

LAS RELACIONES INTRADISCIPLINARIAS EN EL CURRÍCULO DE LA CARRERA INGENIERÍA EN CIENCIAS INFORMÁTICAS: UNA VISIÓN DESDE EL ÁLGEBRA LINEAL

Anelys Vargas Ricardo, Ivonne Burguet Lago, Luis Enrique Lezcano Rodríguez, Mayra Durán Benejam

Universidad de las Ciencias Informáticas. Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona. (Cuba)

anelys@uci.cu, iburguet@uci.cu, mayra@uci.cu, luiselr@ucpejv.edu.cu

Resumen

La disciplina Matemática, del currículo de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, está compuesta por siete asignaturas. Entre las deficiencias detectadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de dicha disciplina se evidencian: el poco énfasis en la relación que existe entre sus siete asignaturas y cómo emplear las herramientas que brinda la asignatura Álgebra Lineal para la resolución de problemas del resto de las asignaturas de la disciplina. El objetivo de este artículo es mostrar a los docentes algunos ejemplos de los nodos de articulación entre las asignaturas de la disciplina y un ejemplo de las acciones para su introducción en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: álgebra lineal, currículo, relaciones intradisciplinarias

Abstract

In the Computer Science Engineering curriculum, mathematics discipline involves seven subjects. Among the shortcomings found in Mathematics teaching-learning process are: poor emphasis on the connection of the seven subjects, and the ways in which Linear Algebra tools are used for problem solving in the rest of the subjects within the discipline. The aim of this paper is to provide mathematics teachers with some examples of the nodes that connect the discipline subjects, one example of the actions to be implemented in the teaching-learning process, and the results of a satisfaction survey applied to the students after putting those actions into practice.

Key words: curriculum, intra-disciplinary connections, linear algebra

■ Introducción

Es un reto para los docentes de Matemáticas mostrar a sus estudiantes la vinculación entre las materias de la disciplina Matemática del plan de estudios y su influencia en el perfil del profesional desde el comienzo de la clase, es por ello que surgen entre los alumnos la interrogante ¿para qué me sirve este contenido? Que a su vez se acompaña de desmotivación en los estudiantes que cursan la materia y la baja calidad en los resultados docentes que obtienen (Vargas, Pérez y Fabián, 2017).

En las carreras de ingeniería, la Matemática constituye una herramienta para la solución de los problemas de la profesión que enfrentarán los futuros graduados. En muchos casos, al finalizar el curso o una

asignatura, los estudiantes se ven imposibilitados para aplicar lo aprendido a la solución de problemas de las asignaturas que reciben a continuación, lo cual no tributa a la formación de un profesional altamente calificado con una visión transformadora de la sociedad con la cual interactúa (Delgado y Arza, 2011).

Una de las asignaturas de la disciplina Matemática, que no escapa a esta situación, es el Álgebra Lineal, que constituye uno de los contenidos trascendentales para la formación de informáticos. El proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) de esta asignatura ha sido estudiado durante las últimas décadas y con el análisis de varias investigaciones se ha llegado a la conclusión de que independientemente de los enfoques empleados en la impartición de esta materia, ya sea matricial, axiomática, geométrica o computacional, permanecen las deficiencias en el aprendizaje y al parecer esto se debe a que el Álgebra Lineal es y seguirá siendo una materia difícil para la mayoría de los estudiantes (Hurman, 2007; Vargas, Blanco, Pérez y Rodríguez, 2013).

Su carácter abstracto y la complejidad del trabajo simbólico dificultan el hecho de apropiarse de los conceptos y relaciones entre los objetos algebraicos; en el PEA del Álgebra Lineal se refiere la presencia de deficiencias al identificar las conexiones existentes dentro de los temas estudiados en Álgebra Lineal e incluso entre ella y el resto de las asignaturas de la disciplina Matemática que han recibido en clases hasta ese momento (J.-L. Dorier, 2000; J. L. Dorier, Robert, Robinet, y Rogalski, 1999; J. L. Dorier et al., 1997).

Una vez culminado el curso de Álgebra Lineal, en los estudiantes se puede detectar poca solidez en los conocimientos sobre esta materia, reflejada en las dificultades al enfrentarse a la solución de los problemas de otras asignaturas de la disciplina que requieren del empleo de los conceptos antes estudiados (Vargas et al., 2017), los cuales constituyen los nodos de articulación intradisciplinar (Fiallo, 2001).

En diferentes espacios docentes se ha planteado que para lograr tanto la interdisciplinariedad como la intradisciplinariedad, se requiere de una intencionalidad y una profundización en el estudio de la disciplina, por lo que se evidencia la necesidad del trabajo metodológico y científico-metodológico en los colectivos de profesores donde se desarrolle el enfoque intradisciplinar como filosofía de trabajo (Fiallo, 2001). Es por ello que el objetivo de este artículo es proponer a los docentes algunos ejemplos que muestren los nodos de articulación entre las asignaturas de la disciplina, un ejemplo de las acciones para su introducción en el proceso de enseñanza-aprendizaje y los resultados de una encuesta de satisfacción aplicada a los estudiantes luego de poner en práctica estas acciones.

■ La disciplina Matemática en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI)

En la Universidad de las Ciencias Informáticas, el plan de estudios de la carrera de ICI plantea que la disciplina Matemática tiene dentro de su objeto de estudio las formas y relaciones del mundo real abstraídas de la realidad y lógicamente posibles, determinadas sobre la base de las ya conocidas (DDM-UCI, 2013). Su importancia radica en que desarrolla los fundamentos para la formación de un ingeniero, dado que considera representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos para reflejar los rasgos cuantitativos de los fenómenos que estudia. Además, tiene como propósito de su enseñanza adiestrar a los estudiantes en la utilización de métodos analíticos y aproximados, el uso de asistentes matemáticos e implementación de esquemas de cálculo en máquinas computadoras, desarrollando su pensamiento lógico, heurístico y algorítmico. Para esta carrera, la disciplina Matemática se considera pertinente ya que amplía la madurez y la capacidad de trabajo con la abstracción, desarrolla habilidades para la comunicación de

propiedades y características de magnitudes en forma gráfica, numérica, simbólica y verbal, además de que contribuye a conformar, en los estudiantes, una cultura científica general e integral actualizada. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra la distribución de contenidos por a signaturas que componen esta disciplina, así como sus características en cuanto al tipo de evaluación, el número de horas lectivas y la distribución de las asignaturas en la malla curricular.

Tabla 1. Distribución de los contenidos de las asignaturas de la disciplina Matemática de la carrera de ICI

| CURRÍCULO BASE | | | | |
|------------------------|--|--------------|-------------------|--------------------------|
| Asignaturas | Contenido | Horas | Evaluación | Año/ Semestre |
| Matemática I | Cálculo diferencial e integral de una variable | 96 | Examen Final | 1ero./I |
| Álgebra Lineal | Sistemas de ecuaciones lineales, matrices, espacios vectoriales, aplicaciones lineales | 64 | Sin Examen Final | 1ero./I |
| Matemática Discreta I | Teoría de conjuntos, lógica, demostraciones y teoría de la computabilidad | 64 | Examen Final | 1ero./I |
| Matemática II | Cálculo diferencial e integral de varias variables | 96 | Examen Final | 1ero./II |
| Matemática Discreta II | Relaciones de recurrencia y grafos | 64 | Sin Examen Final | 1ero./II |
| Matemática III | Series y ecuaciones diferenciales | 64 | Examen Final | 2do./III |
| Matemática IV | Matemática numérica | 64 | Sin Examen Final | 2do./III |
| Total horas | | 512 | | |

La distribución dentro la malla curricular permite realizar el estudio de las acciones para garantizar los niveles de precedencia del contenido así como el establecimiento de los nodos de articulación.

El sistema de evaluación de la disciplina es cualitativo y comprende asignaturas sin acto examen final, en estos casos, la nota final que alcanza el estudiante se basa en el resultado de las evaluaciones frecuentes y parciales que se le realizan, además de la actitud del estudiante y el éxito de su transformación durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

■ Referentes teóricos y metodológicos

En la propuesta se asume como intradisciplinariedad “la derivación e integración de los contenidos de los programas de una disciplina o asignatura en sí mismo y entre ellos” (Colectivo de autores, 2006, p. 69). Es por ello que para su desarrollo se requiere del establecimiento de una coherencia donde se tomen en cuenta los niveles de precedencia y la ubicación de los contenidos dentro de la malla curricular como se mostró en la Tabla 1.

Las relaciones de intradisciplinariedad se establecen partiendo de la identificación de las ideas rectoras de la asignatura, basándose en las invariantes de la ciencia, expresadas mediante los conceptos, principios y teorías del sistema de conocimientos. Estos expresan rasgos, características y relaciones esenciales, estables e internas del objeto de estudio, facilitando las relaciones dentro de un mismo sistema de

conocimientos de una asignatura, o entre los sistemas de conocimientos de las asignaturas que conforman la disciplina (Colectivo de autores, 2006). La articulación intradisciplinaria se materializa a través de los nodos de articulación vistos como contenido de un tema de una asignatura o de una disciplina que incluye los conocimientos, las habilidades y los valores asociados a él (Fernández, 2001).

Para la orientación a los profesores sobre cómo abordar las relaciones intradisciplinarias en la carrera de ICI, se realizaron actividades metodológicas en el colectivo de asignatura Álgebra Lineal que se impartió en el primer semestre del curso 2016-2017, con la participación activa de los docentes, propiciando un proceso de enriquecimiento curricular mutuo y de aprendizaje como un producto del reconocimiento y desarrollo de los nexos dentro de la disciplina.

Las actividades docentes planificadas para los estudiantes y que se proponen a los profesores para su realización se enmarcan en una concepción del aprendizaje sustentada en la teoría de la actividad, mediante la formación por etapas de las acciones mentales que tiene dentro de sus exponentes a Galperin (1987), asumiendo la actividad como proceso mediante el cual el hombre transforma la realidad objetiva y a sí mismo y que cada contenido para ser asimilado debe ser incluido en la actividad. Para planificar la actividad docente deben ser tomados en cuenta sus componentes funcionales: motivación (establecer un motivo que provoque en el estudiante la necesidad de búsqueda de un nuevo conocimiento, o la necesidad de aplicar un conocimiento ya instalado en la resolución de un problema nuevo), orientación (crear una base de orientación para la acción, donde el estudiante debe apropiarse del plan de acción para la ejecución de la tarea propuesta o de resolución de un problema), ejecución (momento de realización de la acción en el plano práctico) y control (momento para asegurarse de la calidad de las decisiones tomadas y de recoger las señales de aviso en este sentido).

Para las actividades metodológicas se tomó como referencia el Reglamento Docente Metodológico del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba (MES, 2007) y se determinó el tipo de actividad metodológica a desarrollar y su objetivo.

En estas actividades participó un total de 28 profesores, que se pudieron estratificar de la siguiente forma:

- Por años de experiencia en la asignatura: entre 0 y 2 años: 18, entre 3 y 5 años: 5, más de 10 años: 2 y más de 20 años: 3.
- Por titulaciones: de Licenciatura en Matemática: 4, de Licenciatura en Educación (Especialidad Matemática): 4, de Ingeniería en Ciencias Informáticas: 18 y de otras licenciaturas: 2.

Como se observa en la descripción anterior, el claustro está compuesto en su mayoría por profesores de poca experiencia docente y escasa formación matemática, lo que evidencia la necesidad de brindar a los docentes la posibilidad de encontrar respuestas a ¿cómo enfrentar metodológicamente la vinculación entre las asignaturas de la disciplina?, lo cual constituye una carencia presente en el colectivo y que no solo afecta el desempeño de los profesores noveles.

No obstante, en las indagaciones previas los docentes coincidieron en que, dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, se manifiestan dificultades tales como: desmotivación en los estudiantes, baja calidad en los resultados docentes, deficiencias de los estudiantes cuando tienen que aplicar lo aprendido en las asignaturas precedentes a la solución de problemas, insuficiente vinculación de los temas que aborda con otras asignaturas y escasa vinculación con el perfil del profesional.

Actividad metodológica No. 1:

Tipo: Reunión Metodológica

Objetivo: Analizar los aspectos teóricos y metodológicos para establecer la articulación entre las asignaturas de la disciplina.

En esta actividad se definieron los referentes teóricos, se determinaron los nodos de articulación y las asignaturas de la disciplina con las que se realizaría la articulación.

Los referentes teóricos definidos fueron expuestos en la sección anterior.

Tomando como fundamentos los resultados de investigación de Vargas, Pérez y Fabián (2017), se procedió a la identificación de los nodos (cognitivos) de articulación adecuada a la disciplina Matemática en la ICI, estableciéndose una analogía con las cuatro etapas para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias planteadas por Fiallo (2001).

Para ello se estableció, a partir del plan de estudios de la carrera de ICI (DDM-UCI, 2013), que los estudiantes, en términos generales, deben ser capaces de: interpretar los conceptos, teoremas y métodos de trabajo de las asignaturas que componen la disciplina; utilizar los métodos estudiados en la disciplina para la resolución de problemas modelados con los conceptos de la misma y resolver problemas propios de la matemática y de aplicación, utilizando los conceptos y procedimientos estudiados.

Además de que en particular muchos de los procedimientos y conceptos del Álgebra Lineal se emplean en la resolución de problemas del resto de las asignaturas de la disciplina.

Como una vía para la autopreparación del profesor para la segunda actividad se dividieron los profesores en equipos y se les orientó realizar propuestas de ejercicios donde se evidencie la articulación entre las asignaturas. La tabla 2 muestra algunos de los nodos de articulación identificados:

Tabla 2. Nodos de articulación de la Disciplina Matemática en la carrera de ICI

| Contenido del Álgebra Lineal | Asignatura en la que se aplica | Problema que resuelve |
|---------------------------------|--------------------------------|--|
| Espacios vectoriales | Matemática III | Ecuaciones diferenciales lineales |
| | Matemática IV | Aproximación de funciones |
| | Matemática III | Ecuaciones diferenciales lineales homogéneas |
| Matrices y determinantes | Matemática Discreta II | Grafos y digrafos |
| | Matemática II | Determinación de extremos de funciones de varias variables |
| Sistemas de ecuaciones lineales | Matemática IV | Ajustes de curvas (polinomios) |
| Diagonalización | Matemática II | Graficación de ecuaciones cuadráticas |
| Valores y vectores propios | Matemática Discreta II | Relaciones de recurrencia lineales |

Actividad metodológica No. 2:

Tipo: Clase Metodológica Instructiva (CMI)

Objetivo: Instruir a los docentes sobre la articulación entre las asignaturas de la disciplina.

Al inicio de la CMI, los equipos de profesores entregaron un conjunto de ejemplos resueltos donde se evidenció la articulación entre las asignaturas de la disciplina y se presentó una propuesta de clase a incluir en el plan calendario de la asignatura.

Esta propuesta de actividad se denomina Taller, que el reglamento docente metodológico del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba tipifica como: “tipo de clase que tiene como objetivo específico que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en las diferentes disciplinas para la resolución de problemas, partiendo del vínculo entre los componentes académico, investigativo y laboral que contribuye al desarrollo de habilidades para la solución integral de problemas en grupo, para el grupo y con la ayuda del grupo” (MES, 2007, p. 20).

A continuación, se describe el Taller y sus elementos en correspondencia con los componentes funcionales de la actividad:

■ Taller

Etapa de Motivación: Se pone al estudiante en un conflicto cognitivo ya que se requiere de la aplicación e integración de los conocimientos ya adquiridos en la asignatura para la resolución de problemas de otras materias. El interés del sujeto en este caso es lograr ser un profesional competente, lo cual se logrará con la destreza alcanzada para resolver problemas.

1. Objetivos:

- Interpretar los conceptos, teoremas y métodos de trabajo del Álgebra Lineal como manera de identificar las estructuras y relaciones generales entre objetos matemáticos, del mundo físico y de la especialidad que les son inherentes.
- Utilizar los conceptos, teoremas y métodos de trabajo del Álgebra Lineal y la Geometría Analítica para resolver problemas matemáticos, físicos y de la especialidad.

Etapas de Orientación y Ejecución: El estudiante requiere recuperar información sobre el problema a resolver y relacionar una información con otra, por sí mismo y con la ayuda del resto de los estudiantes que conforman su equipo y se va reflejando en la maqueta del documento a elaborar. Luego de la ejecución de la tarea en los planos verbal y mental para sí, los estudiantes justificarán los pasos o acciones a realizar como los criterios en que se basa su trabajo de forma reflexiva, exponiendo criterios técnicos y científicos en que se basa su propuesta.

2. Las temáticas a abordar se relacionan en la tabla 2, en la columna “problema que resuelve”.

3. Orientaciones generales para el taller:

Crear en el grupo equipos de hasta tres estudiantes.

Cada equipo debe investigar sobre el tema seleccionado y exponer: ¿Qué elementos, conceptos y métodos del Álgebra Lineal se emplean para la solución del problema? ¿Con qué materia, asignatura o campo del conocimiento está relacionado el tema abordado? ¿Se relaciona el tema con la carrera?

En caso afirmativo, de qué forma.

Cada equipo debe exponer tres problemas resueltos.

El documento escrito debe ser entregado una semana antes de la fecha de su defensa.

La exposición se realizará en 10 min abordando los elementos esenciales de la investigación realizada.

Etapa de Control: Se ejecuta durante todo el proceso para asegurarse de la calidad de las decisiones tomadas ya sea por el profesor, por los miembros del equipo, el resto del grupo o mejor por el propio estudiante, lo que se convertiría en una autorregulación.

Un ejemplo relacionado con la temática es la “Solución de Relaciones de recurrencia”, La relación de recurrencia $x_n = ax_{n-1} + bx_{n-2}$ se puede escribir en forma matricial como $\mathbf{x}_n = \mathbf{A}\mathbf{x}_{n-1}$, donde $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a & b \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$, $\mathbf{x}_n = \begin{bmatrix} x_n \\ x_{n-1} \end{bmatrix}$ y $\mathbf{x}_{n-1} = \begin{bmatrix} x_{n-1} \\ x_{n-2} \end{bmatrix}$.

Si se calculan los valores propios (λ_1 y λ_2) del polinomio característico $\lambda^2 - a\lambda - b = 0$ de la matriz \mathbf{A} , su solución será $x_n = c_1\lambda_1^n + c_2\lambda_2^n$, si $\lambda_1 \neq \lambda_2$ o $x_n = c_1\lambda^n + c_2n\lambda^n$, en caso de ser $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$, para algunos c_1 y c_2 que se calculan a partir de las condiciones iniciales.

En este ejemplo se pone de manifiesto el empleo de la determinación de valores propios de una matriz (nodo de articulación, contenido del Álgebra Lineal) y su importancia en la solución de una relación de recurrencia (contenido que se imparte en Matemática Discreta II) en dependencia de las características de esos valores.

■ Conclusiones

El desarrollo de estas actividades metodológicas favoreció el aumento de la preparación técnica y metodológica de los profesores al interior de la disciplina y contribuyó a su perfeccionamiento. La adecuada interrelación entre los contenidos de la disciplina constituye la base para el desarrollo integral de un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador en la que el sujeto se manifieste como elemento activo y transformador de sí mismo y de su propia realidad toda vez que se la solución de problemas intradisciplinarias favorece la asimilación de los contenidos de la disciplina.

El empleo de actividades de carácter integrador de la disciplina, que en muchas carreras es vista por los estudiantes como materias aisladas sin nexos ni precedencias. El trabajo intradisciplinar sienta las bases para el futuro desarrollo de actividades de carácter integrador con otras disciplinas. Aunque el momento en que se imparte la asignatura constituye una dificultad ya que los estudiantes no han adquirido los conocimientos necesarios para resolver los problemas, el Taller constituye una primera aproximación al trabajo intradisciplinar y a que se destaque la importancia de la asignatura dentro del currículo.

■ Referencias bibliográficas

- Colectivo de autores (2006). *Preparación pedagógica integral para profesores integrales*. La Habana: Félix Varela.
- DDM-UCI (2013). *Plan de Estudios D de la Carrera ingeniería en Ciencias Informáticas*. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Delgado, Y., y Arza, L. (2011). El Álgebra Lineal en la formación del Ingeniero Informático. *Serie Científica de la*

- Universidad de las Ciencias Informáticas*, 4(1) ,1-10.
- Dorier, J.-L. (Ed.). (2000). *On the Teaching of Linear Algebra*: Kluwer Academic.
- Dorier, J. L., Robert, A., Robinet, J., y Rogalski, M. (1999). *Teaching and learning linear algebra in first year of French science university*. Ponencia presentada en el Proceedings of the First Conference of the European Society for Research in Mathematics Education, Osnabruck.
- Dorier, J.-L., Robert, A., Robinet, J., Rogalski, M., Harel, G., Hillel, J., y Sierpínska, A. (1997). Book Review. En F. Grandsard (Ed.), *L'Enseignement de l'Algèbre Linéaire en Question* (La Pensée Sauvage ed., pp. 206-210). Brussels, Belgium: Recherches en Didactique des Mathématiques.
- Fernández, B. (2001) *La interdisciplinariedad como base de una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas y su aplicación a la Ingeniería en Automática en la República de Cuba*. Tesis de doctorado no publicada. Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE).
- Fiallo, J. P. (2001). *La interdisciplinariedad en el currículo: ¿utopía o realidad educativa?* La Habana: ICCP.
- Galperin, P. (1987). *Sobre el método de formación por etapas de las acciones mentales*. Psicología Evolutiva y Pedagogía. URSS: Progreso.
- Hurman, A. L. (2007). *El papel de las aplicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal*. Recuperado de <http://www.cimm.ucr.ac.cr/eudoxus/Algebra Teaching/pdf/Hurman A. El papel De las Aplicaciones en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Algebra Lineal.pdf>
- MES (2007). *Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la educación superior. Resolución 210/2007*. Recuperado el 12 de marzo de 2017 de <http://intranet2.uci.cu/servicios/bases-legales/vista>
- Vargas, A.; Blanco, R., Pérez, O.L., Rodríguez, E. (2013). Desarrollo de la habilidad algoritmizar en el Álgebra Lineal. En R. Flores (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 26, 1623-1629. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Vargas, A.; Pérez, O.L., Fabián, Y. (2017). Actividades para la integración del Álgebra Lineal y la Programación en el primer año en la carrera de Informática. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 30, 1180-1189.