



**República de Cuba**

**Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”**

**Facultad de Educación en Ciencias Naturales y Exactas**

**Departamento de Matemática – Física**

**Estrategia didáctica para desarrollar la habilidad algoritmizar en el proceso  
de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en Ingeniería en Ciencias  
Informáticas**

Tesis en opción al grado de doctor en Ciencias Pedagógicas

**Autora: Lic. Anelys Vargas Ricardo**

**La Habana, 2019**



**República de Cuba**

**Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”**

**Facultad de Educación en Ciencias Naturales y Exactas**

**Departamento de Matemática – Física**

**Estrategia didáctica para desarrollar la habilidad algoritmizar en el proceso  
de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en Ingeniería en Ciencias  
Informáticas**

Tesis en opción al grado de doctor en Ciencias Pedagógicas

**Autora: Lic. Anelys Vargas Ricardo**

**Tutores: Dr. C. Luis Enrique Lezcano, Prof. Tit.  
Dra. C. Olga Lidia Pérez González, Prof. Tit.**

**La Habana, 2019**

## AGRADECIMIENTOS

*A todos los que de una forma u otra han contribuido al desarrollo de esta investigación.*

*Especialmente:*

*A mi tutor el Dr.C. Luis Enrique Lezcano Rodríguez, por tanta dedicación y confianza en mí.*

*A mi tutora, la Dra. C. Olga Lidia Pérez González, por su apoyo incondicional.*

*A mi familia, mis padres y mi esposo Jorge Luis, por la paciencia.*

*A Mayte, Mabel y todas las chicas del Centro de Documentación e Información Pedagógica de la Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”.*

*A mis amigas y amigos, Ivonne, Sandy, Noel, Valido, Esther, Mayra, José Enrique, Maigret, Efrén, Dume, Margarita ...*

*A mis compañeros de la Universidad de las Ciencias Informáticas que siempre me han apoyado.*

*A los profesores del Departamento de Matemática-Física de la Facultad de Educación en Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”.*

*A los profesores de Matemática de la Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte y Loynaz”.*

## **DEDICATORIA**

*A Lidia Ciria, mi madre, por tanto esfuerzo, dedicación y sacrificio*

*A Rodney, mi hermano por el apoyo incondicional*

## SÍNTESIS

La investigación está basada en el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Se propone una estrategia didáctica, fundamentada en el enfoque histórico cultural, la teoría de la actividad y las leyes más generales de la Pedagogía y la Didáctica; para dar respuesta a la contradicción entre los requerimientos del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el profesional de este perfil y las deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y propiciar mejoras en la calidad del proceso formativo.

Se destacan como principales contribuciones: la estructura interna de la habilidad algoritmizar, que toma en cuenta la flexibilidad del pensamiento y la relación conceptual-procedimental; las dimensiones e indicadores del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y, el diseño de la estrategia didáctica y el conjunto de acciones a realizar en función de lograr el desarrollo de la habilidad algoritmizar que mejora el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas propios de la asignatura, así como vinculados a la profesión.

Los resultados de la realización de un pre-experimento muestran una tendencia a la mejora en el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

## ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS QUE SUSTENTAN EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD ALGORITMIZAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL	12
1.1 El proceso de desarrollo de habilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje	12
1.2 El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas	32
1.3 La habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas	41
1.3.1 La habilidad algoritmizar en el perfil del profesional en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas	58
Conclusiones del Capítulo 1	62
2. CAPÍTULO 2. DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD ALGORITMIZAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL	65

	Pág.
2.1 Estado inicial del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas	65
2.2 Una estrategia didáctica para contribuir al proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza- aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas	78
2.3 Aplicación de la estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas	103
2.3.1 Valoración de la contribución de la estrategia didáctica al desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal	112
Conclusiones del Capítulo 2	115
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## **INTRODUCCIÓN**

El desarrollo acelerado de la industria del software y de las tecnologías de la informática y las comunicaciones, requiere de la formación de profesionales de este perfil, capaces de dar solución a problemas de la profesión de forma eficiente.

Para lograr la soberanía tecnológica y la independencia económica, en Cuba se trazaron y aprobaron los lineamientos de la política económica en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC) donde se plantea la necesidad de dar continuidad al perfeccionamiento de la educación, desarrollar la informática y las comunicaciones para el incremento de las exportaciones, el desarrollo de la industria del software y el proceso de informatización de la sociedad (PCC, 2011, 2017b, 2017a).

En el proceso de implementación de los lineamientos, la Universidad de las Ciencias Informáticas está llamada a jugar un papel protagónico, de acuerdo al plan de estudio aprobado por el Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba (MES), en tanto forma ingenieros que participarán en los procesos mencionados y tendrán que ser capaces de aplicar conocimientos y habilidades adquiridos en su esfera, que les permitan incorporar nuevos conocimientos y habilidades (MES, 2014).

Los modos de actuación del Ingeniero en Ciencias Informáticas, conforman el objeto de la profesión, desde tres aristas: el diagnóstico y transformación de procesos en entidades; diseño, desarrollo y explotación de sistemas; además del diseño y explotación de tecnologías de la información.

En el Plan de Estudio D para la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, se plantea que este ingeniero debe ser capaz de desarrollar: habilidades para la solución de problemas, formas de pensamiento lógico y capacidad de razonamiento, mediante la modelación conceptual y el análisis



algorítmico de los problemas; diseñar los algoritmos necesarios para resolver problemas y programar (MES, 2014).

Para la apropiación de la estructura del objeto de la profesión y convertirlo en un modo de actuación se necesita la formación y desarrollo de habilidades en los estudiantes para conformar su pensamiento, su educación intelectual, el dominio de la cultura (Portuondo, Basulto y Gómez, 2004).

Relacionado con uno de los objetivos generales de la carrera: “Diseñar, desarrollar y mantener aplicaciones informáticas a gran escala...” (MES, 2014, p. 11) y al objeto de trabajo del Ingeniero en Ciencias Informáticas, se destaca la necesidad del desarrollo del pensamiento lógico, el diseño de algoritmos, la resolución de problemas y la programación (MES, 2014), de ahí que una de las habilidades imprescindibles para el Ingeniero en Ciencias Informáticas sea la habilidad algoritmizar por estar relacionada con la programación computacional, aunque se plantea que todo profesional debe tener formada esta habilidad y en esto puede contribuir la enseñanza de la Matemática.

En esta investigación se asume la habilidad algoritmizar, entendida como sucesión de operaciones matemáticas que conducen a la solución de un problema (J. R. Delgado, 2001), aunque la autora destaca la necesidad de hacer explícita la complejidad de su estructura que implica la interrelación con otras habilidades y el planteamiento de la sucesión de operaciones, además, comprende la flexibilidad del pensamiento, así como, la estrecha relación entre los componentes conceptual y procedimental.

En la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, la Matemática, disciplina básica en la formación del ingeniero (Morales, Bravo y Cañedo, 2013), aporta fundamentos teóricos tales como: la modelación, la lógica matemática, procesos algorítmicos, métodos, técnicas y

herramientas, propios de alguna de las áreas del conocimiento de la Informática Aplicada, necesarios para el desarrollo de *softwares*. En el Plan de Estudios “D” solamente se declara la habilidad algoritmizar como habilidad a desarrollar para esta disciplina lo que contrasta con la significación que tiene para el objeto de la profesión.

Dentro del campo de la Matemática, el Álgebra Lineal permite enfrentar el estudio de otras asignaturas de la Matemática y de otras ciencias relacionadas con las ingenierías y la computación.

J. C. López (2009), la *Association for Computing Machinery* y el *Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society* (ACM/IEEE-CS) (2013), consideran que su importancia se ha acrecentado con el uso de las computadoras y el desarrollo de la informática ya que constituye el fundamento matemático de varios algoritmos computacionales y aplicaciones informáticas.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal se presentan deficiencias al identificar las conexiones existentes dentro de los temas estudiados en Álgebra Lineal, con otros temas de la Matemática recibida en clases hasta ese momento (Dorier, 2000a, 2000b; Uhlig, 2006; Stewart, 2008), así como con otras asignaturas asociadas a la informática, como por ejemplo la Programación (ACM/IEEE-CS, 2013).

En el proceso de revisión bibliográfica, se constató que el discurso matemático escolar del Álgebra Lineal privilegia el tratamiento mecanicista de los procesos de cálculo, en detrimento de la comprensión conceptual de nociones básicas, lo que dificulta la comprensión del nexo existente entre los símbolos matemáticos y los objetos que estos símbolos representan.

Investigaciones en Psicología, Pedagogía y Didáctica han contribuido a la caracterización de la relación dialéctica conocimientos-habilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la Didáctica de la Matemática, en el área latinoamericana, varios investigadores abordan el sistema de habilidades matemáticas básicas presentado por H. Hernández (1989); pero en algunos casos

se asocia la habilidad algoritmizar, la algoritmización y el uso de algoritmos con procedimientos mecánicos donde se privilegia el cálculo en detrimento del aprendizaje de los conceptos.

Salgado, Alonso, Gorina y Tardo (2013b), refieren que egresados de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, Ciencias de la Computación e Ingeniería Informática presentan: carencias de habilidades para programar y desarrollar algoritmos; falta de apropiación de metodologías para la resolución de problemas y modelos mentales para crear algoritmos que depende, en ocasiones, de la incorporación de conocimientos lógicos y matemáticos.

En la Universidad de las Ciencia Informáticas, se espera que los estudiantes, al finalizar el primer año de la carrera, sean capaces de solucionar problemas computacionales de pequeña complejidad empleando contenidos del cálculo diferencial e integral, el álgebra lineal y la lógica matemática con la aplicación de procesos lógicos del pensamiento abstracto, con énfasis en el razonamiento inductivo, deductivo y la algoritmización (MES, 2014).

Pero el estudio exploratorio realizado en la asignatura Álgebra Lineal, en la Universidad de las Ciencia Informáticas, que incluyó el análisis de los planes de estudio C y D, los programas de la disciplina y la asignatura, los informes semestrales de la asignatura, los resultados docentes de los estudiantes, los informes de controles a clases, entrevistas a directivos, docentes y estudiantes de los cursos 2014-2015, 2015-2016 y 2016-2017, además de la experiencia como docente de la autora permitió constatar la existencia de las siguientes limitaciones:

- En el programa de la asignatura, se declara la habilidad algoritmizar como una de las habilidades a desarrollar, pero son insuficientes las indicaciones metodológicas para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y no se hace referencia a las acciones para su desarrollo ni cómo emplear la habilidad en la resolución de problemas algebraicos relacionados con la profesión.

- Aunque en el trabajo metodológico se llevaron a cabo acciones encaminadas al desarrollo de habilidades, se observó una tendencia al desarrollo de actividades reproductivas que no favorecen la comprensión conceptual y su generalización e insuficiencias tanto en la derivación gradual de los objetivos en las clases como en el tratamiento metodológico de la relación entre los conceptos, los símbolos y los procedimientos en la resolución de problemas.
- Los estudiantes tienen dificultades en apropiarse de los conceptos, teoremas, objetos y relaciones propios del Álgebra Lineal; pobre desarrollo de las habilidades generales matemáticas y en particular en la habilidad algoritmizar; además, muestran aprendizaje memorístico y poca independencia en la resolución de problemas.

De ahí que se reveló que la forma en que se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal no responde a las exigencias planteadas en el modelo del profesional de la carrera para la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas con alto grado de desarrollo de pensamiento lógico y preparado para la solución de los problemas de la profesión. Esta **situación problemática** evidencia una **contradicción** entre las deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas y los requerimientos del desarrollo de la habilidad algoritmizar para el profesional de este perfil.

A partir de esta contradicción, se identificó como **problema científico**: ¿Cómo abordar didácticamente el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para la mejora del desempeño de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la resolución de problemas algebraicos con enfoque profesional?

Como **objeto de estudio**: el proceso de desarrollo de habilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Se ha planteado como **objetivo de la investigación**: implementar una estrategia didáctica para el

desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para la mejora del desempeño de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la resolución de problemas algebraicos con enfoque profesional y como **campo de acción**: el proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

Las **preguntas científicas** que guiaron el curso de esta investigación y el cumplimiento del objetivo previsto son las siguientes:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teórico-metodológicos que sustentan el proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal?
2. ¿Cuál es el estado inicial del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas?
3. ¿Qué componentes y relaciones debe poseer una estrategia didáctica para que contribuya al desarrollo de la habilidad algoritmizar en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas?
4. ¿Qué resultados se obtienen con la aplicación de la estrategia didáctica propuesta?

Para dar respuesta a estas interrogantes se realizaron las siguientes **tareas de investigación**:

1. Sistematización de los fundamentos teórico-metodológicos que sustentan el proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.
2. Caracterización del estado inicial del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.
3. Elaboración de una estrategia didáctica que contribuya al desarrollo de la habilidad algoritmizar en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

4. Valoración de los resultados de la aplicación de la estrategia didáctica elaborada.

La investigación fue llevada a cabo sobre la base de la concepción dialéctico-materialista, con el uso integrado de métodos teóricos, empíricos y estadísticos.

### **Métodos teóricos**

**Análisis documental:** en el estudio de los documentos rectores y normativos de la carrera, en cuanto al tratamiento de las habilidades.

**Histórico-lógico:** para realizar el estudio de los antecedentes históricos, las tendencias del proceso de desarrollo de habilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, en particular del Álgebra Lineal.

**Analítico-sintético:** en la precisión de los fundamentos teórico-metodológicos que sustentan el proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, así como la determinación de los componentes y relaciones en el diseño de la estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar.

**Sistémico estructural funcional:** para determinar la interrelación dialéctica entre todos los componentes que integran la estrategia didáctica desde un enfoque sistémico de las acciones componentes de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, teniendo en cuenta la lógica de dicho proceso.

**Modelación:** en la elaboración de la estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y en la modelación del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

**Métodos empíricos**

**Observación:** para la caracterización del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la exploración inicial, en el diagnóstico del estado inicial del desarrollo de la habilidad algoritmizar y durante el pre-experimento.

**Entrevista:** a docentes y directivos para recoger la información que permitió fundamentar el problema planteado y en la determinación del estado inicial y final del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

**Pruebas pedagógicas:** para la caracterización del estado inicial del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y durante el pre-experimento.

**Consulta a especialistas:** para la valoración de la operacionalización de la variable y de la estrategia didáctica propuesta.

**Experimentación** (pre-experimento): para constatar los cambios que se producen en el aprendizaje de los estudiantes con la aplicación de la estrategia didáctica.

**Triangulación de datos:** para corroborar los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos empleados en las diferentes etapas de la investigación.

**Métodos estadísticos**

Análisis de frecuencias absolutas, relativas y determinación de la mediana, para el procesamiento e interpretación de los datos obtenidos de la aplicación de los instrumentos empleados en las diferentes etapas de la investigación.

Se seleccionó una muestra dirigida (no probabilística) de 242 estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas y 21 profesores de Álgebra Lineal.

La **novedad** de la investigación radica en revelar las relaciones entre los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal que se integran en el conjunto de acciones de la estrategia para abordar didácticamente el desarrollo de la habilidad algoritmizar; el empleo de procedimientos algorítmicos y heurísticos presentes en las tareas propuestas; y el establecimiento de nexos interdisciplinarios mediante el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, así como los indicadores para medir el grado de desarrollo de dicha habilidad.

Se justifica la **actualidad de** la estrategia didáctica propuesta en el desarrollo de la habilidad algoritmizar en correspondencia con el modelo del profesional para la mejora del desempeño de los estudiantes y favorecer la integración de los graduados de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, al desarrollo de la industria del *software* y el proceso de informatización de la sociedad cubana.

Se destacan como **contribuciones**:

- La estructura interna de la habilidad algoritmizar, que toma en cuenta la flexibilidad del pensamiento y la relación conceptual-procedimental.
- Las dimensiones e indicadores del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.
- El diseño de la estrategia didáctica y el conjunto de acciones a realizar en función de lograr el desarrollo de la habilidad algoritmizar que mejora el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas algebraicos con enfoque profesional.

La estructura de la tesis consta de: índice, síntesis, introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En la introducción se presenta la fundamentación del problema y el diseño teórico-metodológico de la investigación.



En el Capítulo 1, se abordan los fundamentos teóricos y metodológicos del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de ingeniería, el desarrollo de habilidades y la relación de la habilidad algoritmizar con el objeto de la profesión, así como para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

En el Capítulo 2, se valora el estado inicial del desarrollo de la habilidad algoritmizar, y se exponen: el diseño de la estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar, las valoraciones principales de los especialistas, así como las que se derivan de la aplicación práctica de la estrategia mediante un pre-experimento.

**CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS QUE SUSTENTAN  
EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD ALGORITMIZAR EN EL PROCESO DE  
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL**

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS QUE SUSTENTAN EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD ALGORITMIZAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL**

Este capítulo está dedicado a la fundamentación teórica y metodológica que posibilita sustentar la estrategia didáctica que se propone para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal. Se abordan las teorías sobre el desarrollo de habilidades de forma general y de la habilidad algoritmizar en particular y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, el establecimiento de las relaciones entre lo conceptual y lo procedimental, su integración y el nexo símbolo-objeto con énfasis en la resolución de problemas contextualizados en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas, a partir de las exigencias actuales para la informatización de la sociedad cubana.

### **1.1 El proceso de desarrollo de habilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje**

#### **El proceso de enseñanza-aprendizaje**

El proceso de enseñanza-aprendizaje escolar en Cuba, tiene entre sus objetivos la asimilación por el estudiante de los conocimientos científicos de acuerdo al contexto histórico en el que se desarrolla y la formación de una concepción científica desde el punto de vista de la realidad del medio profesional y social en su personalidad, que se corresponda con las necesidades sociales del país (Sánchez y Sánchez 2002).

La concepción, desde el enfoque histórico cultural, de la relación entre la enseñanza y el aprendizaje permite asumir que “la enseñanza guía el desarrollo y a su vez toma en cuenta las

regularidades del propio desarrollo, es decir, este es un producto de la enseñanza, de la actividad de la comunicación del alumno en dicho proceso” (J. López *et al.*, 2002, p. 56).

El proceso de enseñanza-aprendizaje está caracterizado, entre otros aspectos, por los siguientes rasgos: su carácter social, individual, activo, comunicativo, motivante, significativo, cooperativo y consciente. Todos estrechamente relacionados entre sí y que abarcan todo el proceso, ya que están presentes en: la orientación, la ejecución y el control. Este último, a su vez, está presente en la orientación y la ejecución. En todo este proceso es vital que el alumno se comporte de forma activa y participativa de modo que de conjunto con el grupo se logre el alcance de los objetivos propuestos con calidad (J. López *et al.*, 2002).

Asumir los fundamentos del enfoque histórico cultural de Vygotski (1979, 1987) y sus seguidores, como **fundamento psicológico**, permite considerar el aprendizaje como un proceso dialéctico, que transcurre en etapas sucesivas, a partir del establecimiento de relaciones significativas con la posibilidad de su aplicación a nuevas situaciones en las que la experiencia personal y las vivencias contextuales, formadas en las relaciones socioculturales son imprescindibles para el desarrollo (Báez, 2018).

Desde este punto de vista, se produce la significatividad a partir de la comprensión del contenido, de forma gradual y progresiva, donde los instrumentos de mediación y el medio sociocultural juegan un papel preponderante y se relaciona con la ley genética del desarrollo formulada por Vygotski (1982), que enmarca el desarrollo como un proceso que va desde lo social hasta lo individual, apareciendo primeramente como categoría interpsicológica en el plano social, entre las personas y luego en un plano psicológico.

La zona de desarrollo próximo, entendida como la diferencia que se establece entre lo que sabe el estudiante o puede hacer y aprender por sí mismo y lo que puede hacer o aprender con la ayuda de

otros (Vygotski, 1982), marca un punto de referencia en la planificación y realización, así como señala la integración entre lo externo y lo interno en el proceso de enseñanza-aprendizaje .

En la zona de desarrollo próximo, el entorno histórico cultural influye en el sujeto y en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de forma que se establece una relación entre el desarrollo actual, el desarrollo potencial y las habilidades para el aprendizaje, donde tienen gran importancia el lenguaje, los mediadores y la comunicación con el entorno social que cobra fuerza con el carácter mediatizado de la psiquis humana, al propiciar la materialización de conceptos y procedimientos con el empleo de signos o símbolos, en la externalización de las representaciones mentales.

Esto la hace accesible a los demás y permite reflexionar sobre el pensamiento, lo que es determinante en el proceso de enseñanza-aprendizaje para el logro de la significatividad en la materialización de conceptos y procedimientos. Desde esta arista, se concreta el pensamiento en símbolos, que en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, relaciona estos símbolos con los registros de representación semiótica de los conceptos y en la algoritmización con los procedimientos.

En el contexto histórico-cultural, el pensamiento es considerado como proceso psíquico condicionado por el entorno social estrechamente ligado al lenguaje en la búsqueda de lo nuevo, lo que le permite reflejar una representación mediatizada de la realidad, con un reflejo generalizado por medio de abstracciones, surgido de la actividad, “tiene la peculiaridad de expresarse predominantemente como solución de problemas” (Fariña, 2009, p. 30) y posibilita el conocimiento de las características esenciales de la realidad objetiva, permitiéndole al hombre acceder a aquello que no es expresado directamente en la superficie de las cosas (Fariña, 2009).

Al decir de Cardamone (2004), como toda actividad humana, la estructura interna del pensamiento está compuesta por: el acto intelectual impulsado por una necesidad objetivada y transformada

para alcanzar un objetivo que la satisfaga a partir del empleo de un sistema de acciones y operaciones. El acto intelectual se modula mediante la comparación entre el motivo que origina el pensamiento y el cumplimiento del objetivo trazado, deteniéndose la actividad si existe correspondencia entre ambos, en caso contrario, se inician nuevas búsquedas orientadas a obtener esa correspondencia y por consiguiente, al cumplimiento del objetivo.

Leontiev (1981) y Davidov (1986), consideraron la importancia de la actividad en el desarrollo de la personalidad y la colocaron como centro del proceso de desarrollo social y humano, resaltándola como medular para la gestión del proceso educativo y para el proceso de desarrollo de habilidades, con la integración de los planos cognitivo-instrumental y afectivo-motivacional (Vargas, Pérez y Blanco, 2015).

Leontiev (1981), consideró la actividad como una unidad de la vida del sujeto (tanto corporal como material) mediada, desde el punto de vista psicológico, por el reflejo psíquico que orienta al sujeto en el mundo objetivo. Planteó, además que la actividad posee estructura, pasos internos, conversiones y desarrollo en correspondencia con procesos en los cuales el sujeto se relaciona con la sociedad y establece una actitud adecuada hacia esta, de acuerdo a sus necesidades, lo que refleja la influencia de los factores afectivos y motivacionales en la actividad humana.

La actividad transcurre mediante acciones y está orientada a un propósito donde se expresa la relación sujeto-objeto que tiene en cuenta las necesidades y motivos del hombre y revela al individuo como transformador y conocedor de su realidad. Lo anterior constituye un referente relevante en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, la preparación del profesor para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal debe propiciar el desarrollo integral de la personalidad de los estudiantes.

La teoría de la actividad, desde el punto de vista filosófico y psicológico, es de vital importancia en el proceso de apropiación del conocimiento por los estudiantes, debido a que se concreta en la realización de acciones y operaciones que favorecen la asimilación consciente de los contenidos. Por la complejidad del proceso de enseñanza-aprendizaje es necesario que se manifiesten en él las siguientes exigencias: que sea activo, reflexivo y diferenciado, en función de que el desarrollo y la progresión individual se logre a partir del ofrecimiento de diferentes niveles de ayuda (dos Santos, 2018).

Báez (2018) consideró que, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo conceptual y lo procedimental deben ser concebidos como contrarios que se superponen, y tener en cuenta la dialéctica entre ellos, aporta una lógica y una metodología general para el aprendizaje, debido a que beneficia el análisis de las interrelaciones y conexiones entre los objetos y fenómenos del mundo real.

En esta interrelación dialéctica intervienen los procesos mentales de inducción-deducción, y debe ser concebida mediante la progresión de lo abstracto a lo concreto, la unidad del análisis y la síntesis, siendo su máxima manifestación la abstracción y la generalización. Esto también se manifiesta en el materialismo dialéctico, donde se considera al hombre como un ente transformador de la realidad, resaltándose la relación que existe entre el conocimiento y el mundo material objetivo y se reconoce que el conocimiento es un proceso continuo y evolutivo.

Durante la carrera, el individuo se desarrollará en equipos de proyecto desempeñando diversos roles y teniendo responsabilidades de las que dependerá el éxito, no solo de su labor sino de todo el equipo. Esto favorecerá el proceso de socialización del sujeto. Una de las tareas que asumirá será el paso por diferentes roles, entre ellos, el de Programador y los productos obtenidos en este proceso dependerán del grado de desarrollo de la habilidad algoritmizar.

Para la concepción didáctica del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar se concibe el sujeto como productivo y transformador que se desarrolla en la actividad conjunta y en la comunicación. La relación entre lo afectivo y lo cognitivo como elemento esencial en el proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar, donde los intereses, motivos y necesidades de los estudiantes son claves en su desempeño, en la ejecución de los roles y en su futuro desempeño profesional (Vargas, Pérez y Blanco, 2015).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, el individuo realizará tareas individuales y colectivas que lo prepararán para su desempeño satisfactorio en los roles. Esto le confiere al desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal un carácter individual y social.

La **sociología de la educación**, del materialismo dialéctico, reconoce el desarrollo como producto del conocimiento que ha evolucionado históricamente, donde la influencia del medio social en que se desenvuelven los sujetos implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje y sus intereses son decisivos. La autora considera que la educación es promotora del mejoramiento humano, enriqueciendo su desarrollo intelectual y su comportamiento, sobre la base del desarrollo de sus conocimientos, habilidades, motivos y valores, para propiciar un mejor comportamiento humano y compromiso con la sociedad, con la conjugación de lo afectivo, lo cognitivo y lo conductual (Añorga, 2014).

Como **fundamento filosófico** se asume la teoría del conocimiento para el estudio del proceso de enseñanza-aprendizaje y la teoría de la actividad. La actividad, como categoría filosófica, se considera un modo de existencia, transformación y desarrollo de la realidad social, dada por la relación sujeto-objeto y determinada por leyes objetivas. Se considera que toda actividad se adecua a fines, dirigida a un objeto y cumple determinadas funciones (Pupo, 1990). Se encarga de mediar



la relación hombre-realidad objetiva, mediante la cual el hombre modifica la realidad, se transforma y se desarrolla.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se expresa esta relación y se entienden como sujetos: el profesor, el estudiante y el grupo, y como objeto el contenido de la ciencia que se imparte. Siendo el contenido de la ciencia una parte del contenido del proceso de enseñanza-aprendizaje. En el conocimiento de la realidad en que se vive son esenciales los conocimientos y en el proceso de adquisición por el sujeto actúan leyes, principios y categorías contenidos en las ciencias de la educación; por otra parte, el conocimiento general que brinda la Filosofía como ciencia, explica la relación del hombre con el mundo, donde se cumplen las funciones metodológica, ideológica, axiológica y práctica.

La relación dialéctica entre la teoría y la práctica en el desarrollo de la habilidad algoritmizar toma en cuenta las características que tiene el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para transformar la realidad en la que se desempeña el individuo, con la profundización teórica, el conocimiento del problema a resolver y la búsqueda de alternativas adecuadas a las condiciones materiales y humanas disponibles en el entorno donde la desarrolla (Vargas, Pérez y Blanco, 2014).

Las leyes más generales de la Pedagogía sustentan el **fundamento pedagógico** de esta investigación, explican el proceso de enseñanza-aprendizaje como un proceso dinámico dirigido al desarrollo integral de los estudiantes. La autora asume como referencia la concepción cubana acerca de la enseñanza y el aprendizaje, que revela el papel del profesor como facilitador y conductor de la actividad de los estudiantes, quienes actúan como sujetos activos en función de su desarrollo y potencialidades, para el logro de su desarrollo integral y el rol del grupo en el proceso. Las funciones esenciales del proceso de enseñanza-aprendizaje, instructiva (referida a la formación del pensamiento) y educativa (referida a la formación de sentimientos y valores) sintetizan la

unidad de la instrucción y la educación, conjuntamente con el desarrollo cognitivo de la personalidad del estudiante, han de ser desarrollados: valores, sentimientos, convicciones, voluntad y otros elementos de la esfera volitiva y afectiva.

Silvestre y Zilberstein (2002) plantearon que el propósito esencial del proceso de enseñanza-aprendizaje es contribuir a la formación integral de la personalidad del estudiante, siendo una vía para la adquisición de conocimientos, procedimientos, normas y valores.

A continuación, se abordan algunos aspectos esenciales de la didáctica general que se asumen como **fundamentos didácticos**.

La Didáctica, es una de las ramas de la Pedagogía que ha sido estudiada por varios investigadores. En el contexto de esta investigación se asume la definición de Álvarez de Zayas (1992) quien entiende a la Didáctica como la ciencia cuyo objeto de estudio es el proceso docente-educativo dirigido a resolver la problemática escolar de preparar el hombre para la vida; que tiene la función de formarlo de un modo sistémico y eficiente para cumplir el encargo social.

Esta definición muestra un sistema de conocimientos, de esta ciencia, que permite conocer sus particularidades para estudiarlo en un contexto educativo concreto, aproximando la formación de la personalidad a objetivos de valor social que responden a la organización sistémica del mismo proceso.

En esta dirección, la Didáctica posee un desarrollo histórico y resuelve problemas de carácter científico con metodología propia, lo que la caracteriza como ciencia. Además, sus categorías y regularidades, como ciencia de la educación se manifiestan en el proceso de enseñanza-aprendizaje cuyos componentes son: el problema, el objetivo, el contenido, los métodos, los medios o recursos, las formas de organización, la evaluación, el profesor, el estudiante y el grupo. Estos, en su conjunto e interrelación conforman un sistema, donde el objetivo es el componente rector.

Al decir de Álvarez de Zayas (1992) el **problema**, primer componente del proceso, es una situación que se presenta en un objeto y genera en alguien una necesidad. El encargo social, constituye un problema ya que se concreta en una necesidad social en la formación de individuos altamente capacitados para actuar en su contexto social.

El **objetivo**, como componente y que responde a ¿para qué enseñar?, modela pedagógicamente el encargo social, los propósitos y las aspiraciones que se van modelando, durante el proceso, en el comportamiento del estudiante (Álvarez de Zayas, 1992).

Los objetivos constituyen el componente que mejor refleja el carácter social del proceso pedagógico e instituyen la imagen del hombre que se intenta formar, en correspondencia con las exigencias sociales que competen a la escuela y que evidencian su carácter rector y su transcendencia con respecto al resto de los componentes. Los objetivos son expresión de la esencia del proceso y deben conducir al desarrollo de los estudiantes en lo instructivo y lo educativo, el saber, el poder y el ser, lo intelectual, lo moral y lo ideológico. (dos Santos, 2018, p. 17)

Otro de los componentes es el **contenido** de enseñanza, se relaciona directamente con el objetivo y responde a ¿qué enseñar? ¿qué aprender? Fue definido como componente del proceso de enseñanza-aprendizaje por Addine (1998) como “aquella parte de la cultura y experiencia social que debe ser adquirida por los estudiantes y se encuentra en dependencia de los objetivos propuestos” (p. 22). Esta definición se asume en esta tesis en tanto lo que se enseña es el resultado de la cultura y lo que se aprende es esa cultura traducida en los diferentes contenidos, seleccionados desde la dimensión político-social para que el estudiante se apropie de ella.

El **método** es otro de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje, el cual, desde el punto de vista pedagógico, guía el proceso y responde a interrogantes tales como: ¿cómo desarrollar el proceso? y ¿cómo enseñar? Este involucra el sistema de acciones de los profesores y los estudiantes empleadas para organizar la actividad cognoscitiva de los estudiantes y regulan

la actividad interconectada de profesores y estudiantes para el logro de los objetivos (González y Reinoso, 2002).

Como apoyo necesario para el logro de un pensamiento productivo y creativo, los **medios** se muestran como facilitadores del proceso mediante objetos reales, sus representaciones e instrumentos que propician la apropiación del contenido. El empleo de la computadora, la televisión, el video, los dispositivos móviles, entre otros, ocupan un lugar relevante ya que contribuyen al desarrollo de la activación intelectual y autorregulación de los estudiantes y deben seleccionarse rigurosamente para el establecimiento de relaciones significativas y las motivaciones para aprender.

Las **formas de organización**, constituyen el componente integrador del proceso de enseñanza-aprendizaje (González y Reinoso, 2002). Estas muestran la forma en que se relacionan el profesor y los estudiantes, dada en el grupo o fuera de él y pueden cambiarse de acuerdo a las condiciones y necesidades del proceso. Las formas de organización deben tener las siguientes características: flexibilidad, dinamismo, significatividad y ser atractivas, de forma tal que el profesor logre la implicación de los estudiantes.

En el Reglamento de Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior Cubana (MES, 2018), se plantea que la forma organizativa es la estructuración de la actividad del profesor y de los estudiantes, para el cumplimiento de los objetivos previstos en los planes de estudio. En su desarrollo, es necesario que se garantice que la actividad y la comunicación de los estudiantes se realice en un clima afectivo que conduzca al interés por el contenido y el compromiso con el logro de los objetivos.

Para este nivel educativo se establecen como formas organizativas fundamentales: la clase, la práctica de estudio, la práctica laboral, el trabajo investigativo, la autopreparación, la consulta y la tutoría.

El componente encargado de la regulación del proceso de enseñanza-aprendizaje lo constituye la **evaluación**, responde a la pregunta, ¿en qué medida se cumplen los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje? Esta regulación se expresa con el control, pues como toda actividad, el proceso de enseñanza-aprendizaje requiere del control de sus avances y resultados para la comprobación de la correspondencia con los objetivos.

González y Reinoso (2002) entienden que la evaluación se pone al servicio de valores universales en un contexto socio-histórico concreto y tiene funciones instructivas y educativas. Desde el punto de vista metodológico, está basada en la obtención de evidencias del estado en que se encuentra el proceso en cuanto al aprendizaje individual y grupal de los estudiantes en un momento dado.

Esta información es interpretada para la comprensión de la realidad y la emisión de juicios de valor, para la toma de decisiones, con la finalidad de perfeccionar la educación. Por otro lado, la evaluación del aprendizaje debe ser asumida como “la actividad valorativa de los sujetos implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera que se alineen a través de ella, en integración dialéctica, todos los componentes de este, atendiendo a la diversidad, lo afectivo, lo comunicativo y lo cognitivo” (O. L. Pérez, Martínez, Triana y Garza, 2016, p. 77).

Para potenciar el aprendizaje de los estudiantes, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se emplea la tarea docente, definida por Silvestre y Rico (2002) “como aquellas actividades que se conciben para realizar por el alumno en la clase y fuera de ésta, vinculadas a la búsqueda y adquisición de los conocimientos y al desarrollo de habilidades” (p. 78).

Las tareas docentes, siempre y cuando cumplan con las exigencias para el logro de un aprendizaje que no sea reproductivo, garantiza un mayor éxito y estimula el interés del estudiante. Desde el punto de vista metodológico deben ser: variadas (actividades con diferentes niveles de complejidad donde se aplique el conocimiento en situaciones ya conocidas y nuevas), suficientes (que incluyan el mismo tipo de acción en situaciones teóricas y prácticas, donde las repeticiones de la acción promuevan el desarrollo de habilidades) y diferenciadas (dando respuesta a las necesidades individuales y grupales según su grado de desarrollo) (Silvestre y Zilberstein, 2000).

Las órdenes de las tareas servirán como base orientadora de la acción (BOA), además, contendrán acciones dirigidas a incidir en la formación de la cultura científica mediante la búsqueda de información y la estimulación del desarrollo intelectual, en función de lograr en los estudiantes la formación de juicios de valor y capacidad de análisis reflexivo que conduzca a su crecimiento intelectual, social como sujeto independiente y creativo.

Las tareas que se propongan, ya sean para trabajo independiente o en grupo, con el objetivo de desarrollar la habilidad algoritmizar, tienen que estar relacionadas con los temas que se describen en el programa de la disciplina. Deben presentarse ejercicios y problemas que exijan el dominio de la base conceptual y procedimental del contenido del Álgebra Lineal y la resolución de problemas, de manera que contribuyan a la fijación de los conocimientos, a la formación de valores y al desarrollo del pensamiento algorítmico con un enfoque profesional. Además, contribuir al tránsito por los niveles de generalización teórica establecidos por , R. Blanco y Portuondo (1998), R. Blanco (2007) y Miyar (2009), donde:

El primer nivel se corresponde con la representación singular de lo general (por ejemplo, la representación de los componentes de un conjunto de varios elementos mediante una determinada

semiótica). Este nivel debe ser dominado por el estudiante, guiado por el profesor para que no se pierda el nexo entre el objeto matemático y su representación simbólica).

En el segundo nivel, se obtiene la generalización producto de una deducción. Requiere representar lo general en forma singular. Se expresa cuando el alumno ha interiorizado o no el carácter general de la deducción y puede usar el resultado alcanzado por iniciativa propia o porque así se lo dice su profesor. Es necesario que el docente cuente con cierta maestría pedagógica para determinar si el alumno ha alcanzado realmente este nivel.

En el tercer nivel, se alcanza la generalización por ampliación de un concepto (transferencia de un concepto a otro más general, manteniendo los rasgos esenciales del primero) y se estudia el fenómeno de una forma más amplia (se generaliza sobre los mismos principios esenciales).

Para el cuarto nivel, se cambia el problema con que se trabaja y se mantiene el mismo modelo. Este cambio de problema puede ser inmediato (las variaciones no son esenciales) o mediato (aunque se mantenga dentro del mismo modelo se determinan cambios esenciales en el problema, lo que se manifiesta si los cambios llegan al punto que aparentemente se ha producido un cambio en el modelo). La identificación del modelo original requiere de cambios de variables, o algunas transformaciones especiales que permitan identificar el modelo original.

Y en el quinto nivel, el estudiante debe ser capaz de obtener por sí mismo el nuevo modelo que le permite estudiar la nueva situación. Está relacionado con la habilidad de modelar, que es una habilidad profesional que debe alcanzar todo estudiante universitario.

En la asignatura Álgebra Lineal, a pesar de su carácter abstracto, la concepción sistémica del contenido permite lograr la generalización siempre y cuando los estudiantes dominen la relación conceptual-procedimental. El nivel de generalización a alcanzar en cada tarea depende del objetivo trazado por el docente.

Para el trabajo en el cuarto nivel deben tomarse en cuenta ambas situaciones, si se empieza por el segundo aspecto de este nivel, el estudiante tendrá dificultades para realizar las tareas. Si se trabaja sólo en el primer aspecto, el estudiante no estará preparado para enfrentarse al quinto nivel de generalización, estado deseado a donde debe llegar todo estudiante de Ingeniería.

Cada nivel incluye al anterior y es importante destacar que para lograr que el estudiante alcance el quinto nivel de generalización, es necesario que el profesor propicie que el tránsito de un nivel a otro sea consciente y progresivo; esto es, que el docente no debe orientar actividades en función de alcanzar el cuarto nivel de generalización sin haber trabajado para lograr los tres niveles anteriores.

### **El proceso de desarrollo de habilidades**

La Matemática, como otras disciplinas de las ciencias básicas, en las carreras de ingeniería, tributa al desarrollo de habilidades lógicas, experimentales y en la solución de problemas teóricos que a partir de su sistematización en el tránsito de los estudiantes por cada asignatura se integran y contribuyen a la formación de los modos de actuación del futuro profesional. En la resolución de problemas de las ciencias básicas, la insuficiente sistematización en el desarrollo de habilidades causa efectos negativos y se hace necesario tomar en cuenta elementos de carácter didáctico y metodológico que posibiliten solucionar esas dificultades (Atencia y De las Peñas, 2008; Mestre y Fuentes, 2010; Escalona, 2011).

Varios autores han definido la habilidad, generalmente identificada con “saber hacer”, desde los puntos de vista psicológico, metodológico y didáctico.

En el glosario del Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (CEDEFOP) (2008), se define la habilidad como la capacidad de ejecutar tareas y resolver problemas.



“Habilidad es el modo de relacionarse el sujeto con la situación que le posibilita darle solución”.

(Ferrer y Rebollar, 2010, p. 2)

Las definiciones de habilidad señaladas coinciden en relacionar la habilidad con el “saber hacer” o “solucionar una situación”; pero no muestran con claridad los elementos de la habilidad ni el contexto donde se trabaja. Además, permiten establecer la relación entre pensamiento y habilidad ya que ambos se refieren a la forma en que el sujeto se relaciona con su realidad para dar solución a los problemas.

Según Fuentes (2000), desde el punto de vista didáctico, la habilidad expresa la forma de interactuar el sujeto con los objetos o sujetos en la actividad y la comunicación, es el contenido de las acciones, que se asimilan en el proceso y son realizadas por el sujeto, con la integración de un conjunto de operaciones para cumplir un objetivo. Desde el punto de vista psicológico, es identificada con las acciones para dominar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las que se apropia el sujeto y que, al ser llevadas al proceso de formación del profesional se modelan en el proceso y conjuntamente con los conocimientos y los valores se convierten en el contenido del mismo.

Desde una posición didáctica, a la acción se hace corresponder la habilidad y desde el punto de vista metodológico el método, siendo esta la sucesión de elementos para desarrollar tanto la acción como la habilidad, en función de lograr que se cumpla el objetivo propuesto. Es decir, los objetivos condicionan la habilidad, la acción y el método. Por otro lado, la estructura técnica de las acciones y de las habilidades, son las operaciones; mientras que la estructura de los métodos son los procedimientos (Fuentes, 2000).

Sin embargo, la autora de esta tesis asume que la habilidad es:

(...) el componente del contenido que refleja las realizaciones del hombre, en una rama del saber propia de la cultura de la humanidad. Es desde el punto de vista psicológico, el sistema de acciones y

operaciones dominadas por el sujeto, y que responden a un objetivo. Las habilidades, formando parte del contenido de una asignatura caracterizan en el plano didáctico, las acciones que el estudiante realiza al interactuar con su objeto de estudio. La habilidad como acción que es, se puede descomponer en operaciones, cuya integración, a su vez, permite el dominio por el estudiante de un modo de actuación. (Portuondo *et al.*, 2004, p. 66)

Esta definición tiene como base los postulados de Fuentes (2000); refleja el papel de la habilidad dentro de la Didáctica, como parte del contenido como componente del proceso de enseñanza-aprendizaje y contextualizada hasta el nivel de asignatura. Muestra su carácter psicológico y social, consecuentemente con el enfoque histórico cultural; y la relación de su desarrollo con el dominio de los modos de actuación, que en el caso de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas son:

Una configuración psicológica que, mediante la autorregulación, integra formaciones motivacionales y cognitivas de la personalidad en la orientación y ejecución con calidad y creatividad de la actividad y la comunicación para la solución de problemas del desarrollo de la profesión en el proceso de informatización de la sociedad, con la aplicación de métodos generales y específicos de su profesión y con el objetivo de contribuir al desarrollo humano sustentable. (Díaz, 2013, p. 72)

El estudiante, como sujeto que aprende, se apropia del sistema de conocimientos, métodos y lógica del contenido como expresión del objeto de la cultura. Lo emplea de acuerdo a las características de la situación y durante este proceso sistematiza, de forma gradual las habilidades, perfeccionándolas y enriqueciéndolas, teniendo como base las experiencias anteriores (Fuentes, 2000). Mostrando así dominio de un modo de actuación.

Cada habilidad está determinada por acciones y operaciones que al integrarse contribuyen a que el sujeto se apropie de un modo de actuación. Una acción específica puede ser parte de diferentes habilidades y una habilidad puede adquirirse llevando a cabo diferentes acciones. Estas acciones responden a los objetivos y las operaciones a las condiciones (Chindumbo, 2017).

Todo lo anteriormente expuesto permite establecer la existencia del vínculo entre pensamiento y habilidad. El pensamiento, posibilita reflejar la realidad objetiva, mediante el acto intelectual impulsado por un motivo, que se transforma (mediante acciones y operaciones) para alcanzar un objetivo. Por su parte, la habilidad, se corresponde con el sistema de acciones y operaciones dominadas por el sujeto, y que responden a un objetivo. Es decir, el individuo, a través de la habilidad, influye en el acto intelectual (el pensamiento) para lograr la transformación de su realidad.

Entre las variadas clasificaciones de las habilidades, Fuentes (2000) las agrupa en: específicas, se vinculan a una rama de la cultura o la profesión, se desarrollan en la interacción sujeto-objeto de estudio, se sistematizan y generalizan en el proceso de enseñanza-aprendizaje y se concretan en métodos propios en correspondencia con el contenido; lógicas, permiten la asimilación, comprensión y construcción del conocimiento, se relacionan con los procesos fundamentales del pensamiento, se desarrollan a partir de las habilidades específicas y del procesamiento de la información y la comunicación que incluyen las habilidades propias del proceso de enseñanza-aprendizaje (tomar notas, resumir, exponer).

Este autor propuso que la habilidad se compone de: sujeto (realiza la acción), objeto o sujeto (recibe la acción), objetivo (aspiración consciente del sujeto) y sistema de operaciones (estructura técnica).

Desde la teoría de la formación por etapas de las acciones mentales (Talízina, 1985; Galperin, 1986; Talízina, 1988, 1992, 2008) se considera que el estudiante para resolver el problema que se le plantea; debe separar la habilidad en las acciones que la forman y, después realizar el análisis estructural y funcional del contenido de cada una de ellas (Vargas, Pérez y Blanco, 2015).

Talízina (2008) refiere que, en las investigaciones sobre el problema de la generalización de conocimientos y habilidades, la teoría de la actividad en la psicología, centra su atención dirigida al contenido de las acciones del sujeto sobre los objetos que se generalizan. Cada acción es considerada como una unidad de análisis psicológico que representa un sistema unitario cuya estructura incluye el objeto de la acción, el objetivo, el motivo, las operaciones que realizan la acción y la base orientadora.

Desde el punto de vista funcional, la acción se divide en: parte ejecutiva, parte orientadora, parte de control y parte de corrección. Una vez aclarado el contenido de las acciones que el sujeto realiza durante la resolución de un problema, tras el análisis de la dependencia del proceso de generalización y de las partes estructurales y funcionales de la acción, se estableció que el proceso de generalización depende del carácter de las acciones de orientación dirigidas a los objetos que se generalizan.

Aunque Fuentes (2000) planteó que el estudiante debe ser capaz de construir y generalizar la habilidad con la orientación del profesor sin la mediación innecesaria de la imagen de las acciones, esta autora coincide con el planteamiento de Talízina (1985, 2008) de que la imagen generalizada de la acción (la BOA), deber constituir un componente de la habilidad para favorecer la asimilación de esta, a partir de una imagen de las acciones a realizar dada *a priori*. Esta imagen de las acciones no debe ser totalmente acabada para evitar el aprendizaje reproductivo, pero establece una guía para la generalización de la habilidad.

En esta tesis se plantea que la habilidad está compuesta por: sujeto, objeto o sujeto, objetivo, BOA y sistema de operaciones, considerado, este último elemento, la estructura interna de la habilidad. “La formación, desarrollo y evaluación de habilidades generales ayudará a la adquisición de un sistema de acciones y operaciones lógicas que redundarán en modos de actuación ante aquellas

habilidades específicas, particulares de cada una de las asignaturas del currículo”.(Morales *et al.*, 2013, p. 87)

En la bibliografía consultada, varios investigadores reseñan la “formación y desarrollo de la habilidad” divididos en dos momentos fundamentales: la formación como “adquisición consciente de los modos de actuar” (Chindumbo, 2017, p. 28) y el desarrollo que comienza con el proceso de ejercitación una vez adquiridos los modos de actuación, con el profesor ejerciendo su rol de orientador y guiando al estudiante sobre cómo proceder.

En la etapa de formación, el sistema de operaciones se dirige de forma consciente hacia la corrección de la ejecución y ordenamiento adecuado de estas operaciones y la ejercitación permite la automatización, con lo que se elimina la dirección consciente y se logra el desarrollo. Esta demanda el planteamiento del objetivo en términos de una acción específica a ser ejecutada por el sujeto y su sistematización; no plantear el objetivo en términos de la acción concreta, aunque se someta al individuo al logro sistemático del objetivo, o plantear el objetivo y no ejecutar la sistematización, no conducirá a la formación de la habilidad (Chindumbo, 2017).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje deben tenerse en cuenta los aspectos motivacionales y cognitivos desde la formulación del objetivo de modo que los estudiantes se apropien de él y se contribuya realmente para la formación de la habilidad.

El desarrollo de la habilidad, requiere que se hayan adquirido los modos de actuación y comienza con el proceso de ejercitación, es decir, empleando la habilidad recién formada la cantidad de veces necesaria y con la frecuencia adecuada, propiciando que sea cada vez más fácil la reproducción o el uso y se eliminen los errores. Una suficiente ejercitación, garantiza el desarrollo de la habilidad (M. López, 1986).

Desde el punto de vista metodológico, se hace necesario: reforzar la acción con las repeticiones requeridas para consolidarla y desarrollarla como habilidad en dependencia de su complejidad y del nivel de desarrollo del sujeto a ejecutarla (frecuencia); retomar la habilidad para no olvidarla, lo que se planifica de acuerdo al nivel de desarrollo alcanzado por los estudiantes (periodicidad); ejecutar la acción en tareas diversas, que incluyan conocimientos y condiciones variados (flexibilidad); y aumentar la complejidad de las tareas de forma progresiva en la asignatura, disciplina, año o carrera (Chirino, 1999) .

En la sistematización realizada por Chindumbo (2017), se plantea que para formar y desarrollar una habilidad es necesario el tránsito por las fases de: preparación de la ejecución, que comprende la planificación y organización, en la que se determinan las habilidades y sus invariantes funcionales, se establece cuándo y con qué conocimientos se ejecutarán las acciones y sus invariantes funcionales, los medios de que se dispone, los procedimientos a emplear y los resultados a alcanzar.

En esta fase juega un papel fundamental la zona de desarrollo próximo, que requiere del establecimiento consciente de la contradicción entre qué debe hacer el estudiante y qué puede hacer a partir de los conocimientos adquiridos previamente.

En la fase de ejecución, se emplean los elementos de la fase anterior y se establecen las relaciones entre los elementos personales del proceso de enseñanza-aprendizaje (el profesor, los estudiantes y el grupo) llevando a cabo la sistematización de las acciones y la internalización de las operaciones, y deben diferenciarse los roles a asumir por el profesor, los estudiantes y el grupo en función del logro de los objetivos.

El control y la evaluación se llevan a cabo en ambas fases y con ellos se comprueba el cumplimiento de los objetivos con el empleo de distintas situaciones, permite corregir los errores

y evaluar tanto los resultados obtenidos como la relación entre los componentes del proceso, así como la realización de una valoración de los estados inicial y final del proceso.

Para desarrollar habilidades en función de los niveles de asimilación del contenido, se debe: dividir las asignaturas y las disciplinas en unidades didácticas dejando explícitos en el objetivo la habilidad a desarrollar y su nivel de sistematización; proyectar la estructura funcional de la habilidad como una estrategia para la construcción del conocimiento del estudiante y como un medio de apoyo para llevar a cabo las funciones del profesor como orientador y controlador del proceso; y ofrecer un elemento inicial para determinar las operaciones básicas que componen la habilidad y delimitar los niveles de sistematización, ofreciendo la posibilidad de adecuar las operaciones a las condiciones particulares del objeto (Mestre y Fuentes, 2010).

La autora de esta tesis considera que el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal lleva implícita la etapa de formación toda vez este proceso requiere de la adquisición de un modo de actuación a partir de la dirección del sistema de acciones de forma consciente para corregir la ejecución y ordenar de forma adecuada las operaciones que con la ejercitación permiten la automatización, eliminándose la dirección consciente y alcanzando el desarrollo.

## **1.2 El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas**

El Álgebra tiene sus antecedentes históricos en el antiguo Egipto y Babilonia donde fueron capaces de resolver ecuaciones lineales, cuadráticas e indeterminadas con varias incógnitas y se escribían, solo ocasionalmente, abreviaturas de las expresiones algebraicas (Yordi, 2004). Pero ya en los umbrales del siglo IX, aparece el Álgebra como consecuencia del empleo del símbolo y el “deseo del dominio efectivo de la complejidad del símbolo presente en la aritmética” unido a la “iniciación

de la representación funcional” a partir de la “posibilidad de simbolizar la dependencia” (De Guzmán, 1995, pp. 2-3).

Esta materia es un área del conocimiento que puede ser vista desde varias aristas: como estructura abstracta, como instrumento para el estudio de funciones o como método para la resolución de problemas; que se integra con distintas ramas de las matemáticas tales como: geometría, cálculo diferencial e integral, estadística, así como la matemática discreta y se distingue en la actualidad por el alto grado de aplicación en el uso de las computadoras y el desarrollo de la informática como consecuencia de la “noción de algoritmo” (E. García, 1975, p. 217; Seeley, 1993; J. C. López, 2009; ACM/IEEE-CS, 2013).

Su conocimiento implica comprensión sintáctica y semántica de las reglas y la lógica interna particulares, para asegurar su uso significativo a partir de la abstracción de las relaciones y propiedades de los objetos; lo que proporciona ciertas reglas de transformación definidas, que permiten la manipulación abstracta de los elementos para la resolución de problemas; constituyendo la relación símbolo–objeto, una barrera epistemológica para quienes la estudian (Rogers, 2002; Yordi, 2004; Mola, 2013).

Aunque de manera general se plantea que el objeto de estudio del Álgebra Lineal lo conforman los vectores y la mayor comprensión de las relaciones internas entre estos se puede encontrar en la teoría de espacios vectoriales (Maltsev, 1976); en la actualidad, en las carreras de ingeniería, el sistema de conocimientos de la asignatura Álgebra Lineal está compuesto por: matrices, sistemas de ecuaciones lineales, espacios vectoriales, geometría analítica, aplicaciones lineales y diagonalización de endomorfismos.

En el caso de la geometría analítica, existen carreras que la imparten como un tema independiente dentro de la asignatura y en otras como parte integrada estableciéndose el enfoque sistémico y su



articulación. Este aspecto ha sido valorado en varias investigaciones (Dorier *et al.*, 1997; Dorier, Robert, Robinet y Rogalski, 1999; Dorier, 2000a, 2002; Yordi, 2004; Mola, 2013; Martín, 2018) aunque existen opiniones divergentes al respecto.

En la segunda mitad del siglo XX, entre finales de la década de los años 50 y hasta la década de los 70, se llevó a cabo el movimiento conocido como “Matemática Moderna”, cuya intención fue llevar a cabo un cambio en el currículo y por consiguiente en la Enseñanza de la Matemática, a partir del empleo del carácter lógico-deductivo de la Matemática y la unificación de los contenidos. Entre los principales efectos mostrados por este movimiento se encuentran: la acentuación de estructuras abstractas, fundamentalmente en el Álgebra, la profundización en el rigor lógico en la comprensión en oposición a aspectos operacionales y el detrimento de la geometría elemental e intuición espacial (De Guzmán, 2007).

En este movimiento, el objetivo fundamental era “poner a disposición de los estudiantes un número reducido de herramientas respetando en todo momento el rigor matemático en detrimento de la resolución de problemas y ejercicios de aplicación” (Mola, 2013, p. 11). A partir de este movimiento, se derivaron diferentes enfoques empleados en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal de los cuales se exponen algunos casos a continuación.

Derivado de la Matemática moderna, el **enfoque boubarkiano** (entre 1950-1960) sugería resaltar las estructuras y el lenguaje formal reconociendo la importancia de la presentación formal, dando lugar al modelo estructural de la enseñanza del Álgebra Lineal. El empleo de este enfoque trajo como resultado que los estudiantes mostraran poco dominio de los conceptos y las rutinas básicas del cálculo (Yordi, 2004; Mola, 2013; Martín, 2018).

Derivado del fracaso del enfoque boubarkiano, entre finales de los 1960 y principio de los 1970, surge el “**enfoque retorno a lo básico**” (*Back to Basic*), retoma la práctica de la

operacionalización y el empleo de procedimientos algorítmicos desde una posición conductista constituyendo un modelo operatorio para la enseñanza de esta materia. Este enfoque sirvió de precursor para el estudio del razonamiento algebraico pero el insuficiente énfasis en el desarrollo cognitivo del estudiante provocaba un aprendizaje memorístico de los procedimientos sin la adecuada comprensión. (Yordi, 2004; Mola, 2013)

Finalizando los años 1970 del pasado siglo, y con la evidencia del fracaso del empleo de los modelos antes mencionados los docentes continuaron en el estudio y establecimiento de nuevos enfoques para el perfeccionamiento de la enseñanza destacándose, entre otros:

El **enfoque sistémico** surgido en la década de 1980 (Sálmina, 1984; Réshetova, 1988), representó un salto cualitativamente superior con respecto a la enseñanza tradicional en cuanto al tratamiento metodológico y demostró que la estructuración del conocimiento posibilita el desarrollo de un pensamiento reflexivo y generalizado.

Una de las derivaciones de este enfoque, es el **enfoque sistémico de tipo genético**, H. Hernández (1989) fue la precursora de su empleo en la pedagogía cubana, en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, al emplear la combinación lineal como célula generadora del sistema de conocimientos y el algoritmo de eliminación gaussiana como procedimiento fundamental (H. Hernández, 1998), con el estudio de una parte al todo.

Varios autores coinciden en que este enfoque limita la percepción de la importancia del desarrollo de las relaciones conceptuales para la comprensión de los conceptos (Mola, 2013; Martín, Pérez, Casas y Sánchez, 2017; Martín, Pérez y Martínez, 2017), no siempre constituye un precursor para los restantes conceptos ni se les puede considerar como casos particulares de un concepto más general (Mola, 2013).

La **resolución de problemas** enfatiza en los procesos del pensamiento y el aprendizaje, toma el contenido de la enseñanza como centro para el desarrollo del pensamiento donde el rol del profesor radica en el diseño de estrategias, organización de actividades para el logro de un aprendizaje significativo sobre la base del diagnóstico inicial de los estudiantes y el estudiante desarrolla habilidades intelectuales y emplea las estrategias para resolver un problema determinado (Polya, 1945; H. Hernández, 1989; Santos Trigo, 1996; J. R. Delgado, 1999; S. Hernández, 2000; J. R. Delgado, 2001; R. Blanco, 2002; Montenegro, 2004; Toboso, 2004; Yordi, 2004; Hurtado, 2005; Modarelli *et al.*, 2006; Alberto, Rogiano, Roldán y Banchik, 2008; Villalonga, González, Marcilla y Mercau, 2009; Ferrer y Rebollar, 2010; Pedroso, 2011; Williner, 2011; Morales *et al.*, 2013; Morales, 2014; T. García, Cueli, Rodríguez, Krawec y González-Castro, 2015; Risso *et al.*, 2015; Defaz, 2017).

Este es uno de los enfoques más empleados en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal que pone en práctica el principio general del aprendizaje activo pero los resultados de su aplicación muestran, en los estudiantes, poco aprovechamiento matemático al no comprender los procedimientos que se llevan a cabo para resolver el problema planteado (Mola, 2013).

Además de los enfoques antes mencionados, se ha desarrollado el enfoque del lenguaje que hace hincapié en la expresión de las ideas matemáticas mediante el lenguaje con el empleo de símbolos y notaciones, esto permite la implementación de la enseñanza mediante la articulación de los lenguajes para que el estudiante comprenda los objetos del álgebra. Este enfoque, coexiste, en cierta forma, con el enfoque geométrico ya que en ambos cobran importancia las representaciones de los conceptos del álgebra y su comprensión aunque esto último continua siendo una dificultad para los estudiantes (Karrer, 2006; Stewart, 2008; Mola, 2013).

Con el desarrollo de la Informática y el empleo de asistentes matemáticos, se ha desarrollado lo que se ha dado en llamar enfoque computacional; esto ha abierto en las investigaciones nuevos horizontes lo cual ha generado nuevas áreas de investigación que pueden observarse en los trabajos de: Ortega (2002), Mateus (2008) y Miyar (2009).

### **Proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas**

A partir de la fundación en 1970, del entonces Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría” (CUJAE), actual Universidad Tecnológica de la Habana; donde se estudiaba la carrera de Ingeniero Electricista con perfil terminal de Ingeniero en Computadora, en 1976 nace la Ingeniería en Sistemas Automatizados de Dirección Técnico Económico.

Desde el inicio, en el currículo de esta carrera, se incluyó la Disciplina Matemática y dentro de esta la asignatura Álgebra Lineal.

La carrera de Ingeniería en Sistemas Automatizados de Dirección Técnico Económico tuvo su evolución desde el Plan de Estudio “A”, con un enfoque psicopedagógico conductista donde el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal se basaba en la transferencia de información, enfatizando en el sistema de conocimientos que garantizaban un nivel de precedencia para las asignaturas subsiguientes y las actividades del profesor incluían el cálculo y las demostraciones con la limitación de no ofrecer información sobre las acciones a dominar por los estudiantes (O. L. Pérez, 2002; Yordi, 2004; Mola, 2013).

El contenido se trataba a partir de elementos aislados y se daban las definiciones formales de los objetos algebraicos sin el empleo de los conocimientos previos adquiridos y las conexiones con otras asignaturas y disciplinas, mostrando falta de generalización y sistematización. La relación teoría-práctica conllevaba al detrimento de la comprensión conceptual y la magnificación de los

procedimientos en detrimento del equilibrio entre conocimientos y habilidades al interior de la asignatura (Mola, 2013).

Predominaban los métodos explicativo-ilustrativo y expositivo. La evaluación se basaba en la comparación de los resultados del aprendizaje de los estudiantes con los objetivos previamente determinados y el sistema de evaluación constaba de trabajos de control en clase y extraclase, prueba intrasemestral y examen final escrito (O. L. Pérez, 2002; Yordi, 2004; Mola, 2013).

En el Plan de Estudio “B”, en el período comprendido entre los años 1985 y 1991, con un enfoque psicopedagógico predominantemente cognitivista, prevaleció el enfoque formal y algebrista, con escaso tratamiento de las aplicaciones, pasando de un modelo tradicionalista a uno de mayor rigor y formalidad. Se emplearon los objetivos como categoría rectora y su derivación gradual hasta el nivel de temas; pero se declaraban en términos de formular definiciones, enunciar teoremas y calcular; lo que no evidenciaba el alcance formativo del Álgebra Lineal (O. L. Pérez, 2002; Yordi, 2004; Mola, 2013).

La cantidad de horas asignadas a la asignatura se incrementó de manera significativa, y se favorecía el desarrollo de habilidades matemáticas. Se prestó atención a la generalización y sistematización de conocimientos y de acciones específicas y se empleaban algunas estrategias de resolución de problemas. Predominaron los métodos explicativo-ilustrativo, expositivo y elaboración conjunta; donde el profesor exponía y analizaba el contenido, en la ejercitación se enfatizaba en la memorización de los pasos a seguir para la realización de los ejercicios y no se empleaban, con intencionalidad, procedimientos de carácter heurístico que permitieran establecer el nexo símbolo-concepto-procedimiento por parte de los estudiantes (Yordi, 2004; Mola, 2013).

La evaluación se llevaba a cabo a partir de la comprobación de lo aprendido de forma reproductiva y al sistema de evaluación se le incorporaron preguntas escritas y se modificó el examen final que

pasó a ser oral y escrito. La evaluación, se centró en la solución de tareas cortas y problemas de rápida solución, lo que significaba un impedimento para la comprensión de los objetos del Álgebra Lineal y sus relaciones (O. L. Pérez, 2002).

En el curso escolar 1990-1991, se instaura el Plan de Estudios “C”, donde se incorpora la Ingeniería Informática en sustitución de la Ingeniería en Sistemas Automatizados de Dirección Técnico Económico. Este plan de estudios presentaba características del enfoque sistémico y de resolución de problemas, el enfoque psicopedagógico predominante ha sido, desde entonces, el histórico-cultural. Con un modelo de formación curricular, partiendo en cada año de los problemas a resolver en la carrera para la definición de las habilidades, conocimientos y valores a impartir.

Se formularon objetivos educativos e instructivos y se declararon las habilidades a formar desde el Álgebra Lineal entre las que se destaca resolver problemas aplicando los conceptos, métodos, fórmulas y algoritmos. Se utilizaban métodos de enseñanza centrados en el estudiante como sujeto activo, elevando su trabajo independiente, se incorporaron indicaciones de carácter algorítmico y el trabajo en grupos.

Se reconoció la necesidad del empleo de los asistentes matemáticos y otros recursos informáticos. En la evaluación, concebida con carácter sistémico, se incorporaron trabajos de autopreparación y las preguntas de los exámenes finales constituyeron adecuaciones de variantes de ejercicios presentados en clase.

En el año 2002, como parte de la política nacional para el desarrollo de la industria del *software* y respondiendo a las necesidades de la informatización de la sociedad, surge la Universidad de las Ciencias Informáticas y con ella la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, cuyo diseño curricular se derivó del Plan de Estudio “C” para la Ingeniería Informática (Díaz, 2013). En el año

2014, se aprueba el Plan de Estudio “D” para la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas (MES, 2014).

En la formación de Ingeniero en Ciencias Informáticas, el Álgebra Lineal “permite describir las funciones de computación por clases de máquinas, investigar la complejidad de los cálculos aritméticos, caracterizar las estructuras de datos abstractos y constituye una base de la semántica de los lenguajes de programación” (Y. Delgado, 2011, p. 18).

En la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, desde su creación, el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal se ha ido perfeccionando con la evolución de la Disciplina Matemática y las modificaciones del plan de estudio.

Desde el punto de vista del sistema de conocimientos, la asignatura en los inicios de la carrera (año 2002), además de los aspectos del Álgebra Lineal tradicional incluía: conjuntos, relaciones y grafos, constaba de 72 horas, se impartía en el segundo semestre y tenía declarado en el programa analítico de las habilidades algoritmizar, modelar, resolver, modelar, graficar e interpretar. Desde el punto de vista metodológico, se realizaron algunas acciones para el desarrollo de estas habilidades.

Hasta el 2013, en los cursos de Álgebra Lineal ha predominado el empleo de la resolución de problemas. En este período (2005-2013), aunque se empleó el enfoque de la resolución de problemas, el desarrollo de la habilidad algoritmizar no estaba explícito en los programas de la asignatura.

Desde 2014, tomando en cuenta el carácter sistémico del sistema de conocimientos, comenzó a emplearse la combinación lineal como nodo de articulación del sistema de conocimientos, por lo que hasta la actualidad se emplea el enfoque sistémico de tipo genético donde se distingue su carácter integrador, problematizador y contextual.

La asignatura no cuenta con acto de examen final por lo que las evaluaciones frecuentes y parciales tienen una mayor influencia en la nota final del estudiante.

### **1.3 La habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas**

#### **La habilidad algoritmizar y las peculiaridades de su desarrollo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal**

Desde comienzos del siglo XXI, se han publicado manuales, libros e investigaciones sobre la algoritmización, los algoritmos y el pensamiento algorítmico, pero la mayoría de estos se han concentrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Programación y el desarrollo de algoritmos computacionales, entre ellos: Cortés, Vanoli y Casas (2010); Edmonds (2008); Fariña (2009); Futschek (2006); J. C. López (2009); Martínez y Fariña (2012); Salgado, Alonso y Gorina (2014); Salgado, Alonso, Gorina y Tardo (2013a), (2013b) y Valenzuela (2003), por solo citar algunos.

En las literaturas anglosajona y gala, emplean los términos: algoritmo, algoritmización, pensamiento algorítmico y pensamiento computacional, muy relacionados entre sí, pero solamente se identifica a la habilidad algoritmizar en investigaciones del área latinoamericana. Antes de caracterizar la habilidad algoritmizar se hace necesario un acercamiento al estudio de los términos mencionados.

#### **Los algoritmos**

Los algoritmos han sido muy utilizados para resolver problemas: los manuales de usuario para usar un equipo o máquina, el procedimiento para calcular el cociente de dos números, el Algoritmo de Euclides para obtener el máximo común divisor de dos enteros positivos, o el método de Gauss



para resolver sistemas de ecuaciones lineales, son ejemplos de esto. “El gran éxito del álgebra se debe a la noción de algoritmo” (E. García, 1975, p. 217).

El término algoritmo data desde 2500 años antes de nuestra era, los contadores lo usaban para realizar las cuatro operaciones básicas y realizar diferentes cálculos, aunque en la actualidad, se plantea que un algoritmo es un procedimiento para resolver un problema computacional y lo consideran un conjunto de reglas, sencillas y aplicables un número finito de veces, que se aplican a unos datos (entrada) y dan resultados (salida) que constituyen la solución del problema (E. García, 1975; Sedgewick, 1983; Orantes, 1996; L. Snyder, 2000; Cormen, Leiserson, Rivest y Stein, 2001; Murty, 2001; Parberry y Garsarch, 2002; A. J. Pérez, 2005; Futschek, 2006; Fariña, 2009; J. C. López, 2009; Cortés *et al.*, 2010; Salgado, Alonso, *et al.*, 2013b; Jonsson, Norqvist, Liljekvist y Lithner, 2014; Salgado, 2015; Plerou y Vlamos, 2016).

Este planteamiento restringe este concepto, que no es propio de la informática, ya que los algoritmos operan sobre cualquier clase de problemas, matemáticos, computacionales, químicos, físicos y de cualquier otra ciencia (Trejos, 1999; Valenzuela, 2003; Easton, 2006).

Existe, sin llegar a una definición formal, consenso en la comunidad científica sobre el concepto de algoritmo, los autores consultados se refieren al algoritmo como un conjunto de pasos finitos y ordenados que conducen a la solución de un problema (Easton, 2006) o familia de problemas determinados. Destacan, además, que una familia de problemas puede ser resuelta por un algoritmo, pero que pueden existir varios algoritmos que resuelvan el mismo problema (Sedgewick, 1983; Ballester *et al.*, 1992b; Trejos, 1999; Valenzuela, 2003; Fernández, 2005; A. J. Pérez, 2005; Futschek, 2006; Edmonds, 2008; Dowek, 2011).

Por otro lado, Martínez y Fariña (2012), consideran el algoritmo como una forma no acabada del pensamiento y lo asumen como un sistema de pasos ordenados (finito y flexible) que conducen a

la solución de una familia de problemas (del mismo tipo). Estos son relacionados con representaciones y abstracciones de objetos del mundo real y para designarlos se utilizan variables, símbolos, codificaciones.

La autora de esta tesis asume, que el algoritmo, de acuerdo con la caracterización realizada por Pedroso (2011), es un modelo para la resolución de problemas, que implica el desarrollo de acciones ordenadas, y debe ser: resultativo, general y finito; así como identificable con objetos constructivos. Aplicable en la enseñanza para varios fines, con el empleo de representación y codificación del lenguaje, y el análisis explícito de la eficiencia para obtener los resultados previstos.

### **Los algoritmos en el proceso de enseñanza-aprendizaje**

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) y pueden ser aplicados como instrumentos para facilitar el aprendizaje de reglas, realizar la planificación y prescripción o guiar metodológicamente la resolución de problemas (Pedroso, 2011).

Algunos aspectos que han limitado el empleo de los algoritmos en la enseñanza han sido: la visión pragmática, expresada en su empleo para simplificar procedimientos complejos y la carencia de marco conceptual transparente; debido a que los trabajos de Landa, iniciados en 1966 y que enmarcan “(...) los algoritmos dentro de la naciente teoría cibernética del control de procesos intelectuales con la finalidad última de racionalizar el proceso de instrucción y del aprendizaje” (Orantes, 1996, p. 2), solamente fueron conocidos en Occidente hasta 1974; además, el empleo de mapas conceptuales y otros recursos suplantaron su uso (Orantes, 1996).

Con el desarrollo de las tecnologías de la informática y las comunicaciones, los algoritmos comenzaron a jugar un papel fundamental en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la sociedad, y se han insertado en todos los aspectos de la vida. Son considerados una cualidad matemática necesaria para cualquier persona, la noción de algoritmo ha sido enfatizada gradualmente en los círculos educacionales y ha despertado el interés investigativo desde la matemática educativa (Peng, 2007), ya que los algoritmos apoyan la comprensión conceptual y en un nivel más complejo, la construcción de bloques que permiten entender los conceptos (Long, 2005).

Según Edmonds (2008), los estudiantes tienen dificultad en el pensamiento abstracto 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.

Por su parte, Serrano (2008) plantea que considera el conocimiento procedimental como un algoritmo, asumiéndolo como una lista bien definida, ordenada y finita de operaciones que permite hallar la solución a un problema. Además, refiere que un algoritmo aritmético es un procedimiento de cálculo con: un número finito de pasos, cada paso debe estar precisamente definido, entradas de cantidades tomadas de conjuntos específicos de objetos, salida de cantidades específicamente relacionadas con las entradas, las operaciones a realizar deben ser tan básicas como para que puedan ser hechas de manera exacta y en un tiempo finito, reunir los mínimos pasos para alcanzar la solución.

La enseñanza con enfoque algorítmico tiende a confundirse con un tratamiento no significativo, según Jonsson *et al.* (2014) el aprendizaje algorítmico es el “empleo de procedimientos memorizados o bien practicados sin la reflexión sobre el significado” (p. 21). Aunque existen contradicciones en su concepción.

También se pueden emplear los algoritmos para el análisis psicológico de la actividad, lo que permitirá la incidencia en la formación del modelo interno regulador de las acciones a partir de la información brindada (dificultades y aprendizajes) por el proceso de desarrollo del algoritmo. Esto incrementa la adquisición de los conocimientos en el proceso de aprendizaje, ya que el análisis del procedimiento obtenido brinda orientaciones concretas sobre las formas necesarias a utilizar en la formación y preparación de los discentes y posibilita una activación y motivación del aprendizaje (Viera Montes de Oca, 1993).

Tanto desde el punto de vista psicológico como pedagógico debe analizarse que la descripción algorítmica es admisible y fundamentada, si se cumple que: todas las operaciones para realizar la tarea y las condiciones que determinan la secuencia de su empleo sean conocidas; las operaciones y las condiciones sean definidas con claridad; el algoritmo planteado conduzca a la solución de la tarea; y el estudiante sea capaz de ejecutar y verificar las operaciones y condiciones en el algoritmo (Viera Montes de Oca, 1993).

Desde el punto de vista conductista, los algoritmos, en una enseñanza programada, se pueden implementar como programas en una máquina de enseñar y guían el aprendizaje del alumno. En estos métodos se obvia el error y cuando se comete un error, el programa se retroalimenta automáticamente para asimilar los pasos anteriores supuestamente mal aprendidos. Mientras que en el constructivismo se sostiene la tesis de que los errores hay que sacarlos a la luz y proceder consecuentemente (A. J. Pérez, 2005).

Desde el punto de vista del enfoque histórico cultural asumido por la autora los algoritmos en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal constituyen: una guía metodológica que permite tanto la comprensión conceptual como procedimental y el análisis de regla; además, favorecen el desarrollo de la abstracción y el trabajo simbólico, propiciando la comunicación del

sujeto con su objeto de trabajo, mediado por la psiquis, que expresan la materialización de los conceptos y los procedimientos con el empleo de símbolos y signos.

### **La algoritmización**

La algoritmización forma parte del proceso de diseño de los algoritmos computacionales, por lo que cobra vital importancia para las ciencias informáticas.

La autora Viera Montes de Oca (1993) la define como: “una forma de análisis psicológico de la actividad (...) orientada hacia la persona sin dejar de considerar la tarea y las condiciones de ejecución de la actividad” (p. 55) que “posibilita una representación formal de la ejecución de las acciones y del transcurso del pensamiento” (p. 54). Además, plantea que propicia la investigación del procedimiento de solución las tareas y el descubrimiento de las operaciones empleadas, así como en qué momentos del desarrollo de la solución de la tarea se presentan las dificultades, cuáles son los modos posibles de proceder en cada caso y cuáles son propicios. Siendo esto útil para la Psicología del Aprendizaje.

En la resolución de un problema con la computadora la parte pensante está en el algoritmo. Así pues, la eficacia de un programador no está en conocer la herramienta de programación sino en saber resolver problemas con la computadora para lo cual se requiere conocer un concepto conocido como metodología de la programación cuyo eje central es el algoritmo (Machaca, 2008). Por su parte, Salgado (2015), planteó que en el proceso de resolución de un problema de programación computacional, la algoritmización es una habilidad esencial y consiste en el planteamiento de una “sucesión de operaciones computacionales mediante pseudocódigos, diagramas de flujo o diagramas de Nassi – Schneiderman, tomando como base las relaciones develadas entre los objetos matemáticos (...)” (p. 21). Pero, desde el punto de vista pedagógico,

la algoritmización es considerada como componente procedimental en el desarrollo de los procesos mentales que se manifiesta en lo instrumental del pensamiento lógico (Pedroso, 2011).

La algoritmización requiere de procedimientos consecutivos, que incluyen el reconocimiento del objetivo del problema, planificación de un algoritmo de solución tomando en cuenta diferentes alternativas y reflexión sobre el proceso de resolución de problemas evaluando los resultados del proceso (Plerou y Vlamos, 2016).

A partir del análisis de los planteamientos anteriores, se asume la algoritmización como: un método para la resolución de problemas, basado en el desarrollo de acciones lógicas ordenadas que inciden en la formación de un modelo que regula estas acciones y posibilita su representación formal y codificación para el proceso de desarrollo del algoritmo.

### **Pensamiento computacional y pensamiento algorítmico**

El desarrollo de la tecnología ha puesto al descubierto las necesidades y carencias de la formación de un individuo con un grado de desarrollo del pensamiento computacional y habilidades para la programación. Lo que ha traído como consecuencia que los gobiernos, instituciones educativas y empresas se hayan enfrascado en llevar a cabo propuestas para fomentar la codificación en la educación (Valverde, Fernández y Garrido, 2015).

Varias han sido las investigaciones realizadas sobre el desarrollo del pensamiento computacional y el pensamiento algorítmico, pero establecer la diferencia entre ambos conceptos es un aspecto en el que la comunidad científica se encuentra enfrascada. En la búsqueda de una definición sobre el pensamiento computacional, se encuentran definiciones diversas que tienen en común la referencia al uso de abstracciones de la realidad y la creación de algoritmos (Weintrop *et al.*, 2016).

El **pensamiento computacional** es una habilidad esencial para todas las personas, no solamente para los profesionales de las ciencias informáticas, que está relacionado con la resolución de

problemas, el diseño de sistemas y la comprensión del comportamiento humano. Se basa en transformar un problema, en uno cuya solución sea posible, con el empleo de varias herramientas, el razonamiento heurístico y la conversión de datos en códigos y los códigos en datos (Wing, 2006b, 2006a, 2008, 2011).

Tiene como características: requerir el pensamiento con múltiples niveles de abstracción; ser conocimiento esencial (no rutina); ser una forma de pensar del ser humano con el empleo de la imaginación y la inteligencia; complementación y combinación del pensamiento matemático y el pensamiento ingenieril; empleo de conceptos computacionales para aproximarse a la solución de los problemas, gestionar la vida diaria, comunicar e interactuar con otras personas (Wing, 2006b, 2006a, 2008, 2011).

Es considerado un proceso mental caracterizado por la sistematicidad y la integración que el estudiante desarrolla para resolver computacionalmente “una situación problémica, a partir de su cultura computacional y del razonamiento que lleva a cabo en el marco de una lógica formal”. (Salgado, 2015, p. 13)

Comúnmente se relaciona el pensamiento computacional con su arista procedimental, sin embargo, los estudiantes pueden emplear formas reflexivas y productivas del pensamiento computacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal. Para tener éxito en los cursos de Álgebra Lineal, los estudiantes, tienen que ser capaces de usar y combinar los modos de pensamiento abstracto, pensamiento computacional y pensamiento geométrico (Bagley y Rabin, 2013).

El pensamiento abstracto es referido al trabajo con los vectores como elementos de un espacio vectorial, el pensamiento computacional referido 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 y el pensamiento geométrico referido al trabajo con vectores geométricos y otros conceptos relacionados con estos, entre los que se encuentran rectas y planos (Bagley y Rabin, 2013).

Además de ser variado, flexible y sofisticado, el pensamiento computacional, está referido 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.

Por otro lado, se dice que el **pensamiento algorítmico** ha transformado las ciencias descriptivas y las humanidades, acercándolas a la esencia matemática de las ciencias de la computación (Easton, 2006). Este término ha sido empleado con frecuencia por varios autores como una de las habilidades relevantes para la formación en informática (L. Snyder, 2000) y su desarrollo, clave para las ciencias informáticas, puede ser llevado a cabo independientemente de aprender a programar (Futschek, 2006).

El pensamiento algorítmico está asociado a la habilidad para resolver un problema, empleando una vía lógica y organizada de pensamiento, a partir de desagregar una tarea compleja 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 (Vidal, Cabezas, Parra y López, 2015; Lockwood, Asay, DeJarnette y Thomas, 2016; Plerou y Vlamos, 2016).

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 (Futschek, 2006).



Tiene un aspecto creativo marcado por la construcción de nuevos algoritmos para resolver los problemas dados, que requiere un alto grado de desarrollo de la habilidad.

Fariña (2009), lo definió como cualidad del pensamiento, “que condicionada por un proceso de enseñanza-aprendizaje, estimula los procesos lógicos para reflejar de modo consciente la solución de un problema a través de un sistema ordenado, flexible y finito de acciones (p. 36).

El pensamiento algorítmico trasciende los lenguajes de programación o un contexto particular, incluye el proceso de toma de decisiones sobre qué herramientas emplear y como organizarlas, y necesariamente involucra flexibilidad de pensamiento, así como conocimiento conceptual. Esta noción de pensamiento algorítmico, que se solapa con el conocimiento procedimental e incluye entender cómo diseñar un algoritmo, distingue al conocimiento procedimental ya que ofrece la visión de este tipo de conocimiento como un recurso matemático productivo (Bagley y Rabin, 2013; Lockwood *et al.*, 2016).

El pensamiento algorítmico contribuye a la solución de las tareas particularizadas en el uso de algoritmos o procedimientos algorítmicos que propician la interacción alumno-computadora y en la que la experiencia acumulada el alumno influye en el razonamiento y la conducta a asumir en la aplicación de los procesos lógicos del pensamiento para la búsqueda de acciones y operaciones que tributen al resultado esperado (Fariña, 2009).

Para desarrollar el pensamiento algorítmico, son necesarios: 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).

Los principios básicos de la algoritmización contribuyen al desarrollo del pensamiento lógico y las metodologías de aprendizaje que se necesitan para la resolución de problemas. Algunos de los principios básicos que se necesitan son la habilidad para concebir el problema dado y el empleo de técnicas para describir el problema brevemente. Además, la aplicación de técnicas que divide un problema en piezas más pequeñas, así como el diseño, la descripción y la aplicación de las estrategias necesarias para resolver un problema (Plerou y Vlamos, 2016).

En la investigación llevada a cabo por Salgado (2015), se planteó que el pensamiento algorítmico computacional es entendido como una forma de razonamiento lógico, centrado en la algoritmización y “actúa en el proceso de resolución de problemas de programación computacional, facilitando el tránsito entre los procesos de representación matemática y generalización pseudocodificada de dichos problemas y posibilitando al estudiante la obtención de soluciones computacionales eficientes y eficaces” (p. 73).

Dentro de la diversidad de la terminología empleada (pensamiento algorítmico, pensamiento computacional y algoritmización) se vislumbra la unidad de criterio en cuanto a los siguientes elementos: ejecución de acciones ordenadas para resolver un problema (tarea); flexibilidad del pensamiento, consistente en resolver la tarea descomponiéndola en tareas más sencillas empleando herramientas y conocimientos adquiridos previamente; la concepción, diseño, aplicación y evaluación del algoritmo.

Además, involucran el trabajo con abstracciones de la realidad; el empleo en diversas ramas del conocimiento, no solamente en la matemática y las ciencias informáticas o de la computación; y la inclusión del componente procedimental, pero no dejan explícita su relación con el componente conceptual.

### **Procedimientos heurísticos y algorítmicos**

En la Metodología de la Enseñanza de la Matemática se hace referencia al componente procedimental y se introducen los conceptos de procedimientos heurísticos. y procedimientos algorítmicos.

Los procedimientos heurísticos se asocian al pensamiento reflexivo, estructurado y creativo, al no existir un algoritmo general en la creación de algoritmos particulares necesarios para resolver un problema dado, se requiere de su empleo ya que permiten obtener un esclarecimiento del problema estableciendo las estrategias necesarias para su solución.

Los procedimientos algorítmicos, se conciben en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática como Sucesión de Indicaciones con Carácter Algorítmico (SICA) que se entiende como: “sucesión de órdenes o indicaciones para realizar un cierto sistema de operaciones en un orden determinado, que inducen a operaciones unívocas, rigurosamente determinadas y del mismo tipo en aquellos individuos hacia los cuales están dirigidas” (Ballester *et al.*, 1992b, p. 246); que se emplean en la obtención de la solución de ejercicios y problemas, siendo considerados un eslabón dentro de la actividad mental del estudiante (S. Hernández, 2000).

### **La habilidad algoritmizar y el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal**

El sistema básico de habilidades generales matemáticas fue revelado por H. Hernández (1989), como parte del contenido de su tesis doctoral, en este sistema se incluían: definir, demostrar, identificar, interpretar, recodificar, graficar, algoritmizar y calcular. Para ello se tomaron como premisa que fueran: habilidades consideradas propias del quehacer matemático, pero no exclusivas de este; lo suficientemente generales, manteniendo su presencia en la formación matemática de los diferentes niveles de enseñanza; imprescindibles para la formación matemática de pregrado en las carreras en donde la matemática forma parte del currículo.

Estas habilidades fueron presentadas como sistema de carácter jerárquico y cada una de ellas puede ser considerada como un sistema propio dada la estrecha relación entre las habilidades del sistema (J. R. Delgado, 2001).

De acuerdo a la función que realizan, J. R. Delgado (2001) las agrupó en: conceptuales (operan directamente con los conceptos), traductoras (permiten correlacionar el conocimiento de un dominio), operativas (funcionan como auxiliares de otras más complejas y se relacionan con la ejecución), heurísticas y metacognitivas (emplean recursos heurísticos y metacognitivos asociándose a un pensamiento reflexivo, estructurado y creativo).

La habilidad algoritmizar, clasificada como habilidad operativa, fue definida como: “plantear una sucesión estricta de operaciones matemáticas que describan un procedimiento conducente a la solución de un problema”(J. R. Delgado, 2001, p. 68).

Tiene doble importancia: desde el punto de vista cognitivo, establecer el algoritmo constituye una base teórica para establecer la secuencia lógica de la dinámica del modelo y su formación; metodológicamente, la sucesión de operaciones del algoritmo, sirve como base de orientación para realizar la acción. Es por esto que se plantea que todo profesional moderno que organice recursos humanos o materiales con un fin productivo debe tener formada esta habilidad y la enseñanza de la Matemática puede contribuir a formarla en él (J. R. Delgado, 2001).

Esta definición ubica a la habilidad algoritmizar como elemento tanto del pensamiento computacional como del pensamiento algorítmico y la relaciona con la algoritmización toda vez que expresa la ejecución de acciones ordenadas para resolver un problema, pero restringe su dominio al campo de la matemática.

Se señala como limitación que hace énfasis en el componente operacional sin tomar en cuenta la flexibilidad del pensamiento, para resolver la tarea empleando herramientas y conocimientos

adquiridos previamente, ni la descomposición del problema en problemas cuya solución sea más sencilla. Al mismo tiempo, se ciñe al establecimiento del conjunto de pasos, pero no toma en cuenta que esas operaciones pueden llevarse a cabo con el empleo de un algoritmo conocido, su adaptación o la creación de otro.

No obstante, la autora de esta investigación asume la definición de habilidad algoritmizar mencionada, pero establece que la sucesión de operaciones debe dirigirse a la comprensión, comparación, validación y creación de algoritmos (ya sea partiendo de uno conocido o no), y al no existir un algoritmo predeterminado para llevar a cabo este proceso creativo, se requiere del empleo de procedimientos tanto heurísticos como algorítmicos.

En la habilidad algoritmizar debe manifestarse la estrecha relación entre los componentes conceptual y procedimental, y la flexibilidad del pensamiento que requiere del empleo de herramientas y conocimientos adquiridos previamente.

La complejidad de la estructura de la habilidad algoritmizar, no permite enmarcarla exclusivamente en uno de los grupos de la clasificación realizada por J. R. Delgado (2001), ya que la misma, además de presuponer la interrelación con otras habilidades que, en dependencia de problema a resolver, se necesita: identificar, interpretar, calcular, modelar, recodificar, comparar, optimizar, aproximar y graficar; implica un pensamiento flexible y el dominio consciente, por parte del sujeto, de los componentes conceptual y procedimental para apropiarse de un modo de actuación que le permita enfrentarse a nuevas situaciones.

Los componentes conceptuales y procedimentales están asociados a los conocimientos conceptual y procedimental. El conocimiento conceptual puede definirse como el conocimiento de los conceptos de un dominio y sus interrelaciones, y el conocimiento procedimental, como la habilidad para ejecutar secuencias de acciones para resolver problemas.

Se considera que ambos tipos de conocimiento contribuyen a la habilidad para resolver un rango de problemas flexible y eficientemente, lo que dan en llamar flexibilidad procedimental, donde los discentes conocen múltiples procedimientos y los aplican de forma adaptativa a un conjunto de situaciones. Las personas que desarrollan flexibilidad procedimental son más propensas a usar o adaptar procedimientos existentes cuando se enfrentan a problemas que no les son familiares y logran mejor comprensión del dominio de conceptos (Schneider, Rittle-Johnson y Star, 2011).

Los conceptos y los procedimientos pueden, simultáneamente, reforzar la flexibilidad procedimental a través de varios mecanismos. La instrucción, dirigida al conocimiento procedimental o conceptual, pudiera esperarse que provoque un efecto positivo, aunque de forma indirecta, en la flexibilidad procedimental, sin ser deseable que se centre la atención en uno solo de estos tipos de conocimiento (Schneider *et al.*, 2011).

El conocimiento conceptual ayuda con la construcción, selección y apropiada ejecución de procedimientos para la resolución de problemas. Al mismo tiempo, la práctica de los procedimientos ayuda a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda de los conceptos. Ambos tipos de conocimiento se entrelazan y se refuerzan el uno al otro y sirven de base para el desarrollo de la flexibilidad procedimental (Schneider *et al.*, 2011).

En la investigación realizada por Pedroso (2011) se asume que la estructura interna de la habilidad algoritmizar consta de cuatro acciones: determinación de los datos de entrada, determinación de la prescripción, representación en pseudocódigo de la prescripción, análisis de la eficiencia del algoritmo.

Según Linares (2007) para algoritmizar se debe: determinar el modelo a seguir, relacionar con los contenidos matemáticos que se conocen (a partir del análisis de los objetos a relacionar, determinar los criterios de relación, los nexos entre los objetos y los nexos inversos), definir la secuencia

lógica de acciones a seguir en la solución (con la determinación de las características esenciales del objeto y enunciando los rasgos esenciales del mismo) y convertir la secuencia de acciones lógicas en lenguaje de pseudocódigo.

S. Hernández (2000) mostró la estructura de la habilidad y estableció la correspondencia de cada una de estas acciones con las habilidades del sistema habilidades generales matemáticas propuestas por H. Hernández (1989, 2001)

A diferencia de los autores anteriores, estableció cinco acciones y a estas le asoció las siguientes habilidades: determinar los datos (interpretar, identificar), determinar las operaciones o los pasos a ejecutar (identificar, calcular, recodificar), establecer el orden o secuencia de estas operaciones (comparar, graficar), decidir los momentos de alternativas o tomas de decisiones y expresar los ciclos o bucles (fundamentar, comparar, graficar) y correr o rastrear el algoritmo a modo de verificación o control, en caso de fallas corregir (autocontrolar, graficar); asociando la habilidad controlar a cada una de las cinco acciones, como una habilidad transversal (S. Hernández, 2000).

A partir de los elementos antes mencionados, tomando, además, en consideración los trabajos de Futschek (2006), Lockwood *et al.* y Plerou y Vlamos (2016), la autora de esta tesis asume la estructura interna de la habilidad algoritmizar, tal y como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1. Estructura interna de la habilidad algoritmizar**

Acciones	Operaciones
Analizar el problema	Identificar, Interpretar
Especificar el problema con precisión	Identificar, Interpretar, modelar
Encontrar acciones básicas adecuadas al problema dado	Comparar, recodificar, optimizar
Construir, adaptar o aplicar el algoritmo correcto	Identificar, comparar, optimizar
Representar el algoritmo	Recodificar, graficar, modelar
Comprobar la eficiencia del algoritmo	Controlar

En esta estructura se muestra la correspondencia de las acciones con las operaciones como componentes estructurales de la habilidad.

Estas acciones y operaciones se llevan a cabo, desde el punto de vista metodológico a con el empleo de varios procedimientos (las SICA y procedimientos heurísticos) que incluyen: la determinación de los datos, la descomposición del problema en tareas más pequeñas, la toma de decisiones sobre qué herramientas emplear y cómo organizarlas, el análisis de todos los casos posibles de solución del problema, el empleo de alguna forma de representación de los algoritmos y la verificación de que el algoritmo resuelva el problema planteado.

La acción de controlar es constante durante la algoritmización. La BOA, establece los niveles de ayuda necesarios para llevar a cabo la tarea sin llegar a ser una imagen acabada de las acciones para contribuir al tránsito exitoso del estudiante por los diferentes niveles de asimilación del contenido.

Para el desarrollo de la habilidad algoritmizar, es necesario entrenar a los estudiantes en el desarrollo de un conjunto de acciones que les permita recrear un algoritmo, como procedimiento general de resolución de un problema, o parte del mismo (S. Hernández, 2000).

En Matemática, algunas dificultades están relacionadas con deficiencias en la resolución algorítmica de los problemas. La habilidad para diseñar algoritmos para la resolución de problemas requiere e impone habilidades cognitivas (Plerou y Vlamos, 2016) ya que “(...) no se puede separar el saber del saber hacer, porque saber siempre es saber hacer algo, no puede haber un conocimiento sin una habilidad, sin un saber hacer” (Talízina, 1985, p. 48).

En la adquisición de las destrezas matemáticas básicas están implicados los procesos ejecutivos, que incluyen, entre otros, la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva.



Estos procesos se relacionan con: la conducta consciente y planificada dirigida a metas, la toma de decisiones para responder en situaciones novedosas y a la capacidad para bloquear las conductas que alejan al individuo del objetivo perseguido. Están referidas a lo necesario para el control del pensamiento, de las emociones y de las acciones, e implican procesos cognitivos de alto nivel, autorregulados para la supervisión y control del pensamiento y la acción (Risso *et al.*, 2015).

El lenguaje del Álgebra Lineal está sujeto a una sintaxis que depende rigurosamente de los nexos símbolo-objeto, por lo que se necesita que la tarea sea concebida sobre la base de la formación de una representación que se identifique con un registro dado y la transformación de ese registro semiótico a otro.

La consolidación del nexo símbolo-objeto se lleva a cabo empleando la codificación y decodificación de diferentes representaciones semióticas de los objetos matemáticos, y el profesor debe propiciar que el estudiante esté consciente de su núcleo invariante.

El nexo símbolo-objeto y la transferencia de registros semióticos, son características presentes tanto en el álgebra lineal como en la algoritmización; además, varios de los procedimientos del álgebra lineal son programables, de ahí que la algoritmización transcurra como un proceso natural en la asignatura. Esto conlleva al empleo del pensamiento lógico y sistemático; así como la representación, generalización y formalización de patrones y regularidades de las estructuras de esta materia.

### **1.3.1 La habilidad algoritmizar en el perfil del profesional en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas**

La informatización de la sociedad cubana, necesita de la formación de profesionales con habilidades para enfrentarla. Por un lado, existe una voluntad política a nivel de país, con los lineamientos del VI Congreso del PCC y su actualización en 2017 (PCC, 2011, 2017b, 2017a) y por otro, se realizan investigaciones, centradas en la formación de estos profesionales, entre las

que se encuentran: Verdecia (2011), Díaz (2013), Salgado, Alonso y Gorina (2013), (2013a), (2013b), Saez, Ciudad, Puentes y Menéndez, Salgado, Alonso y Gorina (2015), A. Blanco, Salgado y Alonso (2016) y Salgado, Alonso, Gorina y Tomás (2017).

El proceso de informatización de la sociedad cubana, comprende la informatización de las organizaciones, el ciclo de vida del software, el soporte al desarrollo de la industria de software y el mantenimiento de las tecnologías de la información (Díaz, 2013).

El desarrollo de un software, de manera general, consta de varias fases: análisis, diseño, implementación y prueba. En el análisis se obtienen los datos, se modela y esquematiza el proceso (en función del problema a resolver), con el empleo de símbolos y diagramas. Estos elementos permiten la modelación y diseño de la solución del problema y se traducen al lenguaje computacional a través de algoritmos. Durante todo el proceso, se realizan pruebas (controles) para corregir los errores y comprobar la veracidad de la solución.

En el plan de estudios de la carrera se establece que la disciplina Técnicas de Programación de Computadoras tributa a la formación de ese profesional desde dos direcciones fundamentales: la formación básica general, que conduce a la formación y el desarrollo de habilidades (imprescindibles para el Ingeniero en Ciencias Informáticas ) como la abstracción, el pensamiento lógico y algorítmico y la “formación básica específica que determina la preparación principal para el rol de programador”(…) “y una preparación secundaria en el rol de diseñador, analista y otros roles importantes dentro del ciclo de vida de un software, el objeto de trabajo de la profesión”(MES, 2014, p. 100).

Asociado a uno de los objetivos generales de la carrera: “Diseñar, desarrollar y mantener aplicaciones informáticas a gran escala” (MES, 2014, p. 11), y al objeto de trabajo del Ingeniero en Ciencias Informáticas mencionado, se destaca la necesidad del desarrollo del pensamiento

lógico, el diseño de algoritmos, la resolución de problemas y la programación, de ahí que entre las habilidades indispensables para los Ingenieros en Ciencias Informáticas y graduados de otras carreras afines se encuentren programar y algoritmizar por estar íntimamente relacionadas con la elaboración de programas de computación.

A partir de tercer año de la carrera, en la disciplina Práctica Profesional, los estudiantes comienzan a desempeñarse por los roles que se ejecutan en las diferentes etapas del ciclo de vida de un *software* (Díaz, 2013), estos se dividen en dos clasificaciones: básicos y de soporte (MES, 2014), tal y como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2. Roles asociados a los modos de actuación del Ingeniero en Ciencias Informáticas**

<b>Roles básicos</b>	<b>Acciones con las que se relacionan</b>	<b>Roles de soporte</b>	<b>Acciones con las que se relacionan</b>
<b>Programador</b>	Algoritmizar, recodificar, optimizar, modelar, identificar	<b>Configuración y cambio</b>	Identificar, modelar, algoritmizar
<b>Diseñador de Base de Datos</b>	Identificar, definir, modelar, algoritmizar	<b>Analista de Procesos de Negocio</b>	Identificar, interpretar, modelar, definir, algoritmizar
<b>Analista</b>	Identificar, interpretar, modelar	<b>Administrador de Base de Datos</b>	Modelar, definir, algoritmizar
<b>Diseñador de Pruebas</b>	Algoritmizar, identificar, interpretar, controlar	<b>Soporte de <i>Software</i> y <i>Hardware</i></b>	Modelar, definir, algoritmizar

La Tabla 2 muestra, además, la relación establecida entre algunas de las acciones del sistema básico de habilidades matemáticas (H. Hernández, 2001) y cada uno de estos roles, determinada a partir del análisis de las competencias definidas para cada uno de estos roles por Díaz (2013).

Para lograr un buen desempeño de los estudiantes en estos roles, es necesaria la formación de estas habilidades en el ciclo básico de la carrera, y todas las asignaturas del currículo deben tributar a ello. Ambas habilidades constituyen el contenido de acciones para la transformación del ciclo de vida de un *software* y se sistematizan en el currículo permitiendo resolver problemas profesionales tales como la producción de *software*.

Estas habilidades son aportadas, entre otras, por la Técnicas de Programación de Computadoras y asignaturas del ejercicio de la profesión y se integran como invariantes de habilidad profesional, que expresa, desde el punto de vista didáctico, un modo de actuar profesional. La habilidad algoritmizar también es aportada por la Disciplina Matemática y por las asignaturas que la componen, entre las que se encuentra el Álgebra Lineal. No se identifican directamente como habilidad profesional y los modos de actuar profesional, pero se corresponde a estos.

Es importante destacar que antes de producir un código ejecutable, primero es necesario desarrollar y entender el algoritmo detrás del código y descubrirlo de forma abstracta y estar seguro de que trabaja correcta y eficientemente (Edmonds, 2008). Para ser un programador experto se debe: tener una base sólida del conocimiento algorítmico y la técnica para su desarrollo (Cormen *et al.*, 2001); habilidad para crear algoritmos eficientes y efectivos en nuevas situaciones; internalizar e integrar lo aprendido y aplicarlo a las nuevas circunstancias en vez de memorizar una colección de técnicas estándares y sus aplicaciones (Parberry y Garsarch, 2002).

Es necesario que el individuo desarrolle un alto grado de desarrollo de la habilidad algoritmizar, donde cobra importancia la flexibilidad algorítmica que comprende: la toma de decisiones, de

forma flexible, sobre qué herramientas algorítmicas emplear y como organizarlas en la resolución de problemas, expresándolo mediante lenguaje natural, diagramas de flujo o pseudocódigos, la relación existente entre las estructuras algorítmicas, su integración jerárquica.

La habilidad algorimizar se sistematiza y generaliza en el tránsito por las asignaturas de la Disciplina de Técnicas de Programación de Computadoras, lo que la convierte en invariante de habilidad profesional, que a su vez es una de las acciones asociadas a la habilidad programar y se involucran, ambas, directamente en el proceso de desarrollo de *software*.

### **Conclusiones del Capítulo 1**

El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, fundamentado en la Didáctica General y las bases teóricas de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje y las relaciones entre ellos, ha ido evolucionando hasta un proceso de enseñanza-aprendizaje con el empleo del enfoque sistémico de tipo genético donde se distingue su carácter integrador, problematizador y contextual. En él se asume la tarea como actividad fundamental para el desarrollo de habilidades que propicie el desarrollo del pensamiento lógico y el tránsito del estudiante por los niveles de generalización teórica.

Asumir como fundamentos filosóficos, sociológicos y psicológicos: la teoría de la actividad, el materialismo dialéctico, la teoría del conocimiento, la sociología de la educación, el enfoque histórico cultural y la ley genética del desarrollo, permite considerar el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal como un proceso dialéctico y social donde la actividad del estudiante, el profesor y el grupo tributan al enriquecimiento de su desarrollo intelectual y su compromiso con la sociedad a través de la solución de tareas algebraicas contextualizadas al perfil profesional.

Desde el punto de vista de la teoría de la actividad, considerar tanto al pensamiento como a la habilidad como actividades humanas, donde la habilidad es parte componente del pensamiento, permitió asociar la habilidad algoritmizar con acciones correspondientes a los pensamientos algorítmico y computacional. Esto permitió determinar la estructura de la habilidad que comprende un sistema de acciones y operaciones para la resolución de problemas donde se ponen de manifiesto la relación entre los componentes conceptual y procedimental, así como la flexibilidad algorítmica.

El desarrollo de la habilidad algorimizar implica flexibilidad del pensamiento, a partir del establecimiento de diferentes niveles de ayuda al estudiante mediante la BOA. El logro del desarrollo esta habilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, requiere que la estrategia didáctica que se proponga tome en cuenta las fases del proceso de desarrollo de habilidades que favorezcan la comprensión y desarrollo de algoritmos, la internalización e integración de lo aprendido para su aplicación a nuevas circunstancias y el empleo de códigos y símbolos.

**CAPÍTULO 2. DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL  
DESARROLLO DE LA HABILIDAD ALGORITMIZAR EN EL PROCESO DE  
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL**

## **CAPÍTULO 2. DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD ALGORITMIZAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL**

En este capítulo se describe el estado inicial del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, tomando en consideración los aspectos teórico–metodológicos abordados en el Capítulo 1. Basado en estos, se caracteriza y fundamenta una estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal. Se presenta la variable en estudio, sus dimensiones e indicadores que permitieron la elaboración de los instrumentos, la fundamentación de la estrategia didáctica, sus componentes y su aplicación mediante un pre-experimento. Se presentan los principales resultados obtenidos.

### **2.1 Estado inicial del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas**

En la determinación del estado inicial del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, se establecieron las premisas metodológicas para el desarrollo de esta habilidad. Sobre la base de los aspectos teórico-metodológicos abordados en el Capítulo 1, estas premisas son:



- Considerar el proceso de desarrollo de la habilidad como un proceso dialéctico, donde el estudiante, a partir del conocimiento adquirido sea capaz de enfrentarse a nuevas situaciones.
- Corregir la ejecución de las acciones, estableciendo el orden adecuado de las operaciones, y propiciar la ejercitación de forma que se permita la automatización.
- Apoyarse en los resultados del diagnóstico para el trabajo del profesor con respecto a la zona de desarrollo próximo.
- Planificar, organizar y ejecutar el desarrollo de la habilidad algoritmizar a partir de sus invariantes funcionales, donde se garantice el enfoque sistémico.
- Establecer la combinación lineal como nodo de articulación del sistema de conocimientos.
- Realizar la derivación gradual de los objetivos en dependencia a la tipología de forma organizativa a emplear y en el caso de la clase, al tipo de clase a realizar, tomando en cuenta el enfoque profesional como elemento motivacional.
- Emplear tareas docentes que impliquen la toma de decisiones, de forma flexible, sobre las herramientas algorítmicas a emplear y el uso de algoritmos conocidos del Álgebra Lineal como base orientadora de la acción y varias formas para su representación.
- Analizar los medios y los procedimientos a emplear para la adquisición de los modos de actuación en función de los resultados a alcanzar en la asignatura.
- Comprobar el cumplimiento de los objetivos con el empleo de distintas situaciones, mediante la realización del control y la evaluación durante la planificación, la organización y la ejecución.

Se estableció la definición operativa de la variable en estudio sobre la base de la sistematización de los aspectos teóricos sobre el desarrollo de habilidades, la resolución de problemas, el proceso

de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y la algoritmización realizadas por varios autores, entre los que se encuentran: Leontiev (1981), Vygotski (1982), Talízina (1988), H. Hernández (1989), Álvarez de Zayas (1992), Viera Montes de Oca (1993), Fuentes (2000), Silvestre y Zilberstein (2000), J. R. Delgado (2001), Portuondo *et al.* (2004), Futschek (2006), Martínez y Fariña (2012), Bagley y Rabin (2013) y Salgado *et al.* (2015).

Se tomó como variable de estudio el **proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal** que se define como: una **sucesión de etapas** por las que transitan **los profesores, los estudiantes y el grupo**, donde se **sistematizan y enriquecen las relaciones entre los conceptos y los procedimientos** que son propios del **proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal**, así como las **acciones y operaciones componentes de la habilidad algoritmizar**, para favorecer la adquisición de los modos de actuación del Ingeniero en Ciencias Informáticas.

### **Operacionalización de la variable**

En investigaciones donde la variable en estudio se relaciona con el proceso de desarrollo de habilidades, de forma general, se establecen las dimensiones: actitudinal, procedimental y conceptual (Chindumbo, 2017; Reyes, 2018). Sin embargo, la sistematización realizada por la autora, permitió establecer una estructura operacional de la variable de estudio con dimensiones e indicadores que involucran el desempeño del docente, la relación conceptual-procedimental y el empleo de estructuras algorítmicas en la resolución de problemas.

La estructura operacional de la variable, favoreció la elaboración de los instrumentos para la caracterización del estado inicial del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Se determinaron tres dimensiones y quince indicadores, que son relativos al papel del profesor como guía y facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje, la comprensión gradual y progresiva de la relación conceptual-procedimental, y el empleo de estructuras algorítmicas en la resolución de problemas, con la aplicación de herramientas y conocimientos ya adquiridos. A continuación, se ofrecen los detalles de dicha estructura.

**Dimensión I. Desempeño del docente en el proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal**

Agrupar indicadores relacionados con el dominio del profesor, como máximo responsable de la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, de los elementos necesarios para el empleo de un enfoque profesional, el desarrollo de la habilidad algoritmizar y las acciones para llevar a cabo una planeación del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal que favorezca la relación conceptual-procedimental y la adquisición de un modo de actuación.

**Indicadores**

**I-1-** Preparación del profesor para favorecer el desarrollo de la habilidad algoritmizar con enfoque profesional.

Caracteriza el dominio del profesor de los elementos necesarios para el desarrollo de la habilidad algoritmizar y de la relación de esta habilidad y del Álgebra Lineal con los modos de actuación del profesional.

Se manifiesta cuando el profesor es capaz de relacionar qué elementos requiere el desarrollo de la habilidad algoritmizar, en qué momentos del currículo es necesaria la habilidad, cuáles son las razones que permiten su desarrollo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y cuál es su importancia para la profesión.

**I-2-** Establecimiento de la relación entre los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje para desarrollar la habilidad algoritmizar con enfoque profesional.

Caracteriza el grado en que el profesor favorece el desarrollo de la habilidad algoritmizar a través de la relación entre los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, la vinculación entre la planificación y la tipología de las clases de acuerdo a las premisas metodológicas para el desarrollo de la habilidad algoritmizar.

Se manifiesta cuando el profesor, en su rol de facilitador establece de forma intencional y explícita la relación entre problema, objetivo, contenido, métodos, medios y evaluación, y el desarrollo de la habilidad algoritmizar. En la planificación de las actividades docentes, de acuerdo su tipología, se toman en cuenta el reforzamiento de la acción y su relación con el concepto, se retoma la habilidad cada cierto tiempo, se ejecuta la acción en tareas diversas, con conocimientos y condiciones disímiles, y con aumento progresivo de la complejidad de las tareas.

**I-3-** Establecimiento de la relación conceptual-procedimental.

Caracteriza el grado en que el profesor realiza acciones para el establecimiento de la relación concepto-procedimiento durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se manifiesta durante la actividad docente, cuando el profesor es capaz de emplear situaciones donde se muestre la relación entre los conceptos y los procedimientos en todas sus variantes posibles.

**I-4-** Estructuración y articulación de subsistemas de habilidades componentes de la habilidad algoritmizar desde las acciones, operaciones y procedimientos.

Caracteriza el grado en que se establece la estructura de la habilidad algoritmizar a partir de acciones, operaciones y procedimientos.

Se manifiesta en la planificación de la actividad docente a partir de la derivación gradual de los objetivos.

**I-5-** Planteamiento de problemas de la asignatura y vinculados a la profesión de acuerdo a los niveles de generalización teórica.

Caracteriza el grado de correspondencia entre los problemas de la asignatura con el enfoque profesional y con los niveles de generalización teórica a alcanzar.

Se manifiesta cuando se plantean problemas de la asignatura con enfoque profesional de acuerdo a los niveles de generalización teórica.

### **Dimensión II. Significatividad de la relación conceptual-procedimental**

Es la comprensión de la relación conceptual-procedimental, de forma gradual y progresiva, en los que la combinación lineal, los modos de representación y la resolución de problemas se emplean como instrumentos de mediación.

#### **Indicadores**

**II-1-** Dominio de los conceptos y procedimientos básicos del Álgebra Lineal.

Caracteriza el grado en que los estudiantes dominan los conceptos y procedimientos básicos del Álgebra Lineal para su aplicación en la resolución de problemas.

Se manifiesta cuando el estudiante identifica los conceptos y procedimientos y es capaz de emplearlos en la solución de las tareas.

**II-2-** Identificación de la combinación lineal como nodo de articulación del sistema de conocimientos.

Caracteriza el grado en que se reconocen las relaciones entre el concepto de combinación lineal con el resto de los conceptos del Álgebra Lineal y los procedimientos a emplear.

Se manifiesta cuando dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal se emplea la combinación lineal como nodo de articulación en la relación entre conceptos y procedimientos.

**II-3-Reconocimiento las herramientas a emplear en la resolución de problemas.**

Caracteriza el grado en que el estudiante reconoce el tipo de problema, las herramientas y conocimientos necesarios para su resolución.

Se manifiesta cuando el estudiante identifica qué herramientas y conocimientos adquiridos previamente pueden ser empleados para la resolución del problema planteado.

**II-4- Establecimiento de estrategias para la resolución de problemas.**

Caracteriza el grado en que se establecen estrategias para la resolución de un problema.

Se manifiesta en la estrategia planteada por el estudiante para la resolución del problema, a partir de su descomposición en sub-tareas.

**II-5- Dominio de códigos o modos de representación de elementos del Álgebra Lineal.**

Caracteriza el nivel que se emplean los símbolos asociados a los objetos del Álgebra Lineal.

Se manifiesta cuando los estudiantes emplean símbolos para representar los objetos algebraicos.

**II-6- Establecimiento de la relación conceptual-procedimental.**

Caracteriza el grado de correspondencia entre los conceptos, los procedimientos y su articulación con el empleo de símbolos.

Se manifiesta cuando los estudiantes son capaces de establecer la correspondencia entre los conceptos y los procedimientos a través de sus representaciones

**Dimensión III. Flexibilidad algorítmica**

En el contexto de las Ciencias Informáticas, cobra especial significado la flexibilidad algorítmica que comprende la toma de decisiones, de forma adaptativa, sobre qué herramientas algorítmicas y cómo organizarlas en la resolución de problemas.

Análogamente a los postulados de (Salgado, Alonso, *et al.*, 2013b) se puede plantear que este proceso permite expresar mediante lenguaje natural, diagramas de flujo o pseudocódigos la relación existente entre las estructuras algorítmicas (ver Anexo 1), su integración jerárquica y, los conceptos y procedimientos del Álgebra Lineal.

### **Indicadores**

#### **III-1- Identificación de estructuras para conformar el algoritmo.**

Es un “procedimiento donde el individuo reconoce las estructuras algorítmicas necesarias para garantizar la lógica del proceso de algoritmización” (Salgado, Alonso, *et al.*, 2013b). Como indicador, se plantea que caracteriza el grado en que el estudiante reconoce las estructuras necesarias para garantizar la lógica de la algoritmización.

Se manifiesta cuando los estudiantes identifican las estructuras necesarias para conformar el algoritmo.

#### **III-2- Utilización de secuencias de las estructuras que conforman el algoritmo.**

A partir de que la integración jerárquica de las estructuras algorítmicas se relacionan con la “elección, análisis y secuenciación adecuada de las estructuras identificadas para conformar el algoritmo” (Salgado, Alonso, *et al.*, 2013b), se considera que este indicador caracteriza el grado en que los estudiantes eligen, analizan y determinan la secuencia adecuada de las estructuras identificadas para conformar el algoritmo.

Se manifiesta cuando los estudiantes emplean una secuencia adecuada de las estructuras que conforman el algoritmo.

#### **III-3- Aplicación de algoritmos conocidos a nuevas situaciones.**

Caracteriza el grado en que los estudiantes resuelven nuevos problemas a partir del empleo de algoritmos y conocimientos previamente adquiridos.

Se manifiesta cuando el estudiante es capaz de aplicar los algoritmos y conocimientos ya adquiridos a la resolución de nuevas tareas.

**III-4-** Desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas de la asignatura.

Caracteriza el desempeño del estudiante ante la resolución de problemas. Se manifiesta cuando el estudiante o el grupo resuelven el problema planteado.

**Caracterización del estado inicial del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas**

Para la medición del valor de cada uno de los indicadores se empleó una escala cualitativa de tipo ordinal (Alto-Medio-Bajo) (Campistrous y Rizo, 1998), según los criterios de medida establecidos en el Anexo 2.

Luego de la definición de la variable, las dimensiones y los indicadores se procedió a su valoración mediante criterios de especialistas para lo cual fueron convocados 10 especialistas, de ellos cinco (50%) de la Universidad de las Ciencia Informáticas y cinco (50%) de la Universidad de Camagüey.

Para la selección de estos especialistas se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: experiencia docente de más de 10 años (100%), categorías docentes principales de Profesor Titular (40%), Profesor Auxiliar (30%) y Profesor Asistente (30%), grado científico de Doctor (50%), categoría científica de Máster (20%). Todos ellos de experiencia en la impartición de la asignatura Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas o carreras afines al perfil informático.

El Anexo 2 muestra el análisis del comportamiento de la mediana luego del procesamiento de los resultados de la consulta a especialistas. De forma general, se muestra que predomina el criterio valorativo de Adecuado en relación con la definición operacional de la variable, las



recomendaciones de los especialistas se centraron en la necesidad de establecer mayor nivel de concreción en la definición operacional de la variable, las dimensiones y el contenido de los indicadores debido a su complejidad estructural.

Estos criterios fueron tomados en cuenta en perfeccionamiento de la propuesta y su formulación final presentada en esta tesis.

Para determinar el estado inicial del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en los estudiantes de carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, se analizó el comportamiento de las dimensiones e indicadores con el empleo de métodos e instrumentos, tal y como se muestra en los anexos, entre los que se encuentran:

- Guía de observación a clases de Álgebra Lineal (Anexo 3).
- Entrevista individual a 10 profesores de Álgebra Lineal (Anexo 4).
- Entrevista grupal a 21 profesores de Álgebra Lineal (Anexo 5).
- Prueba pedagógica I (Anexo 6).

En esta investigación, la muestra fue seleccionada de manera intencional. El criterio se siguió fue escoger los integrantes de la muestra de acuerdo a determinadas necesidades de la investigación (Hernández Sampieri y Fernández Collado, 2010), que en este caso se basa en el estudio en profundidad del fenómeno.

Otros aspectos tomados en cuenta para seleccionar la muestra fueron: la complejidad del fenómeno a estudiar, la heterogeneidad del claustro de acuerdo a su formación y años de experiencia (docente e impartiendo la asignatura), así como la selección de estudiantes, de manera aleatoria, donde al menos 11 de ellos pertenezcan a cada profesor de la muestra.

En esta primera fase fueron observadas 10 clases, entrevistados 10 profesores de forma individual y la totalidad de los profesores de Álgebra Lineal (21) fueron sometidos a una entrevista grupal. La prueba pedagógica I fue realizada a 242 estudiantes.

Durante el estudio exploratorio, se realizó el análisis de los programas de la asignatura Álgebra Lineal y la disciplina Matemática de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, con el empleo del instrumento que se muestra en el Anexo 7 y se verificó que, aunque cumplen con los requisitos que deben tener los programas de asignatura y disciplina, carecen del establecimiento (explícito) del carácter sistémico; ya que no se establecen los elementos necesarios para el desarrollo de la habilidad algoritmizar, la relación de esta habilidad y de la asignatura en cuestión con los modos de actuación del profesional.

No se establecen con claridad las relaciones entre los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

No se establece con claridad qué acciones llevar a cabo para el establecimiento de las relaciones conceptuales-procedimentales ni la estructura de las habilidades a desarrollar.

No se declaran explícitamente los métodos ni los medios a emplear durante el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, y en la práctica predomina el empleo del método expositivo y como medios la pizarra y el libro de texto básico de la asignatura. Las formas de organización más empleadas son la clase y la autopreparación.

### **Análisis de los resultados de otros métodos empíricos empleados en la investigación**

Para la valoración del estado inicial del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, se realizó el análisis de la tendencia, según la mediana y las frecuencias relativa y absoluta, de los resultados de la aplicación de los instrumentos elaborados a tal efecto. Los resultados obtenidos para cada dimensión de la variable

de estudio y sus indicadores correspondientes (Ver Anexo 3, Anexo 4, Anexo 5 y Anexo 6) fueron los siguientes:

El desempeño del docente en el proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal fue valorado a partir de los resultados de la entrevista grupal a profesores, la entrevista individual, y la guía de observación a clases para la elaboración de esta última se tomaron en cuenta aspectos de la prueba de desempeño pedagógico elaborada por Burguet y Vargas (2018).

En el Anexo 8 se muestra la triangulación de los datos obtenidos como resultado de la aplicación de los instrumentos, a partir de los cuales se pudo corroborar que el desempeño de los docentes, que participaron en la propuesta, para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, correspondiente con la primera dimensión de la variable en estudio, fue valorado de Bajo. Esto se debe a que el comportamiento de los indicadores arrojó que existen dificultades en cuanto a:

- La preparación de los profesores para favorecer el desarrollo de la habilidad algoritmizar con enfoque profesional.
- En el 70,73% de los casos se reconoce que los profesores identifican los elementos requeridos para el desarrollo de la habilidad algoritmizar; pero no los relacionaron con los momentos del currículo donde es necesaria la habilidad, ni con las razones que permiten su desarrollo desde el Álgebra Lineal ni con su importancia para la profesión.
- Durante la actividad docente se pudo observar deficiencias en el establecimiento de las relaciones entre los conceptos y los procedimientos, esto no contribuye al empleo de los

procedimientos en todas sus variantes posibles; lo que provoca una tendencia hacia el empleo de métodos reproductivos para la resolución de problemas.

- Se realiza la derivación gradual de los objetivos, pero no se dirige intencionalmente hacia la estructuración del sistema de acciones y operaciones que conforman la habilidad algoritmizar.
- Predomina el empleo de ejercicios de la asignatura en los que es deficiente el aumento gradual de la complejidad, y a su vez, se afecta alcanzar los niveles de asimilación deseados.
- Predomina el empleo de métodos reproductivos para la resolución de problemas.

La segunda dimensión, referida a la significatividad de la relación conceptual-procedimental fue igualmente valorada como Baja, los indicadores que más han tributado a este resultado son: II-1, II-2 y II-4 hasta el II-6. En la triangulación de los resultados de la aplicación de los instrumentos se detectó que existen:

- Dificultades, en el estudiante, para la identificación de los conceptos y los procedimientos y aplicarlos para solucionar una tarea.
- Dificultades al identificar a la combinación lineal como nodo de articulación del contenido de la asignatura.
- Limitaciones en los estudiantes para plantear estrategias para la resolución del problema, a partir de su descomposición en sub-tareas.
- Escaso dominio de códigos o modos de representación para emplearlos en la resolución de los problemas, y poca percepción de su relación con los contenidos del Álgebra Lineal.
- Escaso empleo de símbolos para la representación de los objetos algebraicos y los algoritmos para resolver tareas de Álgebra Lineal y dificultades para establecer la correspondencia entre los conceptos y los procedimientos a través de sus representaciones.

La flexibilidad algorítmica (Dimensión III) también fue valorada de Baja ya que solamente el 40,08% de los estudiantes que participaron en la prueba pedagógica I identificaron las estructuras necesarias para conformar el algoritmo, ya sea de forma independiente o con determinados niveles ayuda. Además, se les dificulta el empleo de una secuencia de las estructuras que conforman el algoritmo.

En el 58,40% de los casos analizados, los estudiantes muestran un bajo desempeño en la resolución de problemas de la asignatura dado por limitaciones ante la posibilidad de aplicar los algoritmos y conocimientos ya adquiridos a la resolución de nuevas tareas.

Los resultados anteriormente expuestos, constituyen la constatación de la necesidad y pertinencia de la elaboración e implementación de una estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

## **2.2 Una estrategia didáctica para contribuir al proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas**

El término estrategia tiene sus orígenes en la dirección de operaciones militares y a través de la historia ha sido empleada en la dirección de un proceso (Valle, 2010; Rodríguez y Rodríguez, 2011).

La literatura especializada refleja varias definiciones y caracterizaciones sobre estrategias didácticas, que muestran su estrecha relación con la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje. En esta tesis se asume la estrategia didáctica como un conjunto de acciones secuenciales estrechamente relacionadas entre sí, que permiten dirigir el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, partiendo de un estado inicial y condicionadas por el objetivo propuesto (Valle, 2010).

Sobre la base de esta definición, la autora contextualiza la estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas como un:

**Conjunto de etapas** por las que transitan **los docentes, los estudiantes y el grupo**, que permiten la **transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal** desde un **estado inicial real** al **estado deseado, condicionado por el objetivo en su carácter rector**, donde se manifiestan las **interacciones** que se dan en el proceso de **resolución de problemas vinculados a la profesión**, la estrecha **relación entre los componentes conceptual y procedimental** así como la **flexibilidad del pensamiento**; mediante la **sistematización y enriquecimiento de conceptos, acciones, operaciones y procedimientos** propios de la asignatura.

La estrategia didáctica propuesta tiene como **objetivo** contribuir al desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en los estudiantes de Ingeniería en Ciencias Informáticas, permitiendo su transformación a un nivel cualitativamente superior en este proceso y debe:

- contribuir a solucionar las limitaciones de los profesores y las deficiencias de los estudiantes;
- potenciar la relación conceptual-procedimental en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal;
- potenciar la aplicación de estrategias cognitivas y metacognitivas en el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal;
- estimular el uso del entorno virtual de enseñanza-aprendizaje y los asistentes matemáticos para favorecer el desarrollo de la habilidad algoritmizar;

- potenciar (de forma indirecta) las relaciones interdisciplinarias entre los procesos de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal y la Programación;
- promover la vocación e interés por la profesión y los roles que deben ejecutar los Ingeniero en Ciencias Informáticas en las diferentes etapas del ciclo de vida de un software;
- contribuir a que los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas sean capaces de adquirir independencia en la resolución de problemas del Álgebra Lineal relacionados con la profesión sobre la base de los requerimientos del desarrollo de la habilidad algoritmizar para el profesional de este perfil, para favorecer la integración de los graduados al desarrollo de la industria del software y el proceso de informatización de la sociedad cubana.

**Premisas básicas** para la implementación de la estrategia:

- Disposición favorable de los docentes hacia el reconocimiento de la necesidad de desarrollar la habilidad algoritmizar para el logro de la independencia en la solución de problemas del Álgebra Lineal relacionados con la profesión.
- Crear un clima favorable que propicie el protagonismo de los estudiantes, en la propuesta, así como buena actitud a favor de su transformación.
- Desarrollar acciones de superación con los profesores de Álgebra Lineal, desde el punto de vista metodológico y didáctico para dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje con enfoque profesional desde la perspectiva del desarrollo de la habilidad algoritmizar.
- Realizar trabajo interdisciplinario con los docentes de los departamentos de Matemática y de Programación para la elaboración de recursos didácticos en correspondencia con las exigencias para el desarrollo de la habilidad algoritmizar.

- Preparación de los profesores de Álgebra Lineal para el empleo de asistentes matemáticos, el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje y aplicaciones informáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- La evaluación del aprendizaje es asumida como la actividad valorativa de los profesores, los estudiantes y el grupo implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje donde todos los componentes del sistema se integran dialécticamente atendiendo a lo cognitivo, lo comunicativo, lo afectivo y la diversidad (O. L. Pérez *et al.*, 2016).

En la elaboración de la estrategia didáctica, la autora, tomó como referencia las estrategias elaboradas por Chindumbo (2017), dos Santos y Martín (2018) y (Reyes, 2018).

La estrategia que se propone tiene entre sus características fundamentales que:

- Toma en cuenta, dado su carácter didáctico, las relaciones entre los docentes en su rol de guía y orientador del proceso y los estudiantes y el grupo como sujetos activos comprometidos con su aprendizaje;
- está dirigida a favorecer el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal;
- potencia las relaciones entre los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal teniendo en cuenta las acciones y operaciones que conforman la habilidad algoritmizar;
- se concibe su carácter sistémico dado por la relación necesaria y obligatoria entre sus fases y etapas, la jerarquización de las mismas a partir de los resultados del diagnóstico y la centralización de la etapa de control;



- el establecimiento de relaciones interdisciplinarias entre las disciplinas Técnicas de Programación de Computadoras y Matemática;
- el empleo de la combinación lineal como nodo de articulación del sistema de conocimientos de la asignatura y su importancia para la solución de problemas de la profesión (motivación), tributando así al objetivo del primer año de la carrera y;
- consta de tres fases: la **Fase I** se corresponde con el diagnóstico inicial del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, la **Fase II** con la planificación y organización del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para el desarrollo de la habilidad algoritmizar, y la **Fase III** con la ejecución, control y valoración del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal. Cada fase fue desarrollada en varias etapas que tienen acciones comunes para todas las etapas y acciones inherentes a cada etapa.

A continuación, se describen las fases y etapas de la estrategia:

**Fase I:** Diagnóstico inicial del desarrollo de la habilidad algoritmizar en estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Es la fase que marca el punto de partida de la estrategia y presupone la determinación del estado real del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal. Esta fase tiene como objetivo la caracterización del estado inicial del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

En esta fase se proponen, a los estudiantes, tareas que propicien la reactivación de contenidos precedentes necesarios para la algoritmización.

**Etapa I-I:** Diagnóstico.

Se diagnostican: el dominio del profesor, de los elementos necesarios para el empleo de un enfoque profesional, el desarrollo de la habilidad algoritmizar y las acciones para favorecer la relación conceptual-procedimental; el desempeño de los estudiantes en la solución de tareas algebraicas, centrado en la comprensión de la relación conceptual-procedimental y la flexibilidad algorítmica.

**Etapa I-II:** Control de las acciones.

**Acciones generales de la Fase I:**

- Diagnosticar el dominio del profesor de los elementos necesarios para el desarrollo de la habilidad algoritmizar y de la relación de esta habilidad y del Álgebra Lineal con los modos de actuación del profesional.
- Diagnosticar el desempeño de los estudiantes en la solución de tareas algebraicas, centrado en la comprensión de la relación conceptual-procedimental, la flexibilidad algorítmica y los contenidos precedentes que sirven de base para el tratamiento de la algoritmización.
- Indagar los métodos y los medios utilizados por los profesores, los estudiantes y el grupo en el establecimiento de las acciones para favorecer la relación conceptual-procedimental.
- Indagar los métodos y los medios utilizados por los profesores, los estudiantes y el grupo en el establecimiento de las acciones para favorecer el desarrollo de la habilidad algoritmizar.
- Indagar las acciones, operaciones y procedimientos empleados por los profesores, los estudiantes y el grupo ante la solución de tareas algebraicas.
- Identificar y ordenar las principales fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades.
- Analizar el dominio de los docentes sobre las habilidades a desarrollar en los estudiantes, en correspondencia con las exigencias del modelo del profesional.

- Procesar los resultados obtenidos del diagnóstico, los niveles alcanzados por los estudiantes y profesores para establecer los niveles de ayuda necesarios.
- Planificar nuevas acciones, determinar métodos y recursos para pasar a la segunda etapa.

### **Etapa I-I (Diagnóstico)**

#### **Acciones del profesor**

- Analizar el programa de la asignatura para determinar los objetivos, contenidos, métodos y medios a evaluar como parte del diagnóstico.
- Elaborar la prueba pedagógica I (que corresponde al diagnóstico inicial) sobre el sistema de conocimientos básicos para el desarrollo de la habilidad algoritmizar y la guía para conducir el debate durante el análisis e indagación sobre las insuficiencias en el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.
- Aplicar la prueba pedagógica I.
- Conducir el debate, con los estudiantes, durante el análisis e indagación sobre las insuficiencias en el desarrollo de la habilidad algoritmizar.
- Actualizar el diagnóstico integral de los estudiantes, de acuerdo con los resultados en la prueba pedagógica I, y su desempeño durante las clases.
- Triangular los datos obtenidos como resultado de la aplicación de los instrumentos empleados en el diagnóstico.
- Valorar los resultados del balance de la asignatura, el diagnóstico integral pedagógico y el aprendizaje de los estudiantes, para identificar las fortalezas y debilidades relacionadas con el desarrollo de la habilidad algoritmizar.

### **Acciones de los estudiantes y el grupo**

- Participar de forma activa en la prueba pedagógica I y en el debate para el análisis sobre las insuficiencias en el desarrollo de la habilidad algoritmizar.
- Reflexionar de forma individual sobre los resultados obtenidos en la prueba de diagnóstico y sobre su opinión, expresada en el debate.
- Participar los análisis colectivos de los resultados de los instrumentos aplicados.
- Participar en las actividades planificadas por el profesor, como consecuencia del diagnóstico.

### **Etapa I-II (Control)**

#### **Acciones del profesor**

- Valorar y controlar los resultados, tanto individuales como colectivos, de los instrumentos aplicados.
- Planificar y organizar las actividades con diferentes niveles de ayuda, individual y colectiva, a partir de los resultados del diagnóstico.

#### **Acciones de los estudiantes y el grupo**

Participar en la valoración de los resultados (individuales y colectivos) de los instrumentos aplicados.

#### **Consideraciones metodológicas de la Fase I**

Se deben realizar acciones para la gestión del diagnóstico con los instrumentos elaborados para ser aplicados a profesores y estudiantes, y la observación de clases. Sobre esta base, se identifican las fortalezas y debilidades que ponen de manifiesto las dificultades de los estudiantes en el desarrollo de la habilidad algoritmizar y las insuficiencias que inciden en el proceso de desarrollo de esa habilidad; se toma en cuenta la función de la combinación lineal como nodo de articulación

del sistema de conocimientos de la asignatura, así como, la relación entre los conceptos y los procedimientos de solución de los ejercicios y problemas.

Debe tomarse como punto de partida el análisis del Plan de Estudio D y los programas analíticos de la Disciplina Matemática y la asignatura. La realización de un taller metodológico con los demás docentes de Álgebra Lineal, debe favorecer el debate para la definición de los objetivos, su derivación gradual, los contenidos se van a evaluar en la prueba de diagnóstico. En estas actividades, se sensibilizan a los docentes involucrados con la importancia y significado que tiene, tanto para la institución como para la sociedad, el llevar a cabo esta investigación.

La prueba pedagógica I debe confeccionarse a partir de propuestas de preguntas realizadas por los profesores, previamente sometidas al análisis colectivo que incluyan preguntas que:

- Evalúen procedimientos del Álgebra Lineal donde el concepto de combinación lineal, nodo de articulación del sistema de conocimientos de la asignatura, se muestre como elemento común entre ellos.
- Exijan la explicación de los procedimientos y de los razonamientos al solucionar los ejercicios y problemas de la vida práctica relacionados con el Álgebra Lineal.
- Sistematicen acciones o invariantes para el establecimiento de las relaciones entre los conceptos y los procedimientos.

Con la prueba pedagógica I y las observaciones a clases es posible valorar el desempeño inicial de los estudiantes en la solución de tareas algebraicas y por consiguiente el grado de desarrollo de la habilidad algoritmizar, sus principales debilidades y potencialidades y el nivel de significatividad que le otorgan a la relación conceptual-procedimental, para así precisar los niveles de ayuda que necesitarán los estudiantes.

**Fase II:** Planificación y organización del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para el desarrollo de la habilidad algoritmizar.

Esta fase se centra en el objetivo como el componente rector del proceso de enseñanza-aprendizaje, en su función orientadora y de conductor del desarrollo de los estudiantes, respecto al resto de los componentes, y permite proyectar el desarrollo de la habilidad algoritmizar.

En la derivación y formulación de los objetivos deben declararse la relación entre las acciones y operaciones componentes de la habilidad algoritmizar. Esta relación debe estar presente siempre los ejemplos y las tareas a desarrollar dentro y fuera de las clases. Los objetivos formulados, deben estar condicionados por el nivel de desarrollo cognoscitivo a ser alcanzado por los estudiantes y su relación con el resto de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El análisis de cada clase debe orientarse hacia: la motivación para despertar la necesidad o el interés por la habilidad algoritmizar; la relación entre los conceptos y los procedimientos a llevar a cabo ante los distintos ejercicios y tareas planteadas; y el empleo de asistentes matemáticos o aplicaciones móviles y el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje cuando sea necesario.

### **Etapa II-I (Organización)**

#### **Acciones de la etapa**

- Establecer la relación entre los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de la habilidad algoritmizar.
- Elaborar problemas propios de la asignatura y vinculados a la profesión de acuerdo a los niveles de generalización teórica y los objetivos a alcanzar.

### **Etapa II-II (Planificación)**

#### **Acciones de la etapa**

- Planificar actividades docentes, de acuerdo a su tipología, tomando en cuenta el reforzamiento de la acción y su relación con el concepto, retomando la habilidad cada cierto tiempo, ejecutando la acción en tareas diversas, aumentando progresivamente la complejidad de las tareas, con el empleo de situaciones donde se muestre la relación entre los conceptos y los procedimientos en todas sus variantes posibles.
- Planificar la actividad docente a partir de la derivación gradual de los objetivos, los métodos, las tecnologías de la informática y las comunicaciones (TIC) y otros recursos a utilizar para el empleo de la combinación lineal como nodo de articulación en la relación entre conceptos y procedimientos.
- Planificar la evaluación.

### **Etapa II-III (Control)**

#### **Acciones de la etapa**

- Controlar la planificación y organización del proceso a partir de la constatación de los niveles de cumplimiento de los objetivos propuestos para la fase, se valora la planificación del desarrollo de la habilidad algoritmizar y se planifican nuevas acciones para pasar a la tercera fase.

#### **Acciones generales de la Fase II**

- Desarrollar actividades metodológicas y de formación postgraduada que contribuyan a la preparación de los docentes para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

- Determinar los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y establecer la relación entre ellos.
- Elaborar y planificar tareas docentes que contribuyan al desarrollo de la habilidad algoritmizar donde se tomen en cuenta las acciones que deben seguir los estudiantes para algoritmizar y donde se utilice la combinación lineal como nodo de articulación en la relación entre conceptos y procedimientos.
- Planificar actividades para el empleo de asistentes matemáticos o aplicaciones móviles y el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje.
- Verificar si las tareas docentes tienen bien establecida la relación entre sus objetivos, contenido, métodos, medios y evaluación.

#### **Acciones del profesor**

- Participar en las actividades metodológicas y de formación postgraduada que contribuyan a la preparación de los docentes para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.
- Planificar actividades docentes a partir de la derivación gradual de los objetivos, los métodos y recursos a utilizar para el empleo de la combinación lineal como nodo de articulación en la relación entre conceptos y procedimientos.
- Planificar las actividades docentes en correspondencia con los requerimientos del desarrollo de la habilidad algoritmizar para la disciplina de Técnicas de Programación de Computadoras.
- Elaborar tareas docentes para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en los estudiantes, donde se utilice la combinación lineal como nodo de articulación en la relación entre conceptos y procedimientos.



## **Consideraciones metodológicas de la Fase II**

Estas acciones se concretan en la preparación metodológica del colectivo de profesores de Álgebra Lineal y la autopreparación de cada docente de dicha asignatura.

En estos espacios se propicia el trabajo cooperativo y el diálogo, que permiten la coherencia en la labor de los docentes como resultado del intercambio de opiniones, puntos de vista y sugerencias.

Planificar el desarrollo de la habilidad algoritmizar desde el contenido de cada tema de la asignatura, en correspondencia con los requerimientos del desarrollo de esta habilidad para la disciplina de Técnicas de Programación de Computadoras, evidenciando su carácter interdisciplinar.

Se valorarán todas las variantes de procedimientos posibles a aplicar y su relación con los conceptos para la solución de ejercicios y tareas.

En las tareas docentes se tendrá en cuenta la tipología de la actividad a desarrollarse, reforzándose la acción y considerando su relación con el concepto. Además, el tránsito por los niveles generalización teórica debe llevarse a cabo tal y como se muestra en las tareas propuestas para esta fase.

Debe retomarse la habilidad cada cierto tiempo, propiciando la ejecución de la acción, aumentando progresivamente la complejidad.

El empleo de asistentes matemáticos o aplicaciones móviles debe propiciar la simplificación de los procesos de cálculo para el reforzamiento de la comprensión conceptual y su relación con los procedimientos; y realizar la función de permitir la valoración, por parte de los estudiantes, de los resultados de la solución de las tareas.

Se recomienda incidir en que los estudiantes investiguen sobre las aplicaciones de los algoritmos del Álgebra Lineal y su impacto en el desarrollo de las ciencias informáticas y participen en debates y eventos científicos estudiantiles para la socialización de sus conocimientos.

**Fase III:** Ejecución, control y valoración del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

### **Etapa III-I (Ejecución)**

La Etapa de **Ejecución** para el desarrollo de la habilidad algoritmizar, se materializa en las formas organizativas (fundamentalmente en la clase de acuerdo a su tipología y la autopreparación). Está caracterizada por la concreción, en la práctica, de la planificación realizada en la segunda fase y se incluyen las tareas docentes elaboradas, en correspondencia con la tipología de clases.

La motivación y orientación en esta etapa requieren de una disposición favorable de los docentes hacia el reconocimiento de la necesidad de desarrollar la habilidad algoritmizar para el logro de la independencia en la solución de problemas del Álgebra Lineal relacionados con la profesión; y los docentes deben propiciar un clima favorable que propicie el protagonismo de los estudiantes, así como buena actitud a favor de su transformación y su compromiso con su propio aprendizaje; mediante el desarrollo de las actividades que les serán asignadas y que deben ejecutar.

Debe quedar explícita la necesidad del desarrollo de la habilidad algoritmizar para el perfil del profesional de la carrera a partir de las aplicaciones que tienen los algoritmos del álgebra lineal en la vida práctica y su impacto en el desarrollo de las ciencias informáticas.

En las tareas elaboradas, las preguntas no deben establecer límites en la amplitud, ni la profundidad de las respuestas y deben conducir al desarrollo de la generalización teórica. Los aspectos antes mencionados dependen del nivel de conocimientos alcanzado por el estudiante y la capacidad para emplear herramientas y conocimientos, adquiridos previamente, en la solución de la situación

planteada. Estas respuestas deben propiciar el esclarecimiento de nexos y relaciones entre los nuevos conocimientos y los que ya tiene el estudiante.

Cada actividad docente, debe constituir un espacio para el entrenamiento de los estudiantes en la búsqueda de herramientas, matemáticas en general y algebraicas en particular, asociadas a la tarea a solucionar.

Para el logro de estas premisas es necesario llevar a cabo las siguientes acciones:

- Realizar la correcta orientación de la ejecución a partir de la distribución de las horas correspondientes a cada tema en el plan calendario de la asignatura, y la derivación gradual de los objetivos donde se evidencie la combinación lineal como nodo de articulación del sistema de conocimientos, la relación conceptual-procedimental y el tratamiento a las acciones y operaciones componentes de la habilidad algoritmizar, en dependencia de la forma organizativa a emplear y la tipología, en el caso de la clase.
- Seguir el comportamiento del diagnóstico de la preparación y desarrollo de los estudiantes, a partir del análisis de este aspecto que fue realizado en la primera fase, para la observancia de la transformación del estudiante y evidencia la función diagnóstica de la evaluación.
- Poseer todas las clases preparadas y con las posibles variantes de tareas a orientar en función del reforzamiento de la acción y su relación con el concepto, retomando la habilidad cada cierto tiempo, con niveles de complejidad atendiendo al grado de desarrollo de los estudiantes.
- Controlar y evaluar el desempeño de los estudiantes durante el desarrollo de cada tema.

En esta fase cobra mayor protagonismo el papel de los estudiantes y del grupo, ya que es donde estos desarrollan su independencia al realizar las tareas de forma individual o colectiva, con determinados niveles de ayuda y muestran los conocimientos adquiridos. Para ello, es necesario

que el docente tenga pleno conocimiento de las necesidades individuales de cada estudiante lo que le permitirá intervenir durante el proceso y realizar una mejor orientación hacia la eliminación de las dificultades y el logro del éxito en la resolución de las tareas.

### **Las formas organizativas en la Etapa de Ejecución**

#### **La clase**

La forma organizativa fundamental es la clase, se clasifica como forma organizativa de carácter académico y tiene una tipología de acuerdo a la función que desempeñan, entre ellas se encuentran las clases de: introducción de un nuevo contenido (conferencia), desarrollo de la habilidad (clase práctica) y sistematización (seminario y taller) (Álvarez de Zayas, 1995; MES, 2018).

En cada una de estas clases se llevan a cabo acciones comunes y acciones específicas tal y como se describe a continuación.

#### **Acciones de los profesores con independencia del tipo de clases**

- Orientar a los estudiantes sobre los aspectos esenciales del contenido, para el desarrollo del trabajo independiente o en grupo.
- Explicar, a través de ejemplos, los métodos de solución de las tareas docentes a desarrollar.
- Realizar, en el aseguramiento del nivel de partida, la introducción de situaciones problemáticas relacionadas con la aplicación de algoritmos del Álgebra Lineal para la solución de problemas relacionados con la profesión para despertar la motivación e interés de los estudiantes.
- Realizar la orientación hacia el objetivo de la clase (en el lenguaje de la ciencia) estableciendo con claridad la relación del mismo con el contenido a tratar y las metas a ser alcanzadas por los estudiantes.

- Dirigir la ejecución de los procedimientos de solución de los ejercicios o problemas a partir de su organización y analizar las posibles vías de solución, propiciando la flexibilidad en los procesos del pensamiento para que los estudiantes los reconozcan.
- Conducir la elaboración, con los estudiantes, de resúmenes de los contenidos abordados en la actividad.
- Valorar, colectivamente (haciendo uso de la autoevaluación, coevaluación y autoevaluación), el desempeño de los estudiantes, a partir del control del cumplimiento del objetivo planteado y los resultados de la solución de ejercicios o problemas; y así prepararlos para que reconozcan los errores cometidos.
- Estimular la actividad cognitiva y metacognitiva de los estudiantes a través del razonamiento heurístico para la solución de ejercicios o problemas.
- En las conclusiones de la clase, reflexionar y analizar los aspectos abordados además de realizar preguntas para la comprobación de los conocimientos adquiridos por los estudiantes y orientar el estudio independiente a realizar.

**Acciones de los estudiantes, con independencia del tipo de clases**

- Identificar la situación problemática planteada y los elementos conocidos y no conocidos para darle solución.
- Comprender el objetivo de la actividad, el contenido y las metas que se espera sean alcanzadas por ellos en función del conocer, saber y saber hacer.
- Participar en la clase y mostrar conocimiento sobre la organización y ejecución de los procedimientos de solución de las tareas; y reconocer lo esencial del contenido.

- Analizar, autocríticamente, sus progresos y dificultades, sobre la base del proceso de solución de las tareas y en la realización del estudio independiente; y comprender las explicaciones del profesor dadas al respecto.
- Participar en la elaboración, de forma individual o colectiva, de resúmenes de los contenidos tratados en la actividad.
- Comprender el sistema de acciones a desarrollar que les permita realizar la tarea orientada por el profesor, cómo esta será evaluada.
- Reflexionar y valorar, colectiva o individualmente su desempeño para el cumplimiento del objetivo planteado y los resultados de la solución de ejercicios o problemas, reconociendo los errores cometidos.

#### **Acciones de acuerdo al tipo de clase y consideraciones metodológicas**

En las **clases de introducción de un nuevo contenido** el profesor debe presentar a los estudiantes los contenidos de la ciencia a abordar en la actividad de forma actualizada con un enfoque dialéctico-materialista y la utilización de los métodos y medios propicios, con las herramientas necesarias para la integración de los conocimientos adquiridos, el desarrollo de habilidades y valores para su desempeño profesional y la solución de ejercicios o problemas que se desarrollan en la clase.

En este tipo de clase el docente debe propiciar la adquisición consciente de los modos de actuar en la asignatura con la dirección consciente hacia la corrección de la ejecución y ordenamiento adecuado de las operaciones componentes de la habilidad algoritmizar a partir del planteamiento del objetivo en términos una acción específica a ser ejecutada por los estudiantes y el grupo y su

sistematización la que será llevada a cabo en la autopreparación, las clases de desarrollo de habilidades y las clases de sistematización subsiguientes.

En las **clases de desarrollo de las habilidades** el profesor debe propiciar que los estudiantes desarrollen la habilidad algoritmizar a partir de la realización de las tareas docentes de manera individual y colectiva de forma que se evidencie la profundización, generalización e integración de métodos de trabajo y procedimientos del Álgebra Lineal. De esta manera se comprueba el éxito alcanzado en cuanto a la asimilación del contenido y la relación conceptual-procedimental.

Además, debe controlar la ejecución del estudio independiente orientado en la clase precedente (ya sea de nuevo contenido, de desarrollo de habilidades o de sistematización), mediante preguntas orales y la realización de ejercicios en pizarra para diagnosticar los conocimientos de los estudiantes y las carencias para así garantizar la calidad de la clase y propiciar la reflexión, el debate y la argumentación de los resultados obtenidos en el estudio orientado y aclarar las dudas presentadas durante ese proceso.

Se debe fomentar el trabajo por equipos y promover la reflexión sobre la base de considerar a los errores como una fuente de aprendizaje; y enseñar cómo emplear los asistentes matemáticos, el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje y las aplicaciones móviles disponibles para la comprobación de la solución de los ejercicios y como medio para la realización de cálculos complejos y análisis de conjeturas.

Por su parte los estudiantes, en este tipo clase, deben:

- Mostrar flexibilidad del pensamiento en la búsqueda de todas las vías posibles para la solución de ejercicios y problemas de la clase para exponerlas, escucharlas y analizarlas.
- Participar en el trabajo en equipos y valorar las causas de los errores cometidos.

- Comprobar la solución de ejercicios y problemas utilizando asistentes matemáticos o aplicaciones móviles a su alcance.
- Fijar las acciones componentes de la habilidad algoritmizar y relacionarlas con las que se emplean en el proceso de algoritmización y la resolución de problemas.
- Comprender y relacionar los conceptos con los procedimientos teniendo la combinación lineal como nodo de articulación del contenido.

Las **clases de sistematización** se dividen en dos tipos: el seminario y el taller, en estas se refuerza el componente investigativo en el proceso de formación del profesional. Para garantizar la calidad de estas actividades el profesor debe orientarlas con tiempo suficiente de manera que se favorezca que los estudiantes realicen las tareas docentes a partir de la integración y generalización de los contenidos, desarrollen su expresión oral y las habilidades necesarias para establecer el vínculo con otras disciplinas a través de sus aplicaciones para la resolución de problemas propios de la profesión.

Tanto en las clases de desarrollo de habilidades como de sistematización el rol preponderante es el de los estudiantes y el grupo, quienes deben trabajar durante la clase mostrando independencia cognitiva y su papel de sujeto activo, comprometido con su aprendizaje.

### **Consideraciones metodológicas para las clases**

De acuerdo a la tipología de la clase el profesor planificará tareas docentes que requieran de enfoques intra e interdisciplinarios que permitan evidenciar la aplicación práctica del contenido.

En todas las clases el profesor debe ilustrar el orden de las acciones a realizar, la limpieza y organización en el trabajo, así como establecer los niveles de ayuda necesarios para que los estudiantes (individualmente y en colectivo) obtengan éxito en la solución de los ejercicios y



problemas, así como fomentar la perseverancia y la laboriosidad para encontrar las vías de solución.

Siempre que sea factible, deben emplearse el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje, los asistentes matemáticos, las aplicaciones móviles a las que los estudiantes tengan acceso y bibliografía actualizada en idioma inglés, en función de tributar a las estrategias curriculares correspondientes.

En dependencia de las necesidades de los estudiantes y del tipo de clase que le sucede, el estudio independiente debe ser orientado para ser realizado con la ayuda de los libros de texto (básicos y complementarios) de la asignatura y el empleo de la tecnología de la que se dispone. Esto favorece el desarrollo de la independencia cognoscitiva y establece el nexo con la próxima clase ya que el control de esta actividad constituye su punto de partida, con lo cual se muestra el carácter sistémico de la asignatura.

La realización de resúmenes, ejemplos y ejercicios (garantizando el tránsito de lo simple a lo complejo y el empleo de algoritmos en sus diferentes formas de representación) permitirá activar la comprensión de los estudiantes.

### **La autopreparación**

Otra de las formas organizativas en la que se concreta esta etapa es la **autopreparación**, en ella el estudiante debe desarrollar un mayor grado de independencia ya que se lleva a cabo en ausencia del profesor y se propicia el desarrollo de habilidades a partir del cumplimiento de las tareas orientadas (Álvarez de Zayas, 1995; MES, 2018).

Este tipo de forma se relaciona con todas las demás y en ella, las tareas a realizar deben estar dirigidas tanto al reforzamiento de la acción en relación con la comprensión conceptual, antes o después de las clases de sistematización o de las clases desarrollo de habilidades, como antes de

las clases de nuevo contenido, pero en este caso las habilidades a desarrollar constituyen una base que garantizará el nivel de precedencia del nuevo contenido.

### **Acciones del profesor**

- Orientar y controlar la autopreparación en todos los tipos de clases.
- Realizar evaluaciones frecuentes y analizar con los estudiantes sus resultados para lograr una adecuada retroalimentación y llevar a vías de hecho la función educativa de la evaluación.
- Reorientar la autopreparación hacia el cumplimiento de los objetivos de la asignatura sobre la base de las valoraciones colectivas realizadas por el profesor y los estudiantes.

### **Acciones de los estudiantes**

- Realizar las actividades orientadas para la autopreparación individual y colectiva.
- Mostrar flexibilidad del pensamiento en la búsqueda de todas las vías posibles para la solución ejercicios y problemas orientados.
- Participar en el trabajo en equipos y valorar las causas de los errores cometidos.
- Participar en las actividades de evaluación frecuente y valorar de forma autocrítica su desempeño.

### **Consideraciones metodológicas para la autopreparación**

Debe fomentarse el desarrollo gradual de la independencia cognoscitiva, así como sus hábitos de autocontrol y compromiso con el aprendizaje de los estudiantes.

La evaluación frecuente, se empleará para controlar y valorar la efectividad de la autopreparación de los estudiantes. Esto permitirá la retroalimentación entre profesores y estudiantes lo que conducirá a la toma de decisiones en función de la regulación del proceso.

### **Etapa III-II (Control y valoración)**

La Etapa de **Control y valoración** del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal tiene como objetivo: evaluar el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

#### **Acciones generales para la evaluación y el control del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal**

Se concibe la evaluación como un proceso en el cual se manifiestan las funciones sumativa, formativa y diagnóstica ya que es empleada como instrumento para valorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en diferentes momentos, así como el cumplimiento de los objetivos de la asignatura y en dependencia de los resultados obtenidos, realizar correcciones y ajustes tanto en las clases como en la autopreparación en función de lograr el cumplimiento de los objetivos. En este sentido, se hace necesario:

- Valorar el diagnóstico y la preparación de los profesores para el desarrollo de la habilidad algoritmizar.
- Controlar la frecuencia para el reforzamiento de la acción en el desarrollo de la habilidad algoritmizar.
- Controlar la periodicidad con que se retoma la habilidad algoritmizar cada cierto tiempo y ejecución de la acción en tareas diversas, que incluyan conocimientos y condiciones variados.
- Controlar la planificación del aumento de la complejidad de las tareas en las que se exigen la creación o reutilización de algoritmos de forma progresiva en la asignatura.

- Controlar y valorar el tránsito por las fases de: planificación, organización y control del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para el desarrollo de la habilidad algoritmizar.
- Valorar la descomposición de la habilidad algoritmizar en sus operaciones constituyentes.
- Valorar si las tareas propuestas propician el cumplimiento de las operaciones y orientan al estudiante en la ejecución de cada operación.
- Valorar la frecuencia del trabajo por equipos y el empleo de los errores como fuente de aprendizaje y reflexión.
- Valorar si en el contenido que se aborda se manifiestan la intra e interdisciplinariedad.
- Valorar el empleo de las TIC y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

### **Consideraciones metodológicas para la etapa de evaluación**

El control y la evaluación presentan los resultados de las etapas de diagnóstico, organización, planificación y ejecución del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

Son importantes tanto las acciones del profesor, los estudiantes y el grupo para desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal como las consideraciones metodológicas de cada etapa y la valoración del cumplimiento de los objetivos, el tratamiento de la relación conceptual–procedimental y la sistematización, de la combinación lineal como nodo de articulación del contenido de la asignatura.

En esta etapa se realiza una valoración general del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal a partir de la evaluación de las acciones planificadas anteriormente, en correspondencia con los objetivos planteados.

### **Valoraciones de los especialistas acerca de la estrategia didáctica**

El diseño de la estrategia didáctica también fue sometido a la valoración de los especialistas que participaron en la evaluación de operacionalización de la variable. El instrumento aplicado (Ver Anexo 9) tuvo como propósito: recoger criterios para el perfeccionamiento de la estructura metodológica y el sistema de acciones de la estrategia tomando en consideración las opiniones expresadas.

De acuerdo al análisis de la mediana de las opiniones de los especialistas, la estrategia didáctica fue valorada de Bastante Adecuada.

El análisis cualitativo de la evaluación individual de cada componente considerado en la propuesta de la estrategia didáctica, mostró que:

- La definición de la estrategia didáctica, sus exigencias, sus características, la descripción de sus fases y etapas respectivas, la contextualización de las premisas y la pertinencia de: las fases y etapas con sus acciones correspondientes, las consideraciones metodológicas y las acciones propuestas para la evaluación; que favorezcan el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal fueron evaluadas de Bastante Adecuada.
- Un especialista consideró que debían mejorarse la pertinencia de las tareas docentes y de las acciones propuestas en la evaluación para favorecer el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y realizó propuestas de modificación para ambos aspectos.
- La contribución de la estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal fue valorada por los especialistas de Bastante Adecuada, sin embargo, tres de ellos recomendaron revelar con mayor claridad la

contribución que la estrategia didáctica ofrece en el contexto de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

El análisis de las recomendaciones realizadas por los especialistas condujo a la autora al perfeccionamiento de los aspectos sometidos a evaluación y, por consiguiente, del diseño de la estrategia didáctica. Con la cual, una vez reformulada, se procedió a su aplicación.

### **2.3 Aplicación de la estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas**

Una vez realizada la reformulación de la estrategia didáctica, atendiendo a los criterios de los especialistas, se procedió a su aplicación mediante un pre-experimento para valorar su comportamiento y verificar los cambios que produce en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

La estrategia se llevó a cabo en el primer semestre del curso 2017-2018. Entre las acciones previas a su aplicación se destacan:

- Socializar la estrategia didáctica a los directivos docentes y al colectivo de la asignatura Álgebra Lineal.
- Elaborar los instrumentos a emplear durante la aplicación de la estrategia didáctica.
- Preparar a los docentes de Álgebra Lineal mediante las formas de trabajo metodológico (reuniones y clases metodológicas).
- Realizar intercambios con profesores de Programación sobre la algoritmización.

Entre las acciones realizadas durante el pre-experimento se encuentran:

- Diagnosticar el estado inicial del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal mediante la aplicación de la prueba pedagógica I, entrevista grupal e individual a profesores y observaciones a clases.
- Ejecutar las acciones previstas para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en correspondencia con las exigencias descritas para el desarrollo de habilidades y el tratamiento de la combinación lineal como nodo de articulación del contenido de la asignatura.
- Procesar la información obtenida durante la aplicación del pre-experimento.

Pudo apreciarse que en el colectivo en que se llevó a cabo la experiencia, primaba un ambiente de trabajo razonable, buenas comunicación y relaciones interpersonales. Además, se mostró la existencia de limitaciones para la realización de tareas de forma independiente, así como para emplear herramientas conocidas para la resolución de las tareas de forma creativa y consciente.

Dentro de cada una de las fases y etapas de la estrategia didáctica se desarrollaron acciones de planificación y emplearon tareas que poseen los requisitos para establecer la combinación lineal como nodo de articulación del contenido de la asignatura y el desarrollo de la habilidad algoritmizar. A continuación, se muestran algunos ejemplos:

### **Fase de planificación**

A partir de una secuencia de actividades en el plan calendario de la asignatura, ubicada en el Tema “Espacios vectoriales” y correspondientes a la dependencia lineal de un sistema finito de vectores se planificaron una clase de nuevo contenido (conferencia) y dos clases de desarrollo de habilidades (clases prácticas).

Para ello se realizó la derivación gradual de los objetivos tomando en cuenta los objetivos del tema y de la asignatura:

**Objetivos de la asignatura:**

Desarrollar la capacidad de razonamiento, el pensamiento lógico y matemático a partir del trabajo con los conceptos fundamentales del Álgebra Lineal.

Interpretar los conceptos, teoremas y métodos de trabajo del Álgebra Lineal como manera de identificar las estructuras y relaciones generales entre objetos matemáticos.

**Objetivo 1 del tema 2 (Espacios vectoriales)**

Resolver problemas utilizando los conceptos, teoremas y procedimientos de la teoría de espacio vectorial para la determinación de: la dependencia lineal de un sistema finito de vectores, una base de un espacio o subespacio vectorial, y el subespacio vectorial generado por un sistema de vectores.

**Objetivo de la clase de nuevo contenido: Describir** los procedimientos para determinar la dependencia lineal de un sistema finito de vectores y el subespacio generado.

**Objetivo de la clase (I) de desarrollo de habilidades: Identificar** si un sistema de finito de vectores es linealmente independiente y/o generador de un espacio vectorial.

**Objetivo de la clase (II) de desarrollo de habilidades: Algoritmizar** los procedimientos para determinar si un sistema de finito de vectores es linealmente independiente y/o generador de un espacio vectorial.

Esta derivación gradual de los objetivos garantiza el tránsito gradual del estudiante por los niveles de asimilación desde la familiarización hasta un nivel productivo.



**Tareas (Dentro de la fase de ejecución)**

Tarea 1: Determinar si un sistema finito de vectores es linealmente dependiente.

La realización de esta tarea con éxito, depende de la autopreparación del estudiante y de la orientación que haya hecho el profesor sobre la misma, quien puede orientar la realización de tablas y resúmenes como el que aparece a continuación que sirve además de BOA y tarjeta de estudio:

En esta tarea se emplean como características orientadoras: el espacio vectorial al que pertenecen los vectores, que puede ser representado por la cuaterna  $(E, +, \cdot, \mathbb{R})$ ; el conjunto de escalares  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n \in \mathbb{R}$  y el sistema de vectores  $A = \{\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_n\} \subset E$ .

Los estudiantes resolverán esta tarea teniendo en cuenta varios algoritmos (ver Tabla 3 y Tabla 4), en dependencia de los datos que se les ofrece, así como el conocimiento de la materia, y el empleo de herramientas y procedimientos estudiados previamente.

Las dos primeras acciones son comunes a todos los posibles algoritmos a emplear, estas son:

- a. Plantear el vector nulo como combinación lineal del sistema de vectores.
- b. Escribir el sistema de ecuaciones lineales homogéneo.

La acción **a** refuerza el empleo de la combinación lineal como nodo de articulación del sistema de conocimientos de la asignatura.

En la Tabla 3, se emplea el procedimiento usual para la determinación de la dependencia lineal de un sistema de vectores que corresponde a un nivel reproductivo de asimilación, este fue mostrado por el profesor en la clase de nuevo contenido asociado a este tópico y se orienta para ser aplicado durante la autopreparación así como en un primer momento de la clase de desarrollo de habilidades posterior a las dos actividades mencionadas.

**Tabla 3. Acciones para determinar si un sistema de vectores es linealmente dependiente.**

**Variante 1**

Acciones		Conclusión
<b>c.</b>	Resolver el sistema de ecuaciones lineales homogéneo	
<b>d.</b>	Analizar si el sistema de ecuaciones lineales homogéneo es compatible determinado	Si la respuesta es positiva, entonces el sistema de vectores es linealmente independiente, en caso contrario continuar con la acción siguiente ( <b>e</b> ).
<b>e.</b>	Analizar si el sistema de ecuaciones lineales homogéneo es compatible indeterminado	Si la respuesta es positiva, entonces el sistema de vectores es linealmente dependiente.*
* En caso de que resolución del sistema de ecuaciones lineales homogéneo conduzca a un sistema incompatible, debe verificar el procedimiento empleado		

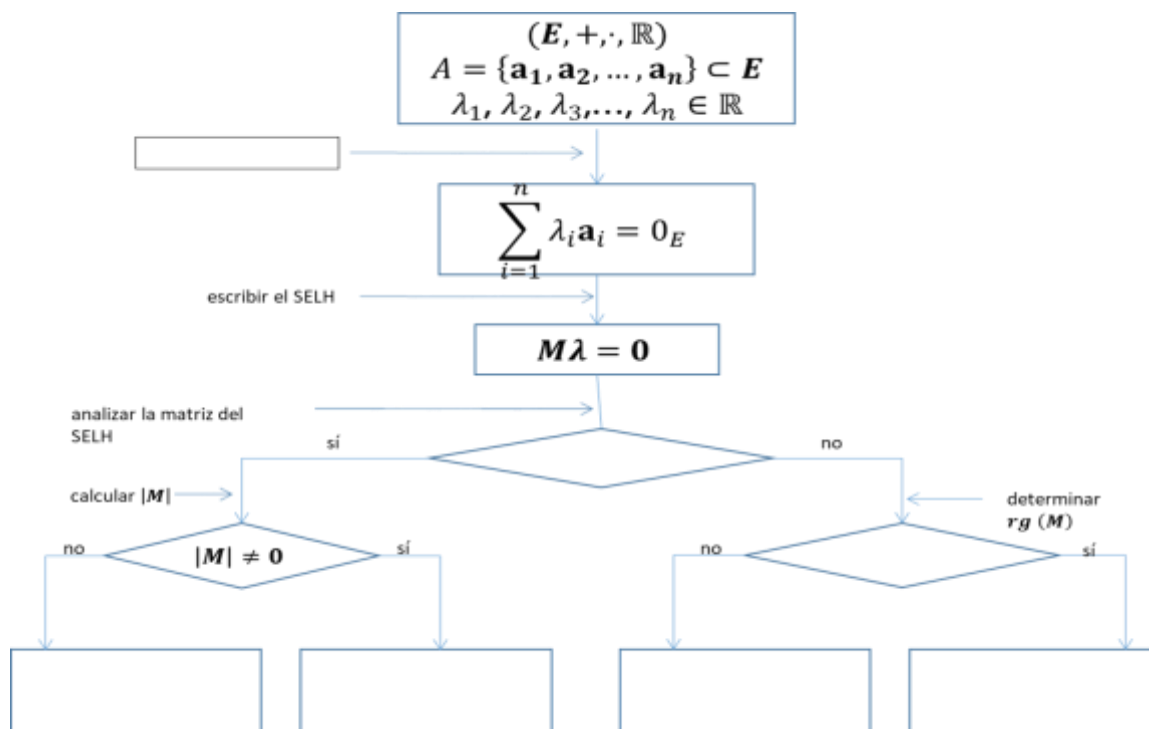
En la Tabla 4, se muestra un algoritmo que requiere mayor nivel de conocimiento por parte del estudiante ya que para su empleo es necesario dominar las relaciones existentes entre los elementos del Álgebra Lineal y en particular el concepto de rango de una matriz, el valor del empleo del determinante, las condiciones que tiene la matriz para que el determinante sea igual a cero, que se estudian en el primer tema de la asignatura. Este algoritmo puede ser representado con un diagrama como el que se presenta en la Figura 1.

**Tabla 4. Acciones para determinar si un sistema de vectores es linealmente dependiente.**

**Variante 2**

Acciones		Conclusión
<b>c.</b>	Analizar orden de la matriz del sistema de ecuaciones lineales homogéneo	Si la matriz no es cuadrada, es necesario calcular su rango. (Pasar a la acción <b>d</b> )  Si la matriz es cuadrada, se puede calcular lo mismo el rango y se ejecutan las acciones <b>d</b> y <b>e</b> , que el determinante para lo cual se ejecutan las acciones <b>f</b> y <b>g</b> .
<b>d.</b>	Calcular el rango de la matriz sistema de ecuaciones lineales homogéneo	
<b>e.</b>	Analizar el rango de la matriz	Si el rango es igual al número de incógnitas del sistema de ecuaciones lineales y, por consiguiente, a la cantidad de vectores; el sistema de ecuaciones lineales es compatible determinado y, en consecuencia, el sistema de vectores es linealmente independiente.  Si el rango es menor que el número de incógnitas del sistema de ecuaciones lineales, el sistema de ecuaciones lineales es compatible indeterminado y el sistema de vectores es linealmente dependiente.*
<b>f.</b>	Calcular el determinante de la matriz	
<b>g.</b>	Analizar el determinante de la matriz	Si el determinante es distinto de cero, es porque las filas o columnas de la matriz son linealmente independientes y en consecuencia los vectores a analizar son linealmente independientes.  Si el determinante es igual a cero, es porque las filas o columnas de la matriz son linealmente dependientes y los vectores a analizar son linealmente dependientes.
* En caso de que el rango sea mayor que el número de incógnitas, debe verificar el procedimiento empleado y los conceptos asociados a él.		

En el diagrama que aparece en la Figura 1, el empleo de los espacios en blanco permite la realización de una actividad en elaboración conjunta y el profesor puede dar determinados niveles de ayuda al realizar preguntas que sirvan como guía para el completamiento del diagrama, encaminadas al análisis de ¿qué características debe tener la matriz del sistema de ecuaciones lineales para que los vectores sean linealmente independientes?, resaltando que este procedimiento tiene un enfoque matricial.



**Figura 1. Algoritmo para determinar la dependencia lineal de un sistema finito de vectores**

Tarea 2: Determinar si un sistema finito de vectores es generador de un espacio vectorial.

En la realización de esta tarea se emplea un procedimiento similar al de la Tabla 3, solo que el vector que se escribe como combinación lineal del sistema de vectores dado es un vector genérico del espacio vectorial ofrecido en las características orientadoras.

Este procedimiento parte de la aplicación del concepto de sistema de vectores generador del espacio vectorial que implica que todo vector de ese espacio se puede escribir como combinación lineal.

El análisis de la compatibilidad del sistema de ecuaciones lineales, conduce a la conclusión de que, si es compatible, el sistema de vectores es generador del espacio vectorial; y en caso contrario el sistema de vectores genera un subespacio vectorial cuyos vectores se caracterizan por cumplir las condiciones que garantizan la compatibilidad del sistema de ecuaciones lineales.

Las Tareas 1 y 2 son tareas más sencillas que se derivan de la Tarea 3: Determinar si el sistema de vectores es una base del espacio vectorial. En el concepto de base se integran los conceptos de sistema de vectores generador y sistema de vectores linealmente independiente por lo que aplicando la técnica de “divide y vencerás”, propia de la informática se divide el procedimiento general en los procedimientos para determinar si el sistema de vectores es linealmente independiente y si es generador e integrando ambos se llega a la solución de la tarea.

Tarea 4: Sea el sistema finito de vectores  $\mathcal{C}$

$$\mathcal{C} = \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \right\} \subset M_{2 \times 2}:$$

- a) Determine, para qué valores de  $(\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}, \mathbf{d}) \in \mathbf{R}$ , el vector  $\begin{bmatrix} \mathbf{a} & \mathbf{b} \\ \mathbf{c} & \mathbf{d} \end{bmatrix}$  se puede escribir como combinación lineal (CL) de los vectores de  $\mathcal{C}$ .
- b) Analice el rango de la matriz ampliada del sistema de ecuaciones lineales (SEL) que se obtiene al plantear la CL, del inciso anterior, para el caso en que  $\mathbf{a} = \mathbf{b} = \mathbf{c} = \mathbf{d} = \mathbf{0}$ . ¿A qué conclusiones se puede llegar?
- c) ¿Es el sistema de vectores  $\mathcal{C}$  una base?

El empleo de sistemas de vectores de espacios vectoriales que no pertenezcan a  $\mathbb{R}^n$ , garantiza la ampliación del concepto de espacio vectorial.

En esta tarea la intención es identificar si el sistema de vectores es generador del espacio vectorial y linealmente independiente, en caso de que se cumplan ambas condiciones el sistema de vectores constituye una base, poniéndose de manifiesto la transferencia hacia un concepto más general.

Tarea 5:

Uno de los modos de color más utilizados en el mundo, el que obtiene a partir de la combinación de tres colores primarios: rojo (*red*), verde (*green*) y azul (*blue*). Este modo toma su nombre de las siglas en idioma inglés de cada uno de estos colores, RGB. Este modelo se emplea para mostrar imágenes a color en los dispositivos digitales y son independientes del dispositivo que lo emplee. Con estos colores se pueden crear una combinación de hasta 16.7 millones de colores que pueden ser mostrados por pantalla o impresos en cualquier tipo de impresora. A la intensidad de cada color se le asigna un valor numérico desde 0 hasta 255, así cada uno de los colores se puede representar como una terna de la siguiente forma:

$$\text{Rojo} = (255.0.0) \qquad \text{Verde} = (0.255.0) \qquad \text{Azul} = (0.0.255)$$

- a) Demuestre que estos colores no se pueden obtener a partir de la combinación de los otros dos.
- b) Demuestre que con la mezcla de los tres colores en distintas proporciones podemos obtener toda la gama de colores.

Esta tarea se relaciona con el perfil del profesional y para su realización es necesario asociar la representación numérica de los colores a vectores de  $\mathbb{R}^3$  (lo que implica establecer un modelo). El inciso a) se dirige a determinar si el sistema compuesto por los tres colores básicos es linealmente

independiente y en el inciso b) basta con demostrar que el sistema de vectores es una base. Además, está dirigida a favorecer el pensamiento reflexivo.

### **2.3.1 Valoración de la contribución de la estrategia didáctica al desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal**

El seguimiento a la puesta en práctica de la estrategia didáctica fue llevado a cabo a través del control, y con este fue posible la introducción de los ajustes pertinentes.

Pudo apreciarse que se cumplieron las acciones planificadas para cada una de las etapas de la estrategia didáctica.

#### **Resultados del pre-experimento como intervención en la práctica**

Para la determinación del estado final de la variable, fueron observadas 10 clases, 11 entrevistas individuales a profesores y se realizó la prueba pedagógica II a los 242 estudiantes que participaron en el diagnóstico inicial.

Los instrumentos empleados se muestran en Anexo 3, Anexo 4, Anexo 6 y en Anexo 8 la triangulación de los datos obtenidos como resultado de la aplicación de los instrumentos .

Se realizó la valoración del estado final del proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal de acuerdo al comportamiento de sus dimensiones e indicadores respectivos.

Se considera que el cambio que se produjo en el estado de la variable ha sido consecuencia de la implementación de la estrategia didáctica. A continuación, se ilustra la comparación de los resultados del estado inicial y final.

#### **Dimensión desempeño del docente**

El análisis de las frecuencias relativas y la mediana condujo a la valoración de Medio para esta dimensión, evidenciándose una favorable evolución en todos los indicadores después de la

aplicación del pre-experimento, estos cambios justifican la variación del comportamiento de la dimensión de Bajo a Medio, dado por la transformación de los indicadores I-1, I-3 e I-5 de Bajo a Alto y los indicadores I-2 e I-4 de Bajo a Medio.

Esto refleja un incremento en la preparación de los profesores para favorecer el desarrollo de la habilidad algoritmizar con enfoque profesional, evidenciándose que el 52,38% de los profesores que participaron en la propuesta logra establecer las relaciones entre los elementos requeridos para el desarrollo de la habilidad algoritmizar con los momentos del currículo donde se necesita emplearla, su importancia para la profesión.

Se observa una mejora en: el establecimiento de los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para el desarrollo de la habilidad algoritmizar con enfoque profesional y el empleo de situaciones donde se muestran las relaciones entre los conceptos y los procedimientos; en la derivación gradual de los objetivos, aunque persisten algunas deficiencias en la articulación de los subsistemas de habilidades a partir de las acciones y operaciones componentes de la habilidad algoritmizar; así como en el empleo de problemas de la asignatura y vinculados a la profesión para alcanzar los niveles de generalización teórica tres, cuatro o cinco.

### **Dimensión significatividad de la relación conceptual-procedimental**

El comportamiento de la dimensión cambió de Bajo a Medio, la valoración de los indicadores II-1, II-2, II-4, II-5 e II-6 se transformó de Bajo a Medio y el II-3, no experimentó cambios aparentes.

Se observan avances en los estudiantes, ante el reconocimiento de las herramientas para emplear en la resolución de problemas, solamente el 18,63% de los estudiantes no logra identificarlas, prevaleciendo el número de estudiantes (el 52,85%) que requieren determinados niveles de ayuda para su identificación.



A pesar del cambio positivo que experimenta la dimensión aún requiere de la continuidad de acciones durante el desarrollo de la asignatura, ya que en este punto los estudiantes relacionan la combinación lineal, con los conceptos o con los procedimientos, pero no con ambos a la vez ni la identifican como herramienta para la resolución de los problemas. Los estudiantes identifican, solamente, algunas herramientas o conocimientos adquiridos previamente que pueden ser empleados para la resolución del problema, planteando estrategias de solución con la ayuda del profesor o de sus compañeros.

Además, persisten algunas barreras para la representación de los objetos algebraicos, con el empleo de signos y símbolos, pero se observó un aumento del número de estudiantes que establecen estrategias para resolver los problemas y la relación conceptual-procedimental de forma independiente y con determinados niveles de ayuda.

### **Dimensión flexibilidad algorítmica**

La dimensión tuvo un cambio de Bajo a Medio, la valoración del indicador III-4, no se modificó mientras que la de los indicadores III-1, III-2 y III-3 varió de Bajo a Medio. De acuerdo al análisis de la mediana y las frecuencias relativas, se pudo identificar que los estudiantes no han logrado alcanzar la independencia para trabajar individualmente ya que requieren de determinados niveles de ayuda para la identificación de estructuras algorítmica y la capacidad para adaptarse ante la realización de nuevas tareas empleando herramientas y conocimientos ya adquiridos.

Debe destacarse que el indicador asociado al desempeño de los estudiantes ante la resolución de problemas cambió de 41,60% de valorados de Medio y Alto a 59,32% luego de la aplicación de la estrategia didáctica. El indicador referido a la adaptabilidad al empleo de algoritmos conocidos a nuevas situaciones, experimentó un cambio entre los evaluados de Medio y Alto 45,42% del estado inicial a 67,30% en el estado final.

Los resultados obtenidos en el estado final, para todas las dimensiones e indicadores, de la variable son superiores a los alcanzados en el estado inicial, lo que constituye una evidencia, para la autora de esta tesis, de que la estrategia didáctica implementada contribuye desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, en los individuos que participaron en el pre-experimento.

Los análisis antes realizados, constituyen una guía para continuar perfeccionando el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal

### **Conclusiones del Capítulo 2**

En esta investigación se identificó como variable el proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, cuya operacionalización permitió la elaboración de los instrumentos a emplear en la caracterización del estado inicial del desarrollo de la habilidad algoritmizar que tras su aplicación corroboró la existencia de deficiencias en el desempeño de los docentes para dirigir el proceso y de los estudiantes para desarrollar la habilidad.

La estrategia didáctica propuesta, relaciona los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, que toma a la combinación lineal como nodo de articulación del contenido, con las fases del proceso de desarrollo de habilidades y revela las relaciones interdisciplinarias a través de la habilidad algoritmizar. Consta de tres fases, con acciones dirigidas al profesor, al estudiante y al grupo, que comprenden el diagnóstico inicial, organización y planificación, así como ejecución y valoración; estableciéndose el control para cada fase de modo que permita la retroalimentación y rediseño de cada fase en caso de ser necesario.

La puesta en práctica de la estrategia didáctica para desarrollar la habilidad algoritmizar mediante un pre- experimento mostró una tendencia a la mejora en el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, evidenciada por los cambios experimentados por la valoración de cada uno de los indicadores y dimensiones de la variable luego de la aplicación de la estrategia. Esto fundamenta la existencia de una mejora en el desempeño de los docentes y los estudiantes que participaron en la investigación y permite la comprobación del cumplimiento del objetivo de la estrategia.

## CONCLUSIONES

El estudio teórico realizado permitió la sistematización de los fundamentos que sustentan el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, y se identificaron como núcleos de la investigación: el desarrollo histórico del Álgebra Lineal como asignatura, los requerimientos de su enseñanza-aprendizaje y el proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar para la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, así como los elementos filosóficos, sociológicos, psicológicos, pedagógicos y didácticos.

Los resultados del diagnóstico del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, mostraron la existencia de deficiencias en la dirección del proceso de desarrollo de esta habilidad y de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura con enfoque profesional e insuficiencias en el aprendizaje mostrado por los estudiantes y sus resultados docentes.

La estrategia didáctica propuesta hace énfasis en el empleo de: la combinación lineal como nodo de articulación del sistema de conocimientos, tareas docentes que impliquen la toma de decisiones, de forma flexible, sobre las herramientas algorítmicas a emplear y algoritmos conocidos del Álgebra Lineal como base orientadora de la acción y varias formas para su representación. Además del diseño de acciones a llevar a cabo por el profesor, los estudiantes y el grupo que favorecen el desarrollo de la habilidad algoritmizar.

La valoración de los especialistas evidencia la pertinencia de la aplicación de la estrategia didáctica propuesta y los resultados obtenidos, luego de su puesta en práctica, muestran su aplicabilidad en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas y por consiguiente, el cumplimiento del objetivo de la investigación, lo que la establece como una vía para la solución del problema científico.

Con esta investigación no se resuelven todos los problemas relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en general y en particular el desarrollo de habilidades, lo que permite la realización de nuevas investigaciones sobre este tema y otras problemáticas.

## **RECOMENDACIONES**

Los resultados de la puesta en práctica de la estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar se considera un primer acercamiento al desarrollo de habilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y de la Disciplina Matemática en el contexto de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas y deja otras problemáticas abiertas para futuras investigaciones en esta dirección, entre las que se encuentran el estudio del desarrollo de la habilidad algoritmizar con un enfoque interdisciplinario en el año, como estructura organizativa.

Además, se recomienda:

- Incorporar los resultados teóricos y prácticos de la investigación a las concepciones de la metodología de la enseñanza de la Matemática para la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas y carreras afines.
- Desarrollar investigaciones relacionadas con el desarrollo de habilidades matemáticas para carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas y carreras afines donde se perfeccione el trabajo en aristas poco exploradas en esta investigación como la relacionada con el empleo con el uso de las tecnologías de la informática y las comunicaciones y la formación de conceptos.
- Desarrollar investigaciones que sistematicen la implementación de la estrategia didáctica para desarrollar la habilidad algoritmizar en el contexto de otras carreras de ingeniería.

## BIBLIOGRAFÍA

ACM/IEEE-CS. (2013). The Role of Linear Algebra in the Computer Science Curriculum.

Recuperado de <http://www.mit.edu/~kepner/LAinCS.pdf> el 10 de enero de 2014

ADDINE, F. (1998). *Didáctica y optimización del proceso de enseñanza aprendizaje*. IPLAC.

Impresión ligera. La Habana.

ALBERTO, M., ROGIANO, C., ROLDÁN, G. y BANCHIK, M. (2008). Fortaleciendo las habilidades matemáticas de los alumnos ingresantes desde los entornos virtuales. *Revista*

*Premisa*, 39, 36-44. Recuperado de

<http://www.soarem.org.ar/Documentos/39%20Alberto.pdf> el 10 de junio de 2015

ÁLVAREZ DE ZAYAS, C. M. (1992). *La escuela en la vida*. La Habana: Editorial Félix Varela.

ÁLVAREZ DE ZAYAS, C. M. (1995). *Hacia una Escuela de Excelencia*. La Habana: Colección Educación y Desarrollo.

AÑORGA, J. (2014). La Educación Avanzada teoría pedagógica para el mejoramiento profesional y humano de los recursos laborales y de la comunidad. *Varona*(58), 19-31. Recuperado de

<http://www.redalyc.org/pdf/3606/360634165003.pdf> el 20 de diciembre de 2017

ATENCIA, M. y DE LAS PEÑAS, I. (2008). Matemáticas y computación: aprendizaje basado en problemas. *I Jornadas de trabajo sobre experiencias piloto de implantación del crédito europeo en las Universidades Andaluzas: Libro de actas*, 177-182.

BÁEZ, A. M. (2018). *Estrategia didáctica para el desarrollo conceptual procedimental en el Cálculo Diferencial de una variable real, para las carreras de ingeniería*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”, Camagüey.

- BAGLEY, S. y RABIN, J. (2013, 21-23 de febrero). *Computational Thinking in Linear Algebra*. Ponencia presentada en la 16th Annual Conference on Research in Undergraduate Mathematics (RUME 16) pp. 410-413. The Special Interest Group of the Mathematics Association of America (SIGMAA) for Research in Undergraduate Mathematics Education, Denver, Colorado, USA. Recuperado de <http://www.sigmaa.maa.org/rume/RUME16Volume2.pdf> el 20 de diciembre de 2017
- BALLESTER, S., SANTANA, H., HERNÁNDEZ, S., CRUZ, I., ARANGO, C., GARCÍA, M., ÁLVAREZ, A., BATISTA, L. C., VILLEGAS, E., ALMEIDA, B., TORRES, P., MACHADO, A. y GONZÁLEZ, J. M. (1992a). *Metodología de la Enseñanza de la Matemática* (Vol. II). La Habana: Pueblo y Educación.
- BALLESTER, S., SANTANA, H., HERNÁNDEZ, S., CRUZ, I., ARANGO, C., GARCÍA, M., ÁLVAREZ, A., BATISTA, L. C., VILLEGAS, E., ALMEIDA, B., TORRES, P., MACHADO, A. y GONZÁLEZ, J. M. (1992b). *Metodología de la Enseñanza de la Matemática* (Vol. I). La Habana: Pueblo y Educación.
- BLANCO, A., SALGADO, A. y ALONSO, I. (2016). Habilidades para la algoritmización computacional en la Licenciatura en Educación: Especialidad Educación Laboral-Informática. *Maestro y Sociedad. Revista Electrónica para Maestros y profesores*, 13(1), 18-30.
- BLANCO, R. (2002). ¿Es posible formar habilidades con la generalidad adecuada? *Xixim: Revista Electrónica de Didáctica de las Matemáticas*, Año 2(4), 75-79. Recuperado de <http://www.uaq.mx/matematicas/redm/> el 8 de marzo de 2018



- BLANCO, R. (2007). La Generalización Teórica Como Proceso Fundamental Del Pensamiento. Recuperado del sitio: <http://www.monografias.com/trabajos47/generalizacion-teórica/generalizacion-teórica.shtml> el 12 de octubre de 2011
- BLANCO, R. y PORTUONDO, R. (1998). Necesidad y fundamentos del desarrollo del pensamiento teórico de los estudiantes. *Revista Pedagogía Universitaria*, 3(2), 20-24. <http://revistas.mes.edu.cu/greenstone/collect/repo/index/assoc/D1609480/898203.dir/1609480898203.pdf>
- BURGUET, I., RODRÍGUEZ, J. B. y VARGAS, A. (2016). Las necesidades formativas pedagógicas del docente de matemática de la Facultad Introductoria de las Ciencias Informáticas. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 29, 1030-1038. Recuperado de [www.clame.org.mx](http://www.clame.org.mx)
- BURGUET, I. y VARGAS, A. (2018). El desempeño del docente en el proceso de desarrollo de habilidades de trabajo con algoritmos en la disciplina Álgebra Lineal. *Transformación*, 14(2), 286-294.
- CAMPISTROUS, L. y RIZO, C. (1998). Indicadores e investigación educativa. La Habana: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas de Cuba
- CARDAMONE, R. P. (2004). Neuropsicología del pensamiento: un enfoque histórico-cultural. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://www.cchale.org/app/download/6104680560/Neuropsicología+del+pensamiento.pdf> el 5 de septiembre de 2018
- CENTRO EUROPEO PARA EL DESARROLLO DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL (CEDEFOP). (2008). *Terminology of European education and training policy. A selection*

*of 100 key terms*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities: European Center for Development of Vocational Training.

CHINDUMBO, B. (2017). *Estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades matemáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Análisis Matemático I*. (Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona", La Habana.

CHIRINO, M. V. (1999). *El desarrollo de habilidades para el trabajo investigativo en la formación profesional pedagógica*. Ponencia presentada en el Congreso Pedagogía 99, Ciudad de La Habana.

CORMEN, T. H., LEISERSON, C. E., RIVEST, R. L. y STEIN, C. (2001). *Introduction to Algorithms* (2nd ed.). United States of America: The MIT Press & McGraw-Hill Book Company.

CORTÉS, E., VANOLI, V. y CASAS, S. (2010). *Big Bang un recurso didáctico-pedagógico en el aprendizaje de la implementación de algoritmos en pseudocódigo*. Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Santa Cruz, Argentina. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/20836/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/20836/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

DAVIDOV, V. (1986). *Los principios de la enseñanza en la escuela del futuro. Antología de la Psicología pedagógica y de las edades*. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.

DE GUZMÁN, M. (1995). *Impacto de la Matemática sobre la Cultura*. Ponencia presentada en La Ciencia ante el siglo XXI, Fundación Ramón Areces, Madrid. Recuperado de [http://www.sectormatematica.cl/articulos/impactos\\_cultura.pdf](http://www.sectormatematica.cl/articulos/impactos_cultura.pdf) el 16 de julio de 2014

- DE GUZMÁN, M. (2007). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*(43), 19-58. Recuperado de [www.redalyc.org/pdf/800/80004304.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/800/80004304.pdf) el 10 de enero de 2010
- DEFAZ, G. J. (2017). El desarrollo de habilidades cognitivas mediante la resolución de problemas matemáticos. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigacion*, 2(5), 14-17.
- DELGADO, J. R. (1999). *La enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Dos elementos fundamentales para lograr su eficacia: la estructuración sistémica del contenido de estudio y el desarrollo de las habilidades generales matemáticas*. (Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Ciudad de La Habana.
- DELGADO, J. R. (2001). Los procedimientos generales matemáticos. En H. HERNÁNDEZ (Ed.), *Cuestiones de Didáctica de la Matemática. Conceptos y procedimientos en la educación Polimodal y Superior* (pp. 69-87). Rosario. Argentina: Ediciones Homo Sapiens.
- DELGADO, Y. (2011). *Estrategia Metodológica para desarrollar la interdisciplinariedad desde el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal con la asignatura Gráficos por Computadoras a través de las TIC*. (Tesis para optar por el Título Académico de Master en “Las Tecnologías en los Procesos Educativos” no publicada), Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana.
- DÍAZ, A. (2013). *Metodología desarrolladora de diseño curricular centrada en el componente laboral e investigativo para la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas*. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Camagüey, La Habana. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/325878389\\_METODOLOGIA\\_DESARROLL](https://www.researchgate.net/publication/325878389_METODOLOGIA_DESARROLL)

[ADORA DE DISEÑO CURRICULAR CENTRADA EN EL COMPONENTE LABORAL E INVESTIGATIVO PARA LA CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS INFORMATICAS](#)

- DORIER, J.-L. (2002, 20-28 de agosto). *Teaching Linear Algebra at University*. Ponencia presentada en International Congress of Mathematicians, pp. 875-884. Beijing, China  
Recuperado de <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:16877> el 25 de enero de 2012
- DORIER, J.-L. (Ed.). (2000a). *On the Teaching of Linear Algebra*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers  
Recuperado de <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:16623> el 25 de enero de 2012
- DORIER, J.-L. (Ed.). (2000b). *Recherche en Histoire et en Didactique des Mathématiques sur l'Algèbre linéaire – Perspectives théorique sur leurs interactions*. Grenoble, France: Laboratoire Leibniz-IMAG,.  
Recuperado de <http://www-leibniz.imag.fr/LesCahiers> el 13 de noviembre de 2008
- 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 la First Conference of the European Society for Research in Mathematics Education, pp. 103-112. Osnabruck. Recuperado de [www.fmd.uni-osnabrueck.de/ebooks/erme/cerme1-proceedings/papers/g1-dorier-et-al.pdf](http://www.fmd.uni-osnabrueck.de/ebooks/erme/cerme1-proceedings/papers/g1-dorier-et-al.pdf) el 9 de diciembre de 2011
- DORIER, J.-L., ROBERT, A., ROBINET, J., ROGALSKI, M., HAREL, G., HILLEL, J. y SIERPINSKA, 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. Recuperado de <http://emis.ams.org/journals/ZDM/zdm986r2.pdf> el 6 de diciembre de 2011

- DOS SANTOS, C. (2018). *Estrategia didáctica para el aprendizaje desarrollador de las funciones matemáticas en el primer año de la formación de técnicos medios en electricidad en el Instituto Medio Politécnico de Cacuaco – Angola*. (Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona", La Habana.
- DOWEK, G. (2011). *Les quatre concepts de l'informatique* Ponencia presentada en Quatrième colloque international DIDAPRO 4-Dida&STIC, Université de Patras.
- EASTON, T. A. (2006). Beyond the Algorithmization of the Sciences. *Communications of the ACM*, 49(5), 31-33.
- EDMONDS, J. (2008). How to think about algorithms. New York, United States of America: Cambridge University Press. Recuperado de [www.cambridge.org/9780521849319](http://www.cambridge.org/9780521849319) el 3 de abril de 2015
- ESCALONA, M. (2011). El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior. Su concreción en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín. *Revista Iberoamericana de Educación*, 56(4), 1-13. Recuperado de <https://rieoei.org/RIE/article/view/1496> el 23 de enero de 2010
- FARIÑA, J. L. (2009). *Modelo de la dinámica de formación del pensamiento algorítmico singularizado en las consultas SQL en alumnos de los Politécnicos de Informática*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Instituto Superior Pedagógico "José Martí Pérez", Camagüey.
- FERNÁNDEZ, J. A. (2005). Avatares y estereotipos sobre la enseñanza de los algoritmos en matemáticas. *UNIÓN: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*(4), 31-46.

- FERRER, M. y REBOLLAR, A. (2010). Como dirigir el proceso de formación de habilidades matemáticas. *Edición electrónica gratuita. Texto completo en [www. plusformacion.com/Recursos/r/proceso-formacion-habilidades](http://www.plusformacion.com/Recursos/r/proceso-formacion-habilidades).*
- FUENTES, H. C. (2000). *Didáctica de la Educación Superior*. Impahu, Bogotá.
- FUTSCHEK, G. (2006, Noviembre). *Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science*. Ponencia presentada en In International conference on informatics in secondary schools-evolution and perspectives (pp. 159-168), pp. 159 – 168. Springer, Berlin, Heidelberg. Recuperado de [https://link.springer.com/chapter/10.1007/11915355\\_15](https://link.springer.com/chapter/10.1007/11915355_15) el 15 de mayo de 2016
- FUTSCHEK, G. y MOSCHITZ, J. (2011, Octubre). *Learning algorithmic thinking with tangible objects eases transition to computer programming*. Ponencia presentada en International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, pp. 155-164. Springer, Berlin, Heidelberg.
- GALPERIN, P. Y. (1986). Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. *Antología de la Psicología Pedagógica y de la Edades. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.*
- GARCÍA, E. (1975). *Algoritmización de los procesos de diseño*. Ponencia presentada en Coloquio Internacional sobre arquitectura y automática, Centro de Calculo de la Universidad de Madrid. Recuperado de <http://elgranerocomun.net/Algoritmizacion-de-los-procesos-de.html>
- GARCÍA, T., CUELI, M., RODRÍGUEZ, C., KRAWEC, J. y GONZÁLEZ-CASTRO, P. (2015). Conocimiento y habilidades metacognitivas en estudiantes con un enfoque profundo de

- aprendizaje. Evidencias en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de Psicodidáctica*, 20(2), 209-226.
- GONZÁLEZ, A. M. y REINOSO, C. (2002). *Nociones de psicología y pedagogía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- HERNÁNDEZ, H. (1989). *El perfeccionamiento en la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior Cubana*. (Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Ministerio de Educación Superior, La Habana.
- HERNÁNDEZ, H. (1998). Vygotski y la estructuración del conocimiento matemático. Experiencia cubana. Conferencia Magistral. RELME 11. Morelia, Mexico. 07/1997. En H. HERNÁNDEZ (Ed.), *Cuestiones de didáctica de la Matemática*. Rosario. Argentina: Editorial Homo Sapiens.
- HERNÁNDEZ, H. (Ed.). (2001). *Cuestiones de Didáctica de la Matemática. Conceptos y procedimientos en la educación Polimodal y Superior*. Rosario. Argentina: Ediciones Homo Sapiens.
- HERNÁNDEZ, S. (2000). *El desarrollo de la habilidad algoritmizar en estudiantes de Ingeniería Industrial*. (Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ciencias de la Educación Superior. Mención Docencia. no publicada), Universidad de la Habana, Ciudad de La Habana.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. y FERNÁNDEZ COLLADO, C. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta. ed.). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.
- HURTADO, F. J. (2005). *La habilidad procesar datos cuantitativos en la enseñanza de la matemática de la secundaria básica*. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en

Ciencias Pedagógicas no publicada), Instituto Superior Pedagógico "José Martí Pérez", Camagüey.

JONSSON, B., NORQVIST, M., LILJEKVIST, Y. y LITHNER, J. (2014). Learning mathematics through algorithmic and creative reasoning. *Journal of Mathematical Behavior*, 36, 20-32. doi: 10.1016/j.jmathb.2014.08.003.

KARRER, M. (2006). *Articulação entre Álgebra Linear e Geometria um estudo sobre as transformações lineares na perspectiva dos registros de representação semiótica*. (Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. Recuperado de [http://www.sapientia.pucsp.br/tde\\_arquivos/13/TDE-2006-05-16T09:17:18Z-2105/Publico/tese\\_monica\\_karrer.pdf](http://www.sapientia.pucsp.br/tde_arquivos/13/TDE-2006-05-16T09:17:18Z-2105/Publico/tese_monica_karrer.pdf)

LEONTIEV, A. N. (1981). *Actividad, Conciencia, Personalidad*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

LINARES, M. (2007). *Fundamentación de un sistema que contribuya al desarrollo del pensamiento lógico, en el marco del proceso de enseñanza de la asignatura Proyectos Informáticos*. (Tesis en opción al Título Académico de Master en Nuevas Tecnologías para la Educación no publicada), Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca".

LOCKWOOD, E., ASAY, A., DEJARNETTE, A. F. y THOMAS, M. (2016). *Algorithmic thinking: An initial characterization of computational thinking in mathematics*. Ponencia presentada en 38th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education Tucson, Arizona. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/317570108> el 30 de mayo de 2017



- LONG, C. (2005). Maths concepts in teaching: procedural and conceptual knowledge *Pythagoras*, 62, 59-65.
- LÓPEZ, J., BORONAT, M. E., ROSÉ, M. A., CHÁVEZ, J., VALERA, O. y RUÍZ, A. (2002). Marco conceptual para la elaboración de una teoría pedagógica. En ICCP (Ed.), *Compendio de Pedagogía* (pp. 45-60). La Habana.
- LÓPEZ, J. C. (2009). *Algoritmos y Programación (Guía para docentes)* Recuperado de <http://www.eduteka.org/GuiaAlgoritmos.php> el 20 de julio de 2017
- LÓPEZ, M. (1986). *Saber enseñar, a describir, definir y argumentar*. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- MACHACA, M. A. (2008). Introducción a la Programación en Visual Basic .NET. Recuperado de <https://miguelmachaca.files.wordpress.com/2014/04/capitulo-9-a-12-introduccion-la-programacion-en-vs-2008.pdf> el 20 de enero de 2016
- MALTSEV, L. (1976). *Fundamentos de Álgebra Lineal* (A. CLAVIJO, Trans.). Moscú: Editorial Mir.
- MARTÍN, A. M. (2018). *Estrategia didáctica para el desarrollo de relaciones conceptuales en el Álgebra Lineal para las carreras de ingeniería*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”, Camagüey.
- MARTÍN, A. M., PÉREZ, O. L., CASAS, L., ESPÍNDOLA, A. y VARGAS, A. (2015). ¿Contribuye la didáctica del Álgebra Lineal a que los estudiantes identifiquen los espacios vectoriales como una estructura sistémica? En R. FLORES (Ed.), *Acta Latinoamericana De Matemática Educativa* 28, 315-322. México, D.F.: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C. ISSN: 2448-6469 Recuperado de [www.clame.org.mx](http://www.clame.org.mx)

- MARTÍN, A. M., PÉREZ, O. L., CASAS, L. y SÁNCHEZ, R. (2017). Secuenciación didáctica entre logos y praxis de la combinación lineal. *Ciencias Matemáticas*, 31(2), 31-45.
- MARTÍN, A. M., PÉREZ, O. L. y MARTÍNEZ, Y. (2017). Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto espacio vectorial. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCalE)*, 5(2), 195-209.
- MARTÍNEZ, S. y FARIÑA, J. L. (2012). La competencia elaborar programas informáticos desde el proceso de enseñanza–aprendizaje de la Disciplina Lenguaje y Técnicas de Programación. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, III (2), 125-144.
- MATEUS, J. (2008). *La enseñanza y el aprendizaje del Álgebra: una concepción didáctica mediante sistemas informáticos*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”, La Habana. Disponible en Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.
- MES. (2014). Plan de Estudios “D” Ingeniería en Ciencias Informáticas (pp. 124). Universidad de las Ciencias Informáticas: Ministerio de Educación Superior
- MES. (2018). Gaceta Oficial de la República de Cuba. Resolución No. 2/2018.Reglamento de Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior (pp. 647-709). La Habana: Ministerio de Justicia
- MESTRE, U. y FUENTES, H. C. (2010). Propuesta didáctica centrada en la resolución de problemas para el proceso docente de las ciencias básicas. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, I(1), 39-48.
- MIYAR, I. (2009). *Perfeccionamiento de la formación de conceptos algebraicos en estudiantes universitarios con el empleo de los asistentes matemáticos*. (Tesis en opción al grado

científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Camagüey, Universidad APEC, Santo Domingo.

- MODARELLI, M. C., NOLASCO, M. R., BOUCÍGUEZ, M. B., IRASSAR, L. E., SUÁREZ, M. M. y BERRINO, M. I. (2006, Agosto). *Resolución de problemas: una herramienta útil para desarrollar habilidades matemáticas*. Ponencia presentada en I REPEM, pp. 303-309. Santa Rosa, La Pampa, Argentina. Recuperado de <http://repep.exactas.unlpam.edu.ar/cdrepep06/memorias/comunicaciones/Propuestas/CPD4.pdf> el 16 de junio de 2016
- 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 presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas ), Universidad de Camagüey., La Habana: Editorial Universitaria, 2015. Recuperado de <http://beduniv.reduniv.edu.cu/index.php?page=13&id=597&db=1>
- MONTENEGRO, E. I. (2004). *Modelos para la estructuración y formación de habilidades lógicas a través del Análisis Matemático*. (Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Instituto Superior Pedagógico "Frank País García", Santiago de Cuba.
- MORALES, Y. C. (2014). *El desarrollo de las habilidades espaciales, desde la Matemática Superior, en los estudiantes de Ingeniería Mecánica* (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas), Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", La Habana: Editorial Universitaria, 2015.

- MORALES, Y. C., BRAVO, M. L. y CAÑEDO, C. (2013). La enseñanza de la Matemática en Ingeniería Mecánica para el desarrollo de habilidades. *Pedagogía Universitaria*, XVIII(4), 75-90.
- MURTY, K. G. (2001). *Sophomore Level Self - Teaching Webbook for Computational and Algorithmic Linear Algebra and n-Dimensional Geometry* Recuperado de [http://ioe.engin.umich.edu/books/murty/algorithmic\\_linear\\_algebra/](http://ioe.engin.umich.edu/books/murty/algorithmic_linear_algebra/) el 12 de abril de 2015
- 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* (pp. 299-332). México: UNAM.
- ORTEGA, P. (2002). *La enseñanza del Álgebra Lineal mediante sistemas informáticos de cálculo algebraico*. (Memoria para optar por el grado de Doctor), Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. Recuperado de <http://eprints.ucm.es/4525/1/T25694.pdf> el 10 de marzo de 2015
- PARBERRY, I. y GARSARCH, W. (2002). *Problems on algorithms* (2nd ed.). Texas: Prentice-Hall, Inc.
- PCC. (2011). Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (Tabloide impreso). La Habana: UEB Gráfica. Empresa de Periódicos.
- PCC. (2017a). Bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030: Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos. *Documentos del 7mo. Congreso del Partido aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo de 2017 y*

- respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017 (Tabloide impreso)* (pp. 14-22). La Habana: UEB Gráfica. Empresa de Periódicos.
- PCC. (2017b). Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021. *Documentos del 7mo. Congreso del Partido aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo de 2017 y respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017 (Tabloide impreso)* (pp. 23-32). La Habana: UEB Gráfica. Empresa de Periódicos.
- PEDROSO, Y. (2011). *Modelo didáctico del proceso de desarrollo de habilidades de estudio en la disciplina Fundamentos de la Matemática Escolar*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Ciencias Pedagógicas “Rafael María de Mendive”, Pinar del Río.
- PENG, A. (2007). A Case Study of Developing Students' Ability to Design Algorithm in LOGO Environment. *Research in Mathematical Education*, 11(1), 65-74. Recuperado de [http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=SHGHEN\\_2007\\_v11n1\\_65](http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=SHGHEN_2007_v11n1_65)
- PÉREZ, A. J. (2005). Algoritmos en la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas. *UNIÓN: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*(1), 37-44.
- PÉREZ, O. L. (2002). *La evaluación del aprendizaje como elemento del sistema de dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en la enseñanza de las Matemáticas para Ciencias Técnicas*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Camagüey, Camagüey.
- PÉREZ, O. L., MARTÍNEZ, A., TRIANA, B. y GARZA, E. (2016). Reflexiones conceptuales sobre la evaluación del aprendizaje. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 7(4), 11-168.

- PLEROU, A. y VLAMOS, P. (2016). Algorithmic Thinking and Mathematical Learning Difficulties Classification *American Journal of Applied Psychology*, 5(5), 22-31. doi: 10.11648/j.ajap.20160505.11
- POLYA, G. (1945). *How To Solve It* (2nd ed.). Garden City, New York: Doubleday Anchor Books. Doubleday & Company, Inc.
- PORTUONDO, R., BASULTO, C. y GÓMEZ, A. (2004). *Didáctica para Escuelas Preparatorias*. Universidad de Camagüey: Centro de Estudios de Ciencias de la Educación "Enrique José Varona".
- PUPO, R. (1990). *La actividad como categoría filosófica*. La Habana, Cuba: Editorial de Ciencias Sociales.
- RÉSHETOVA, Z. (1988). Análisis sistémico aplicado a la Educación Superior *Selección de Lecturas*. Universidad Central de las Villas, Cuba
- REYES, D. (2018). *Estrategia didáctica para la formación y desarrollo de las habilidades profesionales pedagógicas desde la disciplina Álgebra en la Licenciatura en Educación Matemática*. (Tesis de predefensa para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona", La Habana.
- RISSO, A., GARCÍA, M., DURÁN, M., BRENLLA, J. C., PERALBO, M. y BARCA, A. (2015). Un análisis de las relaciones entre funciones ejecutivas, lenguaje y habilidades matemáticas. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, Extr.(9), A9073 -A9078. doi: 10.17979/reipe.2015.0.09.577.

- RODRÍGUEZ, M. A. y RODRÍGUEZ, A. (2011). La estrategia como resultado científico de la investigación educativa. En N. DE ARMAS y A. D. VALLE (Eds.), *Resultados científicos en la investigación educativa*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ROGERS, L. (2002). *From icons to symbols: Reflections on the historical development of the language of algebra*. Ponencia presentada en European Research in Mathematics Education II, Charles University Prague. Recuperado de [https://www.erme.tu.dortmund.de/~erme/doc/CERME2\\_proceedings.pdf#page=577](https://www.erme.tu.dortmund.de/~erme/doc/CERME2_proceedings.pdf#page=577) el 15 de octubre de 2018
- SAEZ, A. C., CIUDAD, F. Á., PUENTES, U. y MENÉNDEZ, J. S. (2015). El desarrollo de la habilidad: implementar algoritmos. Teoría para su operacionalización. *RCCI: Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 9(3), 99- 112.
- SALGADO, A. (2015). *Dinámica lógico-algorítmica del proceso de resolución de problemas de programación computacional*. (Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
- SALGADO, A., ALONSO, I. y GORINA, A. (2013). Aproximación a la resolución de problemas de programación computacional y su lógica de algoritmización. *Santiago*(131), 521-533.
- SALGADO, A., ALONSO, I. y GORINA, A. (2014). Ejemplificación de la solución algorítmica de problemas de Programación Computacional. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, V(4), 15-36.
- SALGADO, A., ALONSO, I. y GORINA, A. (2015). Una propuesta didáctica para perfeccionar la algoritmización computacional. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, VI(4), 149-170.
- SALGADO, A., ALONSO, I., GORINA, A. y TARDO, Y. (2013a). Didáctica de la resolución de problemas de Programación Computacional. *Pedagogía Universitaria*, XVIII(4), 62-74.

- SALGADO, A., ALONSO, I., GORINA, A. y TARDO, Y. (2013b). Lógica algorítmica para la resolución de problemas de programación computacional: una propuesta didáctica. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 4(1), 57-76.
- SALGADO, A., ALONSO, I., GORINA, A. y TOMÁS, R. R. (2017). Computational algorithmization: Limitations in problem solving skills in computational sciences majors at University of Oriente. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 13(2), 166-184.
- SÁLMINA, N. (1984). Análisis lógico-psicológico de los procedimientos para construir la asignatura docente. *Revista La Educación Superior Contemporánea*, No. 3(47).
- SÁNCHEZ, A. y SÁNCHEZ, M. E. (2002). La pedagogía cubana: sus raíces y logros. En ICCP (Ed.), *Compendio de Pedagogía* (pp. 36-44). La Habana.
- SANTOS TRIGO, L. M. (1996). Principios y Métodos de la Resolución de problemas en el Aprendizaje de las Matemáticas. Capítulo 6. (2da. ed., pp. 57-70). Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- SCHNEIDER, M., RITTLE-JOHNSON, B. y STAR, J. R. (2011). Relations Among Conceptual Knowledge, Procedural Knowledge, and Procedural Flexibility in Two Samples Differing in Prior Knowledge. *Developmental Psychology*, 47(6), 1525-1538. doi: 10.1037/a0024997.
- SEDGEWICK, R. (1983). *Algorithms* (M. A. HARRISON y J. T. DEWOLFE Eds.). United States of America: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- SEELEY, C. (1993). *Increasing access or ensuring failure? Policy makers throw a hammer into the wall*. Ponencia presentada en Algebra for the 21st century: Proceedings of the August 1992 conference, pp. 43-45. Reston, Virginia.



- SERRANO, J. M. (2008). Acerca de la naturaleza del conocimiento matemático. *Anales de Psicología*, 24(2), 169-179.
- SILVESTRE, M. y RICO, P. (2002). Proceso de enseñanza aprendizaje. En ICCP (Ed.), *Compendio de Pedagogía* (pp. 68-79). La Habana.
- SILVESTRE, M. y ZILBERSTEIN, J. (2000). *¿Cómo hacer más eficiente el aprendizaje?* México: Ediciones CEIDE.
- SILVESTRE, M. y ZILBERSTEIN, J. (2002). *Hacia una didáctica desarrolladora*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- SNYDER, E. (2013). Linear Algebra in Computer Vision: MATH 547-Marzuola. Recuperado de [http://www.unc.edu/~marzuola/Math547\\_S13/Math547\\_S13\\_Projects/E\\_Snyder\\_Section\\_001\\_COMPUterVISion.pdf](http://www.unc.edu/~marzuola/Math547_S13/Math547_S13_Projects/E_Snyder_Section_001_COMPUterVISion.pdf) el 20 de febrero de 2016
- SNYDER, L. (2000). Computer Scientist Says all Students Should Learn to Think "Algorithmically". Por F. OLSEN, en *"The Chronicle of Higher Education"*. Recuperado de <http://chronicle.com/free/2000/03/2000032201t.htm/> el 17 de febrero de 2016
- STEWART, S. (2008). *Understanding Linear Algebra Concepts Through the Embodied, Symbolic and Formal Worlds of Mathematical Thinking*. (Tesis presentada en opción al grado científico de "Doctor of Philosophy of Science in Mathematics Education"), University of Auckland, Auckland. Recuperado de <https://researchspace.auckland.ac.nz/docs/uoa-docs/rights.htm>
- TALÍZINA, N. F. (1985). *Conferencias sobre "Los Fundamentos de la Enseñanza en la Educación Superior"*. Departamento de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior (DEPES): Universidad de La Habana.

- TALÍZINA, N. F. (1988). *Psicología de la enseñanza* (A. CLAVIJO, Trans.). Moscú: Editorial Progreso.
- TALÍZINA, N. F. (1992). *La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares*. México: Ángeles Editores S. A.
- TALÍZINA, N. F. (2008). Mecanismos psicológicos de la generalización. *Acta Neurol Colomb*, 24(2), 76-88.
- TOBOSO, J. (2004). *Evaluación de habilidades cognitivas en la resolución de problemas matemáticos*. (Memoria para optar por el grado de Doctor), Universidad de Valencia, Valencia, España: Servei de Publicacions.
- TREJOS, O. I. (1999). La Esencia de la Lógica de Programación– Básico (pp. 325). Pereira, Colombia: Papiro
- UHLIG, F. (2006). *Certain Dilemmas in Teaching Elementary Linear Algebra Today and Tomorrow*, pp. 29. Department of Mathematics, Auburn University. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.129.9816&rep=rep1&type=pdf> el 8 de enero de 2009
- VALENZUELA, V. (2003). *Manual de análisis y diseño de algoritmos*. Copiapó: INACAP.
- VALLE, A. D. (2010). *Algunos resultados científico pedagógicos. Vías para su obtención*. La Habana: ICCP, Ministerio de Educación.
- VALVERDE, J., FERNÁNDEZ, M. R. y GARRIDO, M. d. C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED - Revista de Educación a Distancia*, 46(3). Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/46> el 2 de julio de 2016

- VARGAS, A. (2012). *Tareas para desarrollar la generalización teórica en el Álgebra Lineal*. Ponencia presentada en Simposio sobre Formación del Ingeniero Informático, UCIENCIA, Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba. CD-ROM
- VARGAS, A., BLANCO, R., PÉREZ, O. L. y 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 Recuperado de [www.clame.org.mx](http://www.clame.org.mx)
- VARGAS, A., BURGUET, I., LEZCANO, L. E. y DURÁN, M. (2018). Las relaciones intradisciplinarias en el currículo de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas: Una visión desde el Álgebra Lineal. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, 31(2)*, 1209-1216. Recuperado de [www.clame.org.mx](http://www.clame.org.mx)
- VARGAS, A. y DURÁN, M. (2015, 25-27 de noviembre). *Problemas para abordar la interdisciplinariedad en la clases de Álgebra Lineal*. Ponencia presentada en Congreso Internacional COMPUMAT 2015, Sociedad Cubana de Matemática y Computación, La Habana.
- VARGAS, A., LEZCANO, L. E. y PÉREZ, O. L. (2017a). 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(4)*. Recuperado de [www.revista.iplac.rimed.cu](http://www.revista.iplac.rimed.cu)
- VARGAS, A., LEZCANO, L. E. y PÉREZ, O. L. (2017b). Desarrollo de la habilidad de algoritmizar a través del Álgebra Lineal con enfoque profesional. *Revista IPLAC, Publicación Latinoamericana y Caribeña de Educación(6)*. Recuperado de [www.revista.iplac.rimed.cu](http://www.revista.iplac.rimed.cu)

- VARGAS, A., PÉREZ, O. L. y BLANCO, R. (2014). *Desarrollo de la habilidad algoritmizar: una visión desde los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad* Ponencia presentada en I Conferencia Científica Internacional UCIENCIA 2014, Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba. CD-ROM
- VARGAS, A., PÉREZ, O. L. y BLANCO, R. (2015). *Desarrollo de la habilidad de algoritmizar a través del Álgebra Lineal con enfoque profesional*. Ponencia presentada en XXIX Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (RELME 29). Comité latinoamericano de Matemática Educativa (CLAME), Ciudad de Panamá, Panamá.
- VARGAS, A., PÉREZ, O. L., BLANCO, R. y MARTÍN, Á. (2015). Modelo didáctico para el desarrollo de la habilidad de algoritmizar a través del Álgebra Lineal. En R. FLORES (Ed.), *Acta Latinoamericana De Matemática Educativa 28*, 691-698. México, D.F.: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C. ISSN: 2448-6469 Recuperado de [www.clame.org.mx](http://www.clame.org.mx)
- VARGAS, A., PÉREZ, O. L. y 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. Recuperado de [www.clame.org.mx](http://www.clame.org.mx)
- VERDECIA, E. Y. (2011). *Metodología para la certificación formativa de roles desde la práctica profesional*. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Camagüey, Camagüey.
- VIDAL, C. L., CABEZAS, C., PARRA, J. H. y LÓPEZ, L. P. (2015). Experiencias Prácticas con el Uso del Lenguaje de Programación Scratch para Desarrollar el Pensamiento Algorítmico

de Estudiantes en Chile. *Formación Universitaria*, 8(4), 23-32. doi: 10.4067/S0718-50062015000400004.

VIERA MONTES DE OCA, M. C. (1993). La algoritmización. ventajas y desventajas. Posibilidades de aplicación de este método. *Revista Cubana de Psicología*, 10(1), 53-57.

VILLALONGA, P., GONZÁLEZ, S., MARCILLA, M. y MERCAU, S. (2009, del 15 al 17 de mayo). *Variables relevantes para estudiar el grado de desarrollo de las habilidades matemáticas*. Ponencia presentada en VII Conferencia Argentina de Educación Matemática. Organizada por la Sociedad Argentina de Educación Matemática y el Departamento de Matemática de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral, pp. 290-299. Ciudad de Santa Fe, República Argentina. Recuperado de [http://www.soarem.org.ar/Documentos/ACTA%20VII%20CAREM\\_2009.pdf#page=299](http://www.soarem.org.ar/Documentos/ACTA%20VII%20CAREM_2009.pdf#page=299) el 10 de abril de 2014

VYGOTSKI, L. S. (1979). *El desarrollo de las funciones psicológicas superiores*. Barcelona, España: Editorial Crítica.

VYGOTSKI, L. S. (1982). *Pensamiento y lenguaje*. La Habana, Cuba: Editora Revolucionaria.

VYGOTSKI, L. S. (1987). *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. La Habana: Editorial Científico Técnica.

WEINTROP, D., BEHESHTI, E., HORN, M., ORTON, K., JONA, K., TROUILLE, L. y WILENSKY, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147. doi: 10.1007/s10956 015 9581 5.

- WILLINER, B. (2011). Estudio de habilidades matemáticas cuando se realizan actividades usando software específico. *UNIÓN: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*(27), 115-129.
- WING, J. M. (2006a). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. Recuperado de <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf> el 15 de marzo de 2017
- WING, J. M. (2006b). Computational Thinking and CS@CMU. Computer Science Department: Carnegie Mellon University. Recuperado de [http://www-cgi.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/CT\\_at\\_CMU.pdf](http://www-cgi.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/CT_at_CMU.pdf) el 16 de marzo de 2017
- WING, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: mathematical, physical and engineering sciences*, 366(1881), 3717-3725. doi: 10.1098/rsta.2008.0118.
- WING, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why? The Link Magazine, Spring: Carnegie Mellon University, Pittsburgh. Recuperado de <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf> el 20 de julio de 2017
- YORDI, I. (2004). *Metodología para formar en los estudiantes de Ingeniería Eléctrica la habilidad de calcular en Álgebra Lineal con sentido amplio*. (Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas no publicada), Universidad de Camagüey, Universidad de Oriente, Camagüey.

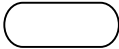
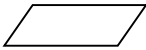

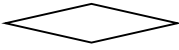
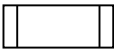


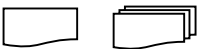

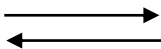
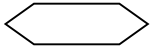
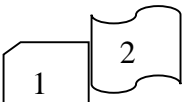

## Anexo 1

### Estructuras algorítmicas

Formas de representar los algoritmos y comparación entre ellas, tomado de Trejos (1999, p. 74)

Nombre de la Técnica	Ventajas	Desventajas
<b>Diagramas de Flujo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Permite visualizar gráficamente el camino que sigue la solución a un problema</li> <li>b. Por ser tan simplificado es muy entendible</li> <li>c. No se necesitan muchos conocimientos técnicos para utilizar esta técnica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Dado que los flujos (representados con flechas) pueden ir de cualquier lugar a cualquier lugar da espacio para que el diagrama llegue a ser casi inentendible</li> <li>b. Deben conocerse bien los símbolos que se van a utilizar</li> <li>c. No todos los símbolos están estandarizados</li> <li>d. Los ciclos deben ser reinterpretados para poder ser diagramados en esta técnica</li> <li>e. No siempre es muy entendible</li> <li>f. Algunas veces la analogía entre el diagrama y la codificación en el Lenguaje de Programación resulta ser compleja</li> </ul>
<b>Diagramación Rectangular Estructurada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Permite tener un marco referencial concreto y definido para la representación de los algoritmos</li> <li>b. Solo tiene tres esquemas que le permiten a su vez representar las tres estructuras básicas</li> <li>c. Exige orden en la representación de un algoritmo</li> <li>d. Es muy entendible</li> <li>e. La analogía entre la codificación y el diagrama normalmente es directa y por lo tanto muy sencilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Exige una fundamentación técnica que permita representar la solución a cualquier problema a través de las tres estructuras básicas</li> <li>b. No una técnica muy popularizada</li> </ul>
<b>SeudoCódigo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Permite expresar la solución algorítmica a un problema en nuestro propio lenguaje y casi con nuestras propias reglas</li> <li>b. La codificación se facilita demasiado dado que la transcripción es directa</li> <li>c. Si el programador es ordenado, esta puede llegar a ser la técnica mas entendible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Exige mucho orden para ser utilizada eficientemente</li> <li>b. Exige el mantenimiento claro de los conceptos de algoritmos como tales</li> <li>c. Las decisiones deben estar encasilladas dentro de los alcances de los operadores lógicos y operadores booleanos</li> </ul>

## Símbolos que representan los elementos de un algoritmo en un diagrama de flujo<sup>1</sup>

<i>SÍMBOLO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
	Indica el inicio y el final de nuestro programa diagrama de flujo
	Indica la entrada y salida de datos
	Símbolo de proceso y nos indica la asignación de un valor en la memoria y/o la ejecución de una operación aritmética
	Símbolo de decisión indica la realización de una comparación de valores
	Se utiliza para representar los subprogramas
	Conector dentro de página. Representa la continuidad del programa dentro de la misma página
	Conector fuera de página. Representa la continuidad del diagrama en otra página
	Indica la salida única o múltiple de información por impresora o documento.
	Indica la salida de información en la pantalla o monitor
	Líneas de flujo o dirección. Indican la secuencia en que se realizar las operaciones
	Parámetros de inicio de un ciclo cuando se ajusta a una de las formas establecidas por las normas de programación
	1- Lectura de datos de una Tarjeta Perforada. Actualmente este símbolo representa sencillamente una lectura. 2- Salida de datos en una cinta perforada. En la actualidad este símbolo representa sencillamente una salida o una escritura de datos.
	Entrada de datos utilizando el teclado del computador. Se escribe en su interior el nombre de la variable (o las variables) en donde se almacenará el dato que entra por el teclado.

<sup>1</sup> Estos símbolos están estandarizados y cada uno tiene un significado universal.



## Anexo 2

### Operacionalización de la variable, escala valorativa e instrumentos para su medición

**Proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal:** Sucesión de etapas por las que transitan los profesores, los estudiantes y el grupo, donde se sistematizan y enriquecen las relaciones entre los conceptos y los procedimientos que son propios del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, así como las acciones y operaciones componentes de la habilidad algoritmizar, para favorecer la adquisición de los modos de actuación del Ingeniero en Ciencias Informáticas..

En la sistematización se involucran los procesos de comprensión, comparación, creación y validación de procedimientos conducentes a la solución de un problema, poniéndose de manifiesto la estrecha relación entre los componentes conceptual y procedimental, y la flexibilidad del pensamiento que requiere del empleo de herramientas y conocimientos adquiridos previamente.

#### Dimensiones e indicadores de la variable

Dimensiones	Indicadores	Descripción
<b>I- Desempeño del docente en el proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal</b>  Agrupa indicadores relacionados con el dominio del profesor, como máximo responsable de la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, de los elementos necesarios para el empleo de un enfoque profesional, el desarrollo de la habilidad algoritmizar y las acciones para llevar a cabo una planeación del proceso de enseñanza-	<b>I-1-</b> Preparación del profesor para favorecer el desarrollo de la habilidad algoritmizar con enfoque profesional.	Caracteriza el dominio del profesor de los elementos necesarios para el desarrollo de la habilidad algoritmizar y de la relación de esta habilidad y del Álgebra Lineal con los modos de actuación del profesional.  Se manifiesta cuando el profesor es capaz de relacionar qué elementos requiere el desarrollo de la habilidad algoritmizar, en qué momentos del currículo es necesaria la habilidad, cuáles son las razones que permiten su desarrollo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y cuál es su importancia para la profesión.
	<b>I-2-</b> Establecimiento de la relación entre los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje para desarrollar la habilidad algoritmizar con enfoque profesional.	Caracteriza el grado en que el profesor favorece el desarrollo de la habilidad algoritmizar a través de la relación entre los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, la vinculación entre la planificación y la tipología de las clases de acuerdo a las premisas metodológicas para el desarrollo de la habilidad algoritmizar.

<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Descripción</b>
aprendizaje del Álgebra Lineal que favorezca la relación conceptual-procedimental y la adquisición de un modo de actuación.		Se manifiesta cuando el profesor, en su rol de facilitador establece de forma intencional y explícita la relación entre problema, objetivo, contenido, métodos, medios y evaluación, y el desarrollo de la habilidad algoritmizar. En la planificación de las actividades docentes, de acuerdo su tipología, se toman en cuenta el reforzamiento de la acción y su relación con el concepto, se retoma la habilidad cada cierto tiempo, se ejecuta la acción en tareas diversas, con conocimientos y condiciones disímiles, y con aumento progresivo de la complejidad de las tareas.
	<b>I-3-</b> Establecimiento de la relación conceptual-procedimental.	Caracteriza el grado en que el profesor realiza acciones para el establecimiento de la relación concepto-procedimiento durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se manifiesta durante la actividad docente, cuando el profesor es capaz de emplear situaciones donde se muestre la relación entre los conceptos y los procedimientos en todas sus variantes posibles.
	<b>I-4-</b> Estructuración y articulación de subsistemas de habilidades componentes de la habilidad algoritmizar desde las acciones, operaciones y procedimientos.	Caracteriza el grado en que se establece la estructura de la habilidad algoritmizar a partir de acciones, operaciones y procedimientos. Se manifiesta en la planificación de la actividad docente a partir de la derivación gradual de los objetivos.
	<b>I-5-</b> Planteamiento de problemas de la asignatura y vinculados a la profesión de acuerdo a los niveles de generalización teórica.	Caracteriza el grado de correspondencia entre los problemas de la asignatura con el enfoque profesional y con los niveles de generalización teórica a alcanzar. Se manifiesta cuando se plantean problemas de la asignatura con enfoque profesional de acuerdo a los niveles de generalización teórica.

Dimensiones	Indicadores	Descripción
<p><b>II- Significatividad de la relación conceptual-procedimental</b></p> <p>Se entiende por la comprensión de la relación conceptual-procedimental, de forma gradual y progresiva, en los que la combinación lineal, los modos de representación y la resolución de problemas se emplean como instrumentos de mediación.</p>	<p><b>II-1-</b> Dominio de los conceptos y procedimientos básicos del Álgebra Lineal.</p>	<p>Caracteriza en grado en que los estudiantes dominan los conceptos y procedimientos básicos del Álgebra Lineal para su aplicación en la resolución de problemas. Se manifiesta cuando el estudiante identifica los conceptos y procedimientos, y es capaz de emplearlos en la solución de las tareas.</p>
	<p><b>II-2-</b> Identificación de la combinación lineal como nodo de articulación del sistema de conocimientos.</p>	<p>Caracteriza el grado en que se reconocen las relaciones entre el concepto de combinación lineal con el resto de los conceptos del Álgebra Lineal y los procedimientos a emplear. Se manifiesta cuando dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal se emplea la combinación lineal como nodo de articulación en la relación entre conceptos y procedimientos.</p>
	<p><b>II-3-</b> Reconocimiento las herramientas a emplear en la resolución de problemas.</p>	<p>Caracteriza el grado en que el estudiante reconoce el tipo de problema, las herramientas y conocimientos necesarios para su resolución. Se manifiesta cuando el estudiante identifica qué herramientas y conocimientos adquiridos previamente pueden ser empleados para la resolución del problema planteado.</p>
	<p><b>II-4-</b> Establecimiento de estrategias para la resolución de problemas.</p>	<p>Caracteriza el grado en que se establecen estrategias para la resolución de un problema. Se manifiesta en la estrategia planteada por el estudiante para la resolución del problema, a partir de su descomposición en sub-tareas.</p>
	<p><b>II-5-</b> Dominio de códigos o modos de representación de elementos del Álgebra Lineal.</p>	<p>Caracteriza el nivel que se emplean los símbolos asociados a los objetos del Álgebra Lineal.</p>

Dimensiones	Indicadores	Descripción
		Se manifiesta cuando los estudiantes emplean símbolos para representar los objetos algebraicos.
	<b>II-6-</b> Establecimiento de la relación conceptual-procedimental.	Caracteriza el grado de correspondencia entre los conceptos y los procedimientos y su articulación con el empleo de símbolos. Se manifiesta cuando los estudiantes son capaces de establecer la correspondencia entre los conceptos y los procedimientos a través de sus representaciones.
<b>III. Flexibilidad algorítmica</b>  Comprende la toma de decisiones, de forma adaptativa, sobre qué herramientas algorítmicas y como organizarlas en la resolución de problemas. Este es proceso que permite expresar mediante lenguaje natural, diagramas de flujo o pseudocódigos la relación existente entre las estructuras algorítmicas, su integración jerárquica y, los conceptos y procedimientos del Álgebra Lineal.	<b>III-1-</b> Identificación de estructuras para conformar el algoritmo.	Caracteriza el grado en que el estudiante reconoce las estructuras necesarias para garantizar la lógica de la algoritmización. Se manifiesta cuando los estudiantes identifican las estructuras necesarias para conformar el algoritmo.
	<b>III-2-</b> Utilización de secuencias de las estructuras que conforman el algoritmo.	Caracteriza el grado en que los estudiantes eligen, analizan y determinan la secuencia adecuada de las estructuras identificadas para conformar el algoritmo. Se manifiesta cuando los estudiantes emplean una secuencia adecuada de las estructuras que conforman el algoritmo.
	<b>III-3-</b> Aplicación de algoritmos conocidos a nuevas situaciones.	Caracteriza el grado en que los estudiantes resuelven nuevos problemas a partir del empleo de algoritmos y conocimientos previamente adquiridos. Se manifiesta cuando el estudiante es capaz de aplicar los algoritmos y conocimientos ya adquiridos a la resolución de nuevas tareas.
	<b>III-4-</b> Desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas de la asignatura.	Caracteriza el desempeño del estudiante ante la resolución de problemas. Se manifiesta cuando el estudiante o el grupo resuelven el problema planteado.

**Escala valorativa de los indicadores de la variable e instrumentos donde se miden**

Indicadores	Escala valorativa y Criterios			Instrumentos relacionados <sup>2</sup>			
	Alto (8)	Medio (4)	Bajo (2)	1	2	3	4
<b>I-1-</b> Preparación del profesor para favorecer el desarrollo de la habilidad algoritmizar con enfoque profesional.	Relaciona los elementos requeridos para el desarrollo de la habilidad algoritmizar, con los momentos del currículo donde es necesaria la habilidad, las razones que permiten su desarrollo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y su importancia para la profesión.	Relaciona los elementos requeridos para el desarrollo de la habilidad algoritmizar, con los momentos del currículo donde es necesaria la habilidad o con las razones que permiten su desarrollo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal o su importancia para la profesión.	Reconoce los elementos requeridos para el desarrollo de la habilidad algoritmizar pero no los relaciona con los momentos del currículo donde es necesaria la habilidad, ni con las razones que permiten su desarrollo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal ni con su importancia para la profesión.	X	X		X
<b>I-2-</b> Establecimiento de la relación entre los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje para	Establece la relación entre todos los componentes del proceso.	Establece la relación entre algunos componentes del proceso.	No establece la relación entre los componente del proceso.	X	X		X

<sup>2</sup> Leyenda:

Entrevista individual a profesores (1), Guía de observación a clases (2), Prueba pedagógica (3), Entrevista grupal a profesores (4)

Indicadores	Escala valorativa y Criterios			Instrumentos relacionados <sup>2</sup>			
	Alto (8)	Medio (4)	Bajo (2)	1	2	3	4
desarrollar la habilidad algoritmizar con enfoque profesional.							
<b>I-3-</b> Establecimiento de la relación conceptual-procedimental.	Emplea situaciones donde se muestre la relación entre los conceptos y los procedimientos varias variantes.	Emplea situaciones donde se muestre la relación entre los conceptos y los procedimientos en una variante.	No emplea situaciones donde se muestre la relación entre los conceptos y los procedimientos.	X	X		X
<b>I-4-</b> Estructuración y articulación de subsistemas de habilidades componentes de la habilidad algoritmizar desde las acciones, operaciones y procedimientos.	En la derivación gradual de los objetivos se establece la estructura de la habilidad algoritmizar a partir de acciones, operaciones y procedimientos.	En la derivación gradual de los objetivos se establece la estructura de la habilidad algoritmizar a partir de al menos dos de los siguientes elementos: acciones, operaciones y procedimientos.	En la derivación gradual de los objetivos no se establece la estructura de la habilidad algoritmizar o se emplea solamente uno de los siguientes elementos: acciones, operaciones y procedimientos.	X	X		X
<b>I-5-</b> Planteamiento de problemas de la asignatura y vinculados a la profesión de acuerdo a los niveles de generalización teórica.	Se establecen problemas de la asignatura y vinculados a la profesión para alcanzar los niveles de generalización teórica cuatro o cinco niveles de	Se establecen problemas de la asignatura o vinculados a la profesión para alcanzar el nivel tres de generalización teórica.	Se establecen problemas de la asignatura o vinculados a la profesión donde se trabaja para alcanzar los niveles uno o dos de generalización teórica.	X	X		X

Indicadores	Escala valorativa y Criterios			Instrumentos relacionados <sup>2</sup>			
	Alto (8)	Medio (4)	Bajo (2)	1	2	3	4
	generalización teórica.						
<b>II-1-</b> Dominio de los conceptos y procedimientos básicos del Álgebra Lineal.	Identifica los conceptos y procedimientos, y es capaz de emplearlos en la solución de las tareas de forma independiente.	Identifica los conceptos y/o procedimientos, y es capaz de emplearlos en la solución de las tareas con determinados niveles de ayuda.	No identifica los conceptos y procedimientos, ni es capaz de emplearlos en la solución de las tareas.	X	X	X	X
<b>II-2-</b> Identificación de la combinación lineal como nodo de articulación del sistema de conocimientos.	Se emplea la combinación lineal como nodo de articulación en la relación entre conceptos y procedimientos.	Se relaciona la combinación lineal con los conceptos o con los procedimientos.	No se emplea la combinación lineal como nodo de articulación en la relación entre conceptos y procedimientos.		X	X	X
<b>II-3-</b> Reconocimiento las herramientas a emplear en la resolución de problemas.	Identifica qué herramientas y conocimientos adquiridos previamente pueden ser empleados en la resolución del problema de forma independiente.	Identifica qué herramientas y conocimientos adquiridos previamente pueden ser empleados en la resolución del problema con determinados niveles de ayuda.	No identifica qué herramientas o conocimientos adquiridos previamente pueden ser empleados en la resolución del problema.	X	X	X	
<b>II-4-</b> Establecimiento de estrategias para la resolución de problemas.	Plantea una estrategia de solución de forma independiente.	Plantea una estrategia de solución pero necesita determinados niveles de ayuda.	No plantea una estrategia de solución.	X	X	X	X
<b>II-5-</b> Dominio de códigos o modos de representación	Representan objetos algebraicos	Representan objetos algebraicos	No representan objetos algebraicos	X	X	X	X

Indicadores	Escala valorativa y Criterios			Instrumentos relacionados <sup>2</sup>			
	Alto (8)	Medio (4)	Bajo (2)	1	2	3	4
de elementos del Álgebra Lineal.	empleando símbolos o los identifican a partir de su representación simbólica de forma independiente.	empleando símbolos o los identifican a partir de su representación simbólica con determinados niveles de ayuda.	empleando símbolos ni los identifican a partir de su representación simbólica.				
<b>II-6-</b> Establecimiento de la relación conceptual-procedimental.	Establecen la correspondencia de forma independiente.	Establecen la correspondencia de con determinados niveles de ayuda.	No establecen la correspondencia.		X	X	X
<b>III-1-</b> Identificación de estructuras para conformar el algoritmo.	Identifican las estructuras de forma independiente.	Identifican las estructuras con determinados niveles de ayuda.	No identifican las estructuras.	X	X	X	
<b>III-2-</b> Utilización de secuencias de las estructuras que conforman el algoritmo.	Emplean la secuencia de forma independiente.	Emplean la secuencia con determinados niveles de ayuda.	No emplean la secuencia.	X	X	X	
<b>III-3-</b> Aplicación de algoritmos conocidos a nuevas situaciones.	Aplican los algoritmos y conocimientos ya adquiridos a la resolución de nuevas tareas de forma independiente.	Aplican los algoritmos y conocimientos ya adquiridos a la resolución de nuevas tareas con determinados niveles de ayuda.	No aplican los algoritmos ni los conocimientos ya adquiridos a la resolución de nuevas tareas.	X	X	X	
<b>III-4-</b> Desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas de la asignatura.	Resuelven los problemas de forma independiente.	Resuelven los problemas con determinados niveles de ayuda.	No resuelven los problemas.	X	X	X	



## Valoración de especialistas sobre la definición operacional de la variable, dimensiones e indicadores

### Cuestionario para la valoración de especialistas

Categoría Docente: \_\_\_\_\_

Grado Científico y/o categoría científica: \_\_\_\_\_

Años de experiencia en educación superior: \_\_\_\_\_

Carrera en la que imparte clases: \_\_\_\_\_

El presente cuestionario tiene como objetivo obtener su valoración sobre la definición operacional de la variable: “**proceso de desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal**” que fue definida para dar respuesta a la contradicción entre los requerimientos del desarrollo de la habilidad algoritmizar en el profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas y las deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

Para realizar su valoración debe emplear la siguiente escala:

**Muy Adecuado (MA):** Empleo de un lenguaje claro y preciso con elevado rigor científico.

**Bastante Adecuado (BA):** Aunque tiene elevado rigor científico, no se utiliza el lenguaje con la claridad necesaria.

**Adecuado (A):** Aunque tiene el rigor científico adecuado, falta alguna precisión.

**Poco Adecuado (PA):** Falta precisión en lo que se pretende medir.

**Inadecuado (I):** No se observa el rigor científico adecuado ni se expresa con claridad lo que se pretende medir.

Marque con una X su valoración sobre cada uno de los aspectos relacionados en la tabla que aparece a continuación

ASPECTO A VALORAR	CATEGORIAS DE EVALUACIÓN				
	MA	BA	A	PA	I
Definición operacional de la variable					
Dimensión I					
Indicador I-1					
Indicador I-2					
Indicador I-3					
Indicador I-4					
Indicador I-5					
Dimensión II					
Indicador II-1					
Indicador II-2					
Indicador II-3					
Indicador II-4					
Indicador II-5					
Indicador II-6					
Dimensión III					
Indicador III-1					
Indicador III-2					
Indicador III-3					
Indicador III-4					

### Resultados de las valoraciones de los especialistas

Fueron convocados 10 especialistas tomando en cuenta una experiencia docente de más de 10 años (100%), categorías docentes principales de Profesor Titular (40%), Profesor Auxiliar (30%) y Profesor Asistente (30%), grado científico de Doctor (50%), categoría científica de Máster (20%). Todos ellos de experiencia en la impartición de la asignatura Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas o carreras afines al perfil informático.

Para el procesamiento estadístico de los datos se empleó el SPSS, tal y como se muestra a continuación:

### Valoración general de cada aspecto de la variable

Elementos	N		Mediana	Mínimo	Máximo	Valoración
	Válido	Perdidos				
Definición	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
Dimensión I	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
I-1	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
I-2	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
I-3	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
I-4	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
I-5	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
Dimensión II	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
II-1	10	0	8.00	6.00	8.00	Bastante Adecuada
II-2	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
II-3	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
II-4	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
II-5	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
II-6	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
Dimensión III	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
III-1	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
III-2	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
III-3	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada
III-4	10	0	6.00	6.00	8.00	Adecuada

### Análisis de frecuencias y valoración individual de cada elemento de la variable

#### Definición

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	6	60.0	60.0	60.0
	Bastante Adecuado	4	40.0	40.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**Dimensión I**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	8	80.0	80.0	80.0
Bastante Adecuado	2	20.0	20.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**I-1**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	8	80.0	80.0	80.0
Bastante Adecuado	2	20.0	20.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**I-2**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	8	80.0	80.0	80.0
Bastante Adecuado	2	20.0	20.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**I-3**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	8	80.0	80.0	80.0
Bastante Adecuado	2	20.0	20.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**I-4**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	8	80.0	80.0	80.0
Bastante Adecuado	2	20.0	20.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**I-5**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	7	70.0	70.0	70.0
Bastante Adecuado	3	30.0	30.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**Dimensión II**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	7	70.0	70.0	70.0
Bastante Adecuado	3	30.0	30.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**II-1**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	2	20.0	20.0	20.0
Bastante Adecuado	8	80.0	80.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**II-2**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	7	70.0	70.0	70.0
Bastante Adecuado	3	30.0	30.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**II-3**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	7	70.0	70.0	70.0
Bastante Adecuado	3	30.0	30.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**II-4**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	6	60.0	60.0	60.0
Bastante Adecuado	4	40.0	40.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**II-5**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	8	80.0	80.0	80.0
Bastante Adecuado	2	20.0	20.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**II-6**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	8	80.0	80.0	80.0
	Bastante Adecuado	2	20.0	20.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**Dimensión III**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	8	80.0	80.0	80.0
	Bastante Adecuado	2	20.0	20.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**III-1**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	8	80.0	80.0	80.0
	Bastante Adecuado	2	20.0	20.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**III-2**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	8	80.0	80.0	80.0
	Bastante Adecuado	2	20.0	20.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**III-3**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	7	70.0	70.0	70.0
	Bastante Adecuado	3	30.0	30.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**III-4**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	7	70.0	70.0	70.0
	Bastante Adecuado	3	30.0	30.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

### Anexo 3

#### Guía para la observación de clases

**Objetivo:** Evaluar las acciones que realizan los estudiantes y profesores en las clases de Álgebra Lineal para el desarrollo de la habilidad algoritmizar.

#### Parámetros para la evaluación

Alto: si se aprecia que se cumple con los requisitos señalados para el indicador.

Medio: si se cumple parcialmente con los requisitos señalados para el indicador.

Bajo: si no cumple con los requisitos señalados para el indicador, o con casi ninguno.

Indicador	Aspectos a evaluar	Criterios de evaluación		
		Alto	Medio	Bajo
<b>I-1</b>	Capacidad del profesor para relacionar qué elementos requiere el desarrollo de la habilidad algoritmizar, en qué momentos del currículo es necesaria la habilidad, cuáles son las razones que permiten su desarrollo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y cuál es su importancia para la profesión.			
<b>I-2</b>	Grado en que el profesor establece de forma intencional y explícita la relación entre problema, objetivo, contenido, métodos, medios y evaluación, y el desarrollo de la habilidad algoritmizar.			
<b>I-3</b>	Capacidad del profesor para emplear situaciones donde se muestre la relación entre los conceptos y los procedimientos en todas sus variantes posibles.			
<b>I-4</b>	Grado en que se manifiesta, en la planificación de la actividad docente, la derivación gradual de los objetivos a partir de la estructura de la habilidad algoritmizar.			
<b>I-5</b>	Grado en que plantean problemas propios de la asignatura y vinculados a la profesión de acuerdo a los niveles de generalización teórica.			
<b>II-1</b>	Grado en que los estudiantes identifican los conceptos y procedimientos básicos del Álgebra Lineal y son capaces de emplearlos en la solución de las tareas.			
<b>II-2</b>	Grado en que se emplea la combinación lineal como nodo de articulación en la			

Indicador	Aspectos a evaluar	Criterios de evaluación		
		Alto	Medio	Bajo
	relación entre conceptos y procedimientos.			
<b>II-3</b>	Grado en que el estudiante identifica qué herramientas y conocimientos adquiridos previamente pueden ser empleados para la resolución del problema planteado.			
<b>II-4</b>	Grado en que el estudiante plantea estrategias para la resolución de un problema, a partir de su descomposición en sub-tareas.			
<b>II-5</b>	Grado en que estudiantes emplean símbolos para representar los objetos algebraicos.			
<b>II-6</b>	Grado en que los estudiantes establecen la correspondencia entre los conceptos y los procedimientos a través de sus representaciones.			
<b>III-1</b>	Grado en que los estudiantes identifican las estructuras necesarias para conformar el algoritmo.			
<b>III-2</b>	Grado en que los estudiantes emplean una secuencia de las estructuras que conforman el algoritmo.			
<b>III-3</b>	Grado en que el estudiante aplica algoritmos y conocimientos ya adquiridos a la resolución de nuevas tareas.			
<b>III-4</b>	Grado en que el estudiante o el grupo resuelven el problema planteado.			

En la determinación de los estados inicial y final de la variable se observaron diez clases en cada etapa, los resultados de la aplicación de la guía se muestran en las tablas que aparecen a continuación

#### **Resultado de la aplicación de la guía de observación para la determinación del estado inicial de la variable**

Dimensiones e indicadores a evaluar	Criterios de evaluación			Valoración
	Alto	Medio	Bajo	
<b>Dimensión I</b>				
Indicador I-1	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>Bajo</b>
Indicador I-2	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>Bajo</b>
Indicador I-3	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>Bajo</b>
Indicador I-4	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>Bajo</b>

Dimensiones e indicadores a evaluar	Criterios de evaluación			Valoración
	Alto	Medio	Bajo	
Indicador I-5	0	6	4	Medio
<b>Dimensión II</b>				
Indicador II-1	0	3	7	Bajo
Indicador II-2	1	3	6	Bajo
Indicador II-3	0	2	8	Bajo
Indicador II-4	0	3	7	Bajo
Indicador II-5	0	2	8	Bajo
Indicador II-6	1	3	6	Bajo
<b>Dimensión III</b>				
Indicador III-1	0	3	7	Bajo
Indicador III-2	0	4	6	Bajo
Indicador III-3	0	1	9	Bajo
Indicador III-4	0	2	8	Bajo

**Resultado de la aplicación de la guía de observación para la determinación del estado final de la variable**

Dimensiones e indicadores a evaluar	Criterios de evaluación			Valoración
	Alto	Medio	Bajo	
<b>Dimensión I</b>				
Indicador I-1	6	3	1	Alto
Indicador I-2	3	6	1	Medio
Indicador I-3	3	4	3	Medio
Indicador I-4	3	5	2	Medio
Indicador I-5	4	5	1	Medio
<b>Dimensión II</b>				
Indicador II-1	2	6	2	Medio
Indicador II-2	2	6	2	Medio
Indicador II-3	0	7	3	Medio
Indicador II-4	0	4	6	Bajo
Indicador II-5	1	6	3	Medio
Indicador II-6	2	5	3	Medio
<b>Dimensión III</b>				
Indicador III-1	1	5	4	Medio
Indicador III-2	2	6	2	Medio
Indicador III-3	2	6	2	Medio
Indicador III-4	2	6	2	Medio



## Anexo 4

### Entrevista individual a profesores

Indicadores	Preguntas
<b>I-1</b>	¿Considera usted que domina los elementos necesarios para el desarrollo de la habilidad algoritmizar y de la relación de esta habilidad y del AL con los modos de actuación del profesional? ¿Cómo lo valora?
<b>I-2</b>	¿Usted promueve el desarrollo de la habilidad algoritmizar a través de la relación entre los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal? Diga su valoración al respecto.
<b>I-3</b>	Valore el grado en que planifica acciones para el establecimiento de la relación concepto-procedimiento durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.
<b>I-4</b>	Valore el grado en que se establece la estructura de la habilidad algoritmizar a partir de acciones operaciones y procedimientos.
<b>I-5</b>	¿Establece usted alguna relación entre los tipos de problema a resolver y el nivel de generalización teórica a alcanzar? ¿En qué grado?
<b>II-1</b>	¿En qué grado dominan sus estudiantes los conceptos y los procedimientos básicos del Álgebra Lineal?
<b>II-3</b>	¿En qué grado en el estudiante reconoce el tipo de problema, las herramientas y conocimientos necesarios para la resolución de una tarea?
<b>II-4</b>	¿En qué grado los estudiantes establecen estrategias para la resolución de un problema empleando su descomposición en sub-tareas ?
<b>II-5</b>	¿En qué grado los estudiantes emplean símbolos asociados a los objetos del Álgebra Lineal?
<b>III-1</b>	¿En qué grado los estudiantes reconocen las estructuras necesarias para garantizar la lógica de la algoritmización?
<b>III-2</b>	¿En qué grado los estudiantes eligen, analizan y determinan la secuencia adecuada de las estructuras identificadas para conformar el algoritmo?
<b>III-3</b>	Valore la capacidad de los estudiantes para resolver nuevos problemas a partir del empleo de algoritmos y conocimientos previamente adquiridos.
<b>III-4</b>	Valore el desempeño del estudiante ante la resolución de problemas.

En la determinación del estado inicial de la variable se entrevistaron individualmente 10 profesores, los resultados de la aplicación de este instrumento se muestra a continuación:

Indicador	Criterios de evaluación			Valoración
	Alto	Medio	Bajo	
<b>I-1</b>	2	2	6	Bajo
<b>I-2</b>	1	3	6	Bajo
<b>I-3</b>	2	5	3	Medio
<b>I-4</b>	1	3	6	Bajo
<b>I-5</b>	1	3	6	Bajo
<b>II-1</b>	0	2	8	Bajo

Indicador	Criterios de evaluación			Valoración
	Alto	Medio	Bajo	
<b>II-3</b>	1	3	6	Bajo
<b>II-4</b>	2	1	7	Bajo
<b>II-5</b>	1	3	6	Bajo
<b>III-1</b>	2	2	6	Bajo
<b>III-2</b>	2	2	6	Bajo
<b>III-3</b>	2	2	6	Bajo
<b>III-4</b>	1	1	8	Bajo

Para evitar el sesgo en la obtención de la información, en la determinación estado final de la variable se entrevistaron individualmente 11 profesores que no participaron en la entrevista para determinar el estado inicial de la variable

Indicador	Criterios de evaluación			Valoración
	Alto	Medio	Bajo	
<b>I-1</b>	5	3	3	Alto
<b>I-2</b>	2	9	0	Medio
<b>I-3</b>	5	2	4	Alto
<b>I-4</b>	1	9	1	Medio
<b>I-5</b>	5	2	4	Alto
<b>II-1</b>	2	6	3	Medio
<b>II-3</b>	2	6	3	Medio
<b>II-4</b>	2	5	4	Medio
<b>II-5</b>	2	9	0	Medio
<b>III-1</b>	2	9	0	Medio
<b>III-2</b>	2	9	0	Medio
<b>III-3</b>	2	5	4	Medio
<b>III-4</b>	3	5	3	Medio

## Anexo 5

### Entrevista grupal a profesores

Indicadores	Preguntas
<b>I-1</b>	¿Cómo consideran que es su preparación para favorecer el desarrollo de la habilidad algoritmizar desde el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal con enfoque profesional?
<b>I-2</b>	¿Qué relaciones establecen entre los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje para promover el desarrollo de la habilidad algoritmizar con enfoque profesional?
<b>I-3</b>	¿En qué medida establecen explícitamente la relación entre los conceptos y los procedimientos?
<b>I-4</b>	¿Cuáles son las acciones y operaciones que componen la habilidad algoritmizar?
<b>I-5</b>	¿Cómo caracterizaría la tipología de los problemas a resolver en clases?
<b>II-1</b>	¿Qué conceptos y procedimientos consideran esenciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal? ¿En qué grado son dominados por sus estudiantes?
<b>II-2</b>	¿Qué elementos del sistema de conocimientos identifican como nodo de articulación en la asignatura?
<b>II-4</b>	¿Qué estrategias emplean sus estudiantes en la resolución de problemas?
<b>II-5</b>	¿Qué códigos o modos de representación emplean sus estudiantes en la resolución de los problemas? ¿Están estos relacionados con los contenidos del Álgebra Lineal?
<b>II-6</b>	¿En qué medida los estudiantes establecen la relación entre los conceptos y los procedimientos y logran representarlos empleando símbolos?

En la entrevista grupal participaron 21 profesores, a continuación se muestran los resultados.

#### Resultados de la entrevista grupal

Dimensiones e indicadores a evaluar	Criterios de evaluación			Valoración
	Alto	Medio	Bajo	
Indicador I-1	2	2	17	<b>Bajo</b>
Indicador I-2	6	7	8	<b>Bajo</b>
Indicador I-3	2	2	17	<b>Bajo</b>
Indicador I-4	2	9	10	<b>Bajo</b>
Indicador I-5	3	2	16	<b>Bajo</b>
Indicador II-1	2	2	17	<b>Bajo</b>
Indicador II-2	6	2	13	<b>Bajo</b>
Indicador II-4	2	2	17	<b>Bajo</b>
Indicador II-5	4	9	8	<b>Medio</b>
Indicador II-6	3	2	16	<b>Bajo</b>

## Anexo 6

### Pruebas pedagógicas

#### Prueba I

1. El estudio de una red de datos, condujo a que la información que pasa a través de la misma se describe mediante el siguiente sistema de ecuaciones lineales (SEL):

$$\begin{cases} x + 2y - z = 0 \\ y + z = A \\ -x + Az = 1 \end{cases}$$

- 1.1 Investigue para que valor o valores del parámetro  $A$ , el SEL es incompatible.
- 1.2 Sustituya el parámetro  $A$  por uno de los valores para los cuales el SEL es compatible y resuélvalo.
  - a) ¿En este caso se pudieran emplear la Regla de Cramer para resolver el SEL planteado por usted? Justifique su respuesta.

2- Conociendo que:

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad B^+ = \begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 0 & \square & 0 \\ \square & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad F =$$
$$\begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 5 & 1 \\ 5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|L| = -10 \quad G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & -1 \\ 1 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

- a) En la matriz  $B^+$ , que es la matriz adjunta de la matriz  $B$ , complete los espacios en blanco.
- b) Calcule la inversa de la matriz  $B$ .
- c) Determine la matriz  $M$  si se conoce que  $M = A^{-1} \cdot (G - |L| \cdot F^t)$ .
- d) Identifique, sin realizar cálculos, una matriz cuyo rango sea igual a dos. Justifique su respuesta.
- e) Identifique, sin calcular, una matriz cuyo determinante sea igual a cero. Justifique su respuesta.
- f) Conociendo que  $L$  es una matriz cuadrada de orden cuatro y  $|L| = -10$ , calcule  $|4L|$ .
- g) Construya una matriz simétrica de orden tres donde los elementos  $a_{11} = 0$ ,  $a_{12} = 1$ ,  $a_{13} = 0$  y  $a_{23} = -1$  y el resto de los elementos de la diagonal principal son iguales a 5.

**Prueba II**

1- Dado el sistema finito de vectores  $C$ ,  $C = \{(0,1,1), (0,0,1), (-1,1,1)\} \subset R^3$ :

- a) ¿Es  $C$  es un sistema de vectores ortogonal? Justifique su respuesta.
- b) ¿Es el sistema de vectores  $C$  es una base? Justifique su respuesta.

2. Sea la aplicación lineal  $f$

$$f: R^3 \rightarrow R^2$$

$$f(x, y, z) \rightarrow (x + y, x - z)$$

- a) Halle la matriz asociada a la aplicación  $f$  con respecto a las bases canónica de  $R^3$  e  $I = \{(1,2), (-1,3)\} \subset R^2$  respectivamente.
- b) ¿Es  $f$  es una aplicación lineal biyectiva? Justifique su respuesta.

## Anexo 7

### Guía para el análisis de documentos

Objetivo: Conocer cómo se precisan, en el Plan de Estudio, el programa de la asignatura y el programa de la Disciplina Matemática, las exigencias didácticas para favorecer el desarrollo de habilidades, en general, y en particular la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Aspectos a valorar sobre los objetivos:

- Determinación y formulación.
- Existencia de derivación gradual con aumento del nivel de exigencia
- Formulación en cuanto a inclusión de los conocimientos y las habilidades.
- Contribución a la formación de valores y revelación del aspecto formativo.

Aspectos a valorar sobre los contenidos:

- Evidencias de los contenidos esenciales que se plantean en los objetivos.
- Expresión en los contenidos de la base de conocimientos, las habilidades y los valores a formar.
- Evidencia de la relación conceptual-procedimental.
- Evidencia del carácter sistémico del contenido.
- Evidencia de las relaciones entre conocimientos y habilidades.
- Exigencia de la relación del contenido con la vida y la profesión.
- Existencia de orientaciones cerca de las tareas para favorecer el desarrollo de habilidades.

Aspectos a valorar sobre los métodos:

- Declaración de métodos a utilizar para el tratamiento del contenido.
- Pertinencia de los métodos declarados para el cumplimiento de los objetivos y para favorecer el desarrollo de habilidades.
- Pertinencia y suficiencia de las orientaciones metodológicas.
- Contribución de los métodos declarados hacia un desarrollo de habilidades.

Aspectos a valorar sobre los medios y las formas de organización:

- Declaración de los medios y las formas de organización a utilizar.
- Contribución al cumplimiento de los objetivos.
- Correspondencia con el contenido predominante y con los métodos.
- Existencia de recomendaciones para el empleo de los medios, en particular de aplicaciones móviles, el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje y los asistentes matemáticos facilitar el desarrollo de habilidades.

Aspectos a valorar sobre la evaluación:

- Declaración de los objetivos a evaluar.
- Existencia de recomendaciones para evaluar los objetivos.
- Contribución hacia el control del desarrollo de habilidades.

## Anexo 8

**Triangulación de los datos obtenidos como resultado de la aplicación de los instrumentos para determinar el estado inicial de la variable en estudio**

Indicador y Dimensión	Valor de la mediana por instrumento aplicado				Mediana Indicador, Dimensión
	Observación a clases	Prueba Pedagógica I	Entrevista Grupal Profesores	Entrevista individual I	
I-1	BAJO	-	BAJO	BAJO	BAJO
I-2	BAJO	-	BAJO	BAJO	BAJO
I-3	BAJO	-	BAJO	MEDIO	BAJO
I-4	BAJO	-	BAJO	BAJO	BAJO
I-5	MEDIO	-	BAJO	BAJO	BAJO
Dimensión I	BAJO	-	BAJO	BAJO	BAJO
II-1	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
II-2	BAJO	BAJO	BAJO	-	BAJO
II-3	BAJO	MEDIO	-	BAJO	BAJO
II-4	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
II-5	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO
II-6	BAJO	BAJO	BAJO	-	BAJO
Dimensión II	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
III-1	BAJO	BAJO	-	BAJO	BAJO
III-2	BAJO	BAJO	-	BAJO	BAJO
III-3	BAJO	BAJO	-	BAJO	BAJO
III-4	BAJO	BAJO	-	BAJO	BAJO
Dimensión III	BAJO	BAJO	-	BAJO	BAJO
Variable	BAJO	BAJO	-	BAJO	BAJO

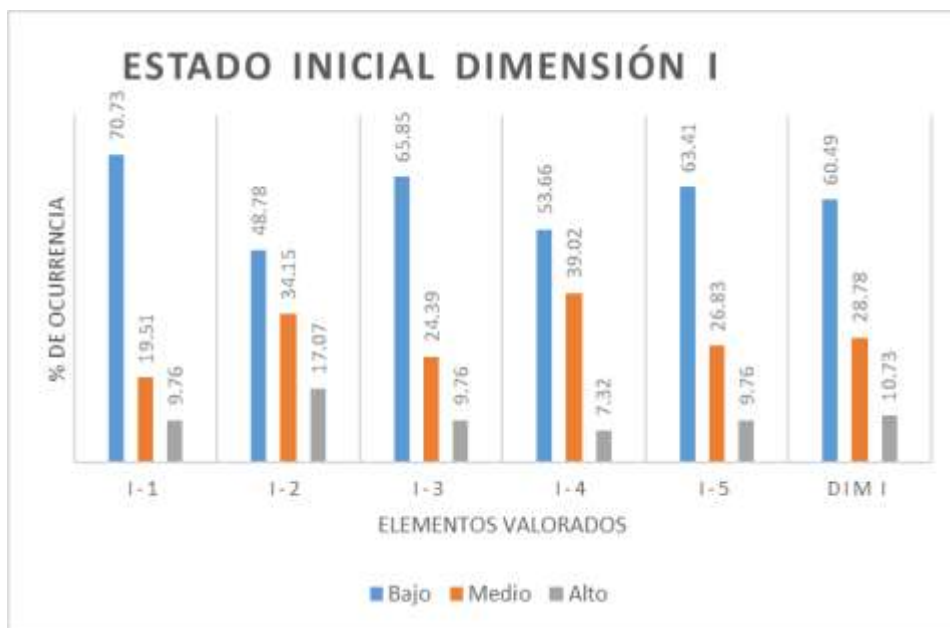
**Triangulación de los datos obtenidos como resultado de la aplicación de los instrumentos para determinar el estado final de la variable en estudio**

Indicador y Dimensión	Valor de la mediana por instrumento aplicado			Mediana Indicador, Dimensión
	Observación a clases	Prueba Pedagógica II	Entrevista individual II	
I-1	Alto	-	Alto	Medio
I-2	Medio	-	Medio	Medio
I-3	Medio	-	Alto	Medio
I-4	Medio	-	Medio	Medio
I-5	Medio	-	Alto	Medio
Dimensión I	Medio	-	Alto	Medio
II-1	Medio	Medio	Medio	Medio
II-2	Medio	Medio	-	Medio
II-3	Medio	Medio	Medio	Medio
II-4	Bajo	Medio	Medio	Medio
II-5	Medio	Medio	Medio	Medio
II-6	Medio	Medio	-	Medio
Dimensión II	Medio	Medio	Medio	Medio
III-1	Medio	Medio	Medio	Medio
III-2	Medio	Medio	Medio	Medio
III-3	Medio	Medio	Medio	Medio
III-4	Medio	Bajo	Medio	Medio
Dimensión III	Medio	Medio	Medio	Medio
Variable	Medio	Medio	Medio	Medio

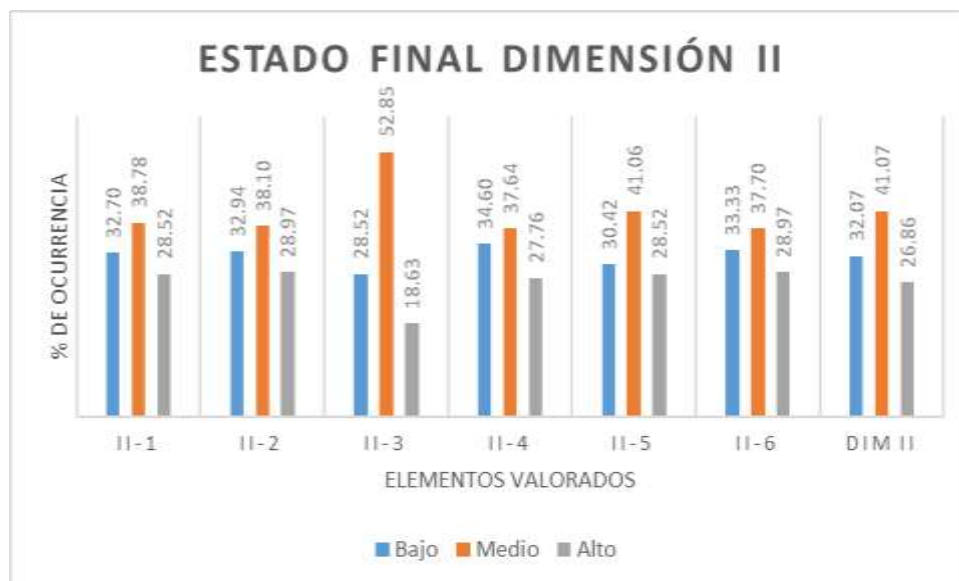
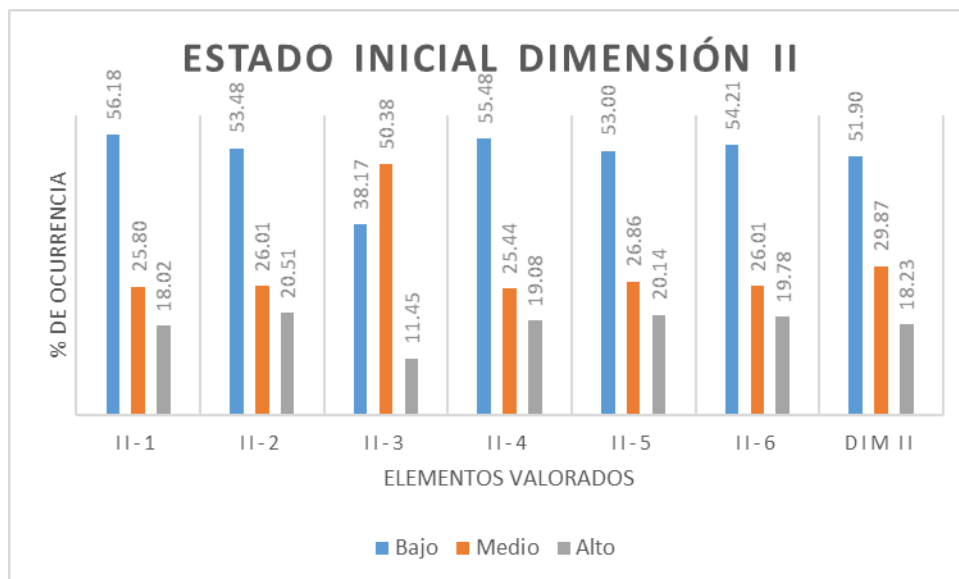


Gráficos comparativos del análisis de frecuencias

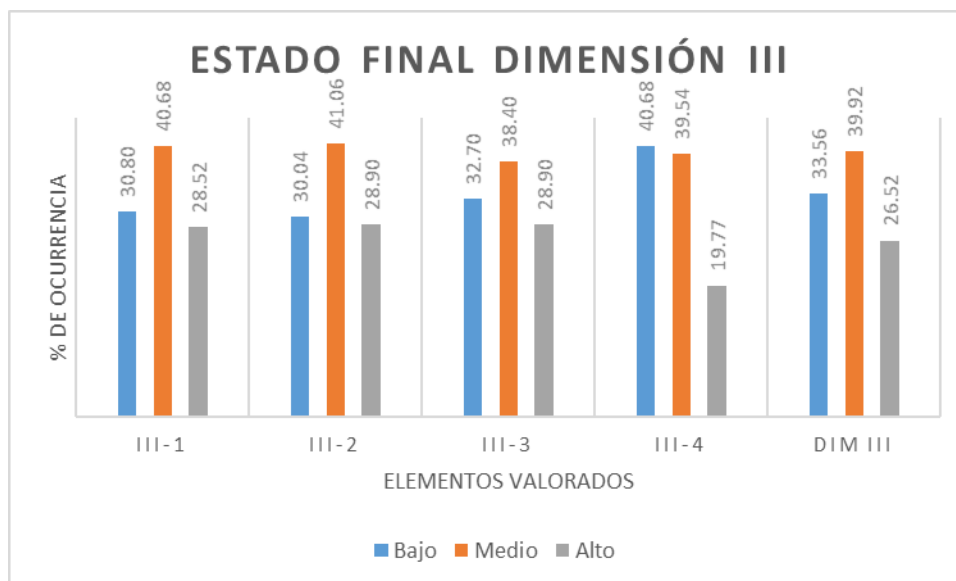
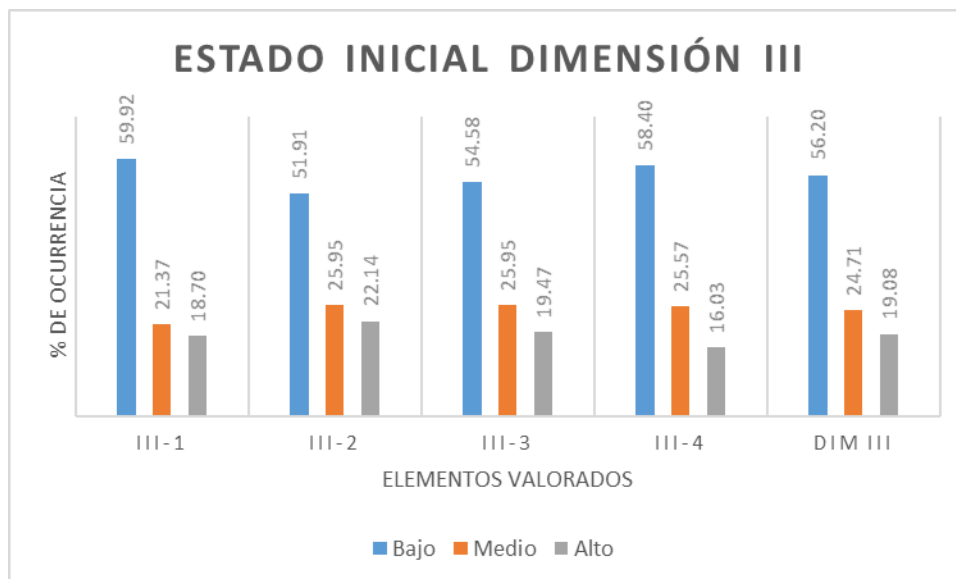
Dimensión I



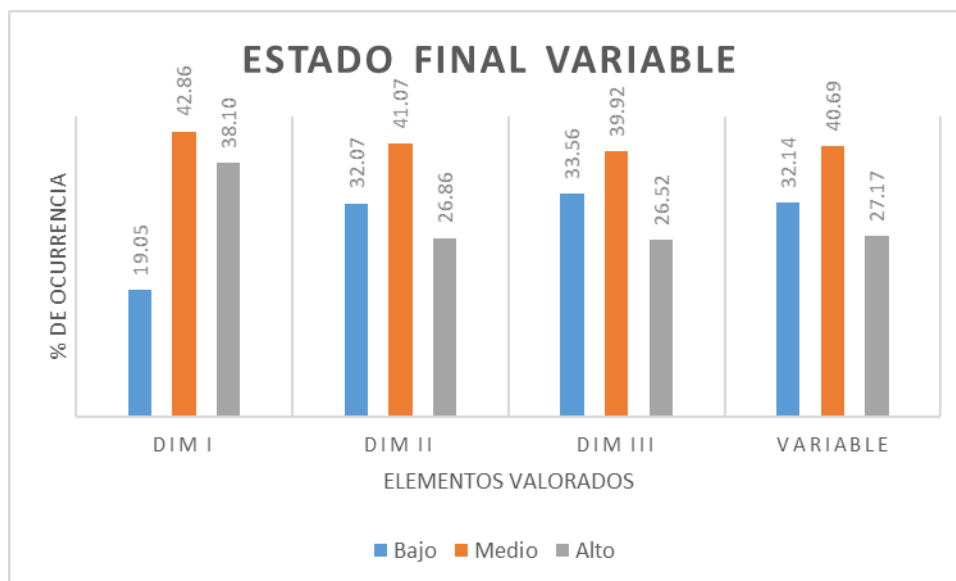
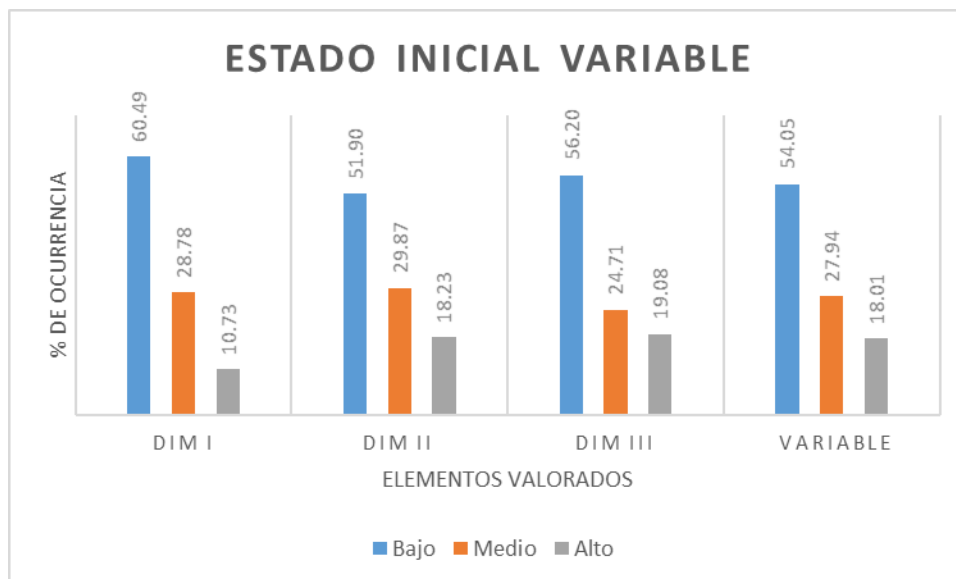
**Dimensión II**



**Dimensión III**



Variable



## Anexo 9

### Valoración de especialistas sobre el diseño de la estrategia didáctica

#### Cuestionario para la valoración de especialistas

Grado Científico y/o categoría científica: \_\_\_\_\_

Años de experiencia en educación superior: \_\_\_\_\_

Carrera en la que imparte clases: \_\_\_\_\_

Usted ha sido seleccionado para participar como especialista en la investigación que se realiza sobre el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

El presente cuestionario tiene como objetivo obtener su valoración sobre una propuesta de estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Dada su experiencia se le solicita la emisión de sus criterios y valoración de esta propuesta, lo más objetivamente posible, ya que sus consideraciones serán muy valiosas para este estudio y sus resultados. Sus opiniones serán objeto de la más estricta confidencialidad.

Lea detenidamente la propuesta en el documento adjunto, analice cada una de sus partes y valore de acuerdo con sus conocimientos y experiencias.

Se le solicita que explique al dorso los señalamientos y sugerencias que estime pertinentes para cada aspecto sometido a su consideración. Debe realizar su valoración empleando la siguiente escala:

<b>Muy Adecuado (MA)</b>	Empleo de un lenguaje claro y preciso con elevado rigor científico
<b>Bastante Adecuado (BA)</b>	Aunque tiene elevado rigor científico, no se utiliza el lenguaje con la claridad necesaria.
<b>Adecuado (A)</b>	Aunque tiene el rigor científico adecuado, falta alguna precisión.
<b>Poco Adecuado (PA)</b>	Falta precisión en lo que se pretende medir.
<b>Inadecuado (I)</b>	No se observa el rigor científico adecuado ni se expresa con claridad lo que se pretende medir.

Marque con una X su valoración sobre cada uno de los aspectos relacionados en la tabla que aparece a continuación

ASPECTO A VALORAR	CATEGORIAS DE EVALUACIÓN				
	MA	BA	A	PA	I
<b>1. Sobre la estrategia didáctica</b>					
1.1- Definición de la estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar en el proceso de enseñanza-					

ASPECTO A VALORAR	CATEGORIAS DE EVALUACIÓN				
	MA	BA	A	PA	I
aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas					
1.2- Exigencias de la estrategia didáctica					
1.3- Objetivo general					
1.4- Etapas y sus fases					
1.5- Descripción de las etapas y sus respectivas fases					
1.6- Características de la estrategia					
<b>2. Sobre la propuesta de implementación de la estrategia</b>					
2.1- Contextualización de la premisas para la implementación de la estrategia didáctica					
2.2- Pertinencia de las etapas para la aplicación					
2.3- Pertinencia de las acciones propuestas para cada etapa					
2.4- Pertinencia de las consideraciones metodológicas para cada etapa					
2.5- Pertinencia de las tareas docentes					
<b>3. Sobre la propuesta de evaluación de la estrategia didáctica</b>					
3.1- Pertinencia de las acciones propuestas para la evaluación de la Estrategia Didáctica					

### Valoración general de la estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad algoritmizar

	N		Mediana	Valoración
	Válido	Perdidos		
Definición	10	0	8.0000	Muy Adecuado
Exigencias	10	0	8.0000	Muy Adecuado
Objetivo	10	0	6.0000	Adecuado
Fases y etapas	10	0	6.0000	Adecuado
Descripción fases y etapas	10	0	8.0000	Muy Adecuado
Características	10	0	8.0000	Muy Adecuado
Contextualización de premisas	10	0	8.0000	Muy Adecuado
Pertinencia de fases y etapas	10	0	8.0000	Muy Adecuado
Pertinencias de acciones por fases	10	0	8.0000	Muy Adecuado
Pertinencia de consideraciones metodológicas	10	0	8.0000	Muy Adecuado
Pertinencia de tareas docentes	10	0	6.0000	Adecuado
Pertinencia de acciones propuestas para evaluación	10	0	8.0000	Muy Adecuado

---

**Valoración de los especialistas por cada aspecto de la estrategia didáctica**
**Definición**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	4	40.0	40.0	40.0
Bastante Adecuado	6	60.0	60.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**Exigencias**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	4	40.0	40.0	40.0
Bastante Adecuado	6	60.0	60.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**Objetivo**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	6	60.0	60.0	60.0
Bastante Adecuado	4	40.0	40.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**Fases y etapas**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	6	60.0	60.0	60.0
Bastante Adecuado	4	40.0	40.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**Descripción fases y etapas**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	4	40.0	40.0	40.0
Bastante Adecuado	6	60.0	60.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

**Características**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Adecuado	4	40.0	40.0	40.0
Bastante Adecuado	6	60.0	60.0	100.0
Total	10	100.0	100.0	

---

**Contextualización de premisas**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	4	40.0	40.0	40.0
	Bastante Adecuado	6	60.0	60.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**Pertinencia de fases y etapas**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	4	40.0	40.0	40.0
	Bastante Adecuado	6	60.0	60.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**Pertinencias de acciones por fases**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	4	40.0	40.0	40.0
	Bastante Adecuado	6	60.0	60.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**Pertinencia de consideraciones metodológicas**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adecuado	4	40.0	40.0	40.0
	Bastante Adecuado	6	60.0	60.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**Pertinencia de tareas docentes**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Medianamente Adecuado	1	10.0	10.0	10.0
	Adecuado	5	50.0	50.0	60.0
	Bastante Adecuado	4	40.0	40.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	

**Pertinencia de acciones propuestas para evaluación**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Medianamente Adecuado	1	10.0	10.0	10.0
	Adecuado	3	30.0	30.0	40.0
	Bastante Adecuado	6	60.0	60.0	100.0
	Total	10	100.0	100.0	