle un espacio a la programación en el estudio de las matemáticas, pero enfocándose en los problemas matemáticos y en el uso del computador como una herramienta para solucionar problemas de esta área”* (Wilson, Fernández & Hadaway, 1993).

Un programa es un conjunto de instrucciones u órdenes escritas en un lenguaje de programación que un computador interpreta para resolver un problema o una función específica. El diseño y elaboración de un programa que resuelva un problema dado, es una tarea compleja, ya que es necesario tener en cuenta de manera simultánea muchos elementos. Por lo tanto, es indispensable usar una determinada Metodología.

La Metodología de la Programación es un conjunto o sistema de métodos, principios y reglas que permiten enfrentar de manera sistemática el desarrollo de un programa que resuelve un problema. Esta metodología generalmente se estructura como una secuencia de pasos que parten de la definición del problema y culminan con un programa de computadora que lo resuelve.

La Metodología de la Programación en general distingue las siguientes etapas: analizar el problema; diseñar un algoritmo; traducir el algoritmo a un programa de computadora; y depurar el programa.

Al analizar y comparar el “Método Polya” y la “Metodología de la Programación”, resulta evidente su similitud y equivalencia, tanto en sus propósitos, estructura y como en la descripción de sus procedimientos.

La propuesta UDLA.

La propuesta de la carrera de Pedagogía en Matemática y Estadística de la Universidad de Las Américas consiste en incorporar en su plan de estudios la asignatura de *“Algoritmos y programación para la enseñanza y aprendizaje de la Matemática*

¹ El conocimiento del nivel procedimental de destrezas se refiere a “saber aplicar algo” o “saber hacer algo” a través de la realización de operaciones que implican procedimientos ya dados.

Escolar”, como opción estratégica para el desarrollo de las habilidades para la resolución de problemas de Matemática, de sus egresados. Este es un curso del ámbito de la formación disciplinar, y tiene como propósito el desarrollo de las habilidades del pensamiento algorítmico y de las destrezas para resolver problemas del ámbito de la matemática escolar usando la metodología de la programación. También, capacita al estudiante en el diseño y creación de aplicaciones educativas en el campo de la enseñanza y aprendizaje de la Matemática, usando el lenguaje de programación educativa multimedial Scratch. Asimismo, la asignatura contempla una introducción a la programación de aplicaciones Matemáticas usando VBA (adaptación de Visual Basic para Excel de Microsoft®), específicamente a través del diseño y creación de procedimientos y funciones para evaluar, graficar y resolver expresiones matemáticas.

Diagramas de Flujo: una herramienta para representar algoritmos.

El algoritmo es una lista completa de pasos secuenciales y una descripción de datos necesarios para resolver un problema. En términos generales, un algoritmo debe ser: realizable (finito en el número de pasos), comprensible (claro) y preciso.

Existen distintas herramientas para representar los algoritmos, dentro de las que se encuentran: el lenguaje tradicional, los pseudocódigos y los diagramas (representación gráfica).

Utilizar diagramas para representar un algoritmo tiene claras ventajas desde la perspectiva didáctica. Investigaciones han mostrado que el aprendizaje visual es uno de los mejores métodos para enseñar habilidades del pensamiento. Las herramientas gráficas que se utilizan para representar ideas e información ayudan a los estudiantes a clarificar su pensamiento, revelan patrones, establecen interrelaciones entre las ideas y estimulan el pensamiento creativo.

Los *diagramas de flujo* son una de las herramientas más difundida para representar gráficamente algoritmos y procesos. Son utilizados en disciplinas como la programación, economía y psicología cognitiva, y aunque su incorporación en la enseñanza de la Matemática no es habitual, son de gran utilidad en la comprensión de los métodos de solución de problemas matemáticos y lógicos.

Programación y Lenguajes de Programación

La Programación es básicamente la traducción de los algoritmos en sentencias (comandos) que el computador pueda entender y ejecutar. En términos sencillos es la

acción de escribir programas en algún lenguaje de programación existente (lenguajes de Alto Nivel).

A su vez, los lenguajes de programación son un conjunto de símbolos junto a un conjunto de reglas para combinar dichos símbolos que se usan para expresar programas. Habitualmente, los lenguajes de programación tienen su propio léxico, sintaxis y semántica.

La ventaja comparativa de saber programar

En la actualidad existe consenso respecto de la ventaja profesional y disciplinar que representa para un profesor de Matemática poseer nociones básicas de programación estructurada o conocer algún lenguaje de programación. A continuación se plantean algunas consideraciones que evidencian la necesidad de desarrollar esta habilidad en los futuros profesores de Matemática:

- a. Las versiones actuales de software que utilizan en la Matemática escolar incorporan en sus interfaces, herramientas y comandos de programación, que potencian sus capacidades, usos y aplicaciones. Es el caso de la última versión de GEOGEBRA y de la aplicación online WIRIS, entre otros.
- b. La mayoría de los software especializados en Matemática, poseen una estructura similar a los lenguajes de programación, incorporan sus métodos y procedimientos, y algunos tienen una semántica y sintaxis similar a lenguajes tradicionales como FORTRAN² y PASCAL³. Los software MAPLE y R⁴ son aplicaciones matemáticas que poseen estas características.
- c. Existen software matemático que incorporan entornos de desarrollo integrado y lenguajes de programación propio, como por ejemplo MATLAB.

Los lenguajes de programación en la escuela.

Dentro de las iniciativas para incorporar la programación en la escuela destacan los trabajos realizados con los lenguajes LOGO⁵, BASIC⁶ y PASCAL. Sin embargo, uno de los grandes problemas que ha tenido el uso y aplicaciones de los lenguajes de programación en actividades formativas, especialmente en lo referido con la resolución

²FORTRAN acrónimo del inglés *Formula Translating System*. Lenguaje de programación de propósito general

³ PASCAL es un lenguaje de programación creado por el profesor suizo Niklaus Wirth, con el objetivo de tener un lenguaje que facilitara el aprendizaje de la programación a sus alumnos.

⁴ R es lenguaje y un entorno de programación para análisis estadístico y gráfico, de licencia libre.

⁵ El LOGO es un lenguaje de programación que nace en los años 60. Su creador fue el matemático Seymour Papert. El Logo se inventó para ser utilizado en la enseñanza.

⁶ BASIC es un lenguaje de programación de propósito general que ofrece economía sintáctica, control de flujo, estructuras sencillas y un buen conjunto de operadores.

de problemas (uso educativo), dice relación con las estrictas reglas de sintaxis y de semántica que contiene el proceso de edición y compilación de un programa, las que muchas veces hace que los estudiantes y profesores gasten más tiempo en la actividad de programación que en el análisis algorítmico de la situación a resolver (resolución de problemas).

SCRATCH es un entorno de programación visual que permite crear proyectos multimedia interactivos, por sus características resulta muy atractivo para ser utilizado en la enseñanza y aprendizaje de la programación de computadores a nivel escolar. Algunas de sus particularidades didácticas y ventajas comparativas comparados con los lenguajes de programación tradicionales son:

- a. Posee una interfaz gráfica sencilla e intuitiva, basada en módulos de construcción similar a los bloques LEGO.
- b. Es un proyecto cerrado de código abierto (licencia Creative Commons), el cual se ofrece de manera gratuita.
- c. Tiene un entorno portable y colaborativo.
- d. Tiene el respaldo del MIT⁷, está en permanente desarrollo, corre en computadores con bajas prestaciones técnicas y se puede ejecutar desde cualquier navegador como applet de Java⁸.

Desde la perspectiva de un programador experto, el lenguaje Scratch posee limitaciones que impiden desarrollar rutinas de alta exigencia técnica, como por ejemplo, crear nuevas funciones, trabajar con procesos recursivos o manejar arreglos.

El lenguaje VISUAL BASIC PARA APLICACIONES, es una opción para escalar en la programación de algoritmos de problemas matemáticamente más complejos. El término “aplicaciones” hace referencia al hecho que el lenguaje de programación VISUAL BASIC⁹ y las herramientas de desarrollo están integrados con las aplicaciones de Microsoft Office, en este caso con Excel®. El editor de VISUAL BASIC contiene todas las herramientas de programación necesarias para escribir código VISUAL BASIC y crear soluciones personalizadas.

Reflexiones y comentarios.

La implementación por más de dos años del curso de “Algoritmos y Programación para la Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática Escolar” en la carrera de Pedagogía en

⁷ Instituto Tecnológico de Massachusetts.

⁸ Un applet Java es un componente escrito en lenguaje Java que se ejecuta en el contexto de otra aplicación.

⁹ Visual Basic es un lenguaje de programación desarrollado por Microsoft. Es un dialecto del lenguaje BASIC, que incorpora ambientes de desarrollo gráfico, lo que facilita el desarrollo de interfaces gráficas.

Matemática de la Universidad de Las Américas, nos permite presentar las siguientes reflexiones y comentarios:

- a. Las propuestas curriculares de las carreras de Pedagogía en Matemática deberán responder en general a lo establecido en los *“Estándares orientadores para carreras de educación media de Matemática”*. En este contexto este documento establece en el indicador 9 del estándar pedagógico 4 que el futuro profesor debe ser capaz de: *“Seleccionar TIC que potencien el desarrollo de la enseñanza en cada área curricular fundamentándose en criterios como su aporte al aprendizaje y al desarrollo de habilidades de orden superior (cognitivas, de comunicación, expresión y creación)”* (MINEDUC, 2012). Asimismo, en el ámbito disciplinar los estándares establecen que la formación Matemática debe contribuir a: *“que los futuros profesores desarrollen su capacidad de confrontar y construir estrategias para resolver problemas y realizar un análisis crítico de las diversas situaciones concretas, incorporando formas habituales de la actividad Matemática...”* (MINEDUC, 2012).
- b. El desarrollo de las destrezas para resolver problemas de Matemática requiere de la implementación de nuevas estrategias y apuestas didácticas que permitan a los estudiantes enfrentar con éxito los requerimientos de la sociedad del conocimiento. En este contexto los métodos heurísticos como el *“Método Polya”* y la *“Metodología de Programación”* representan una oportunidad para el desarrollo de las habilidades del pensamiento algorítmico.
- c. Los diagramas de flujo son una buena herramienta para enseñar habilidades del pensamiento, ya que a través de la representación gráfica de las ideas los estudiantes identifican, aclaran, priorizan, ordenan y organizan la información y los procesos involucrados en la resolución de problemas. Aunque, son un recurso utilizado desde los comienzos de la programación de computadores, desde la perspectiva educativa no han perdido su vigencia.
La simpleza de la representación gráfica depurada (diagrama de flujo final) para un determinado algoritmo matemático, tiene asociado niveles taxonómicos cognitivos de superiores: análisis, sintaxis y evaluación.
- d. Conocer y desarrollar destrezas de programación representan una ventaja comparativa importante para los profesores de Matemática, y desde la perspectiva disciplinar son una potente herramienta para explorar y optimizar el uso de los diferentes software especializados en Matemática.

- e. Es lenguaje de programación Scratch responde adecuadamente en la etapa de introducción a la programación, permitiendo la comprensión de las estructuras básicas de la programación (secuencia, alternativa y repetición) y disminuyendo las dificultades relacionadas con la sintaxis y semántica de los lenguajes tradicionales. Usando este lenguaje se pueden programar comprensivamente la mayoría de los algoritmos clásicos que resuelven problemas de la matemática escolar (números primos, MCD, MCM, números perfectos, etc.), reduciendo prácticamente a cero los problemas de semántica y sintaxis, que presentan los lenguajes de programación tradicional.
- f. El lenguaje de programación Visual Basic para aplicaciones, es una buena opción para programar algoritmos que resuelven problemas matemáticamente más complejos, especialmente aquellos que requieren de la creación de nuevas funciones o procedimientos. La utilización de este entorno demanda que los estudiantes conozcan las estructuras básicas de la programación, y exige una mayor rigurosidad en el uso gramatical y sintáctico del lenguaje.

Referencias bibliográficas

- Cisco system (2009). *Preparar a cada alumno para el siglo XXI*.
<http://www.cisco.com/web/about/citizenship/socio-economic/docs/GlobalEdWPLatAm.pdf>.
 Consultado 15/03/2013
- De Sánchez, M. (1996), *Desarrollo de habilidades de pensamiento; Procesos básicos del pensamiento*. México: Editorial Trillas
- Felmer P., Labra A. & Martínez S. (2006). *Estándares para la formación en Ciencias de Profesores de Enseñanza Media Matemática. Proyecto FONDEF D0211090*. Santiago: Loma Blanca.
- López, J. (2009). *Algoritmos y Programación*. [Consulta en línea: Eduteka, Abril 10 de 2013, <http://www.eduteka.org/pdfdir/AlgoritmosProgramacion.pdf>].
- Halmos, P. R. (1980). The Heart of Mathematics. *American Mathematical Monthly*, 87, 519-524.
- Ministerio de Educación. *Estándares orientadores para carreras de Pedagogía en Educación Media*, 2012. República de Chile. Recuperado de <http://www.cpeip.cl>
- Nieto, J. (2004). *Resolución de Problemas Matemáticos*. [Consulta en línea: Olimpiadas Mexicana Matemática Universidad de Colima, Abril 3 de 2013, <http://ommcolima.ucol.mx/guias/TallerdeResolucionproblemas.pdf>].
- Pólya, G. (1962). *Mathematical Discovery*. New York: Wiley.
- Pólya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*, México: Editorial Trillas.
- Wilson, Fernandez, & Hathaway (1993). *Mathematical Problem Solving*. [Consulta en línea: The University of Georgia – Mathematics Education, Abril 3 de 2013, <http://jwilson.coe.uga.edu/emt725/PSsyn/Pssyn.html>].