

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas
Recibido: 22/02/2019 | Aceptado: 29/06/2020 | Publicado: 01/08/2020

Las relaciones interdisciplinarias en la enseñanza del Álgebra Lineal asistido por la herramienta PSeInt

Interdisciplinary relations in the teaching of Linear Algebra assisted by the PSeInt tool

José Enrique Beúnes Cañete ^{1*}, Anelys Vargas Ricardo ²

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio, Km 2 ½. Torrens. La Lisa. La Habana. Cuba. jebeunes@uci.cu

² Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio, Km 2 ½. Torrens. La Lisa. La Habana. Cuba. anelys@uci.cu

* Autor para correspondencia: jebeunes@uci.cu

Resumen

El constante desarrollo de la industria del software requiere de la formación de profesionales capaces de la implementación y creación de herramientas para la informatización de entidades que involucran diversas áreas de conocimiento y a diferentes sectores de la sociedad. Una de las instituciones cubanas involucradas en estos procesos, es la Universidad de las Ciencias Informáticas, donde se espera que los futuros graduados deben ser capaces de desarrollar formas de pensamiento lógico, capacidad de razonamiento y habilidades para la solución de problemas, garantizando que los algoritmos implementados solucionen problemas reales de forma eficiente. Para el logro de estas aspiraciones es necesario llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje innovador, flexible y donde se propicie el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias desde el proceso formativo. Una de las materias estrechamente ligada a los algoritmos computacionales es el Álgebra Lineal y su enseñanza, en muchos casos adolece del empleo de la tecnología. La herramienta PSeInt es un software que se utiliza como herramienta, para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la construcción y prueba de algoritmos escritos en pseudocódigo, empleando un ambiente de trabajo simple, intuitivo y muy útil desde el punto de vista didáctico. El objetivo de este trabajo consiste en realizar una propuesta didáctica para el empleo de la herramienta PSeInt en la asignatura Álgebra Lineal, para la creación de nexos interdisciplinarios y favorecer el desarrollo del pensamiento algorítmico en los estudiantes.

Palabras clave: álgebra lineal, interdisciplinarietà, pensamiento algorítmico, PSeInt

Abstract

The constant development of the software industry requires the training of professionals capable of implementing and creating tools for the informatization of entities that involve various areas of knowledge and different sectors of society. One of the Cuban institutions involved in these processes is the University of Informatic Sciences, where it is expected that future graduates should be able to develop

forms of logical thinking, reasoning capacity and problem-solving skills, ensuring that the algorithms implemented solve real problems efficiently. In order to achieve these aspirations, it is necessary to carry out an innovative, flexible teaching-learning process where interdisciplinary relations are established from the formative process. One of the subjects closely linked to computational algorithms is Linear Algebra and its teaching, in many cases suffers from the use of technology. The PSeInt tool is a software that is used as a tool to support the teaching-learning process in the construction and testing of algorithms written in pseudocode, using a simple, intuitive and very useful work environment from the didactic point of view. The aim of this work is to make a didactic proposal for the use of the PSeInt tool in the subject Linear Algebra, for the creation of interdisciplinary links and encourage the development of algorithmic thinking in students.

Keywords: *linear algebra, interdisciplinary, Algorithmic thinking, PSeInt*

Introducción

Con un mundo en continuo cambio, marcado por el desarrollo de las tecnologías de la informática y las comunicaciones, el proceso de formación de profesionales se posiciona como un elemento fundamental ya que permite su preparación para afrontar los nuevos retos que plantea la nueva era digital. Estas transformaciones requieren que las instituciones educativas se adapten a estas situaciones y propicien la transformación de sus programas, planes de estudio y métodos de enseñanza de modo que los egresados de las diferentes carreras respondan a las exigencias de las organizaciones. Sin embargo, aún persiste el empleo del método tradicional, que presenta deficiencias ya que no contribuye al establecimiento de un enfoque integrador y la vinculación de la materia que se estudia con el objeto de la profesión.

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 cubana (Díaz, 2013). Para esto necesita la formación de ingenieros, de esta rama, 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 Ciencias Informáticas (UCI) se forman profesionales calificados en la rama de la informática para la producción de aplicaciones y servicios de informatización en entidades donde toma gran importancia el vínculo docencia - investigación - producción como modelo de formación, con una perspectiva industrial. 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 diseñados e implementados en cada caso resuelvan los problemas de forma eficiente (Ministerio de Educación Superior, 2019).

La relación universidad-industria que presenta la UCI, requiere que se conjuguen armónicamente todos los factores presentes en el proceso de enseñanza aprendizaje. Sin embargo, se ha podido constatar, tanto desde la experiencia de los autores de esta ponencia como docentes, así como de observaciones a clases e intercambios con los docentes de las disciplinas Matemática y Programación que aún persisten algunas deficiencias, entre las que se encuentran:

- Carencia de habilidades para programar, falta de apropiación de una metodología de resolución de problemas y bajo aprovechamiento docente en esta asignatura.
- Fragilidad del conocimiento de los estudiantes al programar debido a carencias en la elaboración de un modelo mental para la creación de algoritmos y la incorporación de otros que permitan una perspectiva interdisciplinaria de dicho proceso.

Uno de los procesos involucrados en la formación de los profesionales de la Informática, es el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal, materia que en la Ingeniería en Ciencias Informáticas pertenece a la disciplina Matemática, se imparte en el primer semestre de primer año al igual que la asignatura Introducción a la Programación, entre otras y tiene una amplia aplicación en el mundo de la informática ya que constituye el fundamento teórico de varios algoritmos computacionales.

Tanto en la Programación como en la Matemática, el desarrollo de los pensamientos lógico y algorítmico toma un papel preponderante y lograrlo es una preocupación de los docentes de estas materias. Una de las vías para contribuir al desarrollo de estos tipos de pensamiento, la constituye el empleo de herramientas informáticas brindando la posibilidad de establecer relaciones interdisciplinarias. Una de estas herramientas es el software PSeInt, que fue desarrollado por el argentino Pablo Novara en 2003 y ha evolucionado hasta 2019. Este software permite “asistir a un estudiante en sus primeros pasos en programación” (Novara, 2019) con 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 and 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 la creación de nexos interdisciplinarios y favorecer el desarrollo del pensamiento algorítmico en los estudiantes del primero año de la Universidad de Las Ciencias Informáticas.

Materiales y métodos

Antes de precisar los elementos esenciales de la propuesta se hace necesario exponer algunos aspectos teóricos sobre los cuales se fundamenta relacionados con la interdisciplinariedad, al desarrollo del pensamiento algorítmico, el empleo de la herramienta PSeInt en la educación y al Álgebra Lineal.

En esta investigación se asume la definición de Fiallo (2001) que entiende la interdisciplinariedad como un proceso de enriquecimiento curricular mutuo donde se alcanza el aprendizaje como resultado de la comprensión y el establecimiento de los nexos entre las disciplinas del plan de estudio, que puede tener varios niveles, en la que está presente el intercambio recíproco y la comunicación amplia entre los campos del saber que la componen (Rúa Batistapau, 2000).

Al decir de Fiallo (2001), existen cuatro etapas para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias. Una de ellas se lleva a cabo durante la puesta en práctica del Diseño Educativo Escolar, por todos los factores involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En esta etapa se lleva a cabo la búsqueda de nodos cognitivos para lograr interdisciplinariedad y para esto se determinó que algunos de los elementos que vinculan el Álgebra Lineal y la Programación son: el desarrollo del pensamiento algorítmico, el álgebra propicia un acercamiento a las estructuras de datos abstractas, los procedimientos y conceptos del Álgebra Lineal que se emplean en la Programación y los cambios de registros semióticos, dados por el empleo de símbolos para representar tanto los objetos del álgebra como las estructuras algorítmicas (Vargas *et al.*, 2017). Además, en el Álgebra Lineal, el razonamiento relaciona el pensamientos lógico y sistemático; e implica también, la representación, generalización y formalización de patrones y regularidades (Mola, 2013).

Por su parte, el pensamiento algorítmico entendido como: proceso mental asociado a resolución de un problema, empleando una vía lógica y organizada de pensamiento, a partir de desagregar una tarea en una serie de pasos ordenados usando las herramientas disponibles, que se desarrolla constantemente y se asume como un conjunto de habilidades que consisten en la forma en que un algoritmo es concebido, diseñado, aplicado y evaluado (Lockwood *et al.*, 2016; Plerou and Vlamos, 2016; Vidal *et al.*, 2015).

Es frecuente que los estudiantes presenten dificultades a la hora de pensar de forma abstracta en lo que refiere a los algoritmos ya que el individuo que sea capaz de lograr un mayor nivel de abstracción ante el problema a resolver, mayor será su nivel de comprensión del mismo y por lo tanto tendrá mayor cantidad de herramientas disponibles y estará mejor preparado para encontrar la solución a nuevos problemas (Edmonds, 2008).

De ahí que el desarrollo del pensamiento algorítmico involucra el trabajo con abstracciones de la realidad, la flexibilidad del pensamiento, el trabajo con abstracciones de la realidad y la concepción, el diseño, la aplicación y la evaluación del algoritmo (Vargas, 2019). Para esto, es necesario seleccionar problemas con ciertos niveles de orientación, abstracción y representación (Futschek, 2006).

La herramienta PSeInt (Novara, 2019) es un intérprete de un lenguaje de programación basado en pseudocódigo, entendido como una descripción informal de alto nivel de un algoritmo, que mantiene la estructura de un lenguaje de programación, diseñado para la lectura humana (Cortés *et al.*, 2010). PSeInt, está compuesto por varios módulos con diferentes funciones que se comunican entre ellos y se muestran al usuario como un todo, pensado para asistir a los estudiantes que se inician en la construcción de programas o algoritmos computacionales.

El pseudocódigo se suele utilizar como primer contacto para introducir conceptos básicos como el uso de estructuras de control, expresiones, variables, entre otros aspectos; sin tener que lidiar con las particularidades de la sintaxis de un lenguaje real. Este software pretende facilitarle al principiante la tarea de escribir algoritmos en este pseudo-lenguaje presentando un conjunto de ayudas y asistencias, y brindarle además algunas herramientas adicionales que le ayuden a encontrar errores y comprender la lógica de los algoritmos (Novara, 2019).

En la universidad cubana se ha utilizado en carreras tales como Ciencias de la Computación e Ingeniería en Ciencias Informáticas. En el caso de la UCI, PSeInt es utilizada para facilitar a los estudiantes a construcción y ejecución de algoritmos, en la unidad temática “Algoritmización”, en el curso de Introducción a la Programación IP, cuyo objetivo es contribuir al desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico de los estudiantes (Beunes and Vargas, 2019). PSeInt brinda facilidades para la escritura de algoritmos en pseudocódigo y proporciona 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 and Germán, 2014).

Beunes and Vargas (2019) establecieron como premisas para la elaboración de las tareas de la asignatura Álgebra Lineal poniendo en práctica la interdisciplinariedad con el empleo de la herramienta PSeInt se debe tener en cuenta:

- Establecer una estrategia para la resolución del problema planteado teniendo en cuenta los principios planteados por Polya (1945) para la resolución de problemas.
- Las tareas deben propiciar que los estudiantes sean capaces de usar y combinar el pensamiento abstracto, el pensamiento computacional y el pensamiento geométrico.

- Tareas con determinados niveles de orientación.
- Visualización de los algoritmos.

Resultados y discusión

Para el trabajo con la herramienta PSeInt en la asignatura Álgebra Lineal se proponen tareas donde juegue un papel fundamental la flexibilidad del pensamiento, las relaciones conceptuales y procedimentales como mediadores del trabajo con las abstracciones de la realidad y la concepción, el diseño, la aplicación y la evaluación del algoritmo que se propone para su resolución. Estas tareas evidencian el establecimiento de los nexos interdisciplinarios y su empleo de forma natural durante el desarrollo de la asignatura.

Para el planteamiento de las tareas, además, deben tomarse en cuenta: la habilidad a desarrollar y los subsistemas de las habilidades que la componen, conceptos y procedimientos a emplear, sus relaciones, y representaciones simbólicas que serán empleadas como características orientadoras, así como las estructuras algorítmicas necesarias para establecer el algoritmo de la acción.

Un ejemplo de tarea que toma en cuenta los elementos anteriores y evidencia la interdisciplinariedad entre las asignaturas Álgebra Lineal e Introducción a la Programación donde los estudiantes empleen la herramienta PSeInt es el siguiente:

Tarea: ¿Cómo determinar si un sistema de vectores es linealmente independiente? Emplee la herramienta PSeInt para desarrollar un algoritmo que brinde la solución al problema en cuestión.

La habilidad **Determinar si un sistema dado de vectores es linealmente dependiente** forma parte del sistema de habilidades correspondientes al tema 3 de la asignatura Álgebra Lineal donde se trata la teoría de espacios vectoriales.

Para garantizar el desarrollo de la habilidad en cuestión es necesario el dominio de habilidades que se relacionan con conceptos y procedimientos del tema 1 y 2 que comprende matrices y sistema de ecuaciones lineales (SEL) respectivamente. Estas son:

- Representar un SEL de forma matricial.
- Aplicar transformaciones elementales en la representación matricial de un SEL hasta la obtención de un matriz escalón.
- Formar el SEL equivalente en su forma simplificada.
- Analizar la compatibilidad de un SEL.
- Calcular el rango.
- Caracterizar el SEL atendiendo a la cantidad de filas y columnas.

- Determinar el conjunto solución de un SEL.
- Clasificar el SEL según su conjunto solución.

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 a partir de las características y propiedades del sistema de ecuaciones lineales resultante 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.

La PSeInt posibilita la utilización de elementos visuales los cuales permiten la construcción de un diagrama de flujo para representar el problema, 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.

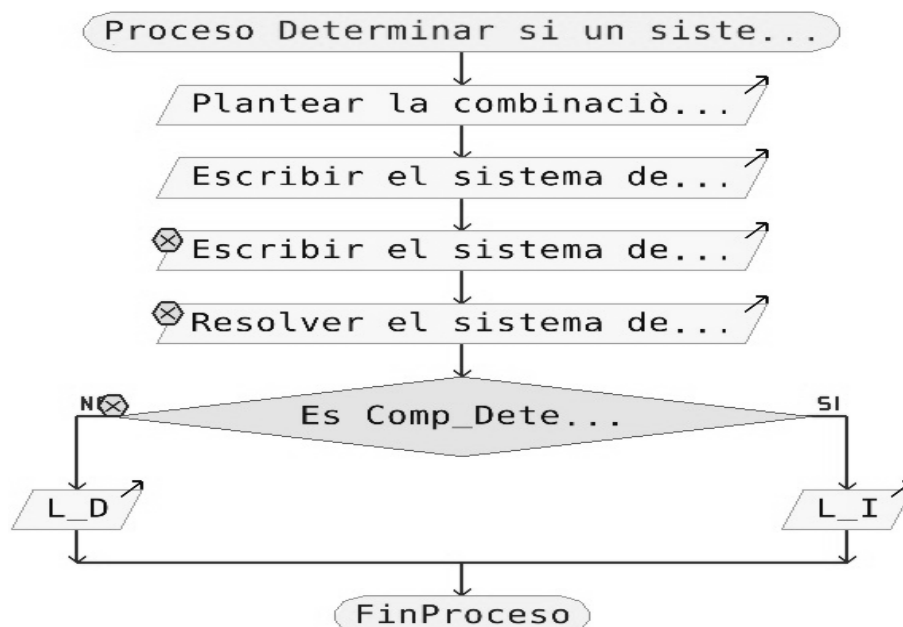


Figura 1: Diagrama de flujo desarrollado en la herramienta PSeInt (Novara, 2019). Elaboración propia.

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo realizado en la herramienta PSeInt que representa un algoritmo de solución de la tarea planteada que en dependencia del grado de desarrollo del pensamiento lógico y reflexivo del estudiante. Esta tarea tiene otras posibles soluciones que al ser analizadas por los estudiantes, el grupo y el profesor, contribuye tanto al desarrollo del pensamiento algorítmico de los estudiantes, como a la comprensión de los conceptos del Álgebra Lineal, así como al establecimiento de las relaciones entre las estructuras algorítmicas y los diferentes modos de representación.

El empleo de la herramienta PSeInt que permite el tránsito entre el empleo del lenguaje natural al diagrama de flujo y de este a pseudocódigo, lo que favorece el trabajo con abstracciones. Esto pone de manifiesto la concreción de los nexos interdisciplinarios.

Conclusiones

El empleo de la herramienta PSeInt en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal contribuye a la motivación de los estudiantes hacia la implementación de algoritmos. En este contexto, la herramienta propicia el desarrollo del pensamiento algorítmico, la comprensión de las relaciones conceptuales y los nexos entre símbolos y objetos que involucran al Álgebra Lineal y a la Programación fortaleciéndose las relaciones interdisciplinarias y su expresión dentro del currículo de la carrera; así como también permite verificar la efectividad de los algoritmos implementados ya que pueden observar su funcionamiento, lo que posibilita la corrección de los errores en la ejecución de las acciones .

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.

Referencias

- Beunes, J. E. and A. Vargas La introducción de la herramienta didáctica PSeInt en el proceso de enseñanza aprendizaje: una propuesta para Álgebra Lineal Transformación, 2019, 15(1): 144-153.
- Cortés, E.; V. Vanoli, et al. 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,, 2010. 120 p.
- Díaz, A. Metodología desarrolladora de diseño curricular centrada en el componente laboral e investigativo para la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. La Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas, Universidad de Camagüey, 2013. 120 p.

- Edmonds, J. How to think about algorithms. New York, United States of America, Cambridge University Press, 2008.
- Fiallo, J. La interdisciplinariedad en el currículo: ¿ utopía o realidad educativa Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. La Habana: Editorial Ciencias Pedagógicas, 2001.
- Futschek, G. Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science. ISSEP 2006, LNCS 4226. MITTERMEIR, R. T. Vienna, Austria, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006. 159 – 168.
- Linares, J. and M. Á. Germán. Implementación de tipo de dato para el trabajo con Conjuntos en la herramienta PSeInt. FACULTAD 2. La Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014. 120 p.
- Lockwood, E.; A. Asay, et al. Algorithmic thinking: An initial characterization of computational thinking in mathematics. 38th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education Tucson, Arizona, 2016.
- Ministerio de Educación Superior. Plan de Estudio “E” Ingeniería en Ciencias Informáticas. Universidad de las Ciencias Informáticas, Ministerio de Educación Superior, 2019. 137.
- Mola, C. Estrategia didáctica para la comprensión de los objetos del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería de la Universidad de Camagüey. Centro de Estudios de Ciencias de la Educación (CECEDUC) "Enrique José Varona". La Habana: Editorial Universitaria, 2015, Universidad de Camagüey., 2013.
- Novara, P. Software "PSeint", 2019. Copyleft 2003-2018. Disponible en: <http://pseint.sourceforge.net/index.php?page=portada.php>
- Plerou, A. and P. Vlamos Algorithmic Thinking and Mathematical Learning Difficulties Classification American Journal of Applied Psychology, 2016, 5(5): 22-31.
- Polya, G. How To Solve It. 2nd. Garden City, New York, Doubleday Anchor Books. Doubleday & Company, Inc., 1945.
- Rúa Batistapau, M. Interdisciplinariedad en el currículo de las ciencias sociales La Habana: Editorial Academia de las FAR, 2000.
- Vargas, A. Estrategia didáctica para desarrollar la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en Ingeniería en Ciencias Informáticas. Facultad de

- Educación en Ciencias Naturales y Exactas. Departamento de Matemática - Física. La Habana, Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona", 2019. 119 p.
- Vargas, A.; L. E. Lezcano, et al. Actividades para la integración del Álgebra Lineal y la Programación en el primer año en la carrera de Informática Revista IPLAC, Publicación Latinoamericana y Caribeña de Educación, 2017, (4).
 - Verdecia, E. Y. Metodología para la certificación formativa de roles desde la práctica profesional. Camagüey, Universidad de las Ciencias Informáticas, Universidad de Camagüey, 2011. 120 p.
 - Vidal, C. L.; C. Cabezas, et al. Experiencias Prácticas con el Uso del Lenguaje de Programación Scratch para Desarrollar el Pensamiento Algorítmico de Estudiantes en Chile Formación Universitaria, 2015, 8(4): 23-32.