

La introducción de la herramienta didáctica *PSeInt* en el proceso de enseñanza aprendizaje: una propuesta para Álgebra Lineal

The introduction of the didactical tool *PSeInt* in the teaching and learning process:
a proposal for Linear Algebra

José Enrique Beúnes Cañete^{1*}

Anelys Vargas Ricardo¹

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba

*Autor para la correspondencia (email) jebeunes@uci.cu

RESUMEN

Objetivo: La creación de herramientas informáticas ha puesto a disposición de los profesores universitarios un grupo de recursos que han sido empleados para romper con la forma tradicional de la enseñanza. Este artículo fundamenta la propuesta de emplear la herramienta *PSeInt*, software ampliamente utilizado en diversas universidades de Latinoamérica, en el proceso de enseñanza aprendizaje (PEA) de la asignatura Álgebra Lineal.

Métodos: Se emplearon métodos del nivel teórico en la construcción del marco teórico de la propuesta. De igual forma, fueron estudiados los fundamentos, estructura, funcionamiento y posibilidades del software *PSeInt*, considerado en la pesquisa como un material.

Resultado: El resultado esencial de la investigación es la precisión de las premisas teóricas para el empleo del software *PSeInt* en el PEA de la asignatura Álgebra Lineal y su ejemplificación.

Conclusiones: La introducción de la herramienta favorece el desarrollo del pensamiento algorítmico, la comprensión de las relaciones conceptuales, el enfoque interdisciplinario, y la motivación de los estudiantes.

Palabras claves: álgebra, pensamiento lógico, pensamiento matemático conceptual, aprendizaje asistido por computadoras.

ABSTRACT

Objective: Informatics tools offer university professors new resources to change traditional teaching. This paper gives arguments to introduce *PSeInt*, a software widely used in Latin America, in the teaching and learning process of Lineal Algebra.

Methods: Theoretical methods were used to construct a framework for the proposal. Likewise, the foundations, structure, functioning and possibilities of *PSeInt* software was analyzed to consider the software as a material of the research.

Results: The main finding of the research is the statement of theoretical premises for using *PSeInt* software in the teaching and learning process of Linear Algebra, together with an illustration of suitable tasks.

Conclusions: The introduction of this tool favors the development of algorithmically thinking, the comprehension of conceptual relations, an interdisciplinary approach and students' motivation.

Keywords: algebra, logical thinking, mathematical concepts, computer assisted learning.

Recibido: 30/01/2018

Aprobado: 06/12/2018

Introducción

El desarrollo de la industria del *software* y la informática en la actualidad han marcado pautas en el desarrollo social, lo que ha traído como consecuencia su influencia en todas las aristas de la vida cotidiana. Dentro del área latinoamericana, en los espacios de integración, se están llevando a cabo acciones en función de alcanzar la soberanía tecnológica. En Cuba, existe la necesidad de crear riquezas a partir de la exportación de tecnologías de punta que puedan competir en el mercado internacional y especialmente, apuesta por el desarrollo de la Informática y la Informatización de la sociedad. (Díaz, 2013)

Los cambios acelerados que se producen en la rama de la informática crean la necesidad de enfrentar consecuentemente su rápida introducción en todas las esferas de la vida. Hoy, Cuba necesita de la formación de ingenieros de la rama de la informática competentes, conocedores de todas las áreas relacionadas con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), con la capacidad de liderar proyectos, identificar y resolver problemas eficientemente y con una

gran capacidad de aprendizaje; preparados a integrarse en un entorno cambiante. (Verdecia, 2011).

En la Universidad de las Ciencias Informáticas, se estudia la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas [ICI] cuyos graduados tienen como objeto de trabajo, el ciclo de vida de un *software*, con una perspectiva industrial, aplicado a los procesos de tratamiento y gestión de la información y del conocimiento en organizaciones productivas y de servicios; y como campo de acción, la representación y procesamiento de la información y del conocimiento: estructura de datos, bases de datos, bases de conocimientos, procesos algorítmicos o heurísticos, programación y técnicas de Inteligencia Artificial. Los futuros graduados de esta carrera deben ser capaces de: desarrollar formas de pensamiento lógico y capacidad de razonamiento, mediante la modelación conceptual y el análisis algorítmico de los problemas; desarrollar habilidades para la solución de problemas, garantizando que los algoritmos implementados en cada caso funcionen correctamente; y diseñar los algoritmos necesarios para resolver problemas y expresar el algoritmo de solución de este problema mediante algún instrumento de descripción formal (Ministerio de Educación Superior, 2014).

Por otro lado, los estudiantes de ICI presentan dificultades en el aprendizaje, según aparece reportado en los informes semestrales de las disciplinas Matemática y Programación. Estas dificultades son las siguientes: Carencia de habilidades para programar y bajo aprovechamiento docente en esta asignatura.

- Escasa destreza para desarrollar algoritmos de mediana o alta complejidad y falta de apropiación de una metodología de resolución de problemas.
- Insuficiencias en el desarrollo de un modelo viable o estructura para resolver el problema, o describir una estrategia comprensible para la computadora, o abstraer los diferentes comportamientos de una tarea.
- Fragilidad del conocimiento de los estudiantes al programar, debido a la falta de un modelo mental que le sirva de base para crear algoritmos viables que permita la incorporación de otros conocimientos matemáticos, lógicos y computacionales, que permitan una perspectiva más integradora para abordar dicho proceso.
- A pesar de estar planteado como objetivo en los programas de la disciplina Matemática existen deficiencias en la resolución de problemas matemáticos, físicos y de la especialidad (Departamento Docente Metodológico Central de Técnicas de Programación, 2013).

Uno de los procesos involucrados en la formación de los profesionales de la Informática, es el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal, asignatura que, en la ICI, forma parte de la disciplina Matemática y tiene una vasta aplicación en el mundo de la informática. La misma se imparte en el primer semestre de primer año al igual que la asignatura Introducción a la Programación.

El desarrollo del pensamiento lógico es tan importante en la Programación como en la Matemática y lograrlo es una preocupación de los docentes de estas materias. Una de las vías para contribuir al desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico, la constituye el empleo de herramientas informáticas, entre ellas la herramienta didáctica *PSeInt*, que fue desarrollada por el argentino Pablo Novara, para la introducción de conceptos básicos de programación, entre las cuales se encuentran: las estructuras de control, expresiones y variables; empleando un lenguaje basado en un pseudocódigo simple e intuitivo. (Linares y Germán, 2014)

El objetivo de este trabajo consiste en realizar una propuesta didáctica para el empleo de la herramienta *PSeInt* en la asignatura Álgebra Lineal, para favorecer el desarrollo del pensamiento algorítmico en los estudiantes del primero año de la Universidad de Las Ciencias Informáticas.

Métodos

Para realizar la propuesta deben, primeramente, exponerse algunos aspectos teóricos que han servido como referencia para llevar a cabo este trabajo, relacionados al desarrollo del pensamiento algorítmico, el empleo de la herramienta *PSeInt* en la educación y al Álgebra Lineal y su didáctica. La síntesis que se presenta en el primer epígrafe es el resultado de la caracterización del estado del arte, realizada a partir del empleo de los métodos de análisis y síntesis.

De igual forma, fueron estudiados los fundamentos, estructura, funcionamiento y posibilidades del software *PSeInt*, el que es considerado en la pesquisa como un material y en la instrumentación de la propuesta como un medio de enseñanza.

Resultados

Fundamentos teóricos del empleo del software PSeInt como medio de enseñanza

El término “pensamiento algorítmico” ha sido empleado con frecuencia por varios autores como una de habilidades relevantes para la formación en Informática (Snyder, 2000). Al decir de Futschek (2006), el pensamiento algorítmico está compuesto por habilidades conectadas a la construcción y comprensión de algoritmos, tales como: analizar el problema dado, especificar un problema con precisión, encontrar acciones básicas adecuadas al problema dado, construir el algoritmo correcto para resolver el problema dado a partir de las acciones básicas, pensar todos los casos posibles de solución del problema dado y comprobar la eficiencia de un algoritmo (p. 160).

Según Edmonds (2008), los estudiantes tienden a encontrar dificultad a la hora de pensar de forma abstracta sobre los algoritmos, y sostiene que mientras más se abstraiga el sujeto para ver un problema, mayor será su nivel de comprensión, tendrá mayor cantidad de herramientas disponibles y estará mejor preparado para encontrar la solución a nuevos problemas.

Para desarrollar el pensamiento algorítmico, es necesario disponer de problemas bien seleccionados con niveles de orientación, visualización de los algoritmos con alguna herramienta o una actividad donde los estudiantes representen dichos algoritmos. Para implementar o modificar algoritmos son necesarios modelos abstractos y precisos, además de propiedades y definiciones de los objetos (Futschek, 2006, p. 168).

Los algoritmos, en la enseñanza se emplean como herramienta de análisis y representación que se aplica en varios campos debido a que brinda la posibilidad de representar estructuras complejas de forma sintética y relaciones entre objetos abstractos que requieran de la toma de decisiones (Orantes, 1996).

La herramienta *PSeInt* es un intérprete de un lenguaje de programación basado en pseudocódigo. El pseudocódigo es una descripción informal de alto nivel de un algoritmo, que manteniendo las convenciones estructurales de un lenguaje de programación está diseñado para la lectura humana (Cortés, Vanoli y Casas, 2010). Está compuesto por varios módulos con diferentes funciones que se comunican entre ellos y se muestran al usuario como un todo.

En Cuba, se emplea *PSeInt*, en los cursos de Introducción a la Programación (IP) del 1er año, en varias carreras como, por ejemplo: en Ciencias de la Computación de la Universidad de Oriente y la Universidad de Las Villas y en ingeniería en Ciencias Informáticas en la UCI. En el caso de la UCI, *PSeInt* es utilizada para facilitar la construcción y ejecución de algoritmos, en la unidad temática “Algoritmización”, en el curso de IP, cuyo objetivo es contribuir al desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico de los estudiantes. Permite la creación y ejecución de algoritmos, sin las particularidades de la sintaxis de un lenguaje de programación y posibilita al estudiante, comprobar la veracidad de los programas que ha escrito, ejecutarlos paso a paso, y mostrar sus diagramas de flujo correspondientes. Esta herramienta proporciona facilidades para la escritura de algoritmos en pseudocódigo y brinda algunas herramientas para la detección de los errores y la comprensión de la lógica de los algoritmos. Además, permite la generación y edición del diagrama de flujo del algoritmo y puede ejecutarlo paso a paso y resalta errores de sintaxis (Linares y Germán, 2014).

Por su parte, el Álgebra lineal es una asignatura marcada por su carácter abstracto y la complejidad del trabajo simbólico donde un símbolo representa un concepto como, por ejemplo, tan complejo como el de “espacio vectorial”. Esto propicia que los estudiantes presenten dificultades para apropiarse de los conceptos, lo que conduce a que existan dificultades a la hora de identificar las conexiones existentes entre los conceptos y los procedimientos del álgebra

lineal; y en ocasiones, el discurso matemático escolar de la asignatura Álgebra Lineal privilegia el tratamiento procedimental a través de las llamadas técnicas de resolución, en detrimento de la comprensión conceptual por lo que no se internaliza el significado de los objetos matemáticos (Vargas, Blanco, Pérez y Rodríguez, 2013).

En el álgebra lineal, el razonamiento entrelaza los pensamientos lógico y sistemático; e implica también, la representación, generalización y formalización de patrones y regularidades (Mola, 2013). Numerosos elementos vinculan al álgebra lineal y la programación. Entre ellos merecen mención los siguientes:

- Desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico.
- El álgebra propicia un acercamiento a las estructuras de datos abstractas.
- Muchos de los procedimientos y conceptos del álgebra lineal se emplean en la programación.
- Cambios de registros semióticos, dados por las formas de representación de los algoritmos y de los conceptos del Álgebra Lineal (Vargas, Pérez, y Fabián, 2017).

Al decir de Bagley y Rabin (2013), es común que los docentes relacionen el pensamiento computacional con su arista procedimental, sin embargo, los estudiantes pueden emplear formas reflexivas y productivas del pensamiento computacional en el álgebra lineal. Estos autores han estudiado las habilidades adquiridas por los estudiantes en los cursos de Álgebra Lineal y han identificado que, para tener éxito al transitar por esta materia, los estudiantes tienen que ser capaces de usar y combinar tres modos de pensamiento: pensamiento abstracto, pensamiento computacional y pensamiento geométrico. El pensamiento abstracto se refiere al trabajo con los vectores como elementos de un espacio vectorial, mientras que el pensamiento computacional se refiere al trabajo con algoritmos particulares que incluyen no solamente el cálculo, sino la elección de la estrategia adecuada para resolver el problema e interpretar sus resultados.

Tomando en cuenta todos los aspectos abordados anteriormente se realiza una propuesta de tareas para la asignatura Álgebra Lineal donde los estudiantes empleen la herramienta *PSeInt* que será abordado en la siguiente sección.

Premisas y ejemplificación del empleo de la herramienta PSeInt como medio de enseñanza

Las premisas para la elaboración de las tareas a realizar con el empleo de la herramienta *PSeInt* son las siguientes:

- Establecer una estrategia para la resolución del problema planteado tomando como referente la descrita por Polya (1945); es decir:
 - entender el problema (analizar el enunciado dado y especificar un problema con precisión);
 - diseñar un plan (encontrar acciones básicas adecuadas al problema dado, construir el algoritmo correcto para resolver el problema y pensar todos los casos posibles de solución);
 - llevar a cabo el plan (resolver el problema); y
 - mirar atrás (comprobar la eficiencia del algoritmo).
- Las tareas deben propiciar que los estudiantes sean capaces de usar y combinar los tres modos de pensamientos descritos por Bagley y Rabin (2013): el pensamiento abstracto, el pensamiento computacional y el pensamiento geométrico.
- La realización de las tareas supone determinados niveles de orientación.
- Los estudiantes deben alcanzar una visualización de los algoritmos.

Un ejemplo de tarea para la asignatura Álgebra Lineal donde los estudiantes empleen la herramienta PSeInt es el siguiente:

¿Cómo determinar si un sistema de vectores es una base?

a) Emplee la herramienta PSeInt para la elaboración de un algoritmo para solucionar este problema.

Esta tarea muestra un ejemplo generalizador ya que primeramente el estudiante debe dominar el concepto de base (desarrollo del pensamiento abstracto). Este concepto está relacionado con el concepto de sistema de vectores generador y de sistema de vectores linealmente independiente. Para determinar si un sistema de vectores es una base, hay que investigar si el sistema de vectores generador y linealmente independiente.

Como características orientadoras del problema se tienen: el espacio vectorial, el conjunto de escalares y el sistema de vectores a analizar. Este tipo de problema tiene varias vías de solución ya que la secuencia de pasos a seguir depende de las características y propiedades del sistema de ecuaciones lineales resultantes de la combinación lineal del sistema de vectores a analizar.

Para el algoritmo de la acción se parte de la combinación lineal de los vectores del sistema y con esta se puede determinar su dependencia lineal al analizar alguno de los siguientes aspectos:

1. La solución del sistema de ecuaciones lineales.
2. El orden y el rango de la matriz del sistema de ecuaciones lineales.

3. El orden de la matriz del sistema de ecuaciones lineales y calcular su determinante en caso que sea posible.

Para determinar si un sistema de vectores es generador de un espacio vectorial es suficiente:

4. Determinar si cualquier vector del espacio vectorial se puede escribir como combinación lineal de los vectores del sistema.

Por lo tanto, el algoritmo a seguir por los estudiantes es cualquier combinación de los aspectos 1 y 4, 2 y 4, o 3 y 4.

La *PSeInt* posibilita el empleo de elementos visuales los cuales permiten la construcción de un diagrama de flujo (o el pseudocódigo) para representar el problema en cuestión, además del análisis detallado del mismo. El *software* no permite el empleo de instrucciones incorrectas, los estudiantes pueden verificar si su diagrama de flujo o su pseudocódigo son correctos.

Este tipo de problema no solamente contribuye al desarrollo del pensamiento algorítmico de los estudiantes, sino también a la comprensión de los conceptos del álgebra lineal.

Conclusiones y recomendaciones

A través del proceso de enseñanza aprendizaje del álgebra lineal, con el empleo de la herramienta *PSeInt* se favorece el desarrollo del pensamiento algorítmico y la comprensión de las relaciones conceptuales; se contribuye al fortalecimiento de las relaciones interdisciplinarias y su expresión dentro del currículo de la carrera; se incrementa la motivación de los estudiantes ya que pueden “ver” cómo funciona el algoritmo; en general, existe preferencia por emplear la herramienta en relación con los métodos tradicionales para realizar los diagramas de flujo y pseudocódigos; mientras que, el análisis del algoritmo permite al estudiante emitir un juicio de valor, en relación al algoritmo que crea, sobre la eficacia de su propuesta.

Esta propuesta contribuye a la ampliación del espectro de aplicación, para la educación, de la herramienta *PSeInt*. En consecuencia, se recomienda profundizar en el estudio del impacto de la herramienta *PSeInt* en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en particular y de la Matemática en general.

Bibliografía

Bagley, S., & Rabin, J. (2013). *Computational Thinking in Linear Algebra. Proceedings of the 16th Annual Conference on Research in Undergraduate Mathematics Education* (págs. 410-413). Denver. Colorado: The Special Interest Group of the Mathematics Association of America

(SIGMAA) for Research in Undergraduate Mathematics Education. Acceso: 20/12/2017.

Disponible en: <http://www.sigmaa.maa.org/rume/RUME16Volume2.pdf>

Cortés, E., Vanoli, V., & Casas, S. (2010). *Big Bang un recurso didáctico - pedagógico en el aprendizaje de la implementación de algoritmos en pseudocódigo*. Santa Cruz, Argentina:

Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Acceso: 20/12/2017. Disponible en:

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/20836/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Departamento Docente Metodológico Central de Técnicas de Programación. (2013). *Informe semestral del curso 2012-2013*. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas.

Díaz, A. (2013). *Metodología desarrolladora de diseño curricular centrada en el componente laboral e investigativo para la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas*. Tesis doctoral inédita. Camagüey: Universidad de Camagüey. Acceso: 20/12/2017. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/325878389 METODOLOGIA DESARROLLADORA DE DISENO CURRICULAR CENTRADA EN EL COMPONENTE LABORAL E INVESTIGATIVO PARA LA CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS INFORMATICAS](https://www.researchgate.net/publication/325878389_METODOLOGIA_DESARROLLADORA_DE_DISENO_CURRICULAR_CENTRADA_EN_EL_COMPONENTE_LABORAL_E_INVESTIGATIVO_PARA_LA_CARRERA_DE_INGENIERIA_EN_CIENCIAS_INFORMATICAS)

Edmonds, J. (2008). *How to think about algorithms*. New York: Cambridge University Press.

Acceso: 03/04/2015. Disponible en: www.cambridge.org/9780521849319

Futschek, G. (2006). Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science. En R. T. Mittermeir (Ed.), *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 4226, págs. 159 – 168). Berlin Heidelberg: Springer.

Linares, J., & Germán, M. Á. (2014). *Implementación de tipo de dato para el trabajo con Conjuntos en la herramienta PSeInt*. Tesis de Diploma inédita. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas.

Ministerio de Educación Superior. (2014). *Plan de Estudios "D" correspondiente a la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas*. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas: Autor.

Mola, C. (2013). *Estrategia didáctica para la comprensión de los objetos del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería de la Universidad de Camagüey*. Tesis doctoral inédita. Camagüey:

Universidad de Camagüey. Acceso: 20/12/2017. Disponible en: <http://beduniv.reduniv.edu.cu/index.php?page=13&id=597&db=1>

Novara, P. (2013). *PSeInt*. Acceso: 20/12/2017. Disponible en: <http://pseint.sourceforge.net>

Orantes, A. (1996). Al rescate de los algoritmos para la enseñanza de las ciencias. Una herramienta para analizar y representar conocimientos condicionales. En S. Castañeda (Ed.), *Evaluación y fomento del desarrollo intelectual en la enseñanza de las ciencias, artes y técnicas* (págs. 299-332). México: UNAM.

Polya, G. (1945). *How to Solve It* (2nd Ed.). New York: Doubleday Anchor Books.

Snyder, L. (2000). *Computer Scientist Says all Students Should Learn to Think "Algorithmically"*. The Chronicle of Higher Education. Access: 05/04/2000. Available at: <http://chronicle.com/free/2000/03/2000032201t.htm/>

Vargas, A., Blanco, R., Pérez, O., & Rodríguez, E. (2013). Actividades para la integración del Álgebra Lineal y la Programación en el primer año en la carrera de Informática. En R. Flores (Ed.), *Acta Latinoamericana De Matemática Educativa* (Vol. 26). México, DF: Colegio Mexicano de Matemática Educativa y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Vargas, A., Pérez, O., & Fabián, Y. (2017). Actividades para la integración del Álgebra Lineal y la Programación en el primer año en la carrera de Informática. En R. Flores (Ed.), *Acta Latinoamericana De Matemática Educativa* (Vol. 30, págs. 1180-1189). Acceso: 20/12/2017. Disponible en: www.clame.org.mx

Verdecia, E. Y. (2011). *Metodología para la certificación formativa de roles desde la práctica profesional*. Tesis doctoral inédita. Camagüey: Universidad de Camagüey.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Beúnes Cañete, Profesor del Departamento de Matemática de la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas en la UCI y estudiante de la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona.