

005.12  
LCO  
P  
TD - 0940-07

TD-2007-02

**INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO JOSÉ ANTONIO  
ECHEVERRÍA  
(CUJAE)**

**CENTRO DE REFERENCIA DE EDUCACIÓN AVANZADA  
(CREA)**

**Tesis para optar por el Título Académico de Master en  
"LAS TECNOLOGÍAS DE LOS PROCESOS EDUCATIVOS"**

**Propuesta Didáctica para la enseñanza y el  
aprendizaje del Álgebra Lineal en un Entorno Virtual  
de Aprendizaje**

**Autor:** Lic. Iván León Giniebra

**Tutores:** Dra. C. Geogina Díaz Fernández

MSc. Leonardo F. Cortés Carrasquero

**- Ciudad de La Habana, junio 2007 -**

## RESUMEN

El objeto de investigación de esta tesis es el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera de Ingeniería Informática en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

La UCI es una institución que posee los recursos materiales para poner las TIC en función de elevar la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje, estimular la creatividad, la independencia cognoscitiva y fomentar el desarrollo integral de la personalidad de estudiantes y profesores.

Se plantea una propuesta didáctica encaminada a transformar las concepciones, actitudes y prácticas de los protagonistas en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera Ingeniería Informática en la UCI, aprovechando las bondades del entorno virtual de aprendizaje; se sugieren modificaciones de los componentes fundamentales del proceso, fundamentados en el Enfoque Histórico Cultural y la Educación Desarrolladora.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis tutores Geogina y Leonardo por la laboriosidad, constancia, rigor, seriedad, acertada dirección y orientación.

A la Dra. Olga Lidia Martínez Leyet, por sus certeras y constructivas ideas en el momento oportuno.

A la Dra. María Cristina Pérez Lazo de la Vega, y a su esposo Frank Acosta por las sugerencias y la atención.

Al Dr. Julio A. Mora por su interés y preocupación constante en el desarrollo de este trabajo.

Al CREA y a todos los profesores que impartieron los cursos de la maestría por la formación.

A todos los compañeros de la Facultad-4 de la UCI, especialmente a Ivón, Rosa y Anelys por el apoyo de todo tipo.

A los compañeros del Departamento de Teleformación de la UCI por la colaboración incondicional.

A todas las personas de la Universidad de las Ciencias Informáticas y de la Universidad de Pinar del Río que me apoyaron de las más disímiles formas.

A todos los que generosamente de una forma u otra me han ayudado.

## **DEDICATORIA**

A mi madre, a mi esposa y a mi hija por la comprensión y el apoyo incondicional en todo momento.

## ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PRESUPUESTOS TEÓRICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL ALGEBRA LINEAL APOYADO EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES.	11
1.1 El Algebra Lineal en la Disciplina Matemática, en la formación del ingeniero informático.	11
1.2 El proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera Ingeniería Informática en la UCI.	15
1.3 El proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador en la asignatura Álgebra Lineal,	18
1.4 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la educación.	26
1.4.1 Los Entornos Virtuales de Aprendizaje.	31
1.4.2 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y los Entornos Virtuales de Aprendizaje en el Álgebra Lineal.	36
CAPÍTULO II. PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL ALGEBRA LINEAL CON LA UTILIZACIÓN DE EVA EN LA UCI.	40
2.1 Diagnóstico del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en la UCI.	40
2.2 Consideraciones generales sobre la propuesta didáctica.	49
2.3 Propuesta didáctica del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal a través de EVA.	50
2.4 Valoración de la Propuesta Didáctica.	80
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	86
ÍNDICE DE ANEXOS	97
ANEXOS	98

## **INTRODUCCIÓN**

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) están cambiando la cultura del mundo, están irrumpiendo en los diferentes ámbitos de la sociedad, desde el mundo empresarial hasta las bellas artes. El proceso de informatización se acelera enormemente, debido entre otros factores, al desarrollo tecnológico de las computadoras; a la convergencia de las comunicaciones y la informática que hace posible que la voz, imágenes, videos, sonidos y datos se digitalicen y transmitan por la misma red y al desarrollo alcanzado por Internet.

En Cuba, pequeño país, con un sistema social que tiene como base una economía planificada, se están dando pasos inteligentes con vista a lograr la implementación de las TIC de forma óptima en la sociedad. La entrada de las computadoras personales en la década de los ochenta, acompañadas de sistemas operativos y software de aplicación cada vez más amigables motiva un paulatino proceso que, a pesar de las restricciones del periodo especial, permite la introducción y uso de las computadoras de forma creciente, como instrumento de apoyo en la producción y en los servicios.

El número de computadoras, y computadoras en red en Cuba aumenta continuamente y se avanza en la modernización de la informática. De lo que se trata es de alcanzar, en un breve plazo, el empleo masivo de las tecnologías informáticas en el desarrollo económico y social.

Las TIC se están introduciendo en la enseñanza a nivel mundial. El autor comparte el criterio de E. Castañeda (2006-a) cuando plantea que la educación se sigue caracterizando aún, en gran parte del mundo por el llamado modelo de enseñanza tradicional, el cual resulta hoy decadente para satisfacer las necesidades y las exigencias materiales y espirituales que se han alcanzado en la sociedad; este modelo tendrá que ser transformado simultáneamente con la introducción de las TIC por otros modelos construidos a partir de los cambios que van ocurriendo en la sociedad.

En la actualidad se están desarrollando diversas experiencias que permiten ir conociendo el impacto de su introducción y las posibilidades de su aplicación. En Cuba se destacan entre otras investigaciones, las realizadas por M. Durán (2001) sobre la introducción de algunas herramientas de la tecnología informática en Álgebra Lineal; J. Rodríguez (2003) referida al uso de las TIC en

el proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones matemáticas; Y. Solís (2004) relacionada con el desarrollo de estrategias de aprendizaje con el apoyo de las TIC; Y. Villanueva (2005) sobre los medios de enseñanza aprendizaje sustentados en las TIC; G. Díaz (2006) referida al uso de la computadora en la educación primaria y G. Torres (2006) sobre una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Geometría Analítica con la utilización de un sitio Web.

No se puede afirmar que la introducción de las TIC en la enseñanza por si sola pueda resolver los problemas educativos en general, ellas son un instrumento más, de manera que su posible eficacia no va a depender exclusivamente de su potencialidad tecnológica, sino del papel que desempeñen el profesor y el estudiante en el proceso formativo.

Es indiscutible que la introducción de las tecnologías informáticas en educación es un paso de progreso para el cual los educadores deben estar preparados. Se han realizado alertas sobre lo negativo que resulta su mal uso o empleo unilateral (J. Chávez, 2001; E. Castañeda, 2006-a); así como la necesidad de su adecuada implementación en el proceso de enseñanza aprendizaje pues *“el mayor peligro para la educación de hoy es que pretendamos hacer lo mismo que hacíamos ayer, con las herramientas de hoy”* (Castañeda, E., 2006-a:6).

Para introducir las TIC en la enseñanza deben realizarse estudios teóricos y acciones de investigación, que permitan valorar con la mayor certeza sobre sus posibilidades, limitaciones y barreras que puedan presentarse en la práctica pedagógica; así como la óptima utilización de estos medios por el personal docente que se enfrenta a esta cambiante modernidad.

Las TIC no vienen a sustituir los medios apoyados en los códigos verbales, como el libro de texto. Con ellas se pueden combinar diferentes códigos, donde el estudiante puede elegir el tipo de soporte que le resulte más propicio para su aprendizaje.

Una de las grandes posibilidades que las TIC pueden aportar a la enseñanza radica en el incremento de la información que puede ser puesta a disposición de los estudiantes y profesores. Por medio de estas se puede acceder a bases de datos de diferentes tipos de contenidos y estructura. Tal incremento no es sólo cuantitativo, sino también cualitativo, ya que la información que se puede recibir no es tan sólo textual, sino también visual y auditiva.

Lo significativo de estos canales de información que brindan las TIC está en la posibilidad de poder adaptar los mismos a las necesidades de los estudiantes y los profesores.

La adecuada utilización de las TIC proporciona la atención por parte del profesor a la diversidad del alumnado, permitiendo asistir simultáneamente diferentes estilos de aprendizaje, capacidades y velocidades, y potenciando el trabajo en equipos.

Las TIC tienden a favorecer tanto el aprendizaje colaborativo como el autoaprendizaje y posibilitan formas más creativas de aprendizaje permitiendo la interacción entre los usuarios independientemente del espacio y el tiempo en que se sitúen.

Existe el reconocimiento del impacto de las TIC en la enseñanza y la necesidad de investigaciones que validen la introducción de estas poderosas tecnologías en la educación contemporánea, en la actualidad se sigue trabajando en la búsqueda de una concepción que las incorpore al proceso de enseñanza-aprendizaje de forma coherente. En ello radica la importancia de la temática de investigación seleccionada.

En Cuba ha aumentado el número y uso de las computadoras en la enseñanza, aunque todavía no se satisfacen las necesidades en cuanto a calidad y cantidad, y aún no es adecuada la explotación de sus múltiples funciones, en la cual inciden su poca integración a los programas de enseñanza de cada asignatura y la insuficiente capacitación del personal docente. Por ello es prioridad en las investigaciones educativas la implementación de las TIC en la educación y su integración al proceso de enseñanza aprendizaje en las diferentes disciplinas y niveles de educación.

En el contexto de la batalla de ideas que libra el pueblo cubano, se han desarrollado importantes programas sociales, que incluye una nueva y profunda revolución educacional, como parte del perfeccionamiento continuo del sistema nacional de educación, donde las TIC tiene un importante rol.

Los laboratorios de computación, las computadoras en red, el software educativo, la televisión y el video tienen un lugar cada vez más protagónico dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje. *"La docencia universitaria de calidad, ha de tener en cuenta las TIC, ya que estas pueden suponer un cambio esencial en la didáctica universitaria, pero el fin último no es utilizar la*

*tecnología, sino lograr que los estudiantes aprendan bien el contenido de la asignatura a la vez que se formen y desarrollen en ellos, valores e intereses profesionales” (Celestino, A. y otros, 2003:21).*

La preparación de las nuevas generaciones en la utilización de las TIC y su empleo para aumentar la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje son elementos que buscan asegurar el futuro del país.

El paradigma de la nueva universidad cubana es el pleno acceso, toda persona que lo desee puede comenzar estudios universitarios. En una de las intervenciones en el claustro de profesores de la UCI, C. Valenciaga (2005) destacó que el proceso de universalización de la Enseñanza Superior en Cuba, donde se está llevando la universidad a cada municipio, haciendo esta enseñanza masiva y dando oportunidad a todas las personas que lo deseen, es una de las transformaciones más importantes y, hace hoy reanalizar el concepto tradicional de universidad.

En una reciente intervención televisiva F. Vecino Alegret expresó: *“Existe en el mundo el sofisma de que a mayor cantidad menos calidad, en las universidades cubanas queremos demostrar que se puede en un país revolucionario lograr calidad en la educación, porque existen las condiciones para llevar adelante este novedoso sistema” (Vecino, F., 2006).*

El Ministerio de Educación Superior (MES) tiene dentro de sus objetivos fundamentales el desarrollo de la estrategia de informatización para los cursos del 2003 al 2007, cuyo objetivo es *“Transformar cualitativamente los procesos sustantivos de la Educación Superior mediante el empleo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, alcanzando una posición destacada en la Informatización de la Sociedad, niveles superiores de integración, colaboración de redes y de formación y superación del Capital Humano” (MES, 2004:5).*

Como resultado de esta política se mejoran progresivamente importantes indicadores tales como la cantidad de estudiantes por computadoras, cantidad de computadoras en red con acceso a Internet, se han establecido redes locales e intranets en los Centros de Educación Superior y se trabaja intensamente en el desarrollo de una red nacional universitaria.

Como parte de este proceso de informatización de la sociedad cubana y encaminada a jugar un papel importante en el desarrollo de la industria cubana del software, dentro de los programas que promueven el desarrollo educacional

del país surge la primera universidad de la batalla de ideas, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), donde se estudia la carrera de Ingeniería Informática, con un componente laboral importante.

La Disciplina Matemática está incluida en la formación de un Ingeniero Informático. En los Planes de Estudio actuales de las carreras de Ciencias Técnicas se han detectado algunos problemas en los programas de las Disciplinas de Matemática, entre los que resaltan: (CUJAE, 2004).

- Desarticulación con los programas de preuniversitario, dada por el divorcio entre los programas de Matemática de nivel Universitario y de nivel Medio.
- Diversidad innecesaria e inconveniente, justificadas por el perfil de la carrera en algunos casos y en otros por el enfoque que asumen los autores de los programas.
- Ausencia de contenidos novedosos, los programas contemplan esencialmente aspectos clásicos del Cálculo y del Álgebra Lineal, pues temas desarrollados durante el pasado siglo como la matemática borrosa y la teoría de los fractales no logran romper la barrera de la tradición.
- Pobre incorporación de las nuevas tecnologías, las cuales no se tienen en cuenta como alternativas válidas en los programas actuales.
- Ausencia de asignaturas optativas, en las que se pueden impartir temas necesarios para la comprensión de algunas asignaturas de la especialidad.
- Predominio de bibliografía importada, que proponen puntos de vistas y problemas ajenos a la realidad cubana.
- Los programas no tienen en cuenta la existencia de asistentes matemáticos, lo que dificulta el desarrollo de nuevos contenidos y habilidades por falta de tiempo.
- Predominan habilidades de cálculo, pues los profesores no tienen una clara conciencia del papel de la Matemática en la formación de los ingenieros.
- Decrecimiento histórico de las horas dedicadas a la Matemática, lo que impide el logro de las habilidades más difíciles de lograr, cediendo el paso a las más sencillas.
- Diversidad de criterios en cuanto a la Matemática como Disciplina, que se muestra en la tendencia a dividir la Disciplina en Matemática Básica y en

Matemática Aplicada, lo que incide en la desarticulación de los conceptos matemáticos.

El Álgebra Lineal es una asignatura de la Disciplina Matemática y es impartida en el segundo semestre del primer año de la carrera de Ingeniería Informática en la UCI. El autor a partir de su experiencia personal e indagaciones empíricas ha identificado en esta asignatura las siguientes situaciones problemáticas:

- El libro de texto básico de Álgebra Lineal no responde en forma coherente a los objetivos de la asignatura en la carrera.
- Las TIC no son aprovechadas en todas sus potencialidades, además de no contarse con un material metodológico que sirva de guía para los profesores adiestrados, los profesores sin formación pedagógica y los alumnos ayudantes.
- Los recursos informáticos disponibles en la UCI y en particular el uso del entorno virtual de aprendizaje no son utilizados con sistematicidad por los profesores en el proceso de enseñanza aprendizaje.
- El colectivo pedagógico es diverso en formación y experiencia profesional, en su mayoría jóvenes adiestrados y alumnos ayudantes, con los que hay que trabajar para elevar su nivel científico y pedagógico.
- El diagnóstico inicial aplicado por el Departamento Central de Matemática de la Universidad refleja diferencias en cuanto al nivel educativo y cognoscitivo de los estudiantes que ingresan a la UCI.

La UCI está dotada de la más moderna tecnología, lo que facilita el uso intensivo de las mismas en el proceso de enseñanza aprendizaje, *“tiene posibilidades de ser referencia nacional en la aplicación de las TIC en la educación. Es por ello que constituye una prioridad la asimilación de las TIC en uno de los procesos sustantivos de la Universidad como es el proceso de formación del Ingeniero Informático, lo cual está asociado a la necesidad de dar respuesta a un momento natural del desarrollo actual de la Universidad en su crecimiento.”* (UCI, 2006:3).

*“Uno de los factores a tener en cuenta para la asimilación de las TIC en un centro de educación superior es la selección del Entorno Virtual de Aprendizaje mediante el cual se realice la distribución y gestión de cursos a través de la red,*

*con las consiguientes ventajas que brinda relacionadas con la mejora de la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje.” (UCI, 2006-a:1).*

El análisis de esta situación nos conduce a la contradicción que existe entre las condiciones reales existentes respecto a la disponibilidad de recursos informáticos en la UCI y la insuficiente utilización de ellos en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal, por lo que el **tema** de investigación seleccionado es la transformación del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería Informática de la UCI con el uso de las TIC.

El **problema científico** que se aborda en esta investigación es: ¿Cómo contribuir a transformar el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Álgebra Lineal en el primer año de la carrera de Ingeniería Informática de la UCI?

El **objeto de la investigación** es el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera de Ingeniería Informática de la UCI.

Dentro de las TIC, el entorno virtual de aprendizaje (EVA) es una alternativa a tener en cuenta para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje. El EVA es un espacio en cuya plataforma se hallan herramientas de apoyo educativo que facilitan y dinamizan el encuentro virtual entre los actores del proceso, por lo que se determina como **campo de acción** el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal con apoyo del entorno virtual de aprendizaje en el primer año de la carrera de Ingeniería Informática en la UCI.

El **objetivo** de la investigación es elaborar una propuesta didáctica que contribuya a transformación del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal basada en el uso de un EVA en el primer año de la carrera Ingeniería Informática de la UCI.

Para lograr este objetivo y buscar la solución del problema científico, se plantearon las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuáles son los presupuestos teóricos que favorecen la utilización del entorno virtual de aprendizaje (EVA) en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera Ingeniería Informática de la UCI?

2. ¿Cuál es la situación actual del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera Ingeniería Informática de la UCI?
3. ¿Cómo puede estructurarse el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera Ingeniería Informática de la UCI basado en el empleo del EVA?
4. ¿Qué factibilidad de aplicación tiene la propuesta didáctica presentada?

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

1. Elaboración de un marco teórico que fundamente la utilización del entorno virtual de aprendizaje (EVA) en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera Ingeniería Informática de la UCI.
2. Diagnóstico de la situación actual del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra y el uso del EVA en la UCI.
3. Elaboración de una propuesta didáctica que contribuya a transformar el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería Informática en la UCI con el empleo de un EVA.
4. Valoración de factibilidad de la propuesta didáctica diseñada.

Esta investigación se desarrolló desde el enfoque dialéctico-materialista como método general de la investigación científica. Los diferentes métodos aplicados reflejan este enfoque.

Los **métodos de investigación** empleados fueron:

Métodos del **nivel teóricos**.

- Histórico y lógico para el análisis de los antecedentes y tendencias del objeto de investigación, lo que facilitó apreciar su evolución y sistematizar los fundamentos teóricos y metodológicos de la propuesta didáctica.
- Análisis documental para la revisión bibliográfica, la revisión de las fuentes primarias de la investigación, el estudio de documentos normativos, como los programas de la disciplina, de la asignatura, orientaciones metodológicas, análisis de los objetivos generales que debe alcanzar un Ingeniero Informático, documentos sobre el sistema de teleformación en la UCI, entre otros.

- Inducción, deducción se utilizaron como procedimientos para hacer las inferencias y establecer las relaciones pertinentes en la estructuración de la propuesta didáctica.
- Analítico-sintético para el estudio y sistematización de las tendencias históricas, fundamentos del objeto de investigación y su concreción en la propuesta didáctica.
- Enfoque de sistema para determinar y estructurar los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje a través del EVA y sus relaciones.

#### **Métodos del nivel empírico.**

- Entrevista y encuesta a profesores y a estudiantes, para recoger datos y criterios que permitieron mantener actualizado el diagnóstico de la situación problemática. Se aplicaron encuestas a profesores para valorar la factibilidad de aplicación de la propuesta.

#### **Métodos estadísticos.**

- Se utilizó la estadística descriptiva a través del análisis porcentual de los datos agrupados de la aplicación de las técnicas e instrumentos empíricos de investigación.

#### **Población y muestra:**

Para el diagnóstico se consideró como población a los estudiantes de segundo año de la Facultad 4 de la UCI por ser los estudiantes que ya habían culminado la asignatura Álgebra Lineal en el primer año y a los profesores que imparten esta asignatura en la UCI. La decisión muestral se presenta en el epígrafe 2.1 de la tesis, referido al diagnóstico realizado.

Para realizar la valoración de factibilidad de la propuesta se seleccionaron a profesores de la Disciplina Matemática que cumplieran con los requisitos determinados por el autor y que se relacionan en el epígrafe 2.4.

El tema seleccionado posee actualidad pues aunque el uso de las TIC en la educación superior ha sido tratado en varias tesis, en particular en la UCI, donde se cuenta con los recursos tecnológicos apropiados para aplicarlos de forma planificada, coherente y sistemática en el proceso de enseñanza aprendizaje es una necesidad y ha sido poco investigado.

Su significación práctica está en la propuesta didáctica que se presenta y su montaje, centrada fundamentalmente en la utilización del EVA para contribuir a la transformación del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal, incluye la propuesta de recursos a utilizar y diseño de actividades.

La estructura de la tesis consta de introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

En el capítulo uno se expone y analizan los fundamentos teóricos asumidos en la investigación, así como las potencialidades de las TIC y los EVA en la educación y en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, en particular en la asignatura Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería Informática en la UCI, basado en las principales prácticas y experiencias acumuladas.

El segundo capítulo parte del diagnóstico de la situación actual del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en la UCI. Se presenta la Propuesta Didáctica para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal de la carrera Ingeniería Informática en la UCI a través de un EVA y por último se recogen valoraciones de factibilidad de la Propuesta Didáctica.

## **CAPÍTULO I. PRESUPUESTOS TEÓRICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL APOYADO EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES.**

Este capítulo comienza abordando el papel del Álgebra Lineal en la Disciplina Matemática y en la formación del Ingeniero Informático. Se dedica un epígrafe al proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera de Ingeniería Informática en la UCI. Se enfoca el proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador en la asignatura Álgebra Lineal fundamentado en los postulados del enfoque histórico cultural. Se acometen las TIC en la educación y el EVA como parte de estas, así como su incidencia en el Álgebra Lineal. De esta forma se declaran los fundamentos teóricos necesarios para desarrollar la propuesta didáctica.

### **1.1 El Álgebra Lineal en la Disciplina Matemática, en la formación del ingeniero informático.**

La demanda de la sociedad presente y futura es la formación de profesionales preparados integralmente, y con la capacidad suficiente para asimilar y promover los cambios que el desarrollo vertiginoso que la ciencia requiere. El pensamiento matemático y los métodos matemáticos son adoptados en el presente por todas las ciencias naturales y sociales. En este sentido P. Castañeda plantea *“un buen profesional debe conocer el estado actual de la ciencia en la cual se basa el desarrollo tecnológico alcanzado que le sirve en su profesión, para ello no puede ignorar conceptos básicos en los cuales se fundamenta lo nuevo, por lo que se considera cada vez más importante tener buena preparación matemática y uno de los entes que debe ayudar a ello es la Educación Superior.”* (Castañeda, P., 1998:2).

El papel que desempeña la disciplina matemática en los primeros años de las carreras de ingeniería es determinante, no solo respecto al desarrollo de conocimientos y habilidades sino, en su función educativa. La Dra. Herminia Hernández, en su artículo *“La huella de la Matemática en el pensamiento”*

expresa: *“La enseñanza de la matemática debe contribuir a que el estudiante se desarrolle con una visión del mundo que le favorezca la formación de un pensamiento productivo, creador y científico.”* (Hernández, H., 2006:1).

La Matemática va más allá de ser un lenguaje: ella es una herramienta para el razonamiento, muy importante dentro del proceso de formación de un ingeniero. El autor comparte el criterio de P. Pérez (1997) cuando afirma que un científico observa, experimenta y saca conclusiones de la evidencia obtenida en la investigación científica; un ingeniero debe razonar continuamente para poder diseñar o adaptar un proceso sugerido por una nueva necesidad práctica.

Al decir de E. Castañeda (2006-a), la idea de la Ciencia está encaminada en la búsqueda del “por qué” de las cosas y la ingeniería se apoya en la ciencia y en la no ciencia enfrentándose al “como hacer”, “cómo transformar”, “cómo crear y satisfacer necesidades”.

La importancia de la formación matemática de los ingenieros es reconocida por algunas organizaciones internacionales (Mathematical Association of America, Consejo de Actividades Educativas del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, Association for Computing Machinery), las cuales plantean que, es muy importante ampliar la madurez matemática y la capacidad de trabajo con la abstracción; desarrollar habilidades para la comunicación de propiedades y características de magnitudes y formas en las variantes formal, gráfica y numérica; conformación de una cultura científica general actualizada (CUJAE, 2004).

*“Los conceptos matemáticos, las propiedades y las demostraciones lógicas han tenido a lo largo de toda la historia un origen práctico, vinculado con la actividad desarrollada por el hombre en su relación con el medio.”* (González, M., 2006:13). Muchos de los logros que a nivel mundial se producen en el campo de la ingeniería están respaldados por teorías matemáticas de alto nivel.

Un elemento importantísimo en la actualidad es el desarrollo informático, en este sentido R. Calderón (1995) destacó que las tecnologías informáticas -cuyo progreso es en forma acelerada y exponencial- permiten en breve plazo lograr la aplicación de conceptos matemáticos a problemas de ingeniería, por lo cual

se puede afirmar que, en la actualidad la ingeniería está altamente matematizada.

El desarrollo vertiginoso de las ciencias informáticas está influyendo en las matemáticas contemporáneas, pues las habilidades que necesitan los profesionales en la actualidad son diferentes a las de años anteriores. La autora H. Hernández (1989) señala que en el perfeccionamiento de la formación de los profesionales de nivel superior, es necesario tener en cuenta que, el papel de la Matemática ha variado en el contexto actual, como resultado de un acelerado desarrollo científico-técnico.

La aparición de la tecnología contemporánea ratifica cada vez más que, la matemática es una manera de pensar, de enfrentar y resolver problemas.

Una de las actividades distintivas del hombre es la resolución de problemas y, la matemática como actividad típicamente humana es esencialmente una actividad de pensamiento y no, una rutina o mecanismo que las máquinas pueden realizar, por ello el autor coincide con R. Delgado en que *“la utilización del recurso informático en la enseñanza de la matemática es un hecho y consecuentemente hay que cambiar lo que se enseña y cómo se enseña, ha llegado el momento de ir desplazando el centro de atención del cálculo y la graficación a mano al razonamiento matemático (lógico, heurístico, metacognitivo); del estudiante como eficiente calculador al estudiante como inteligente resolutor de problemas.”* (Delgado, R., 1999:14).

En opinión de este autor el proceso de enseñanza de las matemáticas se debe transformar y desarrollarse en correspondencia con las necesidades presentes y futuras, hay que desarrollar un pensamiento matemático moderno en correspondencia con las exigencias actuales del desarrollo de esta ciencia.

El Álgebra es el idioma de la Matemática. El centro de atención del Álgebra son las propiedades de las operaciones y no las propiedades de los objetos con los cuales se realizan estas operaciones.

La utilización de símbolos en vez de números específicos, así como de operaciones aritméticas para determinar cómo usar dichos símbolos, es propia del Álgebra clásica. El Álgebra ha evolucionado hacia una disciplina de estructuras (estructuras “Álgebraicas”), y cada una de estas se considera como un conjunto de objetos con reglas que los relacionan.

En la primera mitad del siglo XX se hace una reconstrucción de la Matemática; como resultado de esta el Álgebra se planteó un desarrollo axiomático más abstracto. C. Silva (1985) apunta que una típica manifestación de la Matemática contemporánea es el estudio de las Estructuras Algebraicas, donde ocurren diversos tipos de operaciones definidas axiomáticamente.

Al estudio de los conjuntos de estructura especial y las funciones que actúan en dichos conjuntos está encaminada el Álgebra Lineal. La forma de impartir esta en las carreras de ingeniería se caracteriza por conjuntos que son siempre espacios lineales de dimensión finita, y por funciones que son transformaciones lineales.

Pese a que la estructura lógica del Álgebra Lineal es sencilla y se basa en una lista de axiomas fáciles de manejar, en opinión de este autor la asimilación de esta asignatura por los estudiantes presenta dificultades, debido al carácter abstracto de sus nociones fundamentales.

La teoría de sistemas de ecuaciones lineales, las matrices, y el concepto de determinante tienen un papel protagónico en el estudio del Álgebra Lineal pero, los diversos problemas de esta asignatura se comprenden con claridad sólo al considerar los correspondientes espacios lineales (vectoriales), donde precisamente se apoya el estudio de esta asignatura.

Dada la gran variedad de aplicaciones, el Álgebra Lineal es estudiada en las carreras de ingeniería. *“El Álgebra Lineal es un pilar fundamental en la formación del ingeniero, ella le proporciona herramientas que le permiten modelar y solucionar diferentes problemas y es la base conceptual para el desarrollo de otras asignaturas tanto de matemáticas como de ingeniería.”* (Uzuriaga, V., 2006:5). Los métodos Algebraicos permiten dar solución a múltiples problemas de informática, economía, física, matemática, etcétera.

El Álgebra Lineal ocupa un papel importante en la formación de los Ingenieros Informáticos: *“las estructuras Algebraicas han sido usadas en las ciencias de la computación para propósitos tales como describir las funciones de computación por clases de máquinas, para investigar la complejidad de los cálculos aritméticos, para caracterizar las estructuras de datos abstractos y como una base de la semántica de los lenguajes de programación.”* (Durán, M., 2001:19).

El curso de Álgebra Lineal debe promover en los estudiantes autonomía e independencia intelectual, lo cual incide en el desarrollo de su pensamiento, así como en la formación de habilidades fundamentales para un ingeniero informático, tales como la abstracción, la generalización, la argumentación, la demostración y la representación adecuadas de conceptos. Por otro lado, debe proveer al estudiante de herramientas que, les proporcionen las bases matemáticas necesarias para enfrentar con éxito los cursos que requieran de esta asignatura.

### **1.2 El proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera Ingeniería Informática en la UCI.**

En el informe de la reunión de la comisión Nacional de Matemática de Ciencias Técnicas (CUJAE, 2004) se plantea que en el transcurso de los últimos 40 años, se ha observado en Cuba una tendencia sostenida a eliminar horas de Matemática en las carreras de Ingeniería. En el presente, casi todas cuentan con menos de la mitad de las horas que se dedicaban a la Matemática en la década de los 60.

Señala además el informe que se observa una gran diversidad de programas de asignaturas de la Disciplina Matemática para ingenieros, en dependencia del perfil de la carrera o de los criterios de quienes la diseñan. Los contenidos que estudia el Álgebra Lineal no son estudiados en ocasiones como un todo, sino fragmentados en las diferentes asignaturas de la Disciplina Matemática en dependencia de su vinculación o aplicación.

Los estudiantes de Ingeniería Informática en la UCI, en el primer año de la carrera reciben cuatro asignaturas de la Disciplina Matemática. Durante el primer semestre, reciben la Matemática I y la Matemática Discreta; en el segundo semestre, reciben la Matemática II y el Álgebra Lineal.

Según el plan de estudio vigente (UCI, 2004), el Álgebra Lineal debe contribuir al desarrollo en los estudiantes de:

- hábitos de proceder reflexivo,
- capacidad para evaluar los resultados de su trabajo,
- capacidad cognoscitiva,
- formas del pensamiento lógico,
- capacidad de razonamiento.

El programa de formación del profesional de la UCI es flexible (UCI, 2006-a), se ha ido adaptando a las necesidades y exigencias de los cambios en la Universidad, en consecuencia los programas de las asignaturas, dentro de ellas el Álgebra Lineal también han tenido cambios.

La asignatura Álgebra Lineal tiene entre sus objetivos *“Contribuir a la formación de la concepción científica del mundo mediante la comprensión de las relaciones entre los modelos, conceptos y resultados que se estudian en la asignatura y la realidad existente objetivamente cuya modelación Algebraica y geométrica se realiza al estudiar la asignatura.”* (UCI, 2004:63)

La asignatura Álgebra Lineal en la UCI incluye los siguientes Temas (Hernández, S., 2006):

1. Sistema de Ecuaciones Lineales y Matrices.
2. Espacios Vectoriales.
3. Aplicaciones Lineales.
4. Diagonalización de Endomorfismos.
5. Formas Cuadráticas.

Estos temas forman parte de los estándares de los planes de estudio de la Ingeniería Informática en el mundo.

En cuanto a los métodos empleados por los profesores de Álgebra Lineal en sus clases se destacan el expositivo, la exposición problémica, la elaboración conjunta, el reproductivo y el de la búsqueda parcial. Estos son empleados indistintamente en las diferentes actividades del curso.

En la Disciplina Matemática se cuenta con un sitio Web que contiene para todas las asignaturas los siguientes recursos: ( Carballosa, W y otros. 2006)

- Documentos electrónicos docentes de las asignaturas.
- Libros de textos básicos y complementarios.
- Objetivos para evaluaciones parciales y finales.
- Temarios aplicados.
- Orientaciones del plan calendario de las asignaturas.
- Sección de preguntas de la semana.

La tendencia en la universidad es a prescindir del sitio Web, en su lugar se está activando el EVA, que tiene potencialidades en el manejo de la información y en la interacción muy superiores. En la actualidad todas las orientaciones y recursos del Álgebra Lineal se encuentran en el EVA.

Los asistentes matemáticos DERIVE y MATLAB están disponibles en todas las computadoras para ser usados en clases y evaluaciones. En el caso del DERIVE, los estudiantes reciben una preparación previa. Está orientado por el Departamento Central de Matemática que los profesores deben utilizar en sus clases estos asistentes, pues potencialmente pueden aportar mucho al aprendizaje de los estudiantes.

Dentro de los medios usados en el curso de Álgebra se tienen el libro de texto, la pizarra, la computadora y la televisión, estos dos últimos se encuentran disponibles en todas las aulas de la Universidad y son empleados por los profesores para el desarrollo de sus clases.

Las conferencias en Álgebra Lineal son impartidas por los profesores de más experiencia en teleclases. En un principio estas teleclases duraban dos horas clases, en el horario docente planificado, las cuales los estudiantes visionaban en compañía del profesor, pero sin mediar intercambio profesor-estudiante, pues no estaba establecido, y en ese momento los estudiantes no podían aclarar dudas sobre la conferencia.

Esta situación ha cambiado, en la actualidad en el horario de teleclases un turno es para visionar la conferencia y otro para el intercambio con el profesor. Estas teleclases están disponibles en la red (Inter-nos) de la Universidad, y en el EVA, lo cual facilita que, el estudiante pueda ver cualquiera de estos materiales en el momento que lo desee.

Otras formas de organización en el curso de Álgebra Lineal son el seminario, las clases prácticas y las clases teórico prácticas, estas actividades están en el plan calendario de la asignatura (UCI, 2006-b) y son orientadas con antelación, facilitando la autopreparación de los estudiantes.

En la actualidad -en la Educación Superior y en la UCI como parte de esta- la tendencia en la Disciplina Matemática es a disminuir la cantidad de horas dedicadas a las conferencias y aumentar la cantidad de horas dedicadas a las actividades prácticas y seminarios. En la UCI en el curso 2003-2004 se impartieron 72 horas clases, de estas 26 de conferencia, 34 para clases prácticas, seis de seminarios y seis para evaluaciones en la asignatura Álgebra Lineal (UCI, 2003); en el actual curso se imparten 64 horas clases, de las cuales 16 son para conferencias, 29 para clases prácticas, ocho para clases

teórico prácticas seis para seminario y cinco para evaluaciones escritas (UCI, 2006-b).

El sistema de evaluación del Álgebra Lineal se ajusta al vigente para la Disciplina Matemática en la UCI. Este sistema es acumulativo y brinda la posibilidad de convalidación de la asignatura con cuatro o cinco puntos a los estudiantes (Anexo 1).

Dentro de las evaluaciones que realizan los estudiantes se destacan las siguientes:

- Un trabajo de control en clases de una hora.
- Dos pruebas parciales de dos horas.
- Una tarea extraclases integradora.
- Tres seminarios.
- Cuatro preguntas escritas.

Estas evaluaciones están recogidas en el plan calendario de la asignatura (UCI, 2006-b).

El número de preguntas escritas puede variar en dependencia de las consideraciones del profesor.

En cuanto a la tarea extraclases su objetivo es la búsqueda de la integración con asignaturas de la disciplina o de la especialidad. En el caso del Álgebra Lineal la tarea extraclases integradora es con la Matemática II, esta tarea es por equipo y se defiende ante un tribunal integrado por profesores de ambas asignaturas.

El claustro de profesores que imparte la asignatura Álgebra Lineal es heterogéneo por su formación y experiencia profesional, está integrado en su mayoría por jóvenes adiestrados y alumnos ayudantes, lo que implica que se debe perfeccionar continuamente el trabajo metodológico diferenciado para lograr una mejor orientación que contribuya al perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura.

### **1.3 El proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador en la asignatura Álgebra Lineal.**

De acuerdo al enfoque histórico cultural de Vigotsky la educación constituye uno de los fundamentos más importantes para el desarrollo integral de la

personalidad. Mediante la educación se logra dispensar vínculos entre los factores sociales, culturales e históricos.

En la tesis se asumen las concepciones que sobre la personalidad, la enseñanza y el aprendizaje tiene el enfoque histórico-cultural. Desde esta perspectiva, G. Fariñas (1995) plantea que la personalidad no es más que un sistema o todo integrador y autorregulador de los elementos cognitivos y afectivos que operan en el sujeto y además como configuración única e irrepetible de la persona.

V. Uzuriaga afirma que *“la enseñanza constituye el proceso de organización de la actividad cognoscitiva. Se manifiesta de forma bilateral e incluye la actividad del alumno (aprender) y la actividad del maestro (enseñar).”* (Uzuriaga, V., 2006:45).

La posición de Vigostky es compartida por el autor de este trabajo al considerar que la enseñanza es un proceso que impulsa el crecimiento personal del sujeto, conduciéndolo y creando nuevas posibilidades de desarrollo posterior, que tiene en cuenta el desarrollo actual para ampliar continuamente los límites de sus zonas próximas o potenciales a partir de determinados aprendizajes.

La enseñanza desarrolladora, en la que se propicia la formación de hábitos, habilidades y capacidades vinculadas al desarrollo de la personalidad de los estudiantes, es fundamental en la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje. Cuando la enseñanza cumple las funciones instructiva, educativa y desarrolladora, se logra la unidad entre instrucción y la educación, lo que permite el logro de un proceso pedagógico integral.

Desde el enfoque histórico cultural se considera la enseñanza como el motor impulsor del desarrollo. Para Vigotsky el desarrollo es un proceso social que se inicia desde el nacimiento y es asistido por adultos u otros agentes más capaces. En tal sentido el desarrollo es preservado y asistido por colaboración de terceros y se realiza en torno a la zona de desarrollo próximo que *“no es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz”* (Vigotsky, L., 1979:133).

Para D. Castellanos y otros (2000) la educación que desarrolla es aquella que tiene en cuenta el desarrollo actual del estudiante, para ampliar continuamente los límites de su zona de desarrollo próximo o potencial, lo que permite sus progresivos niveles de desarrollo, por lo que la educación desarrolladora promueve y potencia el aprendizaje desarrollador.

El enfoque histórico cultural integra lo más valioso de otras tendencias con relación al aprendizaje y centra su interés en el desarrollo integral de la personalidad que es el objetivo de la Educación Superior en Cuba.

El autor comparte el criterio de O. González (1999) al destacar que desde los presupuestos del Enfoque Histórico Cultural de Vigotski el aprendizaje es concebido como una actividad social de producción y reproducción del conocimiento bajo condiciones de orientación e interacción social, como el tránsito de lo externo a lo interno, de la regulación externa a la autorregulación, de la dependencia a la independencia cognoscitiva.

Para L. Vigotsky (1995) el aprendizaje es valorado como un proceso que posee tanto un carácter cognitivo como socio-afectivo, y que por tanto implica la personalidad como un todo, propiciando que el sujeto se apropie de la cultura desarrollada por la sociedad, mediante su actividad y con la ayuda de otros, por medio de los instrumentos y sistemas de signos construidos históricamente por la humanidad.

Alvarez de Zayas considera que: *"El aprendizaje es un proceso histórico social en tanto se aprende el producto de la cultura, en contacto con la sociedad, a través de la institución a la que se le encarga socialmente la función de enseñar: la escuela, y a través del profesional mediador de esta gestión: el maestro"*. (Álvarez, R., 1997:92).

Según los autores consultados, se considera al estudiante en dos niveles evolutivos, el de sus posibilidades para aprender por si solo y el de sus posibilidades para aprender con la ayuda de los demás. La diferencia entre estos dos niveles se denomina zona de desarrollo próximo.

En esta concepción del aprendizaje el estudiante es el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, como un ente social, activo, conciente, orientado hacia un objetivo, es protagonista y producto de múltiples relaciones sociales con los profesores y otros estudiantes con los que se relaciona en su vida social.

Se comparte el criterio de J. Zilberstein (2000) el cual refiere que el aprendizaje es un proceso en el que participa activamente el estudiante, dirigido por el profesor, donde el estudiante se apropia de conocimientos, habilidades y capacidades en comunicación con otros, permitiendo la formación de valores mediante este proceso de socialización.

La autora G. Díaz (2006) destaca que la combinación de lo individual y lo colectivo, donde se fomente el diálogo, el intercambio y la reflexión, en un ambiente afectivo y colaborativo, repercute favorablemente en el aprendizaje de los estudiantes y en la formación de valores.

Partiendo de lo analizado sobre el desarrollo y sobre el aprendizaje, el autor asume que: *“Un aprendizaje desarrollador es aquel que garantiza en el individuo la apropiación activa y creadora de la cultura, propiciando el desarrollo de su auto-perfeccionamiento constante, de su autonomía y autodeterminación, en íntima conexión con los necesarios procesos de socialización, compromiso y responsabilidad social.”* (Castellanos, D., 2000:34).

Se pone en el centro de la atención pedagógica al aprendizaje, lo que conlleva para la enseñanza el aseguramiento de las condiciones para que el estudiante se desarrolle mediante la colaboración, a partir de lo que él puede hacer solo hasta llegar a un dominio independiente, *“una de las cosas que debe lograr la escuela es enseñar a estudiar, a ser autodidacta.”* (Castro, F., 1992:35). Esto indica que hay que atender además de los aspectos cognitivos, los aspectos de la personalidad del estudiante de manera integral.

Para la formación integral de la personalidad hay que atender las diferencias individuales de los estudiantes. Los profesores tienen que trabajar con estudiantes de distinto nivel de desarrollo físico y mental, con estudiantes que tienen distintas capacidades, estrategias de aprendizaje y estilos de aprendizaje. No todos los estudiantes tienen los mismos intereses y motivaciones, en las aulas los estudiantes provienen de contextos sociales y culturales distintos.

El valor, el sentido, el alcance y el significado que un estudiante le da a una demanda de aprendizaje, nunca es totalmente personal, ya que en esta influyen además de los contenidos de la materia de estudio, las interrelaciones que el estudiante ha mantenido con su profesor y sus compañeros de estudio en un intervalo de tiempo determinado.

El aprendizaje desarrollador logra que los estudiantes se comprometan y se hagan partícipes de su aprendizaje, potencia el tránsito progresivo de la dependencia a la independencia y a la autorregulación, además de desarrollar la capacidad de realizar autoaprendizajes a lo largo de la vida.

El curso de Álgebra Lineal se pretende realizar desde la perspectiva del aprendizaje desarrollador, por lo cual se hace necesario meditar en cómo lograr estos resultados.

Para lograr que el estudiante aprenda desde la perspectiva del aprendizaje desarrollador, el profesor debe tener en cuenta las dimensiones activación-regulación, significatividad y motivación. Ellas forman un sistema cíclico, por lo que el aprendizaje se puede iniciar desde cualquiera y a partir de ahí dirigirse a las demás.

Según D. Castellanos (2005) la activación-regulación es la dimensión en la cual el docente crea ambientes de aprendizaje productivos, creativos, metacognitivos y cooperativos, lo que permite al estudiante apropiarse de manera activa de los contenidos, de la construcción de los conocimientos y desarrollar habilidades y capacidades, lo que facilita el autocontrol y la autorregulación de su proceso.

Para el comienzo el profesor debe identificar los conocimientos previos de sus estudiantes mediante un diagnóstico inicial, ver lo que el estudiante conoce sobre *Matrices y Sistemas de Ecuaciones Lineales* –el cual es el primer tema del curso- y lo que estos son capaces de hacer con su ayuda y la de su grupo, con el planteo y modelado de problemas afines a la asignatura o a la ingeniería se puede lograr este fin.

El profesor debe determinar las acciones que implementará en el proceso de enseñanza aprendizaje para lograr los objetivos de dicho proceso, que incluye el desarrollo de habilidades como el análisis, la clasificación, la solución de sistemas de ecuaciones lineales y las argumentaciones e interpretaciones de las respuestas, entre otras.

Cuando el profesor propicia que los estudiantes realicen actividades como: repetir, subrayar, resumir, identificar palabras claves, realizar esquemas, elaborar diferentes representaciones de los conceptos y hacer representaciones gráficas; está facilitando que el estudiante procese y se apropie del conocimiento.

Una manera para potenciar las cualidades anteriores en el estudiante desde el Álgebra Lineal, es proponiéndole en el transcurso del desarrollo de la asignatura actividades como ejercicios cortos, prácticas en software, entre otros, que le permitan reflexionar constantemente sobre su aprendizaje y además le ofrezcan, al inicio del proceso, situaciones prácticas relacionadas con su carrera, con otras asignaturas de matemáticas, situaciones cotidianas, que requieran de los conocimientos que aporta el curso para su solución y en la medida en que éste avanza, se espera que el alumno sea quien plantee problemas de su interés para solucionarlos con lo aprendido.

El profesor puede apoyarse para despertar el interés en sus clases en estímulos e incentivos externos, pero la motivación idónea para el aprendizaje es la que se genera a partir del propio contenido, de su naturaleza problémica, desafiante, novedosa y relevante (Castellanos, D. y otros. 2001), con la cual el estudiante se identifique, le encuentre sentido, utilidad y valor. *“Cuando el estudiante está motivado por aprender, crea climas favorables para su aprendizaje, diseña sus propias estrategias para aprender, ya sea en el plano personal, académico o cotidiano.”* (Uzuriaga V., 2006:50).

Según D. Castellanos y otros (2001) un estudiante aprende de forma significativa, cuando se crean espacios y condiciones donde se propicie una interacción con el contenido, que logre establecer relaciones entre los conocimientos previamente asimilados y la nueva materia, relaciones entre los nuevos contenidos y la experiencia cotidiana, lo que facilita el vínculo entre el conocimiento y la vida, entre la teoría y la práctica y, por último, relaciones entre la materia que se aprende y el mundo personal, afectivo-motivacional de los sujetos.

Estas dimensiones del aprendizaje desarrollador se pueden potenciar en el curso de Álgebra Lineal desde el inicio, al organizar actividades en las que se expongan problemas de ingeniería informática u otras asignaturas de la disciplina matemática en los cuales se necesiten el modelado, los procedimientos y los conceptos de la asignatura para su solución. Estas actividades propician que el estudiante relacione el Álgebra Lineal con otros contenidos de la carrera, despertando en él, interés, motivación e investigación por la asignatura. Estos espacios llevan a la reflexión, a fomentar aprendizajes productivos y por lo tanto a la constante búsqueda por parte de los docentes de

propuestas didácticas que le permitan lograr en sus estudiantes un aprendizaje desarrollador.

J. Zilberstein y otros consideran que el proceso de enseñanza aprendizaje *“constituye la vía mediatizadora esencial para la apropiación de conocimientos, habilidades, normas de comportamiento y valores legados por la humanidad y que se expresa en el contenido de la enseñanza, en estrecho vínculo con el resto de las actividades docentes y extradocentes que realizan los estudiantes”*. (Zilberstein, J. y Silvestre, M., 1999:6).

Para el autor el desarrollo es todo cambio esencial, que implica la aparición de lo nuevo con una cualidad superior. En el proceso de enseñanza aprendizaje el desarrollo ocurre mediante la acumulación de pequeños cambios que se pueden lograr a través de las contradicciones que el docente le enseña a encontrar a sus estudiantes, con el propósito de estimular su desarrollo intelectual.

En este trabajo se asume la definición de proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador formulado por D. Castellanos: *“El proceso sistémico de transmisión y apropiación de la cultura en la institución escolar en función del encargo social, que se organiza a partir de los niveles de desarrollo actual y potencial de los y las estudiantes, y conduce el tránsito continuo hacia niveles superiores de desarrollo, con la finalidad de formar una personalidad integral y autodeterminada, capaz de transformarse y de transformar su realidad en un contexto histórico concreto.”* (Castellanos, D., 2000:42)

El autor comparte el criterio de la autora G. Díaz cuando plantea que: *“El proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador debe propiciar a través de actividades diferenciadas el desarrollo grupal e individual de los estudiantes a partir del establecimiento de un ambiente favorable y flexible, que estimule la reflexión, la cooperación, la independencia y autorregulación de los estudiantes y conlleve al cumplimiento de los objetivos conciliando las necesidades e intereses de los protagonistas de dicho proceso.”* (Díaz, G., 2006:54).

Desde esta perspectiva el autor coincide con la autora M. Pérez sobre los principales aportes del enfoque histórico cultural de Vigotsky al proceso de enseñanza aprendizaje, los cuales resume *“en:*

- *Considerar el aprendizaje como un tipo de actividad en contraposición a la acumulación de reacciones.*

- *El aprendizaje como tipo de actividad creadora frente al aprendizaje como actividad reproductiva.*
- *Posibilita la dirección del proceso de asimilación según el principio de la «caja transparente», como respuesta a los enfoques que se sustentan en la llamada «caja negra» al concebir el aprendizaje como proceso y no como resultado.*
- *Presenta el aprendizaje como una actividad social conjunta, ante el aprendizaje como realización individual.*
- *Presenta a la enseñanza como condición necesaria que engendra el área de desarrollo potencial, para que se produzca el desarrollo frente a las diferentes posiciones asumidas ante la relación dialéctica entre enseñanza y desarrollo.” (Pérez, M., 2001:36).*

A partir de estas consideraciones el autor estima que en Álgebra Lineal se logra un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador cuando:

- El conocimiento se construye de forma activa y personal por parte de los estudiantes, logrando habilidades como: identificar, interpretar, valorar, modelar, graficar, controlar, comunicar.
- Se vincule el trabajo individual y el colectivo, promoviendo ambientes y estrategias de aprendizaje que desarrollen el aprendizaje activo y reflexivo.
- Cuando se atienden las diferencias individuales de los estudiantes sobre la base del diagnóstico continuo, teniendo en cuenta sus estilos de aprendizaje y su individualidad.
- Se fortalece el trabajo colectivo mediante exposiciones cortas realizadas por equipos que involucren la historia y el desarrollo de diferentes temas del curso, mediante investigaciones sobre las aplicaciones de los temas de la asignatura en la modelación y solución de problemas de ingeniería, física y matemática.
- Se realizan actividades encaminadas a la búsqueda, procesamiento, debate y comunicación de información sobre las combinaciones lineales, los espacios vectoriales y las aplicaciones lineales en su relación con la matemática o con la especialidad.
- Los estudiantes reconocen las relaciones entre los resultados teóricos y los procedimientos de un tema o de la asignatura en general.

- Los estudiantes son capaces de conjeturar sobre determinadas operaciones o procedimientos Algebraicos de la asignatura con el uso de los asistentes matemáticos.

El autor es del criterio que para realizar las transformaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal, encaminado a generar un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador y utilizar las TIC en todas sus potencialidades, es necesario organizar el proceso velando que sus componentes satisfagan las exigencias anteriores, integrando así los principios de una educación que desarrolla.

#### **1.4 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la educación.**

En el mundo actual se ha probado la gran versatilidad de las TIC, lo que ha permitido y continuará permitiendo en los próximos años una introducción explosiva, transformadora y benéfica en términos productivos, sociales y culturales en general, en múltiples y diversas actividades humanas. Su relación costo-beneficio la llevan a aumentar la productividad del trabajo en los más diversos procesos de producción y servicios en que se introducen, permitiendo al mismo tiempo generar nuevos productos y servicios con una disminución sostenida y sistemática de los costos de la propia tecnología.

*“Las llamadas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) son el resultado de las posibilidades creadas por la humanidad en torno a la digitalización de datos, productos, servicios y procesos, y de su transportación a través de diferentes medios, a grandes distancias y en pequeños intervalos de tiempo, de forma confiable, y con relaciones costo-beneficio nunca antes alcanzados por el hombre” (Castañeda, E., 2003:3).*

El autor asume el criterio de Y. Villanueva la cual considera que *“el término TIC se refiere a la simbiosis de dos importantes tecnologías: la tecnología del procesamiento de la información y la de la transmisión de la información. En otras palabras se refiere a: redes de comunicación (redes de computadoras, redes telefónicas, satélites de comunicación, televisión de alta definición, etc.), multimedia, hipermedia, servicios para la transmisión de información a través de las redes telemáticas (Internet, Tele conferencias, el propio software, etc.),*

*que finalmente, tienen como denominador común a la computadora como vínculo para el acceso a cada una de ellas". (Villanueva, Y., 2005:11)*

Dentro de las TIC, están las computadoras personales (PC) y sus equipos complementarios (impresoras, cámaras, scanner, quemadores de DVD, etc.) que constituyen posiblemente la única serie de productos que sube de calidad y baja de precio de manera significativa en el mercado mundial en los últimos años.

El desarrollo e integración creciente de las TIC a la sociedad abre posibilidades de solución a múltiples problemas sociales, como los de la educación, pese a que no fueron creadas para satisfacer necesidades de esta actividad, su introducción en el proceso de enseñanza aprendizaje es una necesidad impuesta por el desarrollo tecnológico de la sociedad.

En la educación las TIC son una herramienta de apoyo pedagógico con grandes potencialidades, independientemente de las insuficientes prácticas realizadas para llegar a un consenso que las implemente.

Dentro de las principales investigaciones realizadas en este campo se pueden destacar la realizada en el 2001 por M. Durán donde se aborda un subsistema didáctico para la asignatura Álgebra Lineal en la Facultad de Ingeniería Industrial con la introducción de herramientas informáticas (hipertextos, correo electrónico, foro de discusión) y de asistentes matemáticos, proponiendo habilidades Algebraicas a alcanzar con ellos; J. Rodríguez propone en su tesis doctoral (2003) un sistema de indicaciones metodológicas para el trabajo con Funciones Matemáticas haciendo uso del DERIVE para Windows, con vistas a lograr el desarrollo de un pensamiento matemático en los estudiantes; Y Villanueva en el 2005 propone un medio de enseñanza y aprendizaje basado en las TIC para la Matemática Básica en Ingeniería Informática, en este trabajo la autora propone el montaje de la asignatura Matemática Básica en la Plataforma de Teleformación ApreNDIST atendiendo a las necesidades de la UCI así como su versión para su utilización en el Programa de Universalización de las Carreras de Ciencias Técnicas y en el Programa de Capacitación del MINAZ "Álvaro Reynoso"; G. Torres en el 2006 ofrece una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Geometría Analítica con la utilización de un sitio Web de Álgebra Lineal y Geometría Analítica en la carrera de Ingeniería Mecánica, realizado con la herramienta ApreNDIST.

Es necesario continuar investigando en este campo, recopilando experiencia y proponiendo alternativas, pues las TIC brindan la posibilidad de combinar diferentes canales de aprendizaje que las hacen atractivas y eficaces.

Las potencialidades de las TIC desde el punto de vista pedagógico son reconocidas por E. Castañeda cuando afirma que: *"Todas las Tendencias y/o Corrientes Pedagógicas pueden hacer uso de las TIC en diferentes formas, y los resultados de su introducción en el proceso de enseñanza-aprendizaje pueden servir incluso para potenciar las corrientes más perjudiciales, tradicionales, o de cualquier otro tipo que pueda pensarse, propiciando posiblemente una mayor efectividad de las mismas, sean estas cual fueren."* (Castañeda, E., 2006-a:9)

Estas tecnologías pueden aportar mucho al desarrollo de la educación en Cuba, sobre todo en la Universalización de la Educación Superior, y dar solución entre otros problemas a la necesidad de profesores debido al aumento de las matrículas en las Universidades. La presencia creciente de redes y de tecnología multimedia en todas las Universidades y en todas las sedes universitarias ofrece la posibilidad de transformar la enseñanza en un proceso más personalizado.

En la actualidad los docentes utilizan cada vez más en sus clases medios audiovisuales como el video, la televisión y las computadoras, lamentablemente hay profesores que ven las TIC como un medio de enseñanza para mejorar la exposición de los contenidos de sus clases, o para la formación de determinada habilidad en sus alumnos, estos profesores siguen haciendo en su profesión lo mismo que se hizo siempre en la enseñanza tradicional, esto lejos de proporcionar los cambios en la educación, confunden y deforman el proceso de transformación requerido.

Para lograr el cambio los profesores deben estar preparados para concebir medios informáticos y dirigir el uso adecuado de los mismos, esta preparación debe estar encaminada no solo al campo académico del área del conocimiento en cuestión, sino además a la adquisición de sólidos conocimientos de informática a nivel de usuario que le permitan trabajar con plataformas de teleformación y todas las herramientas de comunicación disponibles.

Este profesor según afirma M. Meade (1998) prefiere estimular la participación del estudiante creando situaciones de aprendizaje y haciendo al estudiante

responsable y coproductor del mismo dentro y fuera del aula. Señala además que, tiene la capacidad de utilizar una variedad de métodos y recursos didácticos para promover en los estudiantes la adquisición de valores, actitudes y habilidades, tomando como base la enseñanza del conocimiento.

La enseñanza asistida por computadoras puede aumentar la motivación, pues permite mostrar materiales novedosos y actividades de forma atractiva, en contraste con los ejercicios en papel, el alumno trabaja en las páginas Web con ejercicios interactivos, que poseen en ocasiones ayudas inmediatas que corrigen sus errores, sin ayuda del profesor y que lo guían a la solución; por lo que el efecto en el aprendizaje puede ser mejor.

No se puede olvidar que la computadora es otro medio más, la utilidad de las actividades multimedia depende de la calidad de los ejercicios y obtienen sentido con una adecuada integración en el proceso de enseñanza aprendizaje. No se deben introducir las TIC en todas las cosas, en todos los procesos, de forma mecánica o esquemática, hay que reconocer realmente las limitaciones de cada producto o servicio informático y ajustarlo a las condiciones concretas, no hacer esto también conduce al fracaso.

El autor comparte el criterio de O. Martínez cuando afirma que: *“Ninguna herramienta tecnológica usada en el proceso de enseñanza aprendizaje (ya sea lápiz y papel, pizarras, retro-proyectores, grabadoras, computadoras personales o computadoras conectadas en red) por si misma conlleva a mejoras en el aprendizaje. Lo que las convierte en herramientas útiles o no en el proceso de aprendizaje es cómo se usan en contextos sociales específicos a partir del diseño instruccional en que se insertan.”* (Martínez, O., 2002:21)

Es un problema pedagógico la introducción de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje y este problema debe estar regulado desde el punto de vista psicológico y didáctico, reconociendo la transformación que esto implica.

El éxito de un modelo pedagógico no radica en los medios de enseñanza, por muy modernos que estos sean, pues como afirma J. Rodríguez *“una tecnología adquiere valor pedagógico cuando se le utiliza sobre la base del aprovechamiento de sus recursos de comunicación para promover y acompañar el aprendizaje.”* (Rodríguez, J., 2003:33).

En opinión del autor el éxito de un modelo pedagógico está en la selección adecuada de la teoría psicológica y pedagógica que responda a los objetivos del proceso de enseñanza aprendizaje.

El uso de las TIC en el nivel universitario puede aportar múltiples ventajas y el criterio del autor coincide con el de numerosos autores (E. Castañeda, M. Área, A. Vaquero, J. Rodríguez, E. Herrero y otros), señalados por la autora G. Torres. *“Entre ellas se pueden relacionar las siguientes:*

- *Posibilita extender los estudios universitarios a grupos sociales que por diferentes motivos no pueden acceder a las aulas, o sea proporciona una flexibilidad de las condiciones espacio tiempo para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje.*
- *Los alumnos se acercan a los contenidos desde un entorno menos rígido, lo que favorece su rápida familiarización con las máquinas y el uso de software, aumenta su autonomía, tienen acceso a más información. Anteriormente el estudiante adquiría el conocimiento a través de su profesor y como alternativa solo encontraba la búsqueda de información en textos de bibliotecas, tarea que a muchos les resulta aún engorrosa.*
- *El estudiante logra ver cambios en los métodos de impartir docencia, cambia el aspecto del aula y el tipo de actividades. El alumno se siente más participe de su aprendizaje, comprende la necesidad de su constante búsqueda de información y análisis de la misma. De esta forma logra establecer su propio ritmo de aprendizaje y acercarse a conceptos complejos y abstractos a través de otros lenguajes: sonido, animaciones, vídeos, simulaciones, lenguaje hipertextual, etc.*
- *El profesor cuenta con herramientas técnicas más avanzadas que facilitan la exposición. El uso de presentaciones dinámicas, por ejemplo, reduce los esfuerzos del profesor en el aula y favorece la asimilación del estudiante, lo que le permite potenciar su papel como orientador.*
- *Se avanza más rápidamente en el aprendizaje de los distintos contenidos, lo que permite una mayor reflexión y análisis sobre los mismos, pudiendo retornar a ellos sin dificultad si fuese necesario. Esto posibilita además, abarcar más contenidos en el proceso docente o realizar mayor ejercitación de los adquiridos.*

• *Se mejora la comunicación entre los integrantes del proceso de enseñanza aprendizaje. En la enseñanza tradicional la comunicación se establece en los horarios fijos de clases o consultas, mientras que con el uso de las TIC no es necesaria la presencia física del profesor u otro estudiante, ni de un tiempo determinado para esta comunicación. La misma se establece cuando sea necesario, a través de correo electrónico, Chat, o foro de discusión entre el profesor y el alumno, o entre alumno-alumno.*” (Torres, G., 2006:38)

#### **1.4.1 Los Entornos Virtuales de Aprendizaje.**

En la época actual la Educación Superior tiene nuevos retos, cuya resolución es más compleja y deben ser superados para satisfacer las necesidades de la sociedad en general. Las necesidades sociales de aprendizaje están cambiando, la población que demanda formación con una dedicación parcial está en aumento, se requiere de flexibilidad en los horarios para la formación continua, se le concede mayor importancia a la capacidad de aprender.

Para dar respuesta a la Universalización de la Educación Superior, las Universidades cubanas necesitan como parte de la implementación de las TIC de la creación de entornos virtuales de aprendizaje, los cuales brindan la posibilidad de realizar estudios universitarios en las modalidades semipresenciales y a distancia a gran cantidad de personas.

Desde el punto de vista económico es una propuesta costosa, se requiere de una fuerte inversión en infraestructura, en mantenimiento y renovación. Las instituciones Universitarias deben revisar la organización, la gestión y la financiación para adaptarse al cambio tecnológico.

¿Qué significa EVA para algunos autores?

En el caso de Hugo Polanco define los EVA como *“espacios de comunicación que permiten el intercambio de información y que harían posible, según su utilización, la creación de un contexto de enseñanza y aprendizaje en el que se facilitara la cooperación de profesor y estudiantes, en un marco de interacción dinámica, a través de unos contenidos culturalmente seleccionados y materializados mediante la representación, mediante los diversos lenguajes que el medio tecnológico es capaz de soportar.”* (Polanco, H., 2002).

Para G. Borroto *“es aquel espacio en cuya plataforma se hallan herramientas de apoyo educativo que permiten el encuentro virtual entre los actores del*

*proceso y facilitan dinamizar la información a través de orientaciones y asesoría docente.” (Borroto, G., 2006).*

*En el documento Selección de un EVA para la UCI se plantea que “un EVA es un espacio virtual donde los miembros de una comunidad educativa interactúan con la finalidad de desarrollar un proceso formativo mediante la aplicación de las TIC.” (UCI, 2006-a)*

Existen diferentes tendencias para definir los EVA, algunas describen la utilización pedagógica de estos entornos como un ambiente creado en la Web en el que los estudiantes y educadores pueden llevar a cabo tareas de aprendizaje (McCormack y Jones, 1998). Otros autores (Harasim, S y otros, 1999) caracterizan los EVA como medios basados en el aprendizaje activo, abierto o distribuido, flexible o autónomo y colaborativo, atributos todos que propiciarían la construcción del conocimiento.

Valorando los criterios de los diferentes autores, para el autor de esta tesis un EVA es un espacio de comunicación tecnológicamente mediado en un contexto didáctico de enseñanza aprendizaje, que facilitan el trabajo colaborativo entre los diferentes actores (profesor, estudiantes y grupo) a través de los recursos y actividades interactivas estructuradas metodológicamente según los objetivos de los cursos.

Uno de los obstáculos que subyacen en los nuevos modelos de aprendizaje a través de un EVA tiene que ver con la distancia que se establece entre el estudiante y el medio Web a través del cual el interactúa y aprende. El EVA debe ser intuitivo y fácil de usar por el estudiante, el cual debe encontrar de forma rápida y lógica las herramientas y recursos que se le ofrecen, los cuales serán más útiles y eficaces cuanto más se asemejen al modo en que habitualmente razona y actúa, como la propuesta martiana para la enseñanza “... *que todo parezca fácil, que todo se haga agradable, que todo se enlace...*” (Martí, José. 1985: 251).

En un EVA, en opinión del autor, los contenidos deben tener cierta coherencia didáctica y organizativa, que logre la transformación de un simple texto electrónico en un recurso hipertextual adecuadamente organizado y temporalizado, donde exista un equilibrio entre los recursos de aprendizaje, ayuda al estudio, actividades y sistemas de autoevaluación.

El autor comparte el criterio de G. Borroto (2006) cuando afirma que los recursos u objetos de aprendizaje que poseen los EVA, deben explicar de forma sencilla, dinámica e interactiva contenidos fundamentales que sirvan de base para el aprendizaje.

En el EVA se pueden montar diversos recursos, pero lo esencial no está en la cantidad, sino en la calidad y la posibilidad de interacción de esos recursos en el diseño de actividades.

Se deben diseñar contenidos que se adapten al medio digital, pensando siempre en ajustar el medio a las necesidades del estudiante. Mejorando la interacción entre el estudiante y el EVA no solo se favorecerá la asimilación de contenidos por parte del estudiante, sino la comunicación entre los actores, garantizando una experiencia de aprendizaje satisfactoria.

En los EVA el aprendizaje está centrado en el debate de las ideas de todos los integrantes del grupo, los estudiantes construyen su propio conocimiento en la interacción con sus compañeros y profesores, se favorece la reflexión crítica de las intervenciones en los debates.

El EVA posibilita a todos los participantes en un curso en línea, el disfrute de las características propias del nuevo marco tecnológico, que facilitan el aumento de las posibilidades de comunicación entre los participantes, independientemente del momento y lugar desde el que accedan al curso, la fluidez del intercambio de información y la diversificación de fuentes y formatos de contenidos.

Un potencial muy interesante que permiten los EVA es el desarrollo de materiales hipertexto, donde los estudiantes navegan por un sistema de redes en el cual obtiene información simultánea de distintos niveles. Los materiales hipertexto son adecuados para el aprendizaje con un buen grado de independencia, para lo cual los estudiantes deben poseer metas específicas de aprendizaje bien definidas. Estos materiales deben partir de un contenido básico y a partir de ahí ser enriquecidos a partir de los aportes de la comunidad en línea.

La interacción en los EVA facilita el intercambio de significados, la participación de los actores con distintos niveles de dominio de la materia objeto de estudio, donde los menos expertos pueden aprender de las contribuciones que en diferentes grados realizan los más expertos, facilita que se comparta el

conocimiento, lo que permite la estructuración de la zona de desarrollo próximo.

En la enseñanza semipresencial que el autor de esta tesis propone, la calidad del proceso está determinada por un sistema donde se combina la actividad del estudiante, la mediación del docente, los contenidos, los demás estudiantes y el propio contexto sociocultural en el que la actividad se produce que incluye la utilización del EVA.

Las TIC disponibles actualmente permiten la integración de un conjunto de sistemas y medios que incrementan las posibilidades de los EVA desde el punto de vista educativo, pero para poder entender y utilizar de una manera más profunda el potencial de los EVA es necesario partir de un marco teórico que desde una perspectiva psicopedagógica permita reflexionar e investigar sobre las cuestiones relevantes del proceso de enseñanza y aprendizaje y sobre el protagonismo que la interacción tiene con ellos. *“En otras palabras, la tecnología nos va permitiendo equiparar la educación a distancia con la educación presencial, con toda su riqueza y también con sus vacíos y silencios, pero la tecnología no se utiliza necesariamente para cambiar los procesos de enseñanza y aprendizaje.”* (Polanco, H., 2002).

La implementación de EVA en la educación superior se encuentra en una fase inicial e innovadora, existen limitaciones tecnológicas, económicas, académicas y culturales, que hay que superar para avanzar en la dirección deseada. Sin embargo, a partir de las condiciones existentes se pueden explotar las posibilidades de comunicación y atención a las diferencias individuales, entre los actores del proceso de enseñanza aprendizaje mediante el correo electrónico, las listas de distribución, los grupos de noticias, los foros de discusión y debate, chats y videoconferencias, entre otros recursos y actividades.

Para trabajar en el EVA los profesores deben conocer sus potencialidades y limitaciones. En la actualidad los estudiantes y profesores circulan por los EVA con mentalidades presenciales. La versatilidad, la flexibilidad y la comodidad que ofrecen los EVA son atractivas, pero un enfoque educativo que requiera un aprendizaje profundo, autodirigido, basado en un sistema de interrelaciones frecuentes, requiere tiempo, esfuerzo y preparación por parte de los docentes.

Los profesores creadores de cursos para los EVA deben tener experiencia profesional y pedagógica ya que tendrán a su cargo el diseño de los materiales didácticos, la formación y el control del trabajo de los profesores, así como la dirección y control de todo el proceso.

Los profesores de los cursos tendrán a su cargo la atención a la fase presencial y de seguimiento individualizado a través de las redes de los grupos de estudiantes, estos profesores estructuran y guían el proceso de aprendizaje de los estudiantes, les proporcionan materiales didácticos, los orientan, les aclaran dudas, les proponen ejercicios, les corrigen sus trabajos, comentando con ellos los resultados. Estos profesores conocen las características de los estudiantes, lo que facilita la motivación de los mismos, además promueven la participación activa en los foros de debate, haciendo un seguimiento personalizado de los progresos y de la evaluación sistemática.

En el documento (UCI, 2006-a) para la selección del EVA más adecuado para la UCI, se tuvo en cuenta el uso que se le daría en la Universidad, las condiciones y el modelo de formación de la UCI, así como las experiencias de universidades destacadas en el mundo en el uso de plataformas, además de un conjunto de investigaciones que dan parámetros de evaluación de los EVA.

El diseño del EVA debe estar en condiciones de asimilar el elevado número de usuarios que tiene la UCI en la actualidad y el incremento de estos en un futuro, debe seguir modelos de estándares internacionales de e-learning, lo cual proporciona posibilidad de migración o independencia de formatos, facilitando la integración con los sistemas de información de la Universidad.

La selección de la plataforma se hizo en correspondencia con las características del modelo de formación de la UCI, que llevó la atención a dos plataformas, en este caso ATutor y Moodle. (UCI, 2006-a).

La flexibilidad tecnológica, donde se trabaje con un producto de código fuente abierto, potenciando el uso del software libre, es una prioridad del estado cubano y es una tendencia que se está generalizando en las universidades a nivel mundial. La UCI está en condiciones de llevar a cabo el desarrollo de una plataforma sin necesidad de depender de terceros para el soporte técnico y de mantenimiento.

La decisión final de la UCI fue seleccionar la plataforma Moodle como el EVA, pues esta supera en varios aspectos a todas las analizadas. Esta plataforma es

flexible didáctica y tecnológicamente, se distribuye como software libre, es un entorno centrado en la comunicación y las actividades de enseñanza-aprendizaje, está desarrollada en PHP y MySQL para Linux y Windows, puede usarse junto a otros sistemas y su proyecto de desarrollo se caracteriza por un elevado dinamismo. (UCI, 2006-a).

En la actualidad se trabaja intensamente en el montaje de cursos en el EVA de la Universidad, está trazada una estrategia por la dirección de Teleformación y los departamentos centrales con el objetivo de montar la mayor cantidad de cursos para el pregrado y el postgrado. Se estima que el desarrollo de cursos en el EVA de la UCI llegue a 200 en el curso 2007-2008 y que el total de usuarios de estos cursos llegue a 15 000 (UCI, 2006:14).

#### **1.4.2 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y los Entornos Virtuales de Aprendizaje en el Álgebra Lineal.**

La presencia creciente de las redes de computadoras y el papel de las computadoras en las clases de matemática ha despertado el interés de muchos profesores e investigadores en Cuba y en el mundo. El uso adecuado de las computadoras en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática deben fomentar la creatividad, la motivación y el interés por aprender de los estudiantes.

Según los autores P. Pérez (1996), P. Castañeda (1998), A. Alemán (2001), M. Durán (2001), H. Martínez (2002), J. Rodríguez (2003), Y. Villanueva (2005) y G. Torres (2006), los beneficios pedagógicos que proporciona la computadora en la enseñanza de las matemáticas son los siguientes:

- Las computadoras pueden liberar al individuo para acometer tareas más importantes conceptuales y de procedimientos, al minimizar los engorrosos cálculos, con las consiguientes ventajas en el aprendizaje.
- Los estudiantes reciben estímulos importantes al percibir que no es imprescindible poseer grandes habilidades Algebraicas para llegar a dominar el pensamiento abstracto.
- El estudio de los algoritmos subyacentes ayudan a entender la naturaleza de las operaciones.
- El uso de software matemático posibilita combinar datos de forma numérica y gráfica, con un sustancial ahorro de tiempo.

- El permitir al usuario construir operaciones más complejas de las habituales se traduce en el mejor entendimiento conceptual, lo que mejora el desarrollo del lenguaje matemático.
- Trabajar con la computadora dota al estudio de las matemáticas del factor experimental, lo que lleva al establecimiento de conjeturas, ejemplos y contra ejemplos.
- El alumno interactúa con objetos matemáticos de forma simple y natural, lo que favorece su autonomía en el aprendizaje.
- A diferencia del profesor, el ordenador no manifiesta impaciencia alguna, al cometerse errores repetidamente.
- Se facilita la representación gráfica de funciones y otros entes matemáticos en dos y tres dimensiones.
- Facilita la relación entre lo analítico y lo geométrico.
- Los programas comerciales actuales son lo suficientemente potentes y bien contruidos como para tratar temas matemáticos avanzados de forma sencilla y manejable por estudiantes sin la calificación de expertos.
- Se experimenta un cambio notable en la motivación del alumno al sentirse investigador, más que repetidor y la posibilidad de visualizar dinámicamente (no estáticamente como en el libro) muchos conceptos matemáticos.
- Se fomenta la cultura histórica de las matemáticas, hecho que por cuestiones de tiempo, queda generalmente relegado a un último plano.

La introducción de las TIC en la enseñanza de la Matemática no significa de hecho un aporte modernizador, se hace necesario modificar la concepción de la clase de Matemática, para enfrentar el reto que significa lograr un mayor aporte de estas técnicas al conocimiento matemático, al desarrollo de habilidades generales y específicas, a las capacidades y a la formación de un pensamiento matemático acorde con las necesidades actuales.

La utilización de las TIC favorece la simulación de fenómenos de la realidad, ayudan y motivan a un trabajo más creativo en la matemática, el estudiante puede utilizarlas para formular conjeturas, buscar soluciones y explorar patrones, lo que permite mejorar su aprendizaje.

Aunque estas ventajas son evidentes, no siempre se explotan con eficacia los software existentes, y mucho menos cuando se conciben otros materiales

didácticos apoyados en las TIC. La enseñanza universitaria de las matemáticas en las dos últimas décadas, en varios países y en Cuba, ha incorporado la utilización de sistemas de software, en particular los asistentes matemáticos. Existen asistentes matemáticos muy bien establecidos (DERIVE, Mathematica, MATLAB, MathCad) y no se discute la importancia de su incorporación en el trabajo docente universitario. No obstante, no se ha llegado a un consenso acerca de cuál es el papel que ellos deben jugar en el proceso de enseñanza aprendizaje. (CUJAE, 2004)

El autor comparte el criterio de J. Rodríguez cuando plantea que *"el empleo de los asistentes en la enseñanza de la Matemática resulta un elemento motivador tanto para profesores como para estudiantes por las bondades que ofrece, permitiendo experimentar variando hipótesis, realizando conjeturas sobre posibles resultados o variando condiciones iniciales. En dependencia de los fines que se persigan pueden favorecer el trabajo en equipo o propiciar un aprendizaje más autónomo del estudiante."*(Rodríguez, J., 2003:43).

Sin embargo, el uso adecuado de los asistentes matemáticos para resolver problemas en las clases de Álgebra Lineal solo es posible cuando el estudiante es capaz de conocer los conceptos, los métodos y los procedimientos propios de la asignatura, pues estos asistentes solo brindan resultados y no siempre logran reorientar al estudiante en los errores cometidos.

Las computadoras en red son una herramienta poderosa para el desarrollo social de los estudiantes, permite promover la discusión y el trabajo grupal, lo que facilita la comprensión de la Matemática en general y el Álgebra Lineal en particular. El profesor se transforma en un orientador del aprendizaje de sus estudiantes.

Las universidades que tengan computadoras conectadas en red pueden fomentar el empleo en la docencia de los EVA, una herramienta potente en manos de los profesores para despertar en los estudiantes el interés por las matemáticas.

Con el empleo del EVA el profesor puede poner en manos del estudiante recursos tales como la última bibliografía sobre Álgebra Lineal, páginas Web, recursos multimedia entre otros materiales didácticos, por lo que el acceso a la información por parte de los estudiantes es total.

Que el estudiante tenga acceso a la información no implica necesariamente que se desarrolle, por lo tanto para lograr progreso en el aprendizaje del Álgebra Lineal el profesor debe diseñar en el EVA actividades que despierten el interés del estudiante y que tiren de su desarrollo.

El objetivo de la enseñanza del Álgebra Lineal es dotar al estudiante de una manera de pensar, es desarrollar capacidades para enfrentar y resolver problemas, más allá de realizar ejercicios, memorizar (procedimientos y fórmulas) o desarrollar mecanismos que las máquinas puedan realizar.

El EVA permite establecer una comunicación permanente y flexible entre el profesor y el estudiante, y entre los propios estudiantes, esto facilita la comprensión del Álgebra, pues pueden debatir temas específicos, aclarar dudas, etc. El foro y el diálogo privado son actividades que se pueden programar con este fin, aunque no son las únicas.

Para el diagnóstico continuo de los estudiantes en la asignatura se pueden programar actividades en el EVA, como son los cuestionarios y las lecciones.

Con el EVA se puede dar un seguimiento personalizado al desarrollo del aprendizaje del estudiante en la asignatura, proponiendo actividades adaptadas a sus particularidades como es el diario.

El autoaprendizaje de la asignatura, la autoevaluación y la investigación también pueden ser fomentadas con el empleo del EVA, actividades como el diagnóstico, el libro, la lección, la tarea, se pueden diseñar para lograrlo. En el Capítulo II se profundiza en el diseño de estas actividades en el EVA.

## **CAPÍTULO II. PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL CON LA UTILIZACIÓN DE EVA EN LA UCI.**

En este capítulo se diagnostica el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en la UCI y el empleo de las TIC en este proceso.

A partir de los resultados del diagnóstico y los fundamentos teóricos asumidos, se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera de Ingeniería Informática en la UCI, con la utilización de un EVA, así como la valoración de factibilidad de dicha propuesta.

### **2.1 Diagnóstico del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en la UCI.**

El diagnóstico se hizo con el propósito de identificar insuficiencias en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Álgebra Lineal, que se imparte en el primer año de la carrera de Ingeniería Informática en la UCI, haciendo énfasis en la utilización de las TIC y determinar las potencialidades que permiten transformar dicho proceso a partir de las condiciones concretas existentes en la UCI.

Este estudio se realizó a través del análisis de documentos y aplicación de diferentes instrumentos a profesores y estudiantes.

Entre los documentos consultados se encuentran:

- Programa analítico de la asignatura Álgebra Lineal.
- El plan calendario de la asignatura.
- Intervenciones al claustro.
- Síntesis del plan de estudio de Ingeniería Informática en la UCI. 2004-2006.
- Sistema de Evaluación de la Disciplina Matemática en la UCI (Anexo 1).
- Informes de controles a actividades docentes.

Se diseñaron encuestas para estudiantes de segundo año de la Facultad-4 de la UCI, ya que estos habían recibido la asignatura Álgebra Lineal en el curso anterior. Una primera encuesta encaminada a explorar el uso de las TIC en el

proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal, especificando en la computadora, los asistentes matemáticos y el EVA (Anexo 2). Una segunda encuesta encaminada al desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal (Anexo 3). El procesamiento estadístico de estas encuestas se encuentra en los anexos cuatro y cinco.

Se aplicó una encuesta a profesores que en el presente curso están impartiendo el Álgebra Lineal en la UCI, incluyendo a alumnos ayudantes (anexo 6), con el objetivo de profundizar sobre el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal. El procesamiento estadístico de esta encuesta se encuentra en el anexo siete.

En las encuestas tanto para estudiantes como para profesores se seleccionó una muestra utilizando el método de muestreo aleatorio simple, para obtener la información requerida.

Se encuestaron 120 estudiantes de segundo año de la Facultad-4 de una población de 219 estudiantes.

De 47 profesores –incluyendo alumnos ayudantes- que imparten el Álgebra Lineal en este curso 2006-2007 en la UCI se encuestaron 26, de ellos 11 alumnos ayudantes.

Se entrevistaron siete profesores de experiencia en la Disciplina Matemática, la guía de entrevista a estos profesores se encuentra en el anexo ocho.

Las condiciones tecnológicas existentes hoy en la UCI están determinadas por más de 7000 computadoras conectadas en red, más de 100 laboratorios de computación, más de 7000 puntos de red, un ancho de banda en la red en el orden de 10Gb→ 1Gb→ 100Mb, más de 20Km de fibra óptica, TV por cable, 20 canales de televisión internos y nacionales. Cuenta además con un estudio de televisión (UCI, 2006).

Por todas estas condiciones un objetivo general de la UCI es: *“Implementar un sistema de formación apoyado en el uso intensivo de las TIC, que combine los elementos pedagógicos y tecnológicos más avanzados”* (UCI. 2006). Sin embargo, según los informes consultados y las vivencias del autor como profesor de Álgebra Lineal, que participa en las actividades metodológicas, se puede plantear que las TIC no están implementadas en toda su potencialidad y de forma adecuada para lograr el autoaprendizaje por parte de los estudiantes. En las clases, en muchas ocasiones el uso de la computadora se reduce a la

muestra de diapositivas para facilitar la exposición del docente. A la pregunta - sobre el uso de las TIC en el curso de Álgebra Lineal un 22.2% reconoció que las usa habitualmente y 40.7% que la usa frecuentemente.

Las teleclases en la UCI han disminuido su tiempo de duración, buscando que en el desarrollo de esta actividad se logre un mayor intercambio entre el profesor y los estudiantes.

En las preparaciones metodológicas de Álgebra Lineal se debaten las teleclases. Los profesores dan sus experiencias, se debate que hacer antes, durante y después de la teleclase, pero no existe una guía de observación que unifique criterios en este sentido.

Pese a los pasos de avance en las teleclases los estudiantes en las encuestas sugieren que esta actividad sea más amena y motivada, pues en ocasiones son monótonas.

Aunque se reconocen las potencialidades de los asistentes matemáticos para la experimentación, el establecimiento de conjeturas y el desarrollo de ejemplos y contraejemplos, en las clases no se usan de forma adecuada y sistemática.

Solo un 28.3% de los estudiantes encuestados reconoció que en las clases los medios computarizados fueron utilizados para la explotación de los asistentes matemáticos DERIVE o MATLAB.

En cuanto a los profesores encuestados, solo el 37.8% reconoció que tiene el DERIVE integrado a sus clases, un 51.8% lo usa solo para comprobar los resultados de los ejercicios, un 18.5% lo tiene en cuenta para las evaluaciones y un 22.2% que nunca usa el DERIVE en sus clases.

La dirección de la Universidad y la dirección de Teleformación están conscientes de las potencialidades educativas y para el desarrollo del aprendizaje que tiene el EVA. En el último claustro efectuado en la UCI se destacaron como logros de la dirección de Teleformación "los siguientes:

- *Disponibilidad en el Entorno Virtual de Aprendizaje de recursos y actividades para el desarrollo de todas las asignaturas del plan de estudio.*
- *Utilización del Entorno Virtual de Aprendizaje para la realización de los Exámenes o Pruebas Nivel y de evaluaciones parciales de varias asignaturas.*

- *Incremento significativo de la cantidad de cursos y usuarios en el Entorno Virtual de Aprendizaje.*” (UCI, 2007).

En la actualidad el número de usuarios en el EVA de la Universidad sobrepasa los 11 000 y el número de cursos sobrepasa los 150 (UCI, 2007).

Como deficiencia se destaca las *“insuficiencias en la calidad didáctica de algunos cursos disponibles en el Entorno Virtual de Aprendizaje”* (UCI, 2007).

Como perspectiva *“el Departamento de Teleformación en la UCI tiene las siguientes:*

- *Mejorar la calidad de la producción de cursos.*
- *Herramientas de autor propias*
- *Repositorios de objetos de aprendizaje*
- *Búsqueda de nuevos modelos digitales para la producción de audiovisuales.”* (UCI, 2007).

En la actualidad el curso de Álgebra Lineal está montando en el EVA, en este espacio se pueden encontrar esencialmente recursos como teleclases, páginas Web, bibliografía digital de la asignatura, multimedias, así como documentos digitales con las orientaciones del curso, las conferencias, las actividades prácticas y los seminarios. Se trabaja en la preparación de las actividades para el curso, cosa que es esencial para la interacción de estudiantes y profesores.

Para aprovechar de forma óptima el EVA, el conocimiento del mismo por estudiantes y profesores es fundamental. Partiendo de este principio el Departamento de Teleformación de la UCI oferta un curso de Moodle para profesores y uno para estudiantes.

Los profesores están conscientes de las potencialidades del EVA cuando el 96.2% planteó que es necesario su uso para perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal. En la encuesta aplicada a los profesores un 88.8% reconoció que ha pasado algún curso de capacitación para trabajar en el EVA, aunque hay que profundizar en el curso, pues solo 66.6% dijo conocer las funciones del profesor que diseña un curso en el EVA.

El 100% de los estudiantes encuestados ha trabajado alguna asignatura en el EVA, pero se debe profundizar en la orientación del trabajo en el EVA, pues de los encuestados solo el 33.3% reconoció haber matriculado un curso de Moodle para estudiantes, lo que debe incidir en que solo el 75% reconozca las potencialidades del EVA.

En la UCI se trabaja intensamente en la búsqueda de la manera más adecuada del uso del EVA en las distintas asignaturas y esta investigación es una muestra de esto. En la actualidad la dirección de Teleformación trabaja en la organización de los profesores en los cursos y en los permisos de edición de los mismos, aspecto esencial para el trabajo en el EVA.

Los estudiantes que ingresan a la UCI no lo hacen por prueba de ingreso, evento que ayuda a consolidar los conocimientos matemáticos. La realidad es que *“hay desvinculación temprana del estudio de los estudiantes que ingresan a la Universidad.”* (UCI, 2007). En el caso de las niñas estas reciben sus carreras aproximadamente seis meses antes de ingresar, tiempo en el que están desvinculadas del estudio, en el caso de los varones el tiempo es aun mayor, pues pasan además un año en el servicio militar.

Ingresan a la UCI estudiantes procedentes de todo el país y de los más diversas instituciones de la enseñanza media superior (IPUEC, IPVCE, Politécnicos, Escuelas Militares, etc.). Como consecuencia de esto la formación precedente de estos estudiantes tiene desiguales e insuficientes niveles de formación (UCI, 2007).

En la UCI los estudiantes de primer año reciben un curso de nivelación de quince días sobre los temas matemáticos básicos para comenzar los estudios universitarios. En este tiempo no se logra nivelar lo que debió aprender en años anteriores, pero es algo que aporta a la preparación de los estudiantes. En este período el profesor está en condiciones de diagnosticar a sus estudiantes.

En la UCI hay *“poca utilización de los diagnósticos realizados en las asignaturas en la atención diferenciada.”* (UCI, 2007). En los controles a clases se refleja que generalmente no se le da al estudiante el seguimiento que este necesita. A juicio del autor algunos profesores no están conscientes de esto, no comprenden el papel del profesor universitario actual, no ven el fracaso de sus estudiantes como propio.

Es de destacar que en las encuestas aplicadas a los profesores estos manifestaron como causas que obstaculizan la enseñanza del Álgebra Lineal las lagunas en la preparación de los estudiantes (44.4%) y la poca dedicación de los estudiantes (40.7%)

El claustro de profesores que imparte Álgebra Lineal es muy heterogéneo, tiene diferentes niveles de formación matemática. El Departamento Central de

Matemática para nivelar al claustro oferta cursos de postgrado para elevar el nivel matemático de los profesores. Algunos de los profesores que imparten estos cursos han manifestado que debe perfeccionarse su organización, acorde a la dinámica de la Universidad.

De los profesores encuestados el 33.3% esta impartiendo el curso de Álgebra Lineal por primera vez y el 14.8 % por segunda vez, lo que demuestra que no hay mucha experiencia en el claustro.

Una fortaleza del Departamento de Matemática en la UCI es el incremento de profesores que tienen un perfil informático, esto incide positivamente en el enfoque que debe tener esta Disciplina para la formación de los futuros Ingenieros Informáticos. El número de profesores con estas características se incrementará con la primera graduación de la UCI.

La UCI por sus características cuenta con un movimiento de alumnos ayudantes numeroso, en el actual curso integran ese movimiento 2359 estudiantes, de estos tienen la categoría de instructor no graduado 590. La Disciplina Matemática es la que más se destaca en el trabajo con los alumnos ayudantes (UCI, 2007).

En las encuestas aplicadas a los estudiantes el 41.7% reconoció que los alumnos ayudantes que le impartieron Álgebra Lineal estaban bien preparados para desarrollar las actividades, y se comunicaban apropiadamente; y un 28.3% afirmó que estaban bien preparados para desarrollar las actividades, pero no se comunicaban apropiadamente.

El Departamento Central de Matemática oferta cursos optativos encaminados a la formación de un segundo perfil matemático en los alumnos ayudantes. Algunos de los profesores que imparten estos cursos manifestaron que se deben organizar mejor, pues muchos de estos estudiantes están vinculados a proyectos productivos que exigen la formación específica en un perfil, dejando en un segundo plano la formación matemática.

Otros aspectos a destacar en el diagnóstico son los siguientes:

- El 41.6% de los profesores encuestados señaló que la enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por limitaciones del sistema de evaluación.
- Un 43.3% de los estudiantes encuestados estudia generalmente solo; y 53.3% estudia generalmente en grupo.

- Un 51.7% de los estudiantes encuestados señaló que para el estudio se apoyan principalmente en los repasos del profesor.
- El tema Matrices fue señalado como el de más trascendencia por los estudiantes con un 76.7% y el de Espacios Vectoriales como el que menos con un 18.3%.
- El 28.3% de los estudiantes encuestados consideró que, los contenidos impartidos en la asignatura serán útiles para su desarrollo profesional en gran medida; y un 58.3% señaló que son útiles como preparación general.
- Un 10% de los estudiantes encuestados manifestó que, los estudiantes de su clase estuvieron siempre en condiciones de dar solución a los ejercicios y las tareas durante el curso y un 76.7% manifestó que la mayoría de las veces.
- De los estudiantes encuestados el 20% manifestó que siempre estuvo de acuerdo el contenido de las clases con el nivel de exigencia de los exámenes y un 66.7% manifestó que en muchas ocasiones.
- Un 81.5% de los profesores utiliza el libro de texto oficial; de los estudiantes encuestados un 16.7% reconoció utilizar habitualmente el texto y un 40% lo usó frecuentemente.
- En gran medida se sienten motivados a aprender si usan la computadora el 58.3% de los estudiantes encuestados y algo motivado un 36.6%.
- Un 90% de los estudiantes encuestados manifestó que utiliza la tecnología informática para completar conocimientos.

Dentro de las sugerencias manifestadas por los estudiantes encaminados al perfeccionamiento del Álgebra Lineal se destacan las siguientes:

- Que al estudiante se le motive más con la asignatura y se le explique la utilidad de la asignatura de forma más asequible.
- Una mejor preparación de los alumnos ayudantes y profesores.
- Más atención diferenciada a los estudiantes.
- Que se pongan más clases prácticas y se de más participación a los estudiantes, para que adquieran más habilidades.

- Lograr una mejor explicación de los ejemplos en clases, sobre todo los más difíciles.
- Utilizar el MATLAB en lugar del DERIVE ya que en Matemática IV se trabaja con el MATLAB.
- Que en la evaluación de la asignatura se tenga en cuenta el uso de los asistentes matemáticos.
- Que las teleclases sean más amenas y motivadas, pues son monótonas.
- Se deben hacer guías de ejercicios para la asignatura.
- Profundizar y vincular los contenidos de la asignatura con temas afines a la especialidad.
- Que la tarea integradora se haga con asignaturas de la especialidad.
- Consultas más frecuentes, no solo en etapa de pruebas.
- Que las pruebas estén acorde con los contenidos que se imparten en la asignatura por los profesores y en las teleconferencias.
- Utilizar más la tecnología informática en las clases.
- Que se pongan más materiales de consulta en la Red.
- Creación de un sitio con animación gráfica donde se pueda ver lo explicado por el profesor.
- Incrementar la interacción en el EVA.

Las recomendaciones formuladas por los profesores en las encuestas y en las entrevistas encaminadas a perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal fueron las siguientes:

- Perfeccionar el diagnóstico continuo de los estudiantes y dar atención diferenciada de acuerdo a estos resultados.
- Incrementar en tiempo y calidad el curso de nivelación de los estudiantes.
- La falta de interés de los estudiantes puede estar dado por: los estudiantes priorizan las asignaturas de la especialidad, desconociendo que el desarrollo tecnológico se soporta en el aporte que hacen las matemáticas.
- Trabajar en la búsqueda de un libro de texto propio para informáticos, pues el que está vigente es claro y ameno, pero es muy general.

- Lograr preparaciones metodológicas más eficientes, encaminadas a perfeccionar el trabajo de los alumnos ayudantes y de los profesores con poca experiencia, profundizando en los requerimientos didácticos para dar una buena clase.
- Que en las preparaciones metodológicas se profundice más en el papel del profesor y los estudiantes durante la actividad de teleclase establecida en el horario docente.
- Mostrar en las clases la trascendencia del Álgebra Lineal para el desarrollo del pensamiento, la creatividad y la inteligencia.
- Valorar la importancia de los conceptos del curso de Álgebra Lineal para modelar, resolver y generalizar situaciones de su futura vida profesional.
- Desarrollar en el curso actividades con los estudiantes encaminadas a crear capacidades que le permitan la autonomía, la autorregulación, el autoaprendizaje y la autoevaluación.
- Perfeccionar el sistema de evaluación de la disciplina matemática.
- Que en las clases se trabaje más la integración de la asignatura con la disciplina matemática y otras disciplinas de la especialidad, que esto no se logre solamente en la tarea integradora del curso.
- Que la tarea integradora se proponga con programación.
- Que se desarrollen consultas a nivel central utilizando la televisión para cada prueba parcial.
- Hacer un mejor uso de la tecnología informática en la Universidad, explotando las potencialidades del EVA y de los asistentes matemáticos.
- Que se perfeccione el plan de trabajo de los alumnos ayudantes.
- Estimular la realización de investigaciones sobre la asignatura por parte de los estudiantes.
- Mejorar la estabilidad del claustro que imparte la asignatura.
- Crear forum de discusión y debate entre los profesores y alumnos ayudantes que imparten la asignatura par aclarar dudas, tomar dediciones, etc.
- Explotar más en las clases la parte geométrica de la asignatura.
- Mejorar la selección de los estudiantes que ingresan a la UCI.

- Dedicar más tiempo a los conocimientos básicos que el estudiante debe poseer, aumentar el rigor matemático con la realización de deducciones y demostraciones de resultados teóricos importantes, ya sean teoremas o fórmulas
- Reducir las habilidades de cálculo a lograr en la asignatura y aumentar la asimilación de conceptos y procedimientos.
- Que el curso de Álgebra sea más prolongado.

Se observa una preocupación en los estudiantes y profesores por lograr un dominio de las habilidades para la solución de los problemas que se pueden presentar en la especialidad.

Los profesores de experiencia en la Disciplina Matemática que se entrevistaron están conscientes de que ese problema no puede ser resuelto en las clases de matemática, pues esta disciplina se imparte en los dos primeros años de la carrera donde los estudiantes no poseen las habilidades de programación necesarias para lograr esto, sin embargo están convencidos de que para lograr este objetivo, es necesario que los estudiantes tengan una sólida base conceptual de matemática. Hay que lograr que aprendan la matemática que les hace falta.

Todo lo anterior evidencia la necesidad de reorientar el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal para los estudiantes de Ingeniería Informática en la UCI.

Resumiendo, las principales insuficiencias que se evidencian a través del diagnóstico están referidas a:

- Preparación de los estudiantes que ingresan a la UCI.
- No es sistemático el uso del diagnóstico continuo de los estudiantes.
- No se aprovechan las potencialidades de las TIC, dentro de ellas los asistentes matemáticos y el EVA.
- Inestabilidad y diversidad en la formación del colectivo de profesores de la asignatura.

## **2.2 Consideraciones generales sobre la propuesta didáctica.**

Para lograr desarrollo desde el punto de vista científico en el proceso de enseñanza aprendizaje, hay que trabajar en la búsqueda de soluciones a las

principales contradicciones que enfrenta el mismo. Partiendo de este principio en este epígrafe se hacen valoraciones sobre el proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería Informática en la UCI.

Se asume la posición de la autora Y. Solís, la cual plantea *“que una propuesta didáctica es un conjunto de proposiciones o ideas para lograr determinado fin dentro del proceso de enseñanza aprendizaje”*. (Solís, Y., 2004: 80).

La propuesta didáctica que se presenta es el resultado de la investigación del autor, encaminado a la búsqueda de alternativas con el fin de promover un proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal orientado a desarrollar integralmente la personalidad del estudiante de primer año de la carrera Ingeniería Informática en la UCI.

En la propuesta didáctica se analizan los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje y se formulan sugerencias encaminadas a superar las dificultades expuestas en la situación problemática y el diagnóstico efectuado. En correspondencia con los fundamentos teóricos asumidos, se formulan sugerencias encaminadas al logro de un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador fundamentado sobre el Enfoque Histórico Cultural, el uso de los asistentes matemáticos y la integración del EVA como medio didáctico a utilizar en este proceso.

En la propuesta cada categoría didáctica es analizada en relación sistémica con las demás. Se propone la asimilación de los contenidos en la modalidad semipresencial, apoyado en las potencialidades brindadas por el EVA. Se analiza el papel del profesor, los estudiantes y el grupo como los protagonistas del proceso, los cuales influyen en la calidad del aprendizaje y en el logro del cambio pedagógico propuesto.

### **2.3 Propuesta didáctica del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal a través de EVA.**

El protagonista principal del proceso de enseñanza aprendizaje es el **estudiante**, el cual construye y reconstruye los conocimientos, se autoevalúa, indaga, critica, socializa lo aprendido en su entorno, se impone retos y aprende del error, todo lo cual compromete su aprendizaje. El estudiante al integrarse al

grupo de una forma abierta al diálogo, puede aportar sus conocimientos, experiencias, intereses y motivaciones.

*“Todo el proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador se centra en torno a la persona que aprende, y en función de potenciar sus aprendizajes, se organizan la actividad individual, así como la interactividad y la comunicación con el profesor o profesora y con el grupo.”* (Castellanos, D., 2000:45)

Cuando un estudiante se autocritica, se autorregula y es capaz de aprender del error; está en condiciones de argumentar y defender sus respuestas ante el profesor y el grupo, lo que contribuye al aprendizaje de los miembros del grupo y al crecimiento personal del estudiante.

Partiendo de esto el autor comparte el criterio V. Uzuriaga cuando plantea que *“un estudiante desarrollador es una persona que indaga, critica, pregunta, relaciona lo aprendido con su entorno, lo usa dándole significado, valor; es activa, aporta sus saberes, intereses y experiencias previas, participativa del cambio social. Es y se siente protagonista de su proceso de aprendizaje, lo construye y lo reconstruye, está dispuesto al diálogo, se autorregula, autocontrola, autoevalúa y aprende del error, porque éste no es un castigo sino una posibilidad de crecimiento y enriquecimiento de conocimientos y experiencias. Se impone retos.”* (Uzuriaga, V., 2006:52)

El autor considera que el proceso de enseñanza aprendizaje propuesto debe desarrollarse en la modalidad semipresencial por el intenso trabajo independiente que se coloca en el estudiante como sujeto activo. El uso de las herramientas del EVA lleva a una mayor interacción entre los protagonistas del proceso (profesor, estudiante y grupo). Hay que proponer actividades dirigidas al desarrollo de la independencia, la autovaloración del aprendizaje y al desarrollo de estrategias de aprendizaje que favorezcan un aprendizaje desarrollador en los estudiantes.

El **grupo** es sujeto protagónico, al igual que el estudiante, del proceso de enseñanza aprendizaje, es el espacio de intercambio y comunicación de los estudiantes. Es el ambiente donde el estudiante valora metas y objetivos comunes, lo cual favorece las condiciones idóneas para aprender a convivir y a ser.

El autor comparte el criterio de D. Castellanos (2001) cuando plantea que un *grupo es desarrollador* cuando plantea la relación entre lo individual y lo

colectivo, entre el carácter individual del aprendizaje y el carácter social de la enseñanza. Se define como un espacio de aprendizaje, como un órgano vivo, con identidad propia que se conforma de las interacciones, intercambio de opiniones y la comunicación, generando normas, acciones de autocontrol, control, valoración colectiva, funciones, metas y objetivos comunes, códigos compartidos y una especial dinámica que marca los caminos que tomará el proceso en cada caso particular, ofreciendo así las condiciones idóneas para aprender a convivir y ser.

El grupo potencia la diversidad de sus miembros, y su zona de desarrollo próximo. El desarrollo de potencialidades en el grupo depende de la naturaleza y del contenido de las interrelaciones entre los miembros, por lo que el profesor al organizar el proceso debe tener en cuenta el grupo, debe apoyarse en sus potencialidades para conducir a los estudiantes al logro de los objetivos propuestos.

El **profesor** promueve el desarrollo integral de la personalidad en los estudiantes, los motiva a trabajar en grupo y de forma individual. Es el encargado de estimular la participación del estudiante, creando situaciones de aprendizaje, haciendo al estudiante responsable y coproductor del mismo dentro y fuera del aula. Además tiene la capacidad de utilizar una variedad de métodos y recursos didácticos para promover en los estudiantes la adquisición de valores, actitudes y habilidades.

El papel del profesor es *“establecer la mediación indispensable entre la cultura y los estudiantes, con vistas a propiciar la apropiación de los contenidos (...), y a desarrollar su personalidad integral en correspondencia con el modelo ideal de ciudadano”* que se pretende formar en la sociedad. (Castellanos D., 2000:46).

El profesor debe ser una persona abierta al diálogo, que inspire confianza en sus estudiantes. Como toda persona puede equivocarse y aprender del error. Debe promover el trabajo en equipo, superarse diariamente y porque no, tener disposición para aprender también de sus estudiantes.

Desde esta perspectiva el autor comparte el criterio de V. Uzuriaga cuando plantea que *“un profesor en la enseñanza desarrolladora tiene el compromiso de promover el desarrollo de la personalidad integral del estudiante, mediar entre los contenidos de la cultura y los estudiantes, con el propósito de*

*potenciar su apropiación. Contenidos que han sido seleccionados para responder al modelo ideal de ciudadano al que se aspira, exige, requiere y necesita la sociedad.” ( Uzuriaga, V. 2006:54).*

La categoría **objetivo**, responde a la pregunta ¿para qué enseñar y aprender?, es la rectora del proceso de enseñanza aprendizaje, es la que determina y condiciona a las demás, subordinándolas a su cumplimiento, logrando una transformación real en el estudiante de acuerdo a su nivel de desarrollo actual y potencial.

Los objetivos guían la actividad de profesores y estudiantes para alcanzar las transformaciones necesarias en estos últimos, dan respuesta a las necesidades y exigencias de la sociedad, de acuerdo al modelo de hombre que se quiere formar.

El objetivo es integral, no está orientado únicamente a alcanzar el desarrollo de conocimientos, hábitos y habilidades para una asignatura, su propósito es desarrollar la personalidad del estudiante. Para este fin se tiene en cuenta el contenido de aprendizaje, que va más allá de conocimientos, es también la transformación que queremos lograr en el pensamiento del estudiante, al igual que el desarrollo de sus convicciones, sentimientos y valores.

Los objetivos influyen en el comportamiento de las restantes categorías didácticas: contenido, métodos, medios, formas de organización y la evaluación. Determinan los contenidos a abordar, es a partir de los objetivos y del contenido que se determinan los restantes componentes y por tanto se planifica cómo activar las diferentes fases que han de intervenir en el proceso de enseñanza aprendizaje. (Castellanos, D., 2000).

Los objetivos de un tema se subordinan a los de la asignatura y estos a los de la disciplina, año y perfil del profesional. Esta técnica de derivación gradual de los objetivos, consiste en extraer del contenido general, del objetivo formulado a nivel de perfil del profesional, el objetivo de la disciplina o asignatura. (Herrero Tunis, Elsa M., 2000).

El objetivo debe quedar formulado no sólo en términos de contenidos sino fundamentalmente de habilidad, la cual a su vez debe poder desplegarse en acciones a realizar por el estudiante. Según el nivel en que se definen los objetivos así será su grado de generalidad e integridad en el sistema dado, los

objetivos de una disciplina deben ser más generales y con mayor grado de integración que la asignatura correspondiente.

El modelo del profesional del Ingeniero Informático en la UCI relaciona los objetivos generales instructivos que se pretenden alcanzar en la formación de este profesional, puntualizando en los objetivos por año, disciplina y asignatura. Los objetivos de los diferentes temas del curso de Álgebra Lineal se derivan del Programa de la Asignatura. Donde se plantea que: *“Esta asignatura deberá lograr en los estudiantes que:*

- *Interpreten los conceptos, teoremas y métodos de trabajo de Álgebra Lineal y comprendan como reflejan relaciones cuantitativas y espaciales. En particular deberá lograrse la interpretación geométrica de diversos conceptos y procedimientos de Álgebra Lineal.*
- *Utilicen los conceptos y procedimientos del Álgebra Lineal para resolver problemas matemáticos y prácticos modelados con estos conceptos y en ciertos casos emplear la base conceptual para crear el modelo matemático correspondiente. En particular deberá lograrse la aplicación de los conceptos del Álgebra Lineal a la modelación y solución de problemas de geometría analítica y de problemas discretos.*
- *Utilicen los principales conceptos y habilidades de la geometría analítica del espacio para la identificación y representación de objetos geométricos, así como en la solución de problemas geométricos. (UCI, 2004)*

Al analizar lo que esta asignatura debe lograr en el estudiante, se destaca que la parte geométrica juega un papel protagónico, así como el uso de conceptos y procedimientos para resolver problemas prácticos modelados con estos conceptos y procedimientos.

Para lograr estos objetivos el estudiante puede hacer lecturas de los temas centrales del curso, que le permitan presentar resúmenes, esquemas, ejemplos y aplicaciones a diferentes situaciones de la ingeniería y la matemática. Esto facilita el uso de los conocimientos del Álgebra Lineal en el modelado, planteamiento y solución de problemas que involucren sistemas de ecuaciones lineales, matrices o aplicaciones lineales.

El autor es del criterio que el uso de los asistentes matemáticos en el curso de Álgebra Lineal puede contribuir mucho al logro de estos objetivos, pues mejora

la comprensión de conceptos, fomenta la intuición, desarrolla la capacidad de abstracción, promueve la capacidad crítica de los estudiantes, utilizando sus capacidades gráficas simbólicas y numéricas.

El uso de los asistentes matemáticos inciden en el índice de calidad de estos objetivos, pues si no se utilizan asistentes matemáticos no se pueden plantear problemas reales para modelar y resolver en la asignatura ya que los cálculos serían múltiples y complejos, lo que provoca el cumplimiento del objetivo en forma limitada desaprovechando la oportunidad para contribuir a la formación de la concepción científica del mundo.

Las exigencias sociales son una de las fuentes para la determinación de los objetivos en el plano más general. Estas incluyen las exigencias derivadas del nivel de desarrollo científico técnico de la época, del sistema social y de la actividad profesional. El impacto que sobre la época actual han producido las TIC deben influir en el proceso de enseñanza aprendizaje y reflejarse en los objetivos.

**El contenido**, responde a la pregunta ¿qué enseñar y aprender?, C. Álvarez de Zayas (1999) plantea que constituye el sistema de conceptos, habilidades y valores que debe alcanzar el estudiante durante el PEA.

La organización sistémica de los conocimientos que los estudiantes deben aprender, permite entrelazar y relacionar los mismos hasta alcanzar el objetivo propuesto.

La asignatura se debe estructurar de forma que los contenidos satisfagan las exigencias sociales y profesionales. Hay que vincular el contenido a la profesión siempre que sea posible, lo cual despertará interés en los estudiantes.

Para garantizar un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador es necesario organizar debidamente los contenidos, las temáticas del curso de Álgebra deben aportar las bases para el desarrollo de las asignaturas de la especialidad y las de la disciplina matemática.

Es necesario estructurar adecuadamente los contenidos y tener presente el nivel de partida de los estudiantes y valorar hasta donde deben llegar las exigencias de la asignatura.

El contenido que se propone es el reglamentado en el Programa de la Asignatura. La diferencia radica en la forma en que se presentan, desarrollan y

relacionan los temas, de forma progresiva y entrelazada, para facilitar al estudiante la solución exitosa de muchos problemas en la carrera y en un futuro en su vida profesional.

Para el reajuste de los contenidos se tuvo en cuenta la lógica interna de la Matemática. El curso de Álgebra Lineal tiene como temas principales Espacios Vectoriales y Aplicaciones Lineales. Se propone partir del tema Matrices y Sistemas de Ecuaciones, ya que estos proporcionan las herramientas necesarias para resolver problemas que se presentan en el resto del contenido del programa.

Comenzar el curso con el estudio de las Matrices y los Sistemas de Ecuaciones, facilita al estudiante el desarrollo de sus conocimientos a partir de lo visto en cursos anteriores. El estudiante en el primer semestre del curso trabajó las matrices y los sistemas numéricos en el curso de Matemática Discreta, además tiene conocimientos de los Sistemas de Ecuaciones Lineales desde los estudios preuniversitarios.

La propuesta facilita la retención por parte del estudiante de uno de los conceptos más abstractos del curso, Espacios Vectoriales, de manera espontánea y precisa. Se estudian inicialmente Espacios Vectoriales conocidos por ellos en otras asignaturas, por ejemplo en Matemática I y en Física, cuando manejan vectores. Consecuentemente, se teoriza en el estudio de este concepto.

Se deben plantear problemas que muestren la necesidad de operar con las matrices. La interpretación de las características específicas de las matrices declaradas u obtenidas como resultado de las operaciones con ellas es fundamental para extraer conclusiones sobre la necesidad de estudiarlas.

El trabajo con los Sistemas de Ecuaciones Lineales surge como otra forma de resolución de la ecuación matricial  $AX=b$  donde  $X$  es la matriz columna de las incógnitas y  $b$  una matriz columna de elementos fijos. El método de Gauss y el de Gauss Jordán son especialmente útiles para encontrar las incógnitas cuando la matriz  $A$  no es inversible.

Los objetos matemáticos vectores y matrices, se generalizan con el estudio de los Espacios Vectoriales. Esta generalización se ve en el tema Espacios Vectoriales, al estudiar las bases de un Espacio Vectorial, las bases de un Subespacio Vectorial y las fórmulas de cambio de base, aquí se generalizan los

procedimientos utilizados en el tema de Matrices y Sistemas de Ecuaciones Lineales para las transformaciones en los ejes coordenados.

Al plantear problemas de gráficos por computadoras, donde haya que representar en la máquina, dibujar en la pantalla, cuerpos del espacio tridimensional, conducirá a cambiar nuevamente el objeto de estudio y pasar a las aplicaciones lineales. Al determinar la imagen de una aplicación lineal mediante la matriz asociada a una aplicación lineal podrá realizar transformaciones geométricas sobre los gráficos en pantalla.

Por lo tanto proponemos que los temas a abordar en esta asignatura tengan el siguiente orden y distribución de tiempo:

- Matrices y Sistemas de Ecuaciones Lineales. (16h).
- Espacios Vectoriales. (22h).
- Aplicaciones Lineales. (10h)
- Diagonalización (10h)
- Formas Cuadráticas (6h).

Los anexos nueve y diez muestran la propuesta del programa analítico de la asignatura y del plan calendario de la asignatura, P-1, respectivamente.

En cada Tema es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Los objetivos del Tema para el estudiante, en términos de lo que el deberá lograr con el estudio del tema.
- La estructura interna del Tema, decidir los textos que se escribirán, definir la bibliografía, de forma general, los recursos, además de los foros, los cuestionarios, las tareas, en sentido general, el diseño de actividades. Todo esto buscando un equilibrio entre los distintos elementos didácticos.
- Al finalizar un tema es necesario hacer una revisión crítica de la misma y en lo posible rectificar y adoptar las medidas necesarias para minimizar los errores.
- Una presentación que sea atractiva e informativa para el estudiante.

El **método**, responde a la pregunta *¿Cómo enseñar y aprender?*, es *"la secuencia de actividades del profesor y de los alumnos dirigida a lograr los objetivos de la enseñanza."* (Labarrere Reyes, G., 1988:137).

Para la selección de los métodos debe tenerse en cuenta las características de los estudiantes, el grupo y del propio profesor que es quien los selecciona, y

- <http://teleformacion.Uci.cu/mod/resource/view.php?id=3339>
- 21 Castañeda, P. (1998). Propuesta de Diseño de la Asignatura Matemática III para la Carrera de Telecomunicaciones y Electrónica Aplicando un Asistente Matemático. Tesis en opción al título de Master en Matemática Avanzada para la Ingeniería. Departamento de Matemática Aplicada. CUJAE.
  - 22 Castellanos Simons, D; Castellanos Simons, B y Llivina Lavigne, M. (2000). El proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador en la Secundaria Básica, Centro de Estudios Educativos, ISPEJV, Ciudad de la Habana, Cuba.
  - 23 Castellanos, D; Castellanos, B; Llivina, M y Silverio, M. (2001). Hacia una concepción del Aprendizaje Desarrollador. Colección proyectos. Centro de estudios educacionales Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona. La Habana Cuba.
  - 24 Castellanos, D; García, C y Reinoso, C. (2001-a). Para promover un aprendizaje desarrollador (Material digital en Microsoft Word). La Habana: Colección Proyectos. Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona".
  - 25 Castellanos Simons Doris y otros. (2005). Aprender y enseñar en la escuela \_ Una concepción desarrolladora\_. Editorial pueblo y educación. La Habana Cuba.
  - 26 Castro, Fidel. (1992). Luchadores por la calidad de la educación. Discurso clausura del encuentro 20 años después de la creación del destacamento pedagógico "Manuel Ascunce Doménech". Editora Política. Habana.
  - 27 Celestino, A., Echegaray, O. y Guenaga, G. (2003). Integración de la TIC en la Educación Superior. Material digital.
  - 28 Colectivo de Autores. (2002). Álgebra Lineal. Editora "Osvaldo Sánchez". Fábrica 01. Cuba.
  - 29 Cremades, Javier. (2000). Destacado jurista español insertado al mundo del digitalismo e Internet. Pág. 43.DPI/2083/Rev.1 – Marzo: 2000.
  - 30 Chávez, Justo. (2001). Actualidad de las tendencias educativas, Pedagogía 2001, Ciudad de la Habana.
  - 31 CUJAE. (2004). Informe de la reunión de la Comisión Nacional de Matemática de Ciencias Técnicas para el Perfeccionamiento de los Programas de las disciplinas de Matemáticas en carreras de Ciencias Técnicas. Comisión Nacional de Ciencias Básicas para Ciencias Técnicas. Material Digital.

Se debe indicar la búsqueda de ejercicios donde el estudiante desarrolle habilidades en la simulación de fenómenos propios de la informática. Ejemplo de un problema usual en Geometría Computacional:

Sean los siguientes polinomios de una variable y coeficientes en un cuerpo,

$$f(x) = a_0 + a_1x + \dots + a_kx^k$$

$$g(x) = b_0 + b_1x + \dots + b_kx^k$$

con  $a_k$  y  $b_k$  no nulos, interesa conocer cuándo el sistema:  $\begin{cases} f(x) = 0 \\ g(x) = 0 \end{cases}$  tiene

Solución.

Es interesante realizar un estudio acerca de existencia o no de soluciones en los sistemas de ecuaciones no lineales que se han planteado. El problema que se plantea es relativamente sencillo cuando los polinomios implicados sólo contienen una variable. Sin embargo, cuando se ven envueltos polinomios con más de una variable, se deben aplicar métodos más complejos para aclarar la existencia o no de soluciones.

El proceso que se debe seguir es el siguiente:

1. Plantear el sistema de ecuaciones a resolver
2. Comprobar si existen tantas ecuaciones como incógnitas.
  - Si es así, aplicar algún criterio para conocer la existencia o no de soluciones.
  - Si existen más incógnitas que ecuaciones, aplicar algún criterio que permita conocer cuáles son las variables que se deben tomar como parámetros para asegurar, en la medida de lo posible, la existencia de una solución.
3. Encontrar dicha solución

Existen varios criterios que permiten dilucidar si un sistema de ecuaciones no lineales tiene o no solución. Entre ellos está el empleo de la matriz de Sylvester,

La definición de esta matriz es la siguiente:

$$Syl(f, g) = \begin{pmatrix} a_0 & \dots & a_k \\ & \ddots & \\ & & a_0 & \dots & a_k \\ b_0 & \dots & b_k \\ & \ddots & \\ & & b_0 & \dots & b_k \end{pmatrix}$$

El resultante de dos polinomios se define como:

$$Res(f, g) = |Syl(f, g)| = \begin{vmatrix} a_0 & \dots & a_k \\ & \ddots & \\ & & a_0 & \dots & a_k \\ b_0 & \dots & b_k \\ & \ddots & \\ & & b_0 & \dots & b_k \end{vmatrix}$$

Con el teorema de eliminación de Kronecker se puede generalizar el resultado obtenido para polinomios de una variable a polinomios de varias variables de manera que la invertibilidad de la matriz de Sylvester define la existencia de las soluciones.

Desde este punto de vista, para el caso Runge-Kutta de orden dos con dos etapas, explícito, se tiene:

$$\begin{cases} b_1 + b_2 = 1 \\ a_{21} b_2 = 1/2 \end{cases}$$

Para mayor facilidad de lectura se hará la siguiente sustitución de variables que, obviamente no afecta en nada al problema:

$$\begin{aligned} b_1 &= x & b_2 &= y \\ a_{21} &= z \end{aligned}$$

El sistema será, por tanto:

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ zy = 1/2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} f(x, y, z) = x + y - 1 \\ g(x, y, z) = zy - 1/2 \end{cases}$$

Calculamos la matriz de Sylvester:

$$Syl(f, g) \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f(x, y, z) \\ g(x, y, z) \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x + y - 1 & 0 \\ -1/2 & y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f(x, y, z) \\ g(x, y, z) \end{pmatrix}$$

El determinante de esta matriz es:

$$\begin{vmatrix} x + y - 1 & 0 \\ -1/2 & y \end{vmatrix} = xy + y^2 - y$$

Igualando a cero obtenemos una condición para que el sistema original tenga solución:

$$xy + y^2 - y = 0 \rightarrow \begin{cases} y = 0 \\ x + y - 1 = 0 \end{cases}$$

Se obtiene como condición una de las ecuaciones de partida. Esto es debido a la simplicidad del sistema del que se parte. Igualmente se puede proceder con las otras variables del sistema:

Con la x:

$$\text{Syl}(f, g) \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f(x, y, z) \\ g(x, y, z) \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} y-1 & 1 \\ zy-1/2 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f(x, y, z) \\ g(x, y, z) \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} y-1 & 1 \\ zy-1/2 & 0 \end{pmatrix} = -zy + 1/2$$

La condición resultante también coincide con una de las ecuaciones de partida, lo cual era de esperar debido a la simplicidad del sistema.

Con la y:

$$\text{Syl}(f, g) \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f(x, y, z) \\ g(x, y, z) \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x-1 & 1 \\ -1/2 & z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f(x, y, z) \\ g(x, y, z) \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x-1 & 1 \\ -1/2 & z \end{pmatrix} = zx - x + 1/2$$

$$zx - x + 1/2 = 0 \rightarrow x(z-1) = -1/2 \rightarrow x = \frac{-1}{2(z-1)}$$

Para encontrar una solución a este sistema, basta con usar una de las variables como parámetro.

Para el sistema de ecuaciones correspondiente al método de Runge-Kutta de tercer orden y tres etapas,

$$\begin{cases} b_1 + b_2 + b_3 = 1 \\ b_2 a_{21} + b_3 (a_{31} + a_{32}) = 1/2 \\ a_{32} b_3 a_{21} = 1/6 \\ b_2 a_{21}^2 + b_3 (a_{31} + a_{32})^2 = 1/3 \end{cases}$$

se precisan dos parámetros. En este caso habrá que dilucidar cuáles de las variables serán apropiadas como parámetros para llegar a una solución.

Al plantear el objetivo de interpretar geoméricamente la solución de los Sistemas de Ecuaciones Lineales se tributa a la asignatura Matemática II y

Matemática III. Al utilizar los asistentes matemáticos en la representación de rectas y planos, se facilita la labor del profesor por el notable ahorro de tiempo, y exactitud en la representación, por otro lado, el estudiante logra una representación espacial del objeto en toda su dimensión.

La influencia de los **medios** (¿con qué enseñar y aprender?) en los métodos es fuerte, según Klingberg (1978) no existe medio de enseñanza que realice su función sin método, al mismo tiempo que la eficacia de los métodos de enseñanza puede elevarse mediante el empleo de los medios de enseñanza.

Según J. Zilberstein (2002-c), los medios de enseñanza y aprendizaje están constituidos por objetos naturales o sus representaciones, instrumentos o equipos que sirven de sostén material a los métodos y apoyan la actividad de docentes y alumnos en función del cumplimiento del objetivo.

Se comparte el criterio de Y. Villanueva, de que *“en la elaboración de medios de enseñanza y aprendizaje deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:*

- *La motivación de los estudiantes.*
- *La capacidad de adaptación a las necesidades individuales.*
- *Su adaptabilidad a los ritmos de aprendizaje.*
- *La posibilidad de realizar trabajos colaborativos.*
- *Su capacidad para organizar otras formas de organización.*
- *Aprovechar las posibilidades de los espacios virtuales y capacidades de simulación.*
- *La posibilidad de almacenar, recuperar y acceder a grandes cantidades de información.*
- *Los elementos comunicativos de los sistemas tecnológicos (interactividad, telecomunicación).*
- *Creación de realidades y simulaciones difíciles de realizar.*
- *Las posibilidades de transformación, manejo, accesibilidad de los contenidos y mensajes cuando están en formatos digitales.”* (Villanueva, Y., 2005:31).

Al decidir qué medios utilizar para cada forma de organización del proceso de enseñanza y aprendizaje, se sugiere valorar los aspectos siguientes:

- Los objetivos y contenidos a que responde su utilización y su contribución al desarrollo de la personalidad del estudiante.

- Los conocimientos, habilidades y valores que posee el estudiante y las potencialidades que promoverán.
- Las características psicológicas, intereses, motivos e inclinaciones de los estudiantes.
- Las relaciones intermaterias que promoverán.
- El momento de la clase en que se utilizarán y su relación con las formas de organización y los métodos que se emplearán.
- El diseño, calidad y eficiencia del medio a utilizar.
- Cómo promoverán el control de los estudiantes. (Zilberstein, 2003).

Deben incorporarse al proceso de enseñanza aprendizaje medios que sean de preferencia para los estudiantes, con la intención de responder a sus expectativas y así comprometer su motivación e intereses. Ejemplo de ellos son los que ofrecen las TIC, en lo particular el EVA, los asistentes matemáticos y las emisiones televisivas.

Debe tenerse en cuenta lo que afirma el autor J. Rodríguez cuando dice que: *“El ser humano es inquieto y curioso por naturaleza. Por tanto, si se proporciona al/a la estudiante múltiples materiales (ejercicios y contenido), atractivos, preparados con fines instructivos, y se le da orientaciones para que se mueva por un mundo de información que no resulte tedioso de explorar, se puede esperar que esto dé en él por resultado el mantenimiento del dinamismo, consiguiendo un alto nivel de retención de la información, que desemboca en la formación de conocimiento.”*(Rodríguez, J., 2003:42).

Dentro de los medios informáticos están los asistentes matemáticos, que son sistemas de cálculo simbólico, numérico y gráfico destinados a realizar una gran variedad de trabajos. Son empleados en la mayoría de las áreas de la ciencia por investigadores, ingenieros y analistas.

Estos asistentes son de gran utilidad, pues permiten ahorrar tiempo y esfuerzo al realizar los cálculos rutinarios, y a la vez son buenos instrumentos para explorar otras situaciones, conjeturar resultados, etc.

Algunos son más sencillos que otros, un ejemplo de esto es el DERIVE, el cual fue creado con el objetivo de enseñar Matemática, resulta práctico por su facilidad en el manejo, el hardware requerido y además es una buena introducción para otros asistentes más complejos como el MATLAB. Por estas

características de DERIVE el autor de este trabajo propone el uso de este asistente para el curso de Álgebra Lineal.

El uso de asistentes matemáticos, además de tributar a la solución de problemas numéricos y simbólicos, contribuye a una comprensión más nítida y profunda de la teoría Algebraica, a través de la ejemplificación de un teorema como el siguiente.

*Teorema: Para toda matriz A de tamaño  $n \times n$ , las siguientes afirmaciones son equivalentes.*

1. *Existe la inversa de A.*
2. *El rango de A es n.*
3. *El determinante de A no es nulo, en cuyo caso  $\det(A^{-1})=1/\det(A)$ .*
4. *Los vectores fila de A son linealmente independientes.*
5. *Los vectores columna de A son linealmente independientes.*
6. *La forma reducida de escalera de fila de A es  $I_n$ .*
7. *La forma reducida de escalera de filas de la matriz  $(A, I_n)$  es de la forma  $(I_n, B)$ , siendo entonces  $B=A^{-1}$ .*
8. *La ecuación  $A.X=0$  tiene solo la solución trivial  $X=0$ .*
9. *El sistema de ecuaciones lineales  $A.X=b$  es compatible y determinado para cada vector columna b de tamaño  $n \times 1$ .*

Esto se puede lograr a partir de seleccionar una matriz que cumpla con la primera de las hipótesis e ir verificando la equivalencia entre ellas.

Cuando se dispone del asistente matemático, este puede utilizarse para la motivación de los conceptos sobre los cuales se asienta la teoría, y la adquisición del entendimiento de su íntima conexión. Mucho más notable es que el sistema lleve la pesada carga del cálculo de la inversa, el rango y el determinante de una matriz, así como su reducción a forma escalonada, posibilitando que, el esfuerzo fundamental del profesor y los estudiantes se concentre en la comprensión de los mecanismos sustentadores de las equivalencias mencionadas, y el dominio de la herramienta representada por la matriz inversa; la realización "con papel y lápiz" de los cálculos mencionados pasa a ser entonces un objetivo secundario, alcanzable a través de otras actividades donde se pueda discutir los resultados en las clases de laboratorio. El asistente matemático puede ser utilizado con anterioridad y con posterioridad a cualquier formulación teórica. Como resultado de esto el

sistema de evaluación de la asignatura puede transformarse. El papel esencial del asistente matemático no es "además de" sino, "en lugar de", sin inducir nunca a la renuncia de la asignatura, por el contrario, favoreciéndola sistemáticamente, viabilizando la asimilación cabal del cuerpo teórico de la asignatura. Un ejemplo se presenta a través del siguiente ejercicio:

Sea

$$N = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$$

*Encontrar todas las matrices  $X$ , tales que  $X.N=N.X=I_2$*

El estudiante al desarrollar este ejercicio que no es más que una ecuación matricial puede hacer conjeturas sobre la existencia de la matriz inversa de una matriz dada y sacar conclusiones, sobre la unicidad de la matriz inversa.

El uso de los asistentes matemáticos tiene una incidencia directa en el tratamiento de los contenidos específicos, pues permiten abordar ejercicios de mayor complejidad, que pueden tener un mayor acercamiento a los problemas reales de la ciencia y la técnica y así desplazar el centro del proceso de enseñanza aprendizaje hacia el desarrollo de las habilidades generales matemáticas, dejando los laboriosos cálculos al ordenador.

El uso del EVA propicia un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador del Álgebra Lineal, para lo cual es necesario tener en cuenta el diagnóstico continuo del estudiante para incidir en su desarrollo utilizando este medio. El propósito del EVA es servir de mediador entre el contenido de aprendizaje y el estudiante bajo la guía didáctica del profesor, para que el estudiante afiance, refuerce, autoevalúe y practique con los contenidos estudiados durante el proceso.

El EVA tiene una estructura modular, partiendo de esto proponemos que el montaje del curso en el EVA tenga la siguiente distribución:

- El curso tendrá un módulo de introducción y uno para la conclusión.
- Cada Tema tendrá un módulo.
- Dentro del módulo de cada tema se distribuirán la introducción del tema, las conclusiones y las semanas.

A continuación se muestran las propuestas para el módulo introductorio del curso y para el desarrollo del Tema I:

## BIENVENIDO AL CURSO DE ÁLGEBRA LINEAL.

### Recursos.

-  Orientaciones generales del Curso de Álgebra Lineal.
-  Bibliografía de preparación previa para el curso de Álgebra Lineal.
-  Preparación para el Examen de Suficiencia.
-  Tarea extraclases integradora sobre Álgebra Lineal y Matemática II.
-  Asistente Matemático Derive.
-  Complementos del curso de Álgebra Lineal.
-  Historia de las Matemáticas.
-  Multimedia de Álgebra Lineal.

### Actividades.

-  Orientaciones generales.
-  Diálogo privado con el profesor y mis compañeros.
-  Diagnóstico inicial del curso de Álgebra Lineal.
-  Conocimientos previos para el curso de Álgebra Lineal.
-  Examen de suficiencia del curso de Álgebra Lineal.
-  Tarea extraclases integradora sobre Álgebra Lineal y Matemática II.
-  Tarea Individual sobre el uso del Asistente Matemático Derive en el Curso.

## Tema I: Matrices y Sistemas de Ecuaciones Lineales.

### Recursos.

-  Orientaciones sobre el Tema I.
-  Bibliografía de preparación previa para el Tema I del curso de Álgebra Lineal.
-  Materiales de Consulta para el Tema I.
-  Página Web sobre el Tema I.

### Actividades.

-  Orientaciones sobre el Tema I.
-  Diagnóstico inicial sobre el Tema I.
-  Conocimientos previos al Tema I.

## Semana 1.

### Recursos.

 Conferencia 1: Introducción a la asignatura. Conjuntos numéricos y operaciones en los mismos. Congruencia en  $\mathbb{Z}$ . Los anillos de  $\mathbb{Z}_p$ . Definición de matriz. Suma de matrices, producto de una matriz por un escalar y producto de matrices. Propiedades.

 Teleclase Conferencia 1.

 CTP-1: Determinantes. Regla de Sarrus. Propiedades. Menores. Cálculo de determinantes por desarrollo de menores.

### Actividades.

 Conferencia 1.

 Implementar programas para las operaciones con matrices multiplicación por un escalar, suma de matrices y multiplicación de matrices.

 Determinantes.

## Semana 2

### Recursos.

 Conferencia 2: Rango de una matriz. Transformaciones equivalentes en una matriz. Matriz escalón. Matriz inversa

 Teleclase Conferencia 2.

 CP-1: Rango de una matriz. Transformaciones equivalentes en una matriz. Matriz escalón. Matriz inversa.

### Actividades.

 Implementar programas para las operaciones con matrices cálculo del determinante y de la inversa de una matriz de orden  $n$ .

 Conferencia 2.

 Rango de una matriz y matriz inversa.

 Pregunta escrita sobre Matrices.

## Semana 3

### Recursos.

 CTP-2: Sistemas de Ecuaciones Lineales. Método de Gauss. Método de Gauss Jordán. Sistemas de Ecuaciones Lineales Homogéneos. Teorema de Kronecker-Capelli.

 Seminario 1: Método de Cramer y Método de la Matriz Inversa para resolver SEL.

### Actividades.

 Implementar una aplicación que permita resolver sistemas de ecuaciones lineales de dos ecuaciones con dos incógnitas y de tres ecuaciones con tres incógnitas.

 Teorema de Kronecker-Capelli.

 Seminario 1.

## Semana 4.

I

### Recursos.

 Laboratorio 1: Matrices. Sistemas de Ecuaciones Lineales. Teorema de Kronecker-Capelli.

 CP-2: Sistemas de Ecuaciones Lineales.

 Orientaciones para la primera prueba parcial de Álgebra Lineal,

 Ejercicios de Álgebra Lineal sobre el Tema 1: Matrices y Sistemas de Ecuaciones Lineales.

 Autoexámenes del Tema 1.

### Actividades.

 Asistente Matemático en el Tema I.

 Primer Trabajo de Control.

 Previo al Trabajo de Control.

 Primer Trabajo de Control.

## Conclusiones del Tema I.

### Recursos.

 Materiales elaborados por los estudiantes.

### Actividades.

 Tema I.

 Aportes del Tema I.

 Lección Tema I.

 Encuesta sobre el Tema I.

La calidad de la actividad de aprendizaje del estudiante con el EVA, depende de la calidad de la comunicación que se establece, por lo que en el EVA deben de incluirse estrategias comunicativas que aseguren la comprensión de los contenidos y propicien el desarrollo de la motivación del estudiante por el estudio de la asignatura. El diseño de las actividades es fundamental, ellas facilitan la interacción entre los integrantes del grupo y el profesor, la interacción entre los estudiantes, así como el aprendizaje grupal e individual. Los recursos de orientación juegan un papel importante en la potenciación de las posibilidades comunicativas en el EVA. Estos recursos deben estar diseñados de la forma más amena posible y que tengan fácil orientación e

interacción. El libro, que es una actividad dentro del EVA, puede ser utilizado para mostrar recursos de una forma animada y sencilla.

En el módulo de bienvenida al curso se muestran los siguientes libros:

- *📖 Orientaciones generales del Curso de Álgebra Lineal.*
- *📖 Bibliografía de preparación previa para el curso de Álgebra Lineal.*
- *📖 Preparación para el Examen de Suficiencia.*
- *📖 Tarea extraclases integradora sobre Álgebra Lineal y Matemática II.*
- *📖 Asistente Matemático DERIVE.*
- *📖 Complementos del curso de Álgebra Lineal.*
- *📖 Historia de las Matemáticas.*

Uno de los libros del módulo de bienvenida es el de “*Orientaciones generales del Curso de Álgebra Lineal*”. Este libro contiene los siguientes recursos:

- *Lección inaugural del curso de Álgebra Lineal*, en este se dan informaciones a los estudiantes sobre el curso, los temas del curso, las actividades que se desarrollarán, el aporte que puede hacer la asignatura a la formación integral de los estudiantes, etc.
- *El colectivo de profesores que imparte el curso*, aquí están los nombres de los profesores, con sus direcciones de correo electrónico, información sobre las responsabilidades que tienen y los campos de investigación en los que se han especializado. Esto facilita al estudiante la realización de consultas para perfeccionar su aprendizaje vía correo con estos especialistas.
- *El programa analítico de la asignatura.*
- *La organización del proceso docente de la asignatura P-1.*
- *El sistema de evaluación de la asignatura*, muestra en forma detallada las evaluaciones que harán los estudiantes durante el curso y sus características.

En el Anexo 11 se muestra el contenido de algunos de estos libros en el EVA. La inclusión en el EVA de teleclases firmadas por profesores de experiencia permite reforzar la acción cognoscitiva y emocional del material docente sobre el estudiante y asegura la asimilación de los contenidos. En la parte introductoria del curso se muestran dos teleclases, una de “*Sistematización de la Asignatura*” y otra sobre “*El Asistente Matemático DERIVE*”. Estas están

contenidas en los libros "*Preparación para el Examen de Suficiencia*" y "*Asistente Matemático DERIVE*" respectivamente.

La inclusión de materiales Multimedia es otra opción que brinda el EVA, estos materiales facilitan la preparación de los estudiantes, abarcan la audición, la lectura, la interacción, la producción oral y escrita, así como concretar los contenidos. En la propuesta se incluye un material Multimedia elaborado por dos profesoras del Departamento Central de Matemática de la Universidad.

Otras actividades a desarrollar a través del EVA pueden ser:

**El Chat** : Permite que los participantes en el curso mantengan una conversación en tiempo real (sincrónico) a través de la red. Puede ser entre dos personas o un grupo. Hay que acordar cuando todos los participantes estarán en línea. Un grupo específico de personas puede discutir un tema en particular, se debe tener en cuenta que el intercambio de opiniones es fuerte, por lo que se debe utilizar para conversaciones ligeras, pues resulta muy difícil discutir un tema que requiera cierta profundidad y análisis.

Dadas las características de esta actividad se propone un chat previo al primer trabajo de control, con la intención de aclarar dudas de última hora en cuestiones organizativas o de conocimiento.

**El foro** : Esta actividad tal vez sea la más importante, es aquí donde se dan la mayor parte de los debates. Pueden estructurarse de diferentes maneras y pueden incluir la evaluación de cada mensaje por los compañeros. Al suscribirse a un foro los participantes recibirán copias de cada mensaje en su buzón de correo electrónico. El profesor puede forzar la suscripción a todos los integrantes del curso si así lo desea, puede además tener uno o posiblemente más debates abiertos en el foro para discutir temas específicos o generales del curso. El estudiante puede participar en los foros en cualquier momento aportando su opinión o comentario. Los estudiantes no necesariamente deberán estar conectados al mismo tiempo, esto es lo que se conoce como una conversación asíncrona.

En el módulo introductorio se propone realizar un foro de "orientaciones generales" donde se debatirá todo lo relacionado a los recursos que aparecen en el libro "*Orientaciones generales del Curso de Álgebra Lineal*", que incluye entre otros aspectos la importancia de la asignatura en la formación del Ingeniero Informático, el sistema de evaluación de la asignatura, la tarea

individual con el uso del asistente matemático DERIVE y la tarea colectiva donde se integra el Álgebra con la Matemática II.

Otro ejemplo del uso de los foros son los propuestos para el módulo correspondiente al Tema I:

- Un foro sobre las orientaciones del Tema I donde el profesor y los estudiantes debatirán sobre la organización, la evaluación y el trabajo con los recursos y las actividades.
- Un foro para el desarrollo del seminario uno para debatir sobre el método de Cramer y el método de la matriz inversa para resolver sistemas de ecuaciones lineales.
- Un foro para debatir las orientaciones del primer trabajo de control. Es un buen momento para aclarar todas las dudas sobre la evaluación, el lugar donde se efectuará, el tiempo de duración, las características de la evaluación.
- Un foro para debatir los aportes del tema uno en la formación de los estudiantes, donde se de una mirada hacia atrás con lo estudiado y una mirada hacia adelante en lo que falta por aprender.

El **diálogo** : Brinda un método de comunicación simple entre pares de usuarios. Un profesor puede abrir un diálogo con un estudiante, un estudiante puede abrir un diálogo con el profesor, y (de manera opcional) un estudiante puede iniciar un diálogo con otro estudiante. Un profesor o un estudiante pueden involucrarse en muchos diálogos en cualquier momento.

Al comenzar el curso el profesor puede proponer un diálogo privado entre los estudiantes y entre el profesor y los estudiantes. Esta actividad brinda posibilidades de interacción para aquellos estudiantes más tímidos dentro del grupo.

El **cuestionario** : Permite al profesor proponer preguntas en opción múltiple, falso/verdadero, respuestas cortas, numéricas, calculadas, de descripción, etc. Estas preguntas se mantienen ordenadas por categorías en una base de datos y pueden ser utilizadas en el mismo curso o en otros cursos. Los cuestionarios pueden permitir múltiples intentos. Cada intento es marcado y calificado y el profesor puede decidir mostrar algún mensaje o las respuestas correctas al finalizar el examen. Este módulo tiene capacidad de calificación. Ejemplos:

- Diagnóstico inicial del curso de Álgebra Lineal en el módulo introductorio. Con este cuestionario se diagnostica el nivel de partida de los estudiantes, esto facilita la atención diferenciada por parte del profesor a sus estudiantes desde el inicio del curso.
- Examen de suficiencia del curso de Álgebra Lineal. Los estudiantes que obtengan resultados satisfactorios en esta evaluación tendrán una atención diferenciada y deben continuar aportando a partir de sus posibilidades al desarrollo del curso.
- Un cuestionario que permita conocer la preparación previa del estudiante para recibir los diferentes temas. Este debe tener las mismas características del anterior, pero es más específico y debe ser preparado con la intención de permitirle al estudiante varios intentos, exigiendo su autopreparación para vencer los contenidos.
- Cuestionarios con las preguntas escritas, trabajo de control y pruebas parciales previstas en el plan calendario. Con las potencialidades del EVA puede ser diferenciada y diseñadas con una variedad de preguntas en cuanto a forma y contenido.

La **lección**  $\square$ : Proporciona contenidos de forma interesante y flexible. Consiste en un conjunto de páginas o textos que el estudiante debe recorrer. Cada una de ellas normalmente termina con una pregunta y un número de respuestas posibles, esto permite comprobar que el alumno lo ha leído y comprendido. Dependiendo de cuál sea la elección del estudiante, progresará a la próxima página o volverá a una página anterior. La navegación a través de la lección puede ser simple o compleja, dependiendo en gran medida de la estructura del material que se está presentando. Ejemplos:

- Conocimientos previos para el curso de Álgebra Lineal. Esta lección es una actividad que realizarán los estudiantes que presenten problemas en el diagnóstico inicial. No necesariamente tiene que ser la misma para todos los estudiantes del aula, el profesor puede proponer lecciones diferentes de acuerdo a los resultados en el diagnóstico.
- Una lección con los contenidos previos al iniciar cada tema.
- Lecciones por conferencias y una lección general de cada tema.

El **ejercicio** 📝: Es una tarea simple pero potente a la vez. En un ejercicio, el profesor pide a los estudiantes una tarea práctica. Esta tarea puede consistir en escribir un ensayo o un informe, preparar una presentación, configurar una hoja de cálculo, etc. Cuando el estudiante ha concluido la tarea debe autoevaluar su trabajo antes de enviárselo al profesor. Una vez enviado el profesor puede evaluar tanto la autoevaluación del alumno como el trabajo en sí. El profesor puede enviar sus impresiones al alumno y formularle preguntas para mejorar el trabajo y reenviarlo o no si es el caso.

Se puede proponer realizar un ejercicio sobre el teorema de Kronecker-Capelli, Este teorema es muy importante dentro del Tema I, aporta una condición necesaria y suficiente para que un sistema de ecuaciones lineales sea compatible, en este ejercicio los estudiantes deben poner ejemplos de los diferentes casos que se pueden presentar al escalar una matriz.

La **tarea** 📁: Permite que el profesor asigne un trabajo a los alumnos que deberán preparar en algún medio digital (en cualquier formato) y remitirlo, subiéndolo al servidor. Las tareas típicas incluyen ensayos, proyectos, informes, etc. Este módulo incluye herramientas para la calificación.

Dentro de las tareas propuestas a realizar por los estudiantes tenemos entre otras una sobre Determinantes, y una sobre el Teorema de Kronecker-Capelli.

El **taller** 🗑️: Es una actividad para el trabajo en grupo con un vasto número de opciones. Permite a los participantes diversas formas de evaluar los proyectos de los demás, así como proyectos-prototipo. También coordina la recopilación y distribución de esas evaluaciones de varias formas.

Se propone realizar el taller Tarea extraclase integradora sobre Álgebra Lineal y Matemática II. En este taller los estudiantes realizarán la tarea integradora, siguiendo las orientaciones que se dan en el libro "*Tarea extraclases integradora sobre Álgebra Lineal y Matemática II*". En esta actividad el profesor le da seguimiento al trabajo de los equipos y puede ir evaluando los resultados parciales de la actividad.

El **diario** 📖: Este módulo fomenta una importante actividad reflexiva. El profesor incita a los estudiantes a reflexionar sobre un tema en particular y el estudiante puede editar y pulir su respuesta conforme pasa el tiempo. Este diario es privado, sólo puede ser visto por el profesor, quien puede ofrecer respuestas y calificaciones en cada ocasión.

Se propone realizar un diario de la tarea individual sobre el uso del asistente matemático DERIVE en el curso. Las orientaciones para el trabajo los estudiantes la pueden encontrar en el libro "*Asistente Matemático DERIVE*". Este diario será privado y el profesor puede ir dando calificaciones sistemáticas de los resultados.

El **glosario** : Es una información estructurada en conceptos y explicaciones, como un diccionario o enciclopedia, donde existen "entradas" que dan paso a un "artículo" que define, explica o informa del término usado en la entrada. Permite a los participantes crear y mantener una lista de definiciones, como un diccionario. Las entradas pueden buscarse o navegarse de diferentes maneras. El glosario también permite a los maestros exportar las entradas de un glosario a otro (el principal) dentro del mismo curso. Finalmente, es posible crear automáticamente hiperenlaces a estas entradas en todo el curso. Para todo curso debe concebirse un glosario, en el deben aparecer aquellos términos más importantes y menos conocidos por los estudiantes, y su acepción o descripción. Hay que evitar en el glosario volver a repetir todo el contenido expuesto en el curso.

Al finalizar cada Tema se puede proponer un glosario y al finalizar el curso un glosario general.

El EVA permite guardar la memoria histórica de las asignaturas, pues se pueden poner recursos de consultas donde estén teleclases, materiales digitales, páginas interactivas, etc., de cursos anteriores, en el centro o en otros centros, así como materiales de interacción, donde en dependencia del interés del profesor se muestren los resultados de una determinada actividad.

El uso del EVA debe estar acompañado de una adecuada orientación por parte de los profesores a los estudiantes, pues se corre el riesgo que estos se pierdan ante tanta información y se de al traste con los objetivos propuestos. Hay que tener en cuenta que la existencia de abundante información no genera conocimiento y mucho menos aprendizaje. Solo cuando estos medios estén en manos de los estudiantes, cuando se logra la adecuada interacción y cuando el estudiante es sujeto activo dentro del proceso, se pueden clasificar estos medios como medios de enseñanza y aprendizaje.

**Las formas de organización** *“son las maneras en que se manifiesta externamente la relación profesor-alumno, es decir, la confrontación del alumno con la materia de enseñanza bajo la dirección del profesor”* (Labarrere Reyes, G., 1988:137). Dependen de los métodos y facilitan el orden que favorece el proceso para alcanzar el objetivo. Propician la actividad independiente del estudiante, su autorregulación, autocontrol y el trabajo en equipo.

Según V. Uzuriaga *“las formas de organización en la enseñanza desarrolladora propician la actividad independiente del estudiante, son diversas y variadas para potenciar un enfoque integral en las actividades que se diseñan para los alumnos, permitiendo alcanzar las cualidades del aspecto procesal. Es decir, las particularidades de los procesos y propiedades intelectuales y la calidad de los mismos tales como un trabajo grupal, individual, independiente, original, fluido, lógico y productivo.”* (Uzuriaga, V. 2006:61)

Estas formas son hoy más diversas al incorporar las TIC, varían considerablemente si se utilizan los medios informáticos, pues las formas de desarrollar las clases adquieren otros matices. En la propuesta predominan las conferencias, las clases prácticas, las clases teórico prácticas, los seminarios y los laboratorios vinculadas con actividades en el EVA.

En estas actividades el profesor orienta el trabajo en el momento o con anterioridad, anuncia los objetivos que se propone alcanzar y ofrece las orientaciones necesarias para el trabajo en el EVA, texto u otros materiales. Los estudiantes se apropian de la información necesaria de forma individual o por equipos, según lo planificado por el profesor. Al final de estas actividades es importante un debate, que estimule en el estudiante el desarrollo del pensamiento matemático y su espíritu crítico. Estos debates se pueden organizar en el EVA, mediante foros de discusión o el Chat.

En el Tema I se propone realizar un seminario donde se trabajen los métodos de solución de sistemas de Cramer y el de la matriz inversa. En esta actividad se les exige a los estudiantes que hagan una investigación sobre el origen de estos métodos y que expongan ventajas y desventajas de los mismos.

Es recomendable efectuar una clase de Laboratorio, donde se vincule el asistente matemático al proceso de aprendizaje. Las potencialidades de este medio facilitan la interpretación gráfica de muchos de los resultados propuestos y la posibilidad de dar solución a problemas prácticos.

Las tareas extraclases incluyen la búsqueda de problemas que encaminen su solución al trabajo con matrices o sistemas de ecuaciones lineales. Además en este primer tema como parte de la evaluación se exige la entrega de una tarea con el uso de un asistente matemático.

Se pueden desarrollar seminarios utilizando el foro para debatir un tema específico. Si la decisión ha sido trabajar en equipos, se aprovecha la opción de esta herramienta donde cada equipo tendrá su espacio para debatir un tema, el cual puede ser llevado después al aula real.

El profesor puede combinar el uso de estas herramientas en dependencia de las características de los estudiantes y del tema a tratar.

La autopreparación del estudiante se realiza más cercana a sus necesidades, el estudiante en el EVA puede recorrer el camino que necesite y elegir para estudiar un determinado contenido. Además podrá revisar los temas discutidos en los foros de discusión, ver las dudas de los demás, las respuestas dadas por el profesor y sus compañeros de aula.

La tarea constituye un importante elemento en la integración de los contenidos teóricos y prácticos, lo que se potencia con el uso del material como una herramienta que posibilita una rápida comunicación entre el trabajo independiente (actividad práctica) y el contenido teórico que debe consultarse para la realización de las tareas.

El diseño de actividades de laboratorio pretende que el estudiante realice actividad práctica, a la vez que argumente teóricamente las operaciones experimentales que acomete y valore la importancia de los principios teóricos que las sustentan.

**La evaluación** *“es una función del sistema de dirección del proceso enseñanza-aprendizaje mediante el cual el profesor y los alumnos concientizan el grado de desarrollo de los alumnos y qué les falta aún para la consecución de los objetivos de aprendizaje.”* (Pérez, O. L. 2006:271). Es un reto para el estudiante, está ubicada dentro de su zona de desarrollo próximo y permite valorar sus logros e insuficiencias, para con ello reorientar el proceso tanto de enseñanza al profesor como de aprendizaje del estudiante.

La evaluación es periódica, continua, dinámica y en ocasiones informal. Debe promover la autoevaluación y coevaluación.

La utilización del EVA brinda la posibilidad de ampliar la concepción de la evaluación del aprendizaje, pues ya no serán las pruebas y los exámenes los únicos elementos de evaluación, el medio brinda la posibilidad de otras vías no formales.

Los cuestionarios facilitan que el estudiante se autoevalúe, la participación en el foro de discusión hace posible que todo el grupo pueda tener criterio sobre el aprendizaje de cada estudiante, lo cual debe tenerse en cuenta a la hora de la evaluación del estudiante.

El medio brinda la posibilidad al profesor de conocer las veces que el estudiante visita el EVA (Anexo 12), observar el desarrollo del proceso, conocer las características de los estudiantes y los contenidos más complicados para él. La autopreparación del estudiante adquiere otro nivel y puede ser considerada en la evaluación del aprendizaje de cada estudiante.

Con el empleo del EVA la evaluación se modifica sustancialmente, pues las posibilidades de dar cumplimiento a las tres funciones de la evaluación aumenta, en particular la función educativa, pues favorece que el estudiante defienda y argumente sus explicaciones contribuyendo a la formación de convicciones, formación de hábitos de estudio, el desarrollo del sentido de la responsabilidad y la autoevaluación.

Partiendo del sistema de evaluación vigente en la UCI para las asignaturas de la Disciplina Matemática (Anexo 1) donde el estudiante tiene la posibilidad de convalidar con cuatro o cinco puntos en dependencia de sus resultados sistemáticos, en la propuesta didáctica se sugieren cambios en la distribución de los puntos, además de agregar otras actividades de evaluación. Se propone incluir en la evaluación la participación de los estudiantes en el EVA, además de la entrega de una tarea individual con el uso de un asistente matemático y la inclusión de laboratorios, dadas las potencialidades de la Universidad. Se mantiene la tarea final por equipos donde se integra la asignatura con la Matemática II, así como un trabajo de control y las dos pruebas parciales.

Se mantienen los objetivos del sistema de evaluación en la UCI que son:

*“Lograr una mayor preparación de los estudiantes que conlleve a la obtención de mejores resultados, insistiendo en la calidad de los mismos, donde se vea la interrelación entre la asignatura y con otras asignaturas de la disciplina Matemática y otras disciplinas de la carrera.”*

*“Propiciar que los estudiantes desarrollen habilidades para el trabajo individual y en equipo, así como habilidades esenciales de la investigación.”*

*“Propiciar que los estudiantes un aprendizaje desarrollador a partir del uso del Entorno Virtual de Aprendizaje de la Asignatura Álgebra Lineal, así como el uso de asistentes matemáticos.” (Anexo 1)*

Se propone que el sistema de evaluación mantenga una calificación máxima de 60 puntos, así como lo establecido para el otorgamiento de la nota final, pero desglosados los puntos de la manera siguiente:

- a) Hasta 18 puntos de actividades frecuentes (preguntas escritas, seminarios, laboratorios) contempladas en el P-1 de las asignaturas y las que se aprueben por el colectivo de asignatura de Facultad hasta un máximo de 12.
- b) Hasta 12 puntos para las demás actividades frecuentes (ejemplo: participación en Conferencias, Clases Prácticas, Clases Teórico Prácticas y participación en el Entorno Virtual de Aprendizaje) como criterio del profesor. Se evaluarán con 0, 1, 2, 3, hasta 12, de forma acumulativa.
- c) Hasta 18 puntos acumulados de la siguiente forma:
  - Un Trabajo de Control en Clase del Tema I, de una hora lectiva, que aporte 4 puntos.
  - Una Prueba Parcial del Tema II, de dos horas lectivas, que aporte 7 puntos.
  - Una Prueba Parcial de los Tema III y IV, de dos horas lectivas, que aporte 7 puntos.
- d) Se otorgarán hasta 4 puntos por la entrega de una tarea extraclase individual, donde se trabaje con un asistente matemático. Esta tarea será de los Temas I, II y III.
- e) Se otorgará hasta 8 puntos, por un tarea extraclases integradora o proyecto integrador donde se evalúe la interrelación del Álgebra Lineal y la Matemática II. Esta tarea será por equipo y se expondrá ante un tribunal integrado por profesores de ambas asignaturas.

Se incluirá un encuentro comprobatorio, a consideración del profesor, conciliado siempre con el colectivo de asignatura de la Facultad, para aquellos

estudiantes que en las evaluaciones parciales no han demostrado vencer algunos de los objetivos de la asignatura.

La propuesta didáctica apoyada en el EVA que se propone para la asignatura Álgebra Lineal para Ingenieros Informáticos en la UCI puede contribuir a resolver algunas de las insuficiencias identificadas como:

- *Desarticulación de los programas de preuniversitario:* En la propuesta didáctica el diagnóstico es fundamental para el éxito en la asignatura. Aquellos estudiantes con insuficiencias en su formación matemática se les propone que cursen aquellos temas en que más dificultades presentan, con el objetivo de obtener la base necesaria para asimilar los contenidos del curso. En el módulo de bienvenida al curso de Álgebra Lineal el profesor propone un libro que incluye los temas de preparación previa para el curso. El estudiante en dependencia de sus necesidades estudia estos temas y se enfrenta al cuestionario que el profesor propone para diagnosticar el nivel de partida de los estudiantes. En dependencia de los resultados en este diagnóstico el profesor orientará una lección, esta actividad permite al estudiante ir avanzando en los contenidos previos demostrando resultados.
- *Pobre incorporación de las nuevas tecnologías:* Se montó el curso de Álgebra Lineal en el EVA de la Universidad, con la correspondiente utilización de herramientas tecnológicas.
- *Los programas no tienen en cuenta la existencia de asistentes matemáticos:* En la propuesta didáctica se incluye el uso de asistentes matemáticos dentro de la secuencia de actividades del curso. Están programadas actividades de laboratorio, entrega de tareas evaluativas y su uso en conferencias y clases prácticas y otras formas de organización.
- *Bibliografía importada:* El país no está en condiciones de editar textos para la diversidad de programas de matemáticas. Dada esta situación en la asignatura Álgebra Lineal para informáticos el texto que se utiliza es un texto para ingenieros en general. El uso del EVA incluye materiales complementarios con el contenido del curso, así como bibliografía específica de la asignatura para informáticos, además de los recursos y las actividades, lo que en su conjunto constituye bibliografía de consulta para el curso.

En general la propuesta didáctica aporta:

- Rediseño de la forma de impartir el tema uno, comenzando por el tema de matrices.
- Hacer uso del asistente matemático DERIVE, con los cambios que debe provocar en las formas de organización del proceso de enseñanza aprendizaje, en el sistema de evaluación y en la forma de impartir los contenidos.
- El montaje del curso en el EVA, tratando de emplear al máximo sus potencialidades.
- Incorporación de nuevas formas de evaluación y redistribución de la puntuación.

#### **2.4 Valoración de la Propuesta Didáctica.**

La propuesta didáctica que se propone fue sometida a criterio de especialistas. Se utilizaron técnicas de estadística descriptiva, para el tratamiento de los datos obtenidos de la encuesta aplicada a estos.

Se consideró como especialista a profesionales que por su dominio del tema son capaces de ofrecer valoraciones sobre la propuesta didáctica y hacer recomendaciones respecto a sus aspectos fundamentales.

Se exigieron como requisitos para integrar la lista de especialista ser profesor de Matemática Superior y tener experiencia en el uso de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Respondieron a la solicitud de avalar la propuesta 15 especialistas, ocho de los cuales trabajan actualmente en la UCI, cuatro de los especialistas proceden de la Universidad de Pinar del Río, dos de la Universidad de la Habana y uno del Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría" (CUJAE).

El nivel científico, la categoría docente y el número de estos expertos se refleja en la tabla siguiente:

<b>Nivel científico y categoría docente.</b>	<b>Número.</b>
Titular y Doctor.	2
Auxiliar y Doctor.	3
Asistente y Doctor.	2
Master y Auxiliar.	2

Master y Asistente.	2
Licenciado y Asistente.	2
Licenciado e Instructor.	2

A los especialistas se les ofreció la información sobre la propuesta didáctica mediante los siguientes documentos:

1. Resumen de la Propuesta Didáctica.
2. Propuesta de Programa Analítico de la Asignatura (Anexo 9).
3. Propuesta de Plan Calendario de la Asignatura. (Anexo 10 )
4. Propuesta de Sistema de Evaluación de la Asignatura.
5. Propuesta del Sistema de Recursos para el EVA.
6. Propuesta del Sistema de Actividades para el EVA.

Para someter a criterio de los especialistas la propuesta didáctica elaborada por el autor de esta tesis, se procedió a aplicar la encuesta que se recoge en el Anexo 13.

Se garantizó la evaluación de los especialistas de forma independiente, propiciando el anonimato, brindando la posibilidad de exponer sus argumentos sobre el aspecto que desearan.

En el Anexo 14 se expone el tratamiento estadístico realizado. Valorando los resultados obtenidos se puede concluir que:

- Ningún documento fue evaluado de poco adecuado o inadecuado.
- Las propuestas de sistema de recursos y sistema de actividades recibieron evaluaciones de un 100% entre muy adecuado y bastante adecuado.
- El documento de más resistencia al cambio es la propuesta de sistema de evaluación con un 80% entre muy adecuado y bastante adecuado.

Los análisis porcentuales en las calificaciones de los especialistas de muy adecuado y bastantes adecuado, reflejan el grado de aceptación de los documentos y de la propuesta didáctica.

Las opiniones ofrecidas por los especialistas estuvieron dirigidas a la propuesta didáctica en general y se resumen a continuación.

- El tema abordado es importante, toca un aspecto medular en la UCI, el uso de la tecnología informática en la docencia, el cual es necesario por las potencialidades tecnológicas de que dispone.

- La propuesta didáctica debe ser implementada en la UCI por su valor y aplicabilidad.
- El curso de Álgebra Lineal en el EVA basado en la propuesta didáctica puede servir para la preparación de los jóvenes profesores y los alumnos ayudantes.
- Es interesante porque el EVA reúne herramientas que facilitan la interacción entre los protagonistas del proceso.

El análisis cualitativo de la información recibida por las diferentes vías y su procesamiento estadístico permiten valorar de forma positiva la propuesta didáctica. Además evidencia su factibilidad de aplicación ya que responde a las necesidades reales de la UCI.

## CONCLUSIONES

- El Álgebra Lineal es fundamental en la formación de los Ingenieros Informáticos. Es la base conceptual para el desarrollo de otras asignaturas de la Disciplina Matemática y de la Especialidad. Permite modelar y solucionar diferentes problemas, lo que favorece la formación de un pensamiento productivo, creador y científico.
- Los postulados del Enfoque Histórico Cultural y el aprendizaje desarrollador como concepción pedagógica asumida proporcionan ideas de gran valor teórico que favorecen la utilización del entorno virtual de aprendizaje en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera de Ingeniería Informática en la UCI, pues constituye una teoría centrada en el desarrollo integral de la personalidad.
- El diagnóstico de la situación actual de proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera de Ingeniería Informática en la UCI evidenció insuficiencias en la preparación de los estudiantes que ingresan a la UCI, que no es sistemático el uso del diagnóstico continuo de los estudiantes por parte de los profesores, inestabilidad y diversidad en la formación del colectivo de profesores de la asignatura y que no se aprovechan las potencialidades de las TIC, dentro de estas los asistentes matemáticos y el EVA.
- La propuesta didáctica que se presenta en esta tesis incluye modificaciones al proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en el primer año de la carrera de Ingeniería Informática en la UCI, considerando los indicadores presentados para un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador.

El cambio se da en las siguientes direcciones:

- Estructuración del contenido del Tema I, se propone comenzar con matrices.
- Se propone un Programa Analítico de la asignatura, un Plan Calendario y dentro de las formas de organización incluir

clases de laboratorio, para el uso del asistente matemático DERIVE.

- Cambios en el sistema de evaluación de la asignatura, con una nueva redistribución de los puntos, teniendo en cuenta la participación en el EVA como un elemento a medir.
  - Perfeccionamiento de los medios de enseñanza y aprendizaje a utilizar en la asignatura, a partir de la utilización del EVA y sus posibilidades de interacción con los recursos y las actividades.
  - El uso del EVA facilita la comunicación, lo que potencialmente permite combinar la modalidad de educación presencial y semipresencial y el aprendizaje individual y colectivo.
- Los resultados obtenidos en la constatación de la factibilidad de la propuesta didáctica son positivos y evidenciaron que por las características de la UCI el tema abordado es necesario, que la propuesta didáctica deber ser implementada por su valor y aplicabilidad, que el curso de Álgebra Lineal en el EVA puede servir para la autopreparación de los profesores y los alumnos ayudantes, y que el EVA reúne herramientas que facilitan la interacción de los protagonistas del proceso.

## RECOMENDACIONES

- Aplicar la propuesta didáctica presentada para desarrollar el curso de Álgebra Lineal con los estudiantes que cursan el primer año de la carrera de Ingeniería Informática en la UCI y continuar su perfeccionamiento.
- Perfeccionar la capacitación de estudiantes y profesores en el uso del EVA para alcanzar resultados superiores en la aplicación de la propuesta didáctica.
- Desarrollar el sistema de recursos y el sistema de actividades de la asignatura para el EVA.
- Divulgar los resultados de esta investigación en los Centros de Educación Superior en los que se estudie la carrera Ingeniería Informática.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Alemán de Sánchez, Ángela. (2001). "La enseñanza de la Matemática asistida por computadora", Panamá. Material digital.
- 2 Álvarez de Zayas, C. (1999). La Escuela y la Vida. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana. Cuba.
- 3 Álvarez de Zayas, Rita M. (1997). Hacia un Currículum Integral y Contextualizado. Editorial universitaria. Honduras.
- 4 Antecedentes – MoodleDocsAntecedentes. (2006). Tomado del Sitio de Internet: <http://docs.moodle.org/es/Antecedentes> Fecha: 6-12-06.
- 5 Área Moreira, Manuel. (2006). ¿Qué aporta Internet al cambio pedagógico en la Educación Superior? Tomado del sitio de Internet <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/a12.pdf> Fecha: 12-12-06.
- 6 Becerra Alonso, M. J y La O Thureaux, A. (2002). Habilidades para el Aprendizaje en la Educación Superior. Editorial Félix Varela.
- 7 Betancourt Morejón, J. (1997). Estrategias para pensar y crear. En: Colectivo de autores. Pensar y Crear. Educar para el cambio. La Habana. Editorial Academia.
- 8 Borroto Carmona, Gerardo, (2000). El contenido como categoría de la didáctica. En Curso docencia Universitaria elaborado por el CREA. Material digital.
- 9 Borroto Carmona, Gerardo. (2006). La creatividad en los espacios virtuales de aprendizaje. Conferencia impartida en el curso "Creatividad y aplicaciones de las TIC en la Educación Superior. Tomado del sitio <http://teleformacion.Uci.cu/mod/resource/view.php?id=10313> Fecha 10-9-06.
- 10 Brito, H. (1988). Habilidades y Hábitos. Consideraciones psicológicas para su manejo pedagógico. Revista Varona (CU) No. 2.
- 11 Cabrera Albert, Juan Silvio. (2004). Fundamento de un Sistema Didáctico del Inglés con Fines Específicos Centrado en los Estilos de Aprendizaje. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Centro de Estudio de Ciencias de la Educación Superior (CECES). Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca".

- 12 Calderón, José y otros. (1986). "Complemento de Geometría Analítica". Editorial Pueblo y Educación.
- 13 Calderón Arioza, Regla. (1995). La enseñanza del Cálculo Integral, una alternativa basada en el Enfoque Histórico Cultural. Tesis de Doctorado.
- 14 Campistrous Pérez, Luis y Celia Rizo Cabrera. (2001). Ponencia presentada en la Reunión sobre la Tecnología en la Enseñanza de la Matemática, febrero del 2001 en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Material digital.
- 15 Características del Moodle. (2006). Tomado de MoodleDocs, la enciclopedia libre. Fecha: 6-12-06. Material del sitio: <http://docs.moodle.org/es/Caracter%C3%ADsticas>.
- 16 Carballosa, W; de la Cruz, R; Arcia, M; Cruz, J. (2006). Formación Matemática del Ingeniero Informático. Conferencia dictada en el Evento ReIme-20. Camaguey. Material digital.
- 17 Castañeda, E. (2003). Preparación Pedagógica Integral para profesores universitarios. Capítulo 10: El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje a comienzos del siglo XXI. ISPJAE, Editorial Félix Varela, Cuba.
- 18 Castañeda, E. (2006-a). Conferencia No 1: "Las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como proceso cultural y las bases de su impacto en la actividad educativa. Un acercamiento desde lo tecnológico." Aplicaciones de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje. Bajado del sitio: <http://teleformacion.cujae.edu.cu/cvr/>. Fecha 7-9-06.
- 19 Castañeda, E. (2006-b). Conferencia No 2: "¿Qué modelo, que Gestor y qué Centro de Recursos Virtuales debo comprar?, ¿Cuándo y cómo debo hacerlo?" Aplicaciones de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje. Bajado del sitio: <http://teleformacion.cujae.edu.cu/cvr/>. Fecha 7-9-06.
- 20 Castañeda, E. (2006-c). "El Modelo del Profesional y la Enseñanza de la Ingeniería en los Albores del Siglo XXI. Reflexiones sobre una Experiencia de Diseño Curricular de algo más de diez años en la Carrera de Ingeniería Civil.". Recurso del curso de Diseño Curricular. Fecha 7-9-06. Bajado del sitio:

- <http://teleformacion.Uci.cu/mod/resource/view.php?id=3339>
- 21 Castañeda, P. (1998). Propuesta de Diseño de la Asignatura Matemática III para la Carrera de Telecomunicaciones y Electrónica Aplicando un Asistente Matemático. Tesis en opción al título de Master en Matemática Avanzada para la Ingeniería. Departamento de Matemática Aplicada. CUJAE.
  - 22 Castellanos Simons, D; Castellanos Simons, B y Llivina Lavigne, M. (2000). El proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador en la Secundaria Básica, Centro de Estudios Educativos, ISPEJV, Ciudad de la Habana, Cuba.
  - 23 Castellanos, D; Castellanos, B; Llivina, M y Silverio, M. (2001). Hacia una concepción del Aprendizaje Desarrollador. Colección proyectos. Centro de estudios educacionales Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona. La Habana Cuba.
  - 24 Castellanos, D; García, C y Reinoso, C. (2001-a). Para promover un aprendizaje desarrollador (Material digital en Microsoft Word). La Habana: Colección Proyectos. Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona".
  - 25 Castellanos Simons Doris y otros. (2005). Aprender y enseñar en la escuela \_ Una concepción desarrolladora\_. Editorial pueblo y educación. La Habana Cuba.
  - 26 Castro, Fidel. (1992). Luchadores por la calidad de la educación. Discurso clausura del encuentro 20 años después de la creación del destacamento pedagógico "Manuel Ascunce Doménech". Editora Política. Habana.
  - 27 Celestino, A., Echegaray, O. y Guenaga, G. (2003). Integración de la TIC en la Educación Superior. Material digital.
  - 28 Colectivo de Autores. (2002). Álgebra Lineal. Editora "Osvaldo Sánchez". Fábrica 01. Cuba.
  - 29 Cremades, Javier. (2000). Destacado jurista español insertado al mundo del digitalismo e Internet. Pág. 43.DPI/2083/Rev.1 – Marzo: 2000.
  - 30 Chávez, Justo. (2001). Actualidad de las tendencias educativas, Pedagogía 2001, Ciudad de la Habana.
  - 31 CUJAE. (2004). Informe de la reunión de la Comisión Nacional de Matemática de Ciencias Técnicas para el Perfeccionamiento de los Programas de las disciplinas de Matemáticas en carreras de Ciencias Técnicas. Comisión Nacional de Ciencias Básicas para Ciencias Técnicas. Material Digital.

- 32 Curso rápido de Moodle. (2006). Fecha 15-5-06. Tomado del sitio <http://teleformacion.Uci.cu/course/view.php?id=95> .
- 33 Delgado Rubí, Juan Raúl. (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 por la Opción del Grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
- 34 Díaz Barriga, F y Hernández, G. (1998). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México. McGraw – Hill Interamericana Editores, SA.
- 35 Díaz Barriga, F y Muriá Vila, I. (1998-a). El desarrollo de habilidades cognoscitivas para promover el estudio independiente. Revista de Tecnología y Comunicación Educativas. (MX) Año 12. No. 27: 17 – 27, en – jun.
- 36 Díaz Fernández, Georgina. (2006). Concepción Teórico- Metodológica para el uso de la Computadora en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Educación Primaria. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”. Departamento de Informática Educativa.
- 37 Durán Benejam, Mayra. (2001). La introducción de algunas herramientas de la tecnología informática en Álgebra Lineal para Ingeniería Informática. Su impacto en la didáctica, Tesis en opción al título de Master en Ciencias de la Educación Superior, Mención Docencia e Investigación Educativa, CEPES.
- 38 Fariñas, G. (1989). La formación general de aprendizaje para la actividad de estudio, Editorial CEPES, Ciudad de la Habana. Cuba.
- 39 Fariñas, G. (1995). Maestro, una estrategia para la enseñanza, Editorial Academia, La Habana.
- 40 Fariñas, G. (2003). Apuntes para una teoría compleja del aprendizaje, en “Aprendizaje y perfeccionamiento escolar”. Monografía del Grupo de Investigación de la Comprensión y el Aprendizaje de la APC, Universidad Alcalá de Henares, Madrid.
- 41 Filosofía del Moodle. (2006). Tomado de MoodleDocs, la enciclopedia libre. Material del sitio: <http://docs.moodle.org/es/Filosof%C3%ADa> Fecha: 6-12-06.
- 42 Foro de discusión del Moodle. (2006). Sitio

- <http://moodle.org/mod/forum/view.php?id=694>.
- 43 González Dosil, María Cristina. (2006). Propuesta didáctica para la aplicación de la enseñanza basada en problemas a la formación semipresencial en la Disciplina de Geometría. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias pedagógicas. República de Cuba Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona". Facultad de formación de profesores de educación media superior. Departamento de Ciencias Exactas.
  - 44 González, O. (1999). El enfoque histórico cultural como fundamento de una concepción pedagógica. En: Colectivo de autores. Selección de Lecturas de la asignatura Tendencias Pedagógicas Contemporáneas. Maestría en Ciencias de la Educación Superior. Universidad de Matanzas.
  - 45 Harasim, S. y otros. (1999). Redes de Aprendizaje. Guía para la enseñanza y el aprendizaje en red. Barcelona: Gedisa.
  - 46 Hassan Montero, Yusef; Martín Fernández, Francisco Jesús; Hassan Montero, Dunia y Martín Rodríguez, Oscar. (2004). Arquitectura de la Información en los entornos virtuales de aprendizaje. Aplicación de la técnica Card Sorting y análisis cuantitativo de los resultados. Versión borrador del artículo publicado en: El Profesional de la Información, 2004, marzo-abril, v.13, n.2, pp. 93-99. Fecha: 6-3-07. Artículo bajado del sitio: <http://www.nosolousabilidad.com/hassan/cardsorting.pdf>.
  - 47 Hernández Fernández, Herminia. (1989). El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior Cubana: Experiencia en el Álgebra Lineal. Tesis de Doctorado.
  - 48 Hernández Fernández, Herminia. (2006). La huella de la Matemática en el pensamiento. Ministerio de Educación superior de la República de Cuba. Documento digital.
  - 49 Hernández Furones, Siomara. (2006). Programa Analítico de la Asignatura Álgebra Lineal en la UCI. Curso: 06-07. Fecha 9-9-06. Bajado del sitio <http://teleformacion.UCI.cu/mod/resource/view.php?id=13582>.
  - 50 Herrera Ochoa, Esperanza. (2005). Concepción teórico-metodológica desarrolladora del diseño didáctico de cursos para la superación a distancia de profesores en ambientes virtuales de enseñanza-aprendizaje. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Superior Pedagógico

- "Enrique José Varona". Facultad de Ciencias de la Educación.
- 51 Herrero Tunis, Elsa M. (2000). El problema de los objetivos en la enseñanza. Tomado del curso:"Docencia Universitaria", elaborado por el CREA. Material Digital.
  - 52 Herrero, Elsa; Martínez-Aparicio, Alfredo y Novoa, Luisa. (2003). Educación Superior Virtual en Cuba. Estudio preliminar de las experiencias en la aplicación de las Tecnologías de la información y las Comunicaciones en la Educación Superior.
  - 53 Klingberg, L. (1978). Introducción a la Didáctica General. Editorial Pueblo y Educación.
  - 54 Kostrikin, A. I. (1978). Introducción al Álgebra. Editorial Mir. Moscú.
  - 55 Krasnov, M. y otros. (2005). "Curso de Matemáticas Superiores para Ingenieros". Tomo I. Editorial Félix Varela. La Habana.
  - 56 Krutitskaya, N. CH. (1985). Álgebra Lineal. Preguntas y problemas. Editorial Mir. Moscú.
  - 57 Labarrere Reyes, G. y Valdivia, G. (1988). Pedagogía. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana. Cuba.
  - 58 Labarrere Sarduy, A. (1994). Pensamiento. Análisis y autorregulación en la actividad cognoscitiva de los alumnos. México. Angeles Editores, SA.
  - 59 Martí, José. (1985). Revista Universal México, 12 de enero de 1876, Obras completas. Edición crítica. Centro de estudios martianos, 1985, t.2, p.251.
  - 60 Martínez Canalejo, Humberto. (2002). Enseñanza del Álgebra Lineal para Ingenieros en un entorno computacional. Material Digital.
  - 61 Martínez Cruz, A. (2000). Alternativa metodológica que propicie un aprendizaje desarrollador en los alumnos del colegio de bachilleres en el área histórico social. Iguala, Gro. 120 h. Tesis (en opción al título académico de Master en Investigación Educativa) Ministerio de Educación.
  - 62 Martínez Leyet, Olga L. (2002). Metodología para la utilización de las NTIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje del idioma inglés en las carreras de ingeniería. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias de la Educación. ISP "José Antonio Echeverría". Centro de Referencia para la Educación de Avanzada. Ciudad de la Habana.
  - 63 McCormack, C. y Jones, D. (1998). Building a Web-based Education System.

- Nueva York: Wiley Computer Publishing. Material digital.
- 64 Meade Manuel. (1998). Revista "Transferencia", Año 10, No 41, Enero de 1998. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.
  - 65 MES. (2004). Dirección de Informatización. Selección de Documentos. Para la capacitación de profesores e investigadores en el manejo de información electrónica.
  - 66 Noriega, T. y Arazosa, H. (2000). Álgebra. Editora "Osvaldo Sánchez".
  - 67 Pérez Carrera, Pedro. (1997). Conferencias impartidas en la maestría de Matemática Avanzada para Ingeniería en ISPJAE. Material Digital.
  - 68 Pérez Carrera, Pedro. (1996). Matemática asistida por ordenador. Cálculo Infinitesimal. Universidad Politécnica de Valencia. Material Digital.
  - 69 Pérez Lazo de la Vega, María Cristina. (2001). Estrategia didáctica para la resolución de problemas de Geometría Descriptiva en la carrera de Ingeniería Mecánica en Cuba. Tesis presentada en Opción al Grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría".
  - 70 Pérez, O. L. (2000). 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 de doctorado, Universidad de Camaguey, Cuba.
  - 71 Pérez, O. L. (2006). ¿Cómo diseñar el sistema de evaluación del aprendizaje en la enseñanza de las matemáticas? Tomado de la Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. Vol.9, Núm.2. 2006.
  - 72 Pérez-Fernández, Javier: (1997). "Los manipuladores simbólicos en la enseñanza de la Matemática", Conferencia en el 8vo Congreso Internacional de Educación Matemática, Sevilla, 1997. Material Digita.
  - 73 Polanco, Hugo. (2002). Entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en la educación a distancia. Fecha 6-3-07. Artículo bajado del sitio: <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/entornosvirtuales.pdf> .
  - 74 Pozo, J. I; Monereo, C y Castelló, M. (2001). El uso estratégico del conocimiento. En: Coll, C; Palacios, J y Marchesí, A. Psicología de la Educación Escolar. Madrid. Alianza Ed.
  - 75 Relan, A. y Gillani, B. (1999). Multimedia interactiu i aprenentatge per mitjà del web: semblances i diferències. En Sangrà, A. y Duart, J. (1999) Aprenentatge i

- Virtualitat. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- 76 Rodríguez, Inma y Ryan, Gerard. (2001). Integración de materiales didácticos hipermedia en entornos virtuales de aprendizaje: retos y oportunidades. Revista Iberoamericana de Educación. Número 25. Profesión docente. Enero-abril 2001. Fecha 6-3-07. Sitio: <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/entornosvirtuales.pdf> .
  - 77 Rodríguez Sosa, José Benito. (2003). Una propuesta metodológica para la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Funciones Matemáticas. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona". Facultad de Ciencias. Departamento de Matemática.
  - 78 Santaló, Luis A. (1994). Matemática para no matemáticos. En Didáctica de Matemáticas. Aportes y reflexiones. Paidós. Argentina.
  - 79 Silva Rehermann, Celiar. (1985). Matemática Básica Superior. Editorial Científico-Técnica. Ministerio de Cultura. Ciudad Habana. Cuba.
  - 80 Solís González, Yohandra. (2004). Propuesta Didáctica para el desarrollo de estrategias de aprendizaje con el apoyo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Centro de Referencia para la Educación de Avanzada.
  - 81 Suarez Guerrero, Cristóbal. (2007). Los entornos virtuales de aprendizaje como instrumentos de mediación. Universidad de Salamanca. Fecha 10-3-07. Artículo bajado del sitio: [http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_04/n4\\_art\\_suarez.htm](http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_04/n4_art_suarez.htm).
  - 82 Suárez Guerrero, Cristóbal. (2005). Los entornos virtuales de aprendizaje como instrumento de mediación. Universidad de Salamanca. Material Digital.
  - 83 Talizina, N. (1989). Procedimientos iniciales del pensamiento lógico. Universidad de Camaguey-DEPES.
  - 84 Talizina, N. (1985). Conferencias sobre los fundamentos psicopedagógicos de la Educación Superior. Universidad de la Habana. Material Digital.
  - 85 Torres Rodríguez, Grisel de los Ángeles. (2006). Propuesta Didáctica para la Enseñanza y el Aprendizaje de Geometría Analítica con la utilización de un sitio

- Web de Álgebra Lineal y Geometría Analítica en la carrera de Ingeniería Mecánica. Tesis en opción al título de master en Ciencias de la Educación Superior, Mención Docencia Universitaria e Investigación Educativa. CUJAE, CREA.
- 86 UCI. (2003). Organización del proceso docente de la asignatura Álgebra Lineal durante el curso 2003-2004. P-1 Material digita.
- 87 UCI. (2004). Síntesis del plan de estudio de Ingeniería Informática en la UCI. Curso 2004-2006. Material digital.
- 88 UCI. (2005). Objetivos de 1ro a 5to año del plan de formación curricular en la UCI. Material Digital.
- 89 UCI. (2006). Sistema de Teleformación de la UCI. Dirección de Teleformación. Fecha: 9-9-06. Sitio: <http://teleformacion.UCI.cu/mod/resource/view.php?id=8849>.
- 90 UCI. (2006-a). Selección de un EVA para la UCI. Dirección de Teleformación. Fecha 9-9-06. Sitio: <http://teleformacion.UCI.cu/mod/resource/view.php?id=2066>.
- 91 UCI. (2006-b). Organización del proceso docente de la asignatura Álgebra Lineal durante el curso 2006-2007. P-1. Material digital del sitio: <http://teleformacion.Uci.cu/mod/resource/view.php?id=15454> Fecha 7-9-06.
- 92 UCI. (2006-c). Modelo del Profesional en la UCI. Material digital.
- 93 UCI. (2006-d). La formación del profesional en la UCI. Documento sobre la situación actual y Perspectivas de trabajo en el área docente. Principales ideas presentadas en el claustro de inicio de curso 2006-2007. Octubre 2006. Fecha 7-11-06. Material bajado del sitio. [http://intranet.uci.cu/CGI\\_BIN/docs\\_docencia/LA%20FORMACION%20DEL%20PROFESIONAL](http://intranet.uci.cu/CGI_BIN/docs_docencia/LA%20FORMACION%20DEL%20PROFESIONAL).
- 94 UCI. (2007). Análisis del Proceso Docente en el Primer Semestre del Curso 2006-2007 en la UCI. Claustro Universitario. Abril/2007. Material Digital.
- 95 UCI. (2007-a). Sistema de Evaluación en las asignaturas de la disciplina Matemática en la carrera de Ingeniería Informática en la UCI. Segundo semestre. Curso 2006-2007. Fecha 12-4-06. Sitio <http://teleformacion.Uci.cu/mod/book/view.php?id=17141&chapterid=458>
- 96 Uzuriaga López, Vivian Libeth. (2006). Una propuesta de enseñanza del

- Álgebra Lineal para los estudiantes de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño. IPLAC. Ciudad de La Habana,
- 97 Vaquero Sánchez, A., (1998). La tecnología de la educación. TIC para la enseñanza, la formación y el aprendizaje, Material digital.
  - 98 Valenciaga, Carlos. (2005). "Amar a nuestros alumnos como a nuestros propios hijos, y educarlos en el ejemplo, es un desafío que tenemos por delante." Intervención en el claustro de profesores de la UCI, el 8 de octubre. Imprenta Alejo Carpentier.
  - 99 Vecino, F. (2006). Mesa redonda "Universidad 2006". Programa de televisión. 15-2-06.
  - 100 Vigotsky, L. S. (1966). Pensamiento y lenguaje, La Habana: Edición RevolUcionaria.
  - 101 Vigotsky, L. S. (1979). El desarrollo de los procesos psíquicos superiores. Barcelona. Editorial Crítica.
  - 102 Vigotsky, L. S. (1995). Interacción entre enseñanza y desarrollo, en Selección de Lecturas de Psicología Infantil y del Adolescente, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana.
  - 103 Vigotski, L. S. (2000). Obras escogidas. Tomo III. Madrid. Editorial Visor.
  - 104 Villanueva, Yanet. (2005). Los medios de enseñanza y aprendizaje sustentados en las TIC. Una propuesta para la Matemática Básica. Tesis en opción al Título Académico de Master en Ciencias de la Educación Superior en la Mención de Docencia Universitaria e Investigación Educativa. CUJAE, CREA.
  - 105 Zilberstein, J. (1995). Procedimientos Didácticos para estimular el aprendizaje de los alumnos y el desarrollo de su pensamiento en la asignatura Ciencias Naturales de la Escuela Primaria. Tesis Doctoral. ICCP. La Habana, Cuba.
  - 106 Zilberstein, J. y Silvestre, M. (1999). Una didáctica para una enseñanza y un aprendizaje desarrollador.
  - 107 Zilberstein, J. (2000). ¿Cómo hacer más eficiente el aprendizaje? Ediciones CEIDE, Mexico, 2000.
  - 108 Zilberstein, J. (2002-a). Tendencias acerca de la enseñanza y el aprendizaje escolar. En Zilberstein, J y Silvestre, M. 2002. Diagnóstico y Transformación de

- la Institución Docente. San Luis de Potosí. Ediciones CEIDE. p 3 - 48.
- 109 Zilberstein, J. (2002-b). Métodos, procedimientos didácticos y formas de organización de la enseñanza y el aprendizaje. En Curso docencia Universitaria elaborado por el CREA. Material digital.
  - 110 Zilberstein, J. (2002-c). Los medios de enseñanza y aprendizaje una importante categoría didáctica. En Curso docencia Universitaria elaborado por el CREA. Material digital.
  - 111 Zilberstein, J. (2003). Categorías de una didáctica desarrolladora. Posición desde el enfoque histórico – cultural. En: Colectivo de autores. Preparación pedagógica integral para profesores universitarios. La Habana. Editorial Félix Varela.
  - 112 Zilberstein, J. (2003-a). Control y evaluación. Diagnóstico pedagógico, su importancia para la formación integral de los estudiantes. En: Colectivo de autores. Preparación pedagógica integral para profesores universitarios. La Habana. Editorial Félix Varela. P 111 – 128.
  - 113 Zilberstein, J. (2003-b). Principios didácticos en un proceso de enseñanza aprendizaje que instruya y eduque. En: Colectivo de autores. Preparación pedagógica integral para profesores universitarios. La Habana. Editorial Félix Varela. P 111 – 128.
  - 114 Zilberstein, J. (2005). Didáctica Desarrolladora. Posición desde el enfoque histórico cultural. Tomado del capítulo 5 del libro "Didáctica Desarrolladora" desde el Enfoque Histórico Cultural, de J. Zilberstein y M, Silvestre. Ediciones CEIDE. México.
  - 115 Zilberstein, J. (2005-a). Necesidad de establecer principios didácticos en un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador. Tomado del capítulo 6 del libro "Didáctica Desarrolladora" desde el Enfoque Histórico Cultural, de J. Zilberstein y M, Silvestre. Ediciones CEIDE. México.

## ÍNDICE DE ANEXOS

1. Sistema de Evaluación de la Disciplina Matemática en la UCI.
2. Uso de las TIC; y la computadora, los asistentes matemáticos y el EVA como parte de estas.
3. Encuesta sobre el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal.
4. El procesamiento estadístico de la encuesta sobre el uso de las TIC; y la computadora, los asistentes matemáticos y el EVA como parte de estas.
5. Procesamiento estadístico de la encuesta sobre el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal.
6. Encuesta a profesores que imparten Álgebra Lineal.
7. Procesamiento estadístico de la encuesta a profesores que imparten Álgebra Lineal.
8. Guía de entrevista a profesores de experiencia.
9. Propuesta de Programa Analítico de la Asignatura.
10. Propuesta de Plan Calendario de la Asignatura. P-1.
11. Contenidos de algunos de los libros del módulo de bienvenida al curso de Álgebra Lineal.
12. Seguimiento del estudiante en el Moodle, además muestra un diagnóstico con preguntas de selección múltiple.
13. Encuesta a especialista para valorar la propuesta didáctica.
14. Procesamiento estadístico de la encuesta a especialistas.

## Anexo 1

### Sistema de Evaluación de la Disciplina Matemática en la UCI.



**DDC – MATEMÁTICA**

**“Todos somos muy ignorantes. Lo que ocurre es que no todos ignoramos las mismas cosas”  
Albert Einstein**

Miércoles, 15 de marzo de 2006  
“Año de la Revolución Energética en Cuba”

SISTEMA DE EVALUACIÓN en las asignaturas de LA DISCIPLINA  
MATEMÁTICAS en la carrera de Ingeniería Informática en la UCI.  
Curso 2005-2006 Segundo Semestre.

Teniendo en consideración los análisis hechos en los Consejos Docentes, en el departamento y la colaboración del CICE acerca del sistema de evaluación de la disciplina de Matemáticas, el mismo queda de la siguiente manera.

Nos proponemos los siguientes objetivos:

*“Lograr una mayor preparación de los estudiantes que conlleve a la obtención de mejores resultados, insistiendo en la calidad de los mismos, donde se vea la interrelación entre las asignaturas de la disciplina y con otras disciplinas de la carrera.”*

*“Propiciar que los estudiantes desarrollen habilidades para el trabajo en equipo y habilidades esenciales de la investigación.”*

I. Se propone que el sistema mantenga del curso anterior los aspectos formales, es decir:

Una calificación máxima de 60 pts desglosado por:

- a) Hasta 20 pts de actividades frecuentes (preguntas escritas y seminarios) contempladas en los P1 de las asignaturas y las que se aprueben por el colectivo de asignatura de facultad hasta un máximo de 10.
- b) Hasta 5 pts para las demás actividades frecuentes (ejemplo: participación en clases) como criterio del profesor. Se evaluarán con 0, 1, 2, 3, 4 y 5 de forma acumulativa.
- c) Hasta 25 pts acumulados por las asignatura Matemática II y Álgebra Lineal de la siguiente forma:
  - \* Matemática II: 1 Trabajo de Control en Clase de 5 puntos y 2 Pruebas Parciales de 10 puntos cada una.
  - \* Álgebra Lineal: 1 Trabajo de Control en Clase de 5 puntos y 2 Pruebas Parciales de 10 puntos cada una.
- d) Se hará un Trabajo Extraclase Integrador en las asignaturas Matemática II y Álgebra Lineal, por el que se otorgará hasta 10 puntos, se harán por equipos donde se evalúe la interrelación con otras asignaturas de la

disciplina y de otras disciplinas. En este trabajo participará en su evaluación un equipo de Profesores.

- c) En el caso de la asignatura Matemática 4 que no tiene examen final y la asignatura en si es una integración de todos los contenidos de la disciplina estudiados anteriormente. Se podrán acumular hasta 35 puntos por evaluaciones parciales de la siguiente forma:
  - 2 Pruebas Parciales de 10 puntos cada una y 1 tarea extraclase de 15 puntos.
- f) Las notas de cada Prueba Parcial y Trabajo de Control en Clase tienen carácter acumulativo, es decir, el estudiante puede obtener en cualquiera de estas actividades notas como: 0,1,2,3,...10

Se incluirá un encuentro comprobatorio, a consideración del profesor conciliado siempre con el colectivo de asignatura, para aquellos estudiantes que en las evaluaciones parciales no han demostrado vencer algunos de los objetivos de la asignatura.

II. a) Los estudiantes entre 54 y 60 puntos, acumulados en el semestre, obtienen la calificación final de 5 puntos y los que acumulen de 48 a 53 obtienen la calificación final de 4 puntos. En el caso de la asignatura Matemática 4 que no presenta examen final, se agrega que los estudiantes que acumulen de 40 a 47 puntos obtienen la calificación final de 3 puntos. Los estudiantes restantes con acumulado mayor o igual que 25 puntos se presentarán al examen final donde definirán la nota del mismo (2, 3, 4, 5). La nota final se dará teniendo en cuenta el recorrido del estudiante.

b) Los que tienen menos de 25 puntos, tienen nota final de 2 puntos. Teniendo derecho a presentarse a la convocatoria de extraordinario, previo análisis de la Facultad. Si la Facultad considera que no se ha ganado esa oportunidad, va directo a mundial.

El Departamento está llevando a cabo una fuerte Preparación Metodológica para la capacitación de los AA y profesores con el objetivo de en un futuro tener las condiciones para diseñar un sistema de seguimiento de los alumnos con problemas que les permita ir venciendo los objetivos aún no vencidos. Además el departamento en coordinación con el CICE diseñará una línea de investigación pedagógica donde se incluirá el tema del Sistema de Evaluación.

## Anexo 2

**Uso de las TIC; y la computadora, los asistentes matemáticos y el EVA como parte de estas.**

### Cuestionario para los Estudiantes.

Estimado estudiante: Con el objetivo de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Álgebra Lineal, solicitamos de Ud. que, responda el siguiente cuestionario.

1. El uso de los medios computarizados en el Álgebra Lineal fue para (Se admite más de una opción):  
 Conferencias.  
 Clases prácticas.  
 Explotación de asistentes matemáticos como DERIVE, MATLAB y otros.  
 El autoaprendizaje.  
 Otra respuesta.
  
2. En Álgebra Lineal Ud. trabajó con la computadora en los temas de (Se admite más de una opción):  
 Sistemas de Ecuaciones Lineales (SEL).  
 Matrices.  
 Determinantes.  
 Espacios Vectoriales.  
 Aplicaciones Lineales.  
 Diagonalización.  
 En ningún tema.  
 Otra respuesta.
  
3. ¿Influyó positivamente el uso de la computadora en su evaluación en la asignatura? (Una sola opción).  
 Siempre.  
 Algunas veces.  
 Nunca.  
 Otra respuesta.
  
4. Ud. considera necesario usar la computadora en el desarrollo de la asignatura (Una sola opción):  
 Siempre.  
 Frecuentemente.  
 Algunas veces.  
 Nunca.  
 Otra respuesta.
  
5. Me siento motivado a aprender si uso la computadora (Una sola opción):  
 En gran medida.  
 Algo motivado.  
 Nada motivado.  
 Otra respuesta.

6. Ud. utiliza las tecnologías informáticas para (*Se admite más de una opción*):

- Completar conocimientos.
- Comunicarse con otros compañeros a través del correo electrónico.
- Comunicarse con otros compañeros a través del Chat.
- Solo para buscar la información indicada por el profesor.
- El trabajo de la especialidad.
- Otra respuesta.

7. Sobre el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA)de la Universidad (*Se admite más de una opción*):

- Ud. ha matriculado el curso de Moodle para estudiante.
- Ha trabajado Ud. con el EVA.
- Conoce de las potencialidades del mismo.

Muchas gracias por su aporte.  
Profesor Iván León Giniebra.

### Anexo 3

#### Encuesta sobre el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal.

##### Cuestionario para los Estudiantes.

Estimado estudiante: Con el objetivo de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Álgebra Lineal, solicitamos de Ud. que, responda el siguiente cuestionario.

1. ¿Con cuánta frecuencia utilizó Ud. el libro de texto de la asignatura? (Se admite más de una opción).

- Habitualmente.
- Frecuentemente.
- Pocas veces o nunca porque los contenidos impartidos en las clases no se ajustaban al texto.
- Pocas veces o nunca porque no tengo hábito de estudiar por los libros de texto.
- Pocas veces o nunca, pues con las notas de clases me fue suficiente.
- Pocas veces o nunca porque el texto no está claro.
- Pocas veces o nunca porque el texto no me ayudaba.
- Pocas veces o nunca por otras razones.
- ¿Cuáles? \_\_\_\_\_
- Otra respuesta.

2. ¿Ud. accedió a los documentos de la asignatura situados en la red de la UCI? (Se admite más de una opción).

- Siempre.
- Generalmente.
- Pocas veces o nunca, pues con lo recibido en clases me fue suficiente para aprobar los exámenes.
- Pocas veces o nunca, pues no tengo hábito de usar la tecnología informática para estudiar.
- Otra respuesta.

3. Ud. considera que, la existencia de un Sitio para el Álgebra Lineal es (Una sola opción).

- Muy ventajoso.
- Bastante ventajoso.
- Poco ventajoso.
- Otra respuesta.

4. La motivación lograda por los ejemplos desarrollados en clases (conferencias y clases prácticas) fue para Ud. (Una sola opción).

- Muy alta.
- Moderada.
- Poca.
- Otra respuesta.

5. Los ejemplos explicados en clases (conferencias y clases prácticas) fueron para Ud. (*Una sola opción*).
- Muy comprensibles.
  - Moderadamente comprensibles.
  - Poco comprensibles.
  - Otra respuesta.
6. El nivel de explicación que brindó el profesor fue (*Una sola opción*).
- Muy accesible.
  - Bastante accesible.
  - Poco accesible.
  - Otra respuesta.
7. En opinión de Ud., los alumnos ayudantes (*Una sola opción*).
- Estaban bien preparados para desarrollar las actividades, y se comunicaban apropiadamente.
  - Estaban bien preparados para desarrollar las actividades pero, no se comunicaban apropiadamente.
  - No estaban bien preparados para el desarrollo de las actividades.
  - Otra respuesta.
8. ¿Los estudiantes estuvieron en condiciones de dar solución a los ejercicios y las tareas extraclases durante el curso? (*Una sola opción*).
- Siempre.
  - La mayor parte de las veces.
  - En pocas ocasiones.
  - Nunca.
  - Otra respuesta.
9. ¿Estuvo de acuerdo el contenido de las clases con el nivel de exigencia de los exámenes? (*Una sola opción*).
- Siempre.
  - En muchas ocasiones.
  - Pocas veces.
  - Nunca.
  - Otra respuesta.
10. ¿Con cuánta frecuencia Ud. realizó el estudio independiente orientado en cada clase? (*Se admite más de una opción*):
- Siempre.
  - La mayor parte de las veces.
  - Pocas veces o nunca, pues no tengo hábito de estudio independiente.
  - Pocas veces o nunca, porque no me fue necesario.
  - Otra respuesta.

11. Ud. estudia generalmente (*Se admite más de una opción*):
- Solo.
  - En grupo.
  - Me apoyo principalmente en los repasos del profesor.
  - Otra respuesta.
12. Ud. asistió a las consultas planificadas para la asignatura (*Una sola opción*).
- Habitualmente.
  - Frecuentemente.
  - Solo previamente a los exámenes.
  - Pocas veces o nunca.
  - Otra respuesta.
13. De los temas abordados en la asignatura marque los de mayor trascendencia para Ud. (*Se admite más de una opción*):
- Sistemas de Ecuaciones Lineales (SEL).
  - Matrices.
  - Determinantes.
  - Espacios Vectoriales.
  - Aplicaciones Lineales.
  - Diagonalización.
  - Otra respuesta.
14. ¿Considera que, los contenidos impartidos en la asignatura serán útiles para su desarrollo profesional? (*Una sola opción*).
- En gran medida.
  - Como preparación general.
  - Muy poco útiles.
  - No sé.
  - Otra respuesta.

Escriba algunas sugerencias que, a su juicio pueden contribuir al perfeccionamiento del Álgebra Lineal.

---



---



---



---



---

Muchas gracias por su aporte.  
 Profesor Iván León Giniebra.

#### Anexo 4

**El procesamiento estadístico de la encuesta sobre el uso de las TIC; y la computadora, los asistentes matemáticos y el EVA como parte de estas.**

1	
Los medios computarizados en Álgebra Lineal fueron usados para las conferencias.	%
Si.	78.3
No.	21.6
2	
Los medios computarizados en Álgebra Lineal fueron usados para las Clase Prácticas.	%
Si.	73.3
No.	26.6
3	
Los medios computarizados en Álgebra Lineal fueron utilizados para la explotación de asistentes matemáticos como DERIVE, MATLAB y otros.	%
Si.	28.3
No.	71.6
4	
Los medios computarizados en Álgebra Lineal fueron usados para el autoaprendizaje.	%
Si.	30.0
No.	70.0
5	
Los medios computarizados en Álgebra Lineal fueron usados otras cosas.	%
Si.	1.6
No.	98.3
6	
En Álgebra Lineal Ud. trabajó con la computadora en el tema Sistemas de Ecuaciones Lineales.	%
Si.	36.6
No.	63.3
7	
En Álgebra Lineal Ud. trabajó con la computadora en el tema Matrices.	%
Si.	66.6
No.	33.3
8	
En Álgebra Lineal Ud. trabajó con la computadora en el tema Determinantes.	%
Si.	33.3
No.	66.6
9	
En Álgebra Lineal Ud. trabajó con la computadora en el tema Espacios Vectoriales.	%
Si.	30.0
No.	60.0

10

En Álgebra Lineal Ud. trabajó con la computadora en el tema Aplicaciones Lineales.	%
Si.	31.6
No.	68.3

11

En Álgebra Lineal Ud. trabajó con la computadora en el tema Diagonalización.	%
Si.	30.0
No.	60.0

12

En Álgebra Lineal Ud. trabajó con la computadora en ningún tema.	%
Si.	16.6
No.	83.3

13

Otra respuesta	%
Si.	11.6
No.	88.3

14

¿Influyo positivamente el uso de la computadora en su evaluación en la asignatura?	%
Siempre.	31.6
Algunas veces.	56.6
Nunca.	10.0
Otra respuesta.	1.6

15

Ud. considera necesario usar la computadora en el desarrollo de la asignatura.	%
Siempre.	26.6
Frecuentemente.	36.6
Algunas veces.	36.6
Nunca.	0.0
Otra respuesta.	0.0

16

Se siente motivado a aprender si usa la computadora.	%
En gran medida.	58.3
Algo motivado.	36.6
Nada motivado.	3.3
Otra respuesta.	1.6

17

Ud. utiliza la tecnología informática para completar conocimiento.	%
Si.	90.0
No.	10.0

18

Ud. utiliza la tecnología informática para comunicarse con otros compañeros a través del correo electrónico.	%
Si.	70.0
No.	30.0

19

Ud. utiliza la tecnología informática para comunicarse con otros compañeros a través del Chat.	%
Si.	30.0
No.	70.0

20

Ud. utiliza la tecnología informática solo para buscar información indicada por el profesor.	%
Si.	25.0
No.	75.0

21

Ud. utiliza la tecnología informática para el trabajo de la especialidad.	%
Si.	55.0
No.	45.0

22

Otra respuesta.	%
Si.	8.3
No.	91.6

23

Ud. ha matriculado el curso de Moodle para estudiante.	%
Si.	33.3
No.	66.6

24

Ha trabajado Ud. alguna asignatura en el EVA.	%
Si.	100
No.	0.0

25

Conoce de las potencialidades del mismo.	%
Si.	75.0
No.	25.0

## Anexo 5

### Procesamiento estadístico de la encuesta sobre el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal.

1

Uso habitual del texto.	%	IC
Si.	16.7	8.3 – 28.5
No.	83.3	71.5 – 91.7

2

Uso frecuente del texto.	%	IC
Si.	40	27.3-53.5
No.	60	46.5-72.4

3

Ha usado el texto pocas veces o nunca porque, los contenidos impartidos en las clases no se ajustaban al mismo.	%	IC
Si.	3.3	0.5-11.5
No.	96.6	88.5-99.6

4

Ha usado el texto pocas veces o nunca porque, no tiene hábito de estudiar por libros de texto.	%	IC
Si.	23.3	13.4-36.8
No.	76.6	64-86.6

5

Pocas veces o nunca, pues con las notas de clases me fue suficiente.	%	IC
Si.	18.3	9.5-30.4
No.	81.6	69.6-90.5

6

Pocas veces o nunca porque, el texto no está claro.	%	IC
Si.	8.3	2.8-18.4
No.	91.6	81.6-97.2

7

Pocas veces o nunca porque el texto no me ayudaba.	%	IC
Si.	10	3.8-20.5
No.	90	79.5-96.2

8

Pocas veces o nunca por otras razones.	%	IC
Si.	8.3	2.76-18.74
No.	91.6	81.6-92.7

9

Otra respuesta.	%	IC
Si.	0	0-59.6
No.	100	94-100

10

Accedió siempre a los documentos situados en la red de la UCI.	%	IC
Si.	20.0	10.8-32.2
No.	80.0	67.7-89.2

11

Accedió generalmente a los documentos situados en la red de la UCI.	%	IC
Si.	56.6	43.2-69.4
No.	43.3	30.6-56.8

12

Pocas veces o nunca accedí, pues con lo recibido en clases me fue suficiente para aprobar.	%	IC
Si.	28.3	17.4-41.4
No.	71.7	58.6-82.6

13

Pocas veces o nunca accedí, pues no tengo hábito de usar la tecnología informática para estudiar.	%	IC
Si.	0	0-59.6
No.	100	94.6-100

14

Otra respuesta.	%	IC
Si.	6.7	1.8-16.2
No.	93.3	83.8-98.2

15

Ud. considera que, la existencia de un Sitio para el Álgebra Lineal es.	%	IC
Muy ventajoso.	65	51.6-76.9
Bastante ventajoso.	26.7	16.1-39.7
Poco ventajoso.	6.67	1.9-16.2
Otra respuesta.	1.6	0-8.9

16

La motivación lograda por los ejemplos desarrollados en clases fue para Ud.	%	IC
Muy alta.	31.7	20.3-45
Moderada.	56.7	43.2-69.4
Poca.	6.67	1.9-16.2
Otra respuesta.	1.67	0-8.94

17.

Los ejemplos explicados en clases fueron para Ud.	%	IC
Muy comprensibles.	43.3	30.6-56.8
Moderadamente comprensible.	50.0	36.8-63.2
Poco comprensible.	5.0	1.0-13.9
Otra respuesta.	1.67	0-8.94

18.

El nivel de explicación que brindó el profesor fue.	%	IC
Muy accesible.	40	27.6-53.5
Bastante accesible.	36.7	24.6-50.1
Poco accesible.	20	10.8-32.3
Otra respuesta.	3.3	0.4-11.5

19.

En opinión de Ud., los alumnos ayudantes.	%	IC
Estaban bien preparados para desarrollar las actividades, y se comunicaban apropiadamente.	41.7	29.1-55.1
Estaban bien preparados para desarrollar las actividades, pero no se comunicaban apropiadamente.	28.3	17.4-41.4
No estaban bien preparados para el desarrollo de las actividades.	11.7	4.8-22.6
Otra respuesta.	10.3	9.5-38.4

20.

Los estudiantes de su clase estuvieron en condiciones de dar solución a los ejercicios y las tareas durante el curso.	%	IC
Siempre.	10.0	3.8-20.5
La mayor parte de las veces.	76.7	64-86.6
En pocas ocasiones.	11.7	4.8-22.6
Nunca.	1.67	0-8.94
Otra respuesta.	0	0-59.6

21.

Estuvo de acuerdo el contenido de las clases con el nivel de exigencia de los exámenes.	%	IC
Siempre.	20	10.8-32.3
En muchas ocasiones.	66.7	5.3-78.3
Pocas veces.	8.3	2.76-18.74
Nunca.	1.67	0-8.94
Otra respuesta.	3.3	0.4-11.5

22.

Siempre realizaron el estudio independiente (EI) orientado en clases.	%	IC
Si.	10.0	3.8-20.5
No.	90	79.5-96.2

23

La mayor parte de las veces realizaron el EI orientado en clases.	%	IC
Si.	60.0	4.7-72.4
No.	40.0	27.6-53.5

24.

Pocas veces o nunca realice la tarea de EI, pues no tengo hábito de estudio independiente.	%	IC
Si.	25	14.7-37.9
No.	75	62.1-85.3

25.

Pocas veces o nunca realice el EI, porque no me fue necesario.	%	IC
Si.	8.3	2.76-18.74
No.	91.6	81.6-97.2

26.

Otra respuesta.	%	IC
Si.	3.3	0.4-11.5
No.	96.7	88.5-99.6

27.

Ud. estudia generalmente solo.	%	IC
Si.	43.3	30.6-56.8
No.	56.6	43.2-69.4

28

Ud. estudia generalmente en grupo.	%	IC
Si.	58.3	4.5-70.9
No.	41.7	29.1-55.1

29.

Para el estudio me apoyo principalmente en los repasos del profesor.	%	IC
Si.	51.7	38.4-64.8
No.	48.3	35.2-61.6

30.

Otra respuesta.	%	IC
Si.	0	0-59.6
No.	100	94-100

31.

Ud. asistió a las consultas planificadas para la asignatura	%	IC
Habitualmente.	30	18.8-43.2
Frecuentemente.	41.7	29.1-55.1
Solo previamente a los exámenes.	25	14.7-37.9
Pocas veces o nunca.	3.3	0.4-11.5
Otra respuesta.	0	0-59.6

32.

Considera que el tema SEL tiene trascendencia para Ud.	%	IC
Si.	56.7	43.2-69.4
No.	43.3	30.6-56.8

33

Considera que el tema de Matrices tiene trascendencia para Ud.	%	IC
Si.	76.7	6.4-86.6
No.	23.3	13.4-36.0

34

Considera que el tema Determinantes tiene trascendencia para Ud.	%	IC
Si.	30	18.8-43.2
No.	70	56.8-81.2

35.

Considera que el tema Espacios Vectoriales tiene trascendencia para Ud.	%	IC
Si.	18.3	9.5-30.4
No.	81.5	69.6-98.5

36.

Considera que el tema Aplicaciones Lineales tiene trascendencia para Ud.	%	IC
Si.	33.3	21.7-41.7
No.	66.7	5.3-78.3

37.

Considera que el tema Diagonalización tiene trascendencia para Ud.	%	IC
Si.	38.3	26.1-51.8
No.	61.7	48.2-73.9

38.

Otra respuesta.	%	IC
Si.	5.0	1.0-13.9
No.	95	86.1-99.8

39.

¿Considera que, los contenidos impartidos en la asignatura serán útiles para su desarrollo profesional?	%	IC
En gran medida.	28.3	17.4-41.4
Como preparación general.	58.3	4.5-70.9
Muy poco útiles.	6.67	1.9-16.2
No sé.	6.67	1.9-16.2
Otra respuesta.	0	0-59.6

\* IC: Intervalo de Confianza.

## Anexo 6

### Encuesta a profesores que imparten Álgebra Lineal.

Estimado Profesor:

Este instrumento es parte del trabajo de investigación: **"PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL EN UN ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE"**

Objetivos:

1. Conocer algunas características relevantes del Álgebra Lineal en nuestra institución.
2. Conocer sobre el empleo de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) en el curso de Álgebra Lineal.
3. Identificar las causas que obstaculizan la enseñanza de dicha asignatura.
4. Determinar las opiniones acerca de la importancia de esta materia en la preparación de los futuros ingenieros.

**Estimado colega, le pedimos respetuosamente que, Ud. conteste las siguientes preguntas.**

1. En nuestra asignatura, Ud. es (*Una sola opción*).  
 Profesor.  
 Alumno Ayudante.
2. ¿Cuántas veces ha impartido el curso de Álgebra Lineal? (*Una sola opción*).  
 Nunca.  
 Una vez.  
 Dos veces.  
 Más de dos veces.  
 Otra respuesta.
3. Ud. utiliza libro de texto (*Una sola opción*).  
 Sí, el oficial.  
 Sí, uno distinto del oficial.  
 No.  
 Otra respuesta.
4. Ud. utiliza en el curso las TIC (*Una sola opción*).  
 Habitualmente.  
 Frecuentemente.  
 Esporádicamente.  
 Nunca.  
 Otra respuesta.

5. Sobre el EVA (Entorno Virtual de Aprendizaje) (*Se admite más de una opción*):
- Ud. ha pasado algún curso que lo capacite para trabajar con el EVA.
  - Conoce Ud. las potencialidades del EVA para la enseñanza y el aprendizaje.
  - Considera Ud. necesario el uso del EVA para perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal.
  - Conoce la función del profesor creador de curso para el EVA.
  - Usted ha interactuado con el EVA.
6. El asistente matemático DERIVE: (*Se admite más de una opción*):
- Ud. lo tiene integrado a sus clases.
  - Lo usa Ud. en sus clases solo para comprobar los resultados de los ejercicios.
  - Lo tiene en cuenta para las evaluaciones de los estudiantes.
  - No lo usa nunca lo uso en mis clases.
7. La enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por (*Se admite más de una opción*):
- Realmente, no le encuentro obstáculos.
  - Imperfecciones en el Plan de Estudios de la Carrera.
  - Deficiencias en el Programa de la Asignatura.
  - Fallas en la preparación Metodológica.
  - Insuficiencias en la Base Material de Estudio.
  - Problemas con la tecnología.
  - Limitaciones del Sistema de Evaluación.
  - Lagunas en la preparación de los estudiantes.
  - Poca dedicación de los estudiantes.
  - Otra respuesta.
8. Según el criterio de Ud., el Álgebra Lineal en la Carrera de Ingeniería Informática tiene una importancia (*Una sola opción*).
- Alta.
  - Moderada.
  - Baja.
  - Ninguna.
  - Otra respuesta.

**Si Ud. desea formular algunas recomendaciones o sugerencias, le estaríamos muy agradecidos:**

---



---

Muchas gracias por su aporte.  
Profesor Iván León Giniebra.

## Anexo 7

### Procesamiento estadístico de la encuesta a profesores que imparten Álgebra Lineal.

1

En nuestra asignatura Ud. es.	%
Profesor.	55.5
Alumno ayudante.	44.4

2

Cuentas veces ha impartido el curso de Álgebra Lineal.	%
Nunca.	33.3
Una vez.	14.8
Dos veces.	29.6
Más de dos veces.	18.5
Otra respuesta.	0.0

3

Ud. utiliza libro de texto.	%
Si, el oficial.	81.5
Si, uno distinto del oficial.	7.4
No.	3.7
Otra respuesta.	3.7

4

Ud. utiliza en el curso las TIC.	%
Habitualmente.	22.2
Frecuentemente.	40.7
Esporádicamente.	33.3
Nunca.	0.0
Otra respuesta.	0.0

5

Ud. ha pasado algún curso que lo capacite para trabajar con el EVA.	%
Si.	88.8
No.	11.1

6

Conoce Ud. las potencialidades del EVA para la enseñanza y el aprendizaje.	%
Si.	70.4
No.	29.6

7

Considera Ud. necesario el uso del EVA para perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal.	%
Si.	96.2
No.	3.8

8

Conoce la función del profesor creador de curso para el EVA.	%
Si.	66.6
No.	33.3

9

Usted ha interactuado con el EVA con anterioridad.	%
Si.	55.5
No.	44.4

10

Ud. tiene integrado el DERIVE a sus clases.	%
Si.	37.8
No.	62.9

11

Ud. usa el DERIVE en sus clases solo para comprobar los resultados de los ejercicios.	%
Si.	51.8
No.	48.2

12

Ud. tiene en cuenta para las evaluaciones el asistente matemático DERIVE.	%
Si.	18.5
No.	81.5

13

Ud. no usa nunca el asistente matemático DERIVE en sus clases.	%
Si.	22.2
No.	77.3

14

Realmente, no le encuentro obstáculos a la enseñanza del Álgebra.	%
Si.	33.3
No.	66.6

15

La enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por imperfecciones en el Plan de Estudios de la Carrera.	%
Si.	11.1
No.	88.8

16

La enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por deficiencias en el Programa de la Asignatura.	%
Si.	7.4
No.	92.5

17

La enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por fallas en la preparación Metodológica.	%
Si.	7.4
No.	92.5

18

La enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por insuficiencias en la Base Material de Estudio.	%
Si.	3.4
No.	96.6

19

La enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por problemas con la tecnología.	%
Si.	3.4
No.	96.6

20

La enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por limitaciones del Sistema de Evaluación.	%
Si.	41.6
No.	58.3

21

La enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por lagunas en la preparación de los estudiantes.	%
Si.	44.4
No.	55.5

22

La enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por poca dedicación de los estudiantes.	%
Si.	40.7
No.	59.3

23

La enseñanza del Álgebra Lineal en la UCI se encuentra obstaculizada por otra respuesta.	%
Si.	0.0
No.	100

24

Según el criterio de Ud., el Álgebra Lineal en la Carrera de Ingeniería Informática tiene una importancia.	%
Alta.	62.7
Moderada.	18.5
Baja.	11.1
Ninguna.	0.0
Otra respuesta.	3.7

## **Anexo 8**

Guía de entrevista a profesores de experiencia en la Disciplina Matemática.

Se realizaron entrevistas a profesores de experiencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática en el Departamento de Matemática de la Universidad de las Ciencias Informáticas, con el propósito de conocer:

- La actitud de los estudiantes frente a al Álgebra Lineal.
- Las causas que obstaculizan el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal.
- El uso de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal.

## Anexo 9

### PROPUESTA DE PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA.

#### DATOS GENERALES

**Nombre de la asignatura:** Álgebra Lineal.

**Carrera:** Ingeniería Informática.

**Ubicación en el plan de estudio:** Primer año, segundo semestre.

**Fondo de tiempo:** 64

**Formas organizativas:** Conferencias (16), Clases Teórico Prácticas (10), Seminarios (6), Clases Prácticas (21), Laboratorios (6). Evaluación (5)

#### I. OBJETIVOS EDUCATIVOS.

1. Consolidar la concepción Marxista-Leninista del mundo, haciéndolos comprender como las abstracciones matemáticas han estado vinculadas a la práctica y a la vida social del hombre.
2. Desarrollar las capacidades y habilidades de trabajo en colectivo bajo los principios de la responsabilidad individual y el colectivismo con orientación hacia la actualización del conocimiento científico necesario para el desarrollo del país.
3. Desarrollar las capacidades de razonar lógicamente, analizar, criticar, argumentar.
4. Desarrollar cualidades tales como: orden, actitud ante el trabajo, claridad, concisión, atención concentración y constancia; todo lo cual contribuye al desarrollo multilateral y armónico de la personalidad.
5. Comprender la importancia de la Matemática como instrumento básico indispensable para la resolución de problemas teóricos prácticos que deberán afrontar en su actividad profesional.
6. Desarrollar el hábito permanente de buscar y utilizar las técnicas y procedimientos más avanzados a partir de la propia dinámica del progreso actual del cómputo electrónico y programas accesibles a través de la documentación e información científica.

#### II. DISTRIBUCIÓN DEL FONDO DE TIEMPO DE LA ASIGNATURA POR TEMAS Y FORMAS DE ENSEÑANZA.

Temas	Formas organizativas.						Totales
	Conf	CTP	Sem	CP	Lab	Eva	
Matrices y Sistemas de Ecuaciones Lineales.	4	4	2	3	2	1	16
Espacios Vectoriales.	6	2	2	8	2	2	22
Aplicaciones Lineales.	2	2	2	4			10
Diagonalización.	2	2		4		2	10
Formas cuadráticas.	2			2	2		6
<b>Totales</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>64</b>

### III. OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA.

1. Realizar operaciones con matrices y determinantes, y aplicar sus propiedades para resolver problemas en que estos entes aparezcan.
2. Clasificar y resolver sistemas de ecuaciones lineales.
3. Identificar la estructura de espacio vectorial en situaciones concretas, así como resolver tareas que precisen de las propiedades que se derivan de los axiomas que definen esta estructura.
4. Definir, interpretar y aplicar los conceptos y propiedades relacionados con la noción de subespacio de un espacio vectorial, desarrollar habilidades para realizar operaciones con los mismos y aplicar las propiedades fundamentales que éstas poseen.
5. Aplicar las propiedades y definiciones relativas a los espacios con producto escalar a la resolución de problemas.
6. Utilizar el concepto de aplicación lineal entre espacios vectoriales y aplicar sus propiedades a la resolución de tareas concretas.
7. Calcular el núcleo y la imagen de una aplicación lineal así como aplicar estos conceptos a la solución de problemas concretos.
8. Reconocer las condiciones bajo las cuales un endomorfismo es diagonalizable y representarlo mediante una matriz diagonal.
9. Aplicar las propiedades de las formas cuadráticas a la reducción de estas a su forma canónica.

### IV. OBJETIVOS POR TEMAS.

#### **Tema 1. Matrices y Sistemas de Ecuaciones Lineales.**

1. Calcular sumas y productos de matrices, así como producto de una matriz por un escalar en  $\mathbb{R}$  y  $\mathbb{Z}_p$ .
2. Calcular el determinante de una matriz.
3. Calcular el rango de una matriz.
4. Realizar transformaciones equivalentes en una matriz hasta obtener una matriz escalón equivalente a ella.
5. Calcular la matriz inversa de una matriz inversible dada.
6. Resolver sistemas de ecuaciones lineales usando en cada caso el método más apropiado: Gauss, Gauss Jordán, Cramer o el de la matriz inversa.
7. Clasificar sistemas de ecuaciones lineales utilizando el teorema de Kronecker-Capelli

#### **Tema 2. Espacios vectoriales.**

1. Aplicar los conceptos de: Espacio vectorial, combinación lineal de un sistema de vectores, dependencia e independencia lineal, subespacio vectorial, sistema generador, base, dimensión, a la solución de problemas concretos.
2. Calcular las coordenadas de un vector en una base dada de un espacio vectorial.
3. Calcular la matriz de transformación de coordenadas y/o la matriz de cambio de base, dadas dos bases de un espacio vectorial.
4. Calcular el producto escalar de dos vectores y la norma de un vector.

5. Determinar si una base de un espacio vectorial dada, es ortogonal (ortonormal) y aplicar el Método de Gram-Schmidt para ortonormalizar un sistema de vectores linealmente independientes.
6. Determinar si un subconjunto de un espacio vectorial, constituye un subespacio vectorial.
7. Calcular el subespacio vectorial generado por un sistema finito de vectores.
8. Calcular los subespacios suma e intersección de dos subespacios vectoriales dados.

### **Tema 3. Aplicaciones lineales.**

1. Aplicar los conceptos de: Aplicación lineal, núcleo e imagen, rango y nulidad, matriz asociada a la solución de problemas concretos.
2. Representar matricialmente una aplicación lineal entre espacios vectoriales.
3. Determinar los subespacios núcleo y/o imagen de una aplicación lineal.
4. Clasificar una aplicación lineal en inyectiva, sobreyectiva o biyectiva aplicando los conceptos de rango y nulidad y/o el Teorema del Rango.
5. Aplicar los efectos de cambios de bases en la representación matricialmente de una aplicación lineal entre espacios vectoriales a la solución de problemas.

### **Tema 4. Diagonalización.**

1. Determinar si un subespacio vectorial dado es invariante o no según un endomorfismo.
2. Calcular los valores de un endomorfismo (matriz) y vectores propios y subespacios propios asociados a cada valor propio.
3. Determinar si un endomorfismo (matriz) dado es diagonalizable o no.
4. Obtener la matriz diagonal asociada a un endomorfismo.

### **Tema 5. Formas cuadráticas**

1. Identificar si una aplicación de un espacio vectorial en el conjunto de los números reales es una forma cuadrática.
2. Representar matricialmente una forma cuadrática mediante una matriz simétrica.
3. Aplicar el algoritmo para reducir una forma cuadrática a su forma canónica.

## **V. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA POR TEMAS.**

### **Tema 1. Matrices y Sistemas de Ecuaciones Lineales.**

#### **Sistemas de conocimientos.**

Conjuntos numéricos. Conjuntos  $\mathbb{Z}_p$ . Matrices. Tipos de matrices. Operaciones con matrices y sus propiedades fundamentales. Determinante de una matriz cuadrada. Métodos de cálculo. Propiedades de los determinantes. Transformaciones elementales en una matriz. Matriz escalón. Rango de una matriz. Inversión de matrices. Sistemas de ecuaciones lineales, métodos de solución: Método de Gauss. Método de Gauss-Jordán, Método de Cramer y Método de la matriz inversa. Teorema de Kronecker-Capelli.

## **Sistemas de habilidades.**

Reconocer algunos tipos de matrices. Efectuar las operaciones usuales con matrices en  $\mathbb{R}$  y  $\mathbb{Z}_p$ ; y utilizarlos en la solución de problemas. Calcular determinantes hasta orden  $n$ , aplicando los métodos estudiados y propiedades. Realizar transformaciones elementales en matrices. Calcular e interpretar el rango de una matriz. Determinar la existencia de la matriz inversa. Hallar la matriz inversa por el método de Jordán y en términos de la matriz adjunta. Aplicar el método de Gauss para resolver SEL. Aplicar el método de Gauss Jordán para resolver SEL. Aplicar el método de Cramer para resolver SEL. Aplicar el método de la matriz inversa para resolver SEL. Interpretar geoméricamente las soluciones de los SEL, en los cuales las ecuaciones representen rectas y planos. Escribir el conjunto solución de un SEL y comprobar la misma.

## **Tema 2. Espacios vectoriales.**

### **Sistema de conocimientos.**

Espacio Vectorial. Propiedades. Sistema de vectores de un e.v. Combinación lineal de vectores. Sistemas linealmente independiente (LI). Sistemas linealmente dependientes (LD). Sistema generador, base y dimensión de un Espacio Vectorial. Coordenadas de un vector en una base. Matriz de transformación de coordenadas y de cambio de base. Espacio vectorial euclideo. Producto escalar, propiedades. Norma o longitud, propiedades. Base ortogonal y Base ortonormal. Método de Gram-Schmidt. Subespacio vectorial. Subespacio generado por un sistema de vectores. Intersección de subespacios vectoriales. Suma de subespacios.

### **Sistema de habilidades.**

Determinar si un conjunto dado es un espacio vectorial sobre un cuerpo  $K$ . Expresar un vector como combinación lineal de un sistema de vectores. Analizar la dependencia lineal de un sistema de vectores. Determinar si un sistema de vectores es generador de un espacio vectorial. Determinar si un sistema de vectores es una base o no de un espacio vectorial. Calcular las coordenadas de un vector con respecto a una base. Calcular la matriz de transformación de coordenadas y la matriz de cambio de base con respecto a dos bases dadas. Calcular el producto escalar de dos vectores. Calcular la norma de un vector. Aplicar el Método de Gram-Schmidt para ortogonalizar un sistema de vectores. Determinar si un subconjunto de un espacio vectorial es un subespacio vectorial del mismo. Obtener el subespacio generado por un sistema de vectores. Determinar la suma y la intersección de subespacios vectoriales.

## **Tema 3. Aplicaciones lineales.**

### **Sistemas de conocimientos.**

Aplicación lineal. Definición. Caracterización. Propiedades. Aplicaciones lineales inyectiva. Aplicaciones lineales sobreyectiva. Isomorfismo. Núcleo. Imagen. Caracterización de aplicación lineal inyectiva y/o sobreyectiva. Teorema del rango. Matriz asociada a una aplicación lineal. Efecto de cambio de base sobre la matriz de una aplicación lineal. Matrices semejantes.

#### **Sistemas de habilidades.**

Determinar si una aplicación entre espacios vectoriales, es lineal o no. Calcular el núcleo y la imagen de una aplicación lineal. Determinar si una aplicación lineal dada es inyectiva y/o sobreyectiva y/o biyectiva. Aplicar el teorema del rango a la solución de problemas.

Calcular la matriz asociada a una aplicación lineal en bases dadas. Calcular la matriz semejante a una matriz asociada a una aplicación lineal dada.

#### **Tema 4. Diagonalización.**

##### **Sistemas de conocimientos.**

Endomorfismo y matriz diagonalizable. Subespacios invariantes. Valores propios y Vectores propios. Subespacios propios, base propia. Diagonalización de endomorfismos y /o matrices. Condiciones necesarias y suficientes para la Diagonalización de endomorfismos y /o matrices.

##### **Sistemas de habilidades.**

Determinar si un subespacio es invariante o no con respecto a un endomorfismo. Calcular el polinomio característico de un endomorfismo (matriz). Calcular los valores de un endomorfismo (matriz) y vectores propios asociados a cada valor propio. Calcular el subespacio propio asociado a un valor propio. Calcular, de existir, la matriz diagonal asociada a un endomorfismo. Calcular la base de vectores propios.

#### **Tema 5. Formas cuadráticas.**

##### **Sistemas de conocimientos.**

Formas cuadráticas. Representación matricial de una forma cuadrática. Relación entre las matrices representativas de una misma forma cuadrática. Forma canónica de una forma cuadrática.

##### **Sistemas de habilidades.**

Reconocer y representar matricialmente una forma cuadrática. Dada una matriz asociada a una forma cuadrática encontrar una matriz diagonal que sea congruente con ella. Reducir una forma cuadrática a su forma canónica.

## VI. EVALUACIONES.

**Evaluaciones sistemáticas:** preguntas escritas y orales, seminarios, clases prácticas, clases teórico prácticas, laboratorios y tareas extraclases, individuales y por equipo.

**Tarea extraclases individual** (1).

**Tarea extraclases por equipo** (1).

**Trabajo de control en clases** (1).

**Pruebas parciales** (2).

**Prueba final.**

## VII. BIBLIOGRAFÍA.

**Textos Básicos:** **Álgebra Lineal**, Colectivo de autores.

**Textos de Consulta:** **Álgebra**, T. Noriega y H. Arazosa y **Curso de matemáticas superiores para ingenieros 1**, M. Krasnov, A. Kiseliov y otros.

## Anexo 10

### Propuesta de Plan Calendario de la Asignatura. P-1.

No.	Forma de org.	Título
<b>Tema 1: Matrices y Sistemas de Ecuaciones Lineales.</b>		
1	Conf 1	Introducción a la asignatura. Conjuntos numéricos y operaciones en los mismos. Congruencia en $Z$ . Los anillos de $Z_p$ . Definición de matriz. Suma de matrices, producto de una matriz por un escalar y producto de matrices. Propiedades. Matriz transpuesta.
2	CTP 1	Determinantes. Regla de Sarrus. Propiedades. Menores. Cálculo de determinantes por desarrollo de menores.
3	Conf 2	Rango de una matriz. Transformaciones equivalentes en una matriz. Matriz escalón. Matriz inversa.
4	CP 1	Rango de una matriz. Transformaciones equivalentes en una matriz. Matriz escalón. Matriz inversa. Evaluación Escrita.
5	CTP 2	Sistemas de Ecuaciones Lineales. Método de Gauss. Método de Gauss Jordán. Sistemas de Ecuaciones Lineales Homogéneos. Teorema de Kronecker-Capelli.
6	Sem 1	Método de Cramer y Método de la Matriz Inversa para resolver SEL.
7	Lab 1	Matrices. Sistemas de Ecuaciones Lineales. Teorema de Kronecker-Capelli.
8	CP 2/E	Sistemas de Ecuaciones Lineales. Trabajo de Control en Clases..
<b>Tema 2: Espacios Vectoriales.</b>		
9	Conf 3	Espacios Vectoriales. Combinación Lineal.
10	CP 3	Espacios Vectoriales. Combinación Lineal.
11	Conf 4	Dependencia Lineal. Sistema Generador.
12	CP 4	Dependencia Lineal. Sistema Generador.
13	Sem 2	Base y dimensión. Propiedades. Coordenadas.
14	CP 5	Base y dimensión. Propiedades. Coordenadas. Evaluación Escrita.
15	CTP 3	Espacios Euclídeos. Producto escalar. Norma.
16	Lab 2	Base y dimensión. Espacios Euclídeos. Producto escalar. Norma.
17	Conf 5	Subespacios vectoriales. Operaciones con subespacios vectoriales.
18	CP 6	Subespacios vectoriales. Operaciones con subespacios vectoriales.
19	E	Primera Prueba Parcial.
<b>Tema 3: Aplicaciones Lineales.</b>		
20	Conf 6	Aplicaciones lineales. Propiedades. Matriz asociada a una aplicación lineal.
21	CP 7	Aplicaciones lineales. Matriz asociada a una aplicación lineal. Evaluación Escrita.
22	CTP 4	Núcleo e imagen de una aplicación lineal. Lineal.
23	CP 8	Núcleo e imagen de una aplicación lineal.
24	Sem 3	Efecto de un cambio de base en la matriz asociada a una aplicación lineal.
<b>Tema 4: Diagonalización</b>		

25	CTP 5	Subespacio invariante. Valores y vectores propios.
26	CP 9	Subespacio invariante. Valores y vectores propios.
27	Conf 7	Diagonalización.
28	CP 10	Diagonalización.
29	E	Segunda Prueba Parcial.
Tema 5: Formas cuadráticas.		
30	Conf 8	Formas cuadráticas.
31	CP 11	Reducción de la FC a la forma canónica. Evaluación Escrita.
32	Lab 3	Diagonalización. Reducción de la FC a la forma canónica.

## Anexo 11

Contenidos de algunos de los libros del módulo de bienvenida al curso de Álgebra Lineal.

### Libro Orientaciones generales del Curso de Álgebra Lineal.

Bienvenidos a Nuestro Entorno Virtual de Aprendizaje - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

http://teleformación.ucl.es

EVA UCI - AL - Libros - Orientaciones generales del Curso de Álgebra Lineal. Actualizar Libro Activar edición

Tabla de contenidos

- Lección Inaugural del curso de Álgebra Lineal, correspondiente al curso académico 2006-2007 en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), elaborada por el profesor Iván León Giniebra.
- Selección de profesores que imparten el curso.
- Programa analítico de la asignatura Álgebra Lineal.
- Organización del proceso docente de la asignatura Álgebra Lineal durante el curso 2006-2007. P-1
- Sistema de evaluación de la asignatura Álgebra Lineal.

**Lección Inaugural del curso de Álgebra Lineal, correspondiente al curso académico 2006-2007 en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), elaborada por el profesor Iván León Giniebra.**

Lección inaugural

EVA UCI - AL - Libros - Orientaciones generales del Curso de Álgebra Lineal. Salir

Inicio

### Libro Tarea extraclases integradora sobre Álgebra Lineal y Matemática II.

Bienvenidos a Nuestro Entorno Virtual de Aprendizaje - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

http://teleformación.ucl.es

EVA UCI - AL - Libros - Temas extraclases integradora sobre Álgebra Lineal y Matemática II. Actualizar Libro Activar edición

Tabla de contenidos

- Temas para la tarea extraclases integradora de Álgebra Lineal y Matemática II.
- Bibliografía de Consulta para la Tarea Extraclases.
- Ejercicios para la tarea extraclases de Álgebra Lineal y Matemática II.

**Temas para la tarea extraclases integradora de Álgebra Lineal y Matemática II.**

Temas

EVA UCI - AL - Libros - Temas extraclases integradora sobre Álgebra Lineal y Matemática II. Salir

Ud está en el sistema como Iván León (Exit)

http://teleformación.ucl.es/le/92/Temas\_para\_la\_tarea\_extraclases.pdf

Inicio

## Libro Preparación para el Examen de Suficiencia.

Bienvenidos a Nuestro Interno Virtual de Aprendizaje Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

http://teleformación.uci.ca/mod/book/view.php?id=17158

**http:// teleformación.uci.ca**

EVA UCI » AL » Libros » Preparación para el Examen de Suficiencia. Actualizar Libro Activar edición

Tabla de contenidos

Orientaciones para el examen de suficiencia.  
Teleclase de Sistematización de la Asignatura Álgebra Lineal.

**Orientaciones para el examen de suficiencia.**  
<http://teleformación.uci.ca/mod/resource/view.php?id=15276>

EVA UCI » AL » Libros » Preparación para el Examen de Suficiencia. Salir

Ud está en el sistema como Iván León. (Salir)

<http://teleformación.uci.ca/mod/resource/view.php?id=15276> Intranet local

Inicio ANEXOS 18 Dec 2006 09:42:00 4.0.9603.0 (x86) Internet Explorer 6.0.2600.5512 Libros - Prep

## Libro Asistente Matemático Derive.

Bienvenidos a Nuestro Interno Virtual de Aprendizaje Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

http://teleformación.uci.ca/mod/book/view.php?id=17133

**http:// teleformación.uci.ca**

EVA UCI » AL » Libros » Asistente Matemático Derive. Actualizar Libro Activar edición

Tabla de contenidos

Teleclase sobre el uso del Asistente Matemático Derive.  
Bienvenido a Derive.  
Ecuaciones e insuaciones.  
Gráficas en la pantalla 2D.  
Orientaciones para la Tarea extraclasses de Derive

**Teleclase sobre el uso del Asistente Matemático Derive.**  
[https://ucimed.uci.ca/teleclases/1er\\_Semestre/1erCurso\\_de\\_Nivelacion\\_de\\_Matematica/conf1/](https://ucimed.uci.ca/teleclases/1er_Semestre/1erCurso_de_Nivelacion_de_Matematica/conf1/)

EVA UCI » AL » Libros » Asistente Matemático Derive. Salir

Ud está en el sistema como Iván León. (Salir)

[https://ucimed.uci.ca/teleclases/1er\\_Semestre/1erCurso\\_de\\_Nivelacion\\_de\\_Matematica/conf1/](https://ucimed.uci.ca/teleclases/1er_Semestre/1erCurso_de_Nivelacion_de_Matematica/conf1/) Intranet local

Inicio ANEXOS 18 Dec 2006 09:42:00 4.0.9603.0 (x86) Internet Explorer 6.0.2600.5512 Libros - Prep



Con esta tabla se le da seguimiento al estudiante en el curso.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Nombre completo	Inicio de curso	Fecha de inicio	Requisito	Calificación	Estado						
2	Zunara Blanc	10 de Mayo	10 de Mayo	10 de Mayo	0	0	0	0	0	0	0	0
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												

### Potencialidades del trabajo con las preguntas del cuestionario.

Barajar respuestas: Si

Intentos permitidos: 1 intento

Cada intento se construye sobre el anterior: No

Método de calificación: Primer intento

Modo adaptativo: Si

Aplicar penalizaciones: Si

Puntos decimales: 1

Los estudiantes pueden revisar:
 

- Immediately después de cada intento.
- Más tarde, mientras el cuestionario está aún abierto.
- Después de cerrar el cuestionario.

Mostrar el cuestionario en una ventana "segura": Si

Se requiere contraseña: esto

Se requiere dirección de red: 10.32, 10.34, 10.31, 10.33, 10.35

Modo de grupo:

	Respuestas correctas	Puntuaciones	Respuestas	Respuestas
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



### Anexo 13

#### Encuesta a especialista para valorar la propuesta didáctica.

##### Estimado profesor:

Necesitamos su cooperación en la evaluación de la propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del Álgebra Lineal en un entorno virtual de aprendizaje. Sus criterios sobre los documentos relacionados con la propuesta didáctica son imprescindibles para la culminación de la investigación. Solicitamos que evalúe cada uno de los documentos con una de las categorías indicadas y nos ofrezca valoraciones y sugerencias que puedan ser útiles.

Muchas gracias.

**Objetivo:** Elaborar una propuesta didáctica que contribuya a transformar el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal basada en el uso de un EVA en el primer año de la carrera Ingeniería Informática de la UCI.

Evalúe cada uno de los elementos propuestos atendiendo a las categorías:

5: Muy adecuado, 4: Bastante adecuado, 3: Adecuado, 2: Poco adecuado, 1: Inadecuado.

Documentos a evaluar.	1	2	3	4	5
1. Resumen de la Propuesta Didáctica					
2. Propuesta de Programa Analítico de la Asignatura.					
3. Propuesta de Plan Calendario de la Asignatura.					
4. Propuesta de Sistema de Evaluación de la Asignatura.					
5. Propuesta del Sistema de Recursos para el EVA.					
6. Propuesta del Sistema de Actividades para el EVA.					

Valoraciones y sugerencias:

---

---

---

---

### Anexo 14

#### Resultado de la encuesta a especialistas.

Procesamiento estadístico para determinar la categoría asignada a los aspectos sometidos a consideración por los expertos.

DI- Documentos a valorar en la propuesta (I = 1, ..., 6)

Encuestado/Documentos	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Especialista 1	4	5	4	5	4	5
Especialista 2	5	5	5	4	5	5
Especialista 3	5	4	5	4	5	5
Especialista 4	4	3	5	4	4	4
Especialista 5	5	5	4	5	5	4
Especialista 6	5	4	5	3	4	4
Especialista 7	4	5	3	4	5	5
Especialista 8	5	5	4	5	4	5
Especialista 9	5	5	5	4	5	4
Especialista 10	4	4	5	4	5	5
Especialista 11	3	4	5	3	4	5
Especialista 12	5	3	5	4	4	5
Especialista 13	3	5	4	5	5	4
Especialista 14	4	4	3	5	4	5
Especialista 15	4	4	4	3	5	4
<b>Media</b>	<b>4.33</b>	<b>4.33</b>	<b>4.40</b>	<b>4.13</b>	<b>4.53</b>	<b>4.6</b>

Tabla de frecuencia absoluta.

CI – Categorías (I = 1, ..., 6)

Documento/Categoría.	C1	C2	C3	C4	C5
D1	0	0	2	6	7
D2	0	0	2	6	7
D3	0	0	2	5	8
D4	0	0	3	7	5
D5	0	0	0	7	8
D6	0	0	0	6	9

Tabla de por ciento.

CI – Categorías (I = 1, ..., 6)

Documento/Categoría.	C1	C2	C3	C4	C5
D1	0%	0%	13.3%	40.0%	46.7%
D2	0%	0%	13.3%	40.0%	46.7%
D3	0%	0%	13.3%	33.3%	53.3%
D4	0%	0%	20.0%	46.7%	33.3%
D5	0%	0%	0%	46.7%	53.3%
D6	0%	0%	0%	40%	60.0%