

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CENTRO DE ESTUDIOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR
“MANUEL F. GRAN”

UN MODELO DEL PROCESO DE SOLUCIÓN DE
PROBLEMAS MATEMÁTICOS CONTEXTUALIZADOS
EN LA MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA
DE AGRONOMÍA

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL GRADO
CIENTÍFICO DE DOCTOR EN CIENCIAS
PEDAGÓGICAS

AUTOR

M. Sc. RAQUEL DIÉGUEZ BATISTA

TUTORES

Dra. C. ILSA ALVAREZ VALIENTE
Dr. C. FRANCISCO GARCÍA REINA

SANTIAGO DE CUBA 2001

Agradecimientos

A la Revolución Cubana por haberme dado esta oportunidad.

Al Dr. Homero Fuentes y a la Dra. Ilsa Álvarez por su comprensión, sabias orientaciones y apoyo incondicional, a los Doctores Marcelino González, Faustino Repilado, Noemí, Pedro Rodríguez y Luis Carlos Batista, así como a todos los profesores, trabajadores y colaboradores de la Cátedra Gran de la Universidad de Oriente por su apoyo y asesorías en el desarrollo de esta tesis.

A la Dra. Silvia Colunga del ISP de Camagüey, por el tiempo que me dedicó para las necesarias consultas, al Dr. Ramón Blanco de la Universidad de Camagüey por su asesoría en mi tesis de maestría relacionada con la temática, así como a todos los profesores que contribuyeron a mi formación con la maestría de Pedagogía en la Educación Superior.

A la profesora Vania del Carmen Guirardo de ISP de Ciego de Ávila, al profesor Osmany Puig de la Universidad de Ciego de Ávila y al profesor Leandro Lima del ISP de Santi Spíritus por el apoyo brindado.

A los dirigentes de la Universidad de Ciego de Ávila, en especial al Dr. Mario Ares, Dr. Antonio Daquinta, Dra. Nancy García, M. Sc. Rodolfo Rivero, M. Sc. Elgio Álvarez, por su preocupación constante y apoyo en la realización de esta tarea.

Al Dr. Francisco García por haber participado en la tutoría de esta tesis.

Al Dr. Arturo Brydsón, así como a todos los profesores y trabajadores de la Facultad de Mecanización y del departamento de Matemática Computación por la confianza depositada en mí y su apoyo en todos los aspectos.

A mis compañeros Luis Carmenate y Marilyn Jiménez, por haber enfrentado juntos con apoyo solidario la realización de nuestras tesis.

A los Doctores Oscar Brow Manrique, Héctor Peña, Manrique Lazo y al profesor Alexis González de la Facultad de Agronomía, por su atención especializada.

A los profesores Mirna Riol, Aymé Concepción, Idalia González, Norma Medina, Agustín Martín, Marta Vocero y Nicolás Quintana por la revisión y corrección de esta tesis.

**A mis familiares, en especial a mi hermana Alicia, a mi cuñado Guillermo Bernal, a mi esposo Pedro Server, a Nancy Server, a Guillermina Llanos, a Lourdes Mansilla y a Victor Crespo por su apoyo incondicional.
A todos gracias por su cooperación.**

**Dedicatoria
A mi patria, a mis padres, a mis hermanos, a mi compañero**

"Es la educación una tarea eminentemente práctica, todo en ella ha de tener una constante y directa aplicación a los usos de la vida. La práctica lo mismo que la teoría, vale poco por sí sola, pero ambas íntimamente unidas pueden producir brillantes resultados."

José de la Luz y Caballero

SÍNTESIS

En el presente trabajo se realiza un estudio del papel de la Matemática Básica en la formación del ingeniero agrónomo y las insatisfacciones existentes en cuanto a su contribución al desarrollo en los alumnos de la capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos adquiridos a un nivel productivo y/o creativo, lo que lleva a definir como **problema** de esta investigación, la poca independencia cognoscitiva que manifiestan los estudiantes de la carrera de Agronomía en la solución de problemas de las asignaturas de Matemática 1 y 2, y como **objetivo** la elaboración de una metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para el ingeniero agrónomo, basada en un enfoque holístico configuracional del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados.

Para satisfacer el objetivo propuesto, se define como **hipótesis** que la concepción de una modelación didáctica del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados, que toma en consideración la contradicción entre la lógica formal de la Matemática en el plano docente y la lógica de actuación del profesional, constituye el sustento teórico de una metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para el ingeniero agrónomo, que puede contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva de los alumnos de primer año de la carrera de Agronomía.

Con esta tesis se **aporta**, en el orden teórico, un modelo del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados con enfoque holístico configuracional y basado en la enseñanza

problémica, y en el orden práctico, una metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de las asignaturas de referencia, así como un sistema de problemas matemáticos contextualizados con soluciones alternativas y el programa perfeccionado de dichas asignaturas.

La **novedad científica** consiste en la interpretación del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados desde el enfoque holístico configuracional, así como la explicación de la metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.

INDICE

	Pág
INTRODUCCIÓN	1
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.	11
1.1. Tendencias históricas en la formación del ingeniero agrónomo en Cuba.	12
1.2. Caracterización gnoseológica de la Matemática y su papel en la formación del ingeniero agrónomo.	19
1.3. Características didácticas y psicológicas del proceso docente educativo de la Matemática.	23
1.3.1. El desarrollo de la independencia cognoscitiva en la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.	31
1.4. Características actuales del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.	35
Conclusiones	41

2. MODELO DEL PROCESO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS CONTEXTUALIZADOS Y METODOLOGÍA PARA SU APLICACIÓN EN LA MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA.	44
2.1. Fundamentos teóricos del modelo.	45
2.1. Modelo del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados.	49
2.2. Metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.	69
Conclusiones	79
3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE EDUCATIVO DE LA MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA.	82
3.1. Estructuración del Programa de Matemática Básica para la carrera de Agronomía para la implementación de la metodología.	83
3.2. Ejecución del Tema Integrales y sus aplicaciones.	89
3.3. Problemas con soluciones alternativas, relacionados con los agrosistemas y tareas investigativas.	99
3.3. Algunos criterios de validación de la metodología.	109

Conclusiones	111
CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES	114
BIBLIOGRAFÍA	115
ANEXOS	130

1. Encuesta dirigida a los egresados de la carrera de Agronomía y estudiantes del tercero y cuarto año.
2. Encuesta dirigida a los profesores de las asignaturas de matemática y otras a las cuales estas tributan.
3. Prueba De Rigidez Del Pensamiento Davidov
4. Modelo del profesional para la carrera de Agronomía.
5. Programa de la disciplina Matemática para la carrera de Agronomía.
6. Programa de Matemática Básica para la carrera de Agronomía.
7. Estructuración del tema Programación Lineal por tipologías de clases.
8. Organización y ejecución del tema programación lineal.
9. Consulta a especialistas.

10. Competencia de los expertos.
11. . Guía para la evaluación de la metodología.
12. Matriz de frecuencias.
13. Resultados de la aplicación de la secuencia metodológica del método empírico Delphy.
14. . Implementación de la metodología propuesta.
15. Determinación del caudal promedio que pasa por un canal.
16. Ejemplo de integración de la Química, Computación, Matemática y Práctica Agrícola.

INTRODUCCIÓN

La formación de un profesional integral y de perfil amplio, capaz de enfrentarse con independencia a los cambios del progreso científico técnico, constituye un objetivo de primer orden para las universidades cubanas. Por tal motivo el sistema educacional cubano se encuentra en constante perfeccionamiento, lo cual, como apuntara Fernando Vecino Alegret “... quedó explícito desde la reforma universitaria de 1962...”. (1996: 8)

La tarea actual no es atiborrar a los alumnos de conocimientos, sino enseñarlos a pensar, a enriquecer por sí solos los saberes acumulados y aplicarlos en la práctica de manera independiente.

“Las carreras agropecuarias han recibido una especial atención en todos estos años, en tanto este sector constituye un basamento importante de la economía cubana, responsable de contribuir a la satisfacción material de las necesidades crecientes de la población, lo que se contrapone a la situación encontrada por la Revolución en su triunfo, en la que la Agronomía tenía un nivel docente irrisorio y su enseñanza se desarrollaba sin contacto con la práctica, desaprovechando la fertilidad de la tierra y las características de una economía fundamentalmente agrícola”. (B. Cedeño, 1999: 1)

Como resultado de este necesario perfeccionamiento se han diseñado los planes de estudio A, B, C y C perfeccionado, que aunque cada vez se ajustan más a las necesidades sociales, aún no satisfacen todas las expectativas, relacionadas con la preparación de los alumnos, que garantice su actuación con independencia, una vez graduados.

Las investigaciones realizadas por el Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior (CEPES, 1998) y el Grupo de Diseño Curricular de la Universidad de Ciego de Ávila (J. Callejas, 2000), permitieron constatar que los egresados de la carrera de Agronomía aún presentan algunas dificultades relacionadas con el grado de independencia e iniciativa para abordar las tareas propias de su profesión.

Esta situación requiere del perfeccionamiento de los vínculos entre teoría y práctica desde todas las asignaturas, la adecuada orientación sobre las condiciones reales en que se desarrollará la futura labor del egresado, la

relación interdisciplinaria y en general de una suficiente sistematización en la formación integral del estudiante de primero a quinto año con el apoyo de todos los docentes, desde la propia impartición de los contenidos específicos de cada ciencia.

En este sentido, son importantes los resultados de B. Cedeño (1999), quien estudia la lógica de cómo opera el agrónomo en el agrosistema, perfeccionando el diseño de las asignaturas del ciclo profesional.

La carrera de Agronomía, como la mayoría de las carreras universitarias, incluye en su currículum las asignaturas de matemática, debido a su importante rol en la investigación de los fenómenos de cualquier ciencia y su papel protagónico en el desarrollo del pensamiento lógico de los alumnos. De aquí que sea una preocupación de los profesores que la imparten el mejoramiento de la calidad de su proceso docente educativo.

En la literatura revisada se encontraron varios trabajos relacionados con el perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática para la carrera de Biología (V. Alvarez, 1994) y para el ingeniero militar (T. Rodríguez, 1992), así como en la Química General para las carreras de Licenciatura en Farmacia e Ingeniería Mecánica (N. Villalonga, 1996), todos sobre la base de la Teoría de P. Ya. Galperin acerca de la asimilación por etapas de las acciones mentales.

Para las carreras de ingeniería son importantes los resultados de J. Ugalde (1998), quien modela la lógica de actuación del profesional en una asignatura básica y obtiene como resultado un modelo didáctico de actuación profesional en la Matemática, lo cual constituye un aporte; pero no profundiza en la dinámica del proceso.

Por su parte M. González (1997) trabaja en los fundamentos de la didáctica especial de la Matemática para las carreras de ingeniería, estableciendo las contradicciones esenciales que permiten brindar soluciones científicas a problemas relacionados con la didáctica especial de las matemáticas; pero no propone la solución de estas.

Teniendo en cuenta el análisis realizado con anterioridad, se puede afirmar que aunque se han dado pasos de avance en el perfeccionamiento del proceso docente educativo de la Matemática, aún existen dificultades que limitan a los estudiantes en la aplicación de los conocimientos adquiridos a un nivel productivo y/o creativo.

A lo anterior se agrega el hecho de que los alumnos que matriculan en la carrera de Agronomía, aunque ha existido cierta mejoría, son de rendimiento medio o bajo. Los cortes realizados en los cursos 1998-1999 y 1999-2000, han sido de 78,47 y 81,73 puntos respectivamente. Además, estos estudiantes en su mayoría (un 60% en el curso 1999-2000), cuando llegan a la universidad, tienen un razonamiento inerte, tendencia a trabajar por patrones, lo que se ha podido constatar con la aplicación de la Prueba de Plasticidad del Pensamiento de Davidov (Anexo 3). Se hace necesario entonces comenzar a desarrollar la independencia cognoscitiva de los alumnos desde las asignaturas del ciclo básico, sobre todo desde la Matemática, debido a las características de su objeto de estudio.

La Matemática Básica para la carrera de Agronomía incluye las asignaturas de Matemática 1 y 2, que abarcan los temas de: Elementos de Álgebra Lineal y Geometría Analítica, Límite y Continuidad, Derivada y sus aplicaciones, Programación Lineal, Integrales y sus aplicaciones y Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

El **problema** que se pretende resolver en esta investigación está dado por la poca independencia cognoscitiva que manifiestan los estudiantes de la carrera de Agronomía en la solución de problemas que se plantean en las asignaturas de Matemática 1 y 2.

En la búsqueda de las causas que originan este problema se puede afirmar, por los resultados de las investigaciones realizadas por el CEPES (1998), el estudio del Grupo de Diseño Curricular de la Universidad de Ciego de Avila (J. Callejas, 2000), las encuestas aplicadas por la autora (Anexo 2) y la experiencia docente de la investigadora, que en las clases existe poca estimulación a la iniciativa de los alumnos; a la búsqueda de alternativas de solución de problemas relacionados con los procesos reales de la profesión; así como una deficiente proyección interdisciplinaria y bajo desarrollo del componente investigativo.

La práctica ha demostrado que para cambiar esta situación es necesario comprometer a todas las asignaturas, sobre todo a las del ciclo básico, con el desarrollo de métodos profesionales y del componente investigativo, ya que aunque se hacen algunos intentos, los resultados alcanzados son aún insuficientes.

Por lo anterior, el **objeto de estudio** de esta investigación es el proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía y el **objetivo** es la elaboración de una metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para el ingeniero agrónomo, basada en un enfoque holístico configuracional del proceso de solución

de problemas matemáticos contextualizados, que contribuya al desarrollo de la independencia cognoscitiva de los alumnos del primer año de la carrera de Agronomía.

Para llevar a cabo la investigación se define como **campo de acción** el proceso de solución de problemas contextualizados en la Matemática Básica para la Carrera de Agronomía.

Esta investigación concibe el proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía como un proceso caracterizado fundamentalmente por la solución de problemas, y donde el proceso de solución de problemas al ser enfocado desde el modelo holístico configuracional de la didáctica de la educación superior (Fuentes, H. 2000), es entendido como un sistema de procesos conscientes, holístico y dialéctico que se configura en la interacción del sujeto con el objeto matemático problematizado. El problema matemático y el contenido matemático (conocimientos, habilidades y valores) constituyen configuraciones de dicho proceso.

Desde el punto de vista matemático este proceso consiste en una serie de etapas, que establecen la lógica a seguir por el sujeto para satisfacer las exigencias del problema.

También se constituyen en referentes de esta investigación, la caracterización de la carrera de Agronomía en Cuba, realizada por B. Cedeño (1999); el análisis de las contradicciones fundamentales que se ponen de manifiesto en el proceso de enseñanza de las matemáticas abordado por M. González (1997); algunas concepciones didácticas de C. Alvarez (1990 – 1995) y la teoría de la Enseñanza Problemática de M. Majmutov (1983) y sus continuadores.

De conformidad con estos referentes y teniendo en cuenta los resultados del diagnóstico realizado se formula la siguiente **hipótesis**:

La concepción de una modelación didáctica del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados que toma en consideración:

- la contradicción entre lógica formal de la Matemática en el plano docente y la lógica de actuación del profesional;
- la aplicación de métodos matemáticos en correspondencia con las exigencias del problema, como configuración del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados;
- las relaciones entre las configuraciones problema matemático, contenido matemático apropiado por el sujeto y la aplicación de métodos matemáticos, como determinantes de las dimensiones gnoseológicas, profesionales y tecnológicas del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados; y
- las dimensiones como determinantes de las alternativas de las matemáticas, presentes en el proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados;

constituye el sustento teórico de una metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para el ingeniero agrónomo, que puede contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva en los alumnos de primer año de la carrera de Agronomía.

Las metodologías describen una lógica determinada, que es factible utilizar para desarrollar el proceso de construcción de los conocimientos y habilidades en los estudiantes, mediante la utilización de diferentes métodos con el fin de lograr el objetivo.

En esta investigación la independencia cognoscitiva es entendida como una cualidad de la actividad intelectual del hombre que le permite aplicar los conocimientos adquiridos en la práctica en situaciones nuevas, aunque requiera para ello de la adquisición de nuevos conocimientos. Se manifiesta, entre otros aspectos, en las posibilidades que tiene el sujeto de: percibir el fin a que se dirige la acción, de anticiparse a los demás, de tomar una decisión, de obrar con método de trabajo y espíritu innovador.

En correspondencia con el objetivo y la hipótesis que se defiende, en las diferentes etapas de la investigación se realizaron las siguientes **tareas**:

1. Determinar las tendencias históricas en la formación del ingeniero agrónomo.
2. Caracterizar el proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.
3. Fundamentar el papel de las matemáticas en la formación del ingeniero agrónomo.
4. Elaborar un modelo del proceso de solución de problemas en la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.
5. Elaborar una metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para el ingeniero agrónomo.
6. Rediseñar el programa de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.
7. Aplicar el modelo en la ejemplificación de la solución de algunos problemas con

alternativas de solución.

8. Validar la propuesta metodológica.

Métodos de investigación empleados:

- Métodos empíricos tales como: la observación para el diagnóstico del problema, el método Delphy para la validación de la metodología.
- El método histórico - lógico y de análisis documental, para el establecimiento de las regularidades generales y esenciales del proceso de formación de ingenieros agrónomos en Cuba y el papel de las matemáticas en esta carrera.
- El método de análisis – síntesis, fundamentalmente en la caracterización del objeto y campo de acción de la investigación.
- El método holístico configuracional en la modelación del campo de acción.
- El método sistémico estructural funcional en la elaboración de la metodología y el perfeccionamiento del programa.
- El método dialéctico en la búsqueda y fundamentación de la contradicción fundamental de esta investigación.

Aporte teórico:

El modelo del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados con enfoque holístico configuracional y basado en la enseñanza problémica, que atenúa la contradicción entre la lógica formal de la Matemática en el plano didáctico y la lógica de actuación del profesional.

Aportes prácticos:

La metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía, contentiva de un sistema de problemas matemáticos contextualizados con soluciones alternativas, así como el perfeccionamiento del Programa de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.

La aplicación de la metodología contribuye a una mejor formación del ingeniero agrónomo con independencia cognoscitiva para su desempeño profesional y es extensiva a otras carreras, teniendo en cuenta sus particularidades, lo cual evidencia su **significación práctica**.

Constituyen además aportes de esta investigación los conceptos de alternativas de carácter matemático, profesional y tecnológico, así como la concepción que sustenta las tipologías de clase a utilizar en la metodología propuesta.

Novedad científica:

La interpretación del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados desde el enfoque holístico configuracional, así como la explicación de la metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.

La tesis se estructura en tres capítulos. En el primero se relacionan los fundamentos teóricos más importantes de la investigación. En el segundo se explica y fundamenta el modelo teórico y su concreción: la metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía. En el tercero se hace referencia a algunos aspectos importantes del programa de la asignatura, que luego se tienen en cuenta en la explicación del desarrollo del tema Integrales y sus aplicaciones; se proponen ejercicios con alternativas de solución relacionados con el tema “Derivada y sus aplicaciones” y finalmente se valida la metodología.

CAPÍTULO 1
**FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA
INVESTIGACIÓN**

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

El presente capítulo se estructura a partir de la delimitación del problema que nos ocupa, la necesidad del desarrollo de la independencia cognoscitiva en los estudiantes de la carrera de Agronomía desde la Matemática Básica, para contribuir a la formación de un egresado independiente.

En primer lugar se analiza la evolución histórica de la carrera de Agronomía en Cuba, teniendo en cuenta el perfeccionamiento de los planes de estudio según diferentes períodos. Se puntualiza el modo de actuación del ingeniero agrónomo, definido en el Modelo del Profesional (Anexo 4) y la lógica que utiliza este egresado para desempeñar sus funciones. Posteriormente se caracteriza la Matemática como ciencia y su papel en la formación de métodos profesionales desde los primeros años de la carrera.

A continuación se enfatiza en la solución de problemas, como rasgo característico del proceso docente educativo de las matemáticas en cualquier nivel educacional, su importancia para la formación del pensamiento creador en los alumnos y el desarrollo de su independencia cognoscitiva.

Finalmente se realiza un análisis de las características actuales del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía y las dificultades que se presentan en su ejecución, en tanto son aspectos medulares vinculados al campo de acción de esta investigación.

1.1. Tendencias históricas en la formación del ingeniero agrónomo en Cuba.

“La Agronomía es la ciencia de la agricultura, es la disciplina que estudia el fenómeno agropecuario en toda su capacidad, su integridad y relaciones, con sus propios instrumentos metodológicos, principios, categorías y finalidades, en estrecho vínculo con el medio y las variables que la afectan. En resumen, la Agronomía estudia la eficiencia y racionalidad de los sistemas agropecuarios que de manera lógica y natural se dan en el campo”.(R. Avalos, 1996:16)

La carrera de Agronomía fue constituida oficialmente en el año 1900, es la más antigua de las que se corresponden con el perfil agropecuario en nuestro país, en sus inicios estaba dirigida a la formación de un profesional con conocimientos de ingeniería rural y capacitado para dirigir la naciente industria de procesamiento de alimentos; sin contacto con la práctica, desaprovechándose la fertilidad de la tierra y las características de una economía eminentemente agrícola. (B. Cedeño, 1999)

Sin embargo, desde épocas remotas, pedagogos progresistas como José de la Luz y Caballero, comprendían la necesidad de la vinculación de la teoría con la práctica lo cual se refleja en el siguiente planteamiento: “Es la educación una tarea eminentemente práctica, todo en ella ha de tener una constante y directa aplicación a los usos de la vida. La práctica lo mismo que la teoría, vale poco por sí sola, pero ambas íntimamente unidas pueden producir brillantes resultados.” (1992: 64)

Con el triunfo de la Revolución comienza en Cuba un período intenso de perfeccionamiento de la obra educacional, lo cual se refleja en la Reforma Universitaria de 1962. La carrera de Agronomía recibe una atención especial, teniendo en cuenta su importancia para el desarrollo del país.

Desde 1962 hasta 1970 se introdujeron los primeros cambios en los planes y programas de estudio de esta carrera en correspondencia con las necesidades del período, constituyendo una de sus direcciones el logro de una mayor vinculación con la profesión en las asignaturas que incidían directamente en la formación profesional, realizando los estudiantes prácticas en diferentes etapas y en distintas empresas agrícolas.

Al final de esta etapa de tránsito y hasta el curso 1976 – 1977 se estructuraron planes de estudio que contemplaban 20 de horas de trabajo; los estudiantes de primero y segundo años desarrollaban labores de cultivos, siembra, cosecha, entre otras y los de años superiores tareas técnicas acordes con su formación. (B. Cedeño, 1999)

La segunda etapa comienza a partir del curso 1977–1978 con el inicio de la aplicación de los planes de estudio “A”. Esta etapa se caracterizó por el incremento sustancial de las horas dedicadas a las asignaturas básicas.

“ El trabajo de perfeccionamiento recibió después de la celebración del Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba y de la creación del Ministerio de la Educación Superior (MES), un gran impulso que se tradujo en la concepción del Modelo del Especialista, con objetivos a lograr a través del plan de estudio". (B. Cedeño, 1999: 8)

En este período, el principio del estudio - trabajo se materializa a través de la práctica de producción, con un rango de realización entre cuatro y ocho semanas, según el año de estudio.

En 1982 se introducen los planes de estudio “B”, los cuales constituyeron un momento cualitativamente superior en la aplicación de los principios y categorías didácticas. En este período:

- Se definieron cuatro subgrupos de especialidades con el objetivo de unificar el ciclo básico de las carreras que tenían características afines; sin embargo, la especialidad de Pecuaria que tenía un mayor vínculo con la Agronomía fue ubicada en otro subgrupo, lo cual se considera una deficiencia.
- Se generaliza el trabajo científico curricular a través de los trabajos de curso.
- Se amplía la red de Centros de Educación Superior en los que se estudia la carrera de Agronomía a casi todo el país, incrementándose explosivamente la matrícula.
- A partir de 1985 se realiza un perfeccionamiento del proceso docente educativo en la carrera, en la que se integran más las clases, las prácticas profesionales y la investigación en las asignaturas, sobre la base de la solución de problemas reales de la producción.
- Se integró la práctica de producción de los años superiores a las asignaturas básicas específicas (Sanidad Vegetal, Suelos, Riego, entre otras) y del ejercicio de la profesión, así como los trabajos de curso. Esto trajo como consecuencia que se ampliara y consolidara la red de Unidades Docentes y Entidades Laborales de Base en las empresas agrícolas, en las que hoy se realiza la formación terminal del graduado.

- Como una de las deficiencias fundamentales se señala el insuficiente desempeño de los profesionales. (B. Cedeño, 1999)

El surgimiento del Plan de Estudio “C” en 1990, permitió contribuir con mayor eficiencia al desarrollo agropecuario del país, cuestión fundamental en Cuba, por constituir esta rama un renglón fundamental de la economía.

Este perfeccionamiento permitió la aplicación más consecuente del principio de la sistematicidad de la enseñanza, a partir de los temas, asignaturas, disciplinas, niveles, años y carrera, que garantizan el logro de los objetivos del modelo del profesional. (B. Cedeño, 1999)

“A partir de este principio se ha trabajado en los últimos años en la elevación de la calidad de los graduados con un perfeccionamiento continuo producto del trabajo metodológico que se desarrolla en los centros”. (B. Cedeño, 1999: 11)

En este período se aprecia un incremento de la formación práctica de los estudiantes, sobre la base de la utilización de técnicas agrícolas en los primeros años y la disminución de la actividad propiamente académica en los años superiores.

Otro elemento significativo es que se revela la importancia del dominio de aspectos básicos de administración agropecuaria, como una necesidad de que los graduados se apropien de los elementos económicos de los sistemas productivos para su desempeño profesional. En lo referido a la formación básica se puede plantear que esta se hace mucho más exigente.

La última readecuación del plan de estudio “C”, concluida en febrero de 1999, se corresponde con las condiciones socioeconómicas y productivas del país, así como concreta y consolida las concepciones y experiencias acumuladas en el orden pedagógico, científico y productivo.

Haciendo un análisis de los planes de estudio A, B, C y C perfeccionado, se puede plantear que:

- El ciclo básico de estos planes fue disminuyendo y alargándose el ciclo profesional.
- La calidad en la formación práctica de los estudiantes mejoró como consecuencia de la evolución desde el trabajo físico no vinculado a la profesión en los planes de tránsito, pasando por la práctica laboral en distintos momentos de la carrera en los planes “A” y “B”, hasta su integración a las disciplinas en Unidades Docentes en el plan “C”.
- Existe un incremento progresivo en las diferentes generaciones de planes de estudio de la investigación científica, hasta su integración en el proceso docente a partir del plan de estudio vigente.
- Se incentiva la integración de los componentes académicos, laborales e investigativos. (B. Cedeño, 1999)

Este perfeccionamiento ha conllevado a que cada año se obtengan graduados más

competentes, capaces de aplicar los conocimientos adquiridos, en su práctica laboral a un nivel productivo y/o creativo. Es decir, egresados que se desempeñen con independencia cognoscitiva en la utilización de los métodos profesionales, que son aquellos necesarios para darle solución a los problemas inherentes a su profesión y caracterizan cómo actúa este ingeniero, con independencia de con qué trabaja y dónde trabaja. (B. Cedeño, 1999)

Desafortunadamente la práctica ha demostrado que aún existen insuficiencias, lo cual se pudo constatar mediante el análisis de los resultados de las investigaciones realizadas por el CEPES (1998), B. Cedeño (1999) y el Grupo de Diseño Curricular de la UNICA (J. Callejas, 2000).

Estas insuficiencias pueden estar dadas porque el proceso de formación de las habilidades profesionales no es sistemático, sino que se responsabiliza con esta tarea a las asignaturas del ciclo profesional. Está claro que estas asignaturas tienen el peso fundamental en la preparación de los estudiantes para enfrentar los problemas en su vida profesional, pero se debe comenzar desde los primeros años de la carrera, a desarrollar en los alumnos el gusto por la investigación, el pensamiento lógico y las capacidades de razonamiento, que les permitirá actuar con independencia cognoscitiva y tomar decisiones alternativas. Para ello en el desarrollo del proceso docente educativo de las diferentes asignaturas de este período, se deben utilizar formas más flexibles que se correspondan con los modos de actuación del profesional.

Los modos de actuación del profesional se definen por H. Fuentes (2000), como métodos de carácter general que se hacen independientes del objeto, se establecen a partir de los métodos particulares de solución de los problemas profesionales y como una generalización de estos,

caracterizando la actuación del profesional, independientemente de las esferas de actuación en que desarrolle su actividad y los campos de acción en los cuales actúa.

El modo de actuar, “dirigir el proceso de producción agropecuaria”, se basa en la lógica de la profesión. La lógica esencial de este profesional se describe con claridad por B. Cedeño (1999), el cual plantea que el ingeniero agrónomo en las unidades básicas de producción debe:

- Diagnosticar la situación de productividad de los suelos, rendimiento de los cultivos, factores que lo afectan.
- Establecer pronósticos de los posibles resultados que se pueden obtener previendo la utilización de diferentes técnicas y tecnologías.
- Planificar las tareas necesarias que le permitan aplicar las tecnologías apropiadas, así como los recursos, medios materiales y financieros.
- Organizar la producción, estableciendo planes con fecha de culminación y recursos necesarios.
- Ejecutar planes aplicando las tecnologías apropiadas.
- Controlar la ejecución de los planes y evaluar los resultados.

Durante toda esta lógica debe estar presente la comunicación adecuada del ingeniero con el resto de los trabajadores y su capacidad para movilizarlos. Es importante la capacidad de este profesional para enseñar a ejecutar determinadas labores, adiestrar a sus subordinados, convencer y motivar al colectivo para cumplir las tareas con disciplina tecnológica y con alto grado de rigor. Esto requiere de un estilo de trabajo que permita

difundir ideas en los técnicos y obreros, recoger y sintetizar ideas de estos y viceversa.

Esta lógica implica también la aplicación de tecnologías y soluciones alternativas, mediante la experimentación e innovación, para resolver los problemas de su competencia con los recursos disponibles. El ingeniero debe ser capaz de innovar, de enfrentarse a situaciones en las que tiene que buscar soluciones alternativas a los problemas con los recursos que existen en la unidad de base.

1.2. Caracterización gnoseológica de la Matemática y su papel en la formación del ingeniero agrónomo.

Las matemáticas son tan antiguas como la propia humanidad. En los diseños prehistóricos de cerámica, tejidos y en las pinturas rupestres se pueden encontrar evidencias del sentido geométrico y del interés en figuras geométricas. Los sistemas de cálculo primitivos estaban basados, seguramente, en el uso de los dedos de una o dos manos, lo que resulta evidente por la gran abundancia de sistemas numéricos en los que las bases son los números 5 y 10. (K. Ribnikov, 1974)

Las ciencias matemáticas abarcan el estudio de las relaciones entre cantidades, magnitudes y propiedades, y de las operaciones lógicas utilizadas para deducir cantidades, magnitudes y propiedades desconocidas. (M. Rosental, 1973).

En el pasado las matemáticas eran consideradas como la ciencia de la cantidad, referida a las magnitudes (como en la geometría), a los números (como en la aritmética), o a la generalización de ambos (como en el álgebra). Hacia mediados del siglo XIX las matemáticas se empezaron a considerar como la ciencia de las relaciones, o como la ciencia que produce condiciones necesarias. Esta última noción abarca la lógica matemática o simbólica, ciencia que consiste en utilizar símbolos para generar una teoría exacta de deducción e inferencia lógica basada en definiciones, axiomas, postulados y reglas que transforman elementos primitivos en relaciones y teoremas más complejos. (A. Guétmanova, 1991)

La lógica matemática se forma como resultado de aplicar, en el terreno de la lógica, los métodos formales de la Matemática, basados en el empleo de un lenguaje especial de símbolos y fórmulas. Esta lógica representa la actual etapa de desarrollo de la lógica formal. “La lógica formal es la ciencia que estudia los actos del pensar – concepto, juicio,

razonamiento, demostración – desde el punto de vista de su estructura o forma lógica, o sea haciendo abstracción del contenido concreto de los pensamientos y tomando sólo el procedimiento general de conexión entre las partes del contenido dado”. (M. Rosental, 1973: 279)

Estudiar la lógica matemática es estudiar la lógica utilizada en las matemáticas. Entonces la Matemática es una ciencia lógico - deductiva, en la que de conceptos primarios no definidos (unidad, conjunto, correspondencia; punto, recta, plano, etc.) y de proposiciones que se aceptan sin demostración (axiomas), se deduce toda una teoría de razonamientos libres de contradicción. (A. Guétmanova, 1991).

La Matemática se opone a las ciencias de la naturaleza (Física, Biología, etc.) porque procede por deducción, en tanto que estas lo hacen por inducción. A la Matemática no le basta la comprobación de que un teorema se cumple para “n” casos, necesita demostrar, de un modo lógico universal que se cumple siempre. Esta ciencia se fundamenta en el encadenamiento lógico, en la demostración o prueba. (Enciclopedia Espasa, 1984)

Desde el punto de vista de la lógica moderna se denomina deducción al razonamiento que entrega un juicio verdadero. Es propio del razonamiento deductivo, correctamente construido, el carácter necesario de las inferencias lógicas de la conclusión a partir de las premisas. (M. González, 1997)

Entonces la Matemática como ciencia formal, se constituye sobre la base de sistemas teóricos deductivos, caracterizados por la formulación inicial de sus fundamentos, insertándose en el sistema sólo aquellas informaciones que puedan ser obtenidas a partir de esta base de manera puramente lógica. (M. González, 1997).

Por otra parte el conocimiento científico exige que el pensamiento se mueva en dos direcciones, del todo íntegro a las partes (deducción), de las partes hacia el todo (inducción). (M. González, 1997)

Lo referido con anterioridad conlleva a una contradicción en el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática para la carrera de Agronomía, entre su lógica formal y la lógica inductivo – deductiva a desarrollar en el alumno.

A la existencia de una contradicción similar se refiere M. González (1997), en su tesis para optar por el grado científico de doctor, donde establece las regularidades esenciales que permiten brindar soluciones científicas a problemas relacionados con la didáctica especial de las matemáticas; pero no propone la solución de la misma.

Sin embargo, el ingeniero agrónomo necesita de los métodos matemáticos como la mayoría de los profesionales. Si una sociedad busca dar un salto adelante en su desarrollo, debe estudiar matemáticas. Ninguna nación en la tierra ha podido edificar un porvenir promisorio sin dedicarse a comprender la sutil dinámica de los números. Si un pueblo quiere emprender el camino de la prosperidad, entre sus habilidades y destrezas básicas debe aprender a leer, escribir, calcular y razonar. Entre los que saben leer, son mejores los que pueden escribir;

entre los que escriben, son más avanzados los que aprenden a calcular; y entre los que calculan son superiores los que saben razonar (DESLINDE, 2000).

Este planteamiento evidencia la necesidad de resolver la contradicción referida con anterioridad y no sólo incluyendo en los planes de estudio, de la mayoría de las carreras universitarias, asignaturas de esta rama del saber, sino logrando que la ejecución de su proceso docente educativo se corresponda con la lógica del profesional que se quiere formar, debido a que la Matemática constituye un instrumento fundamental en la investigación de los fenómenos de cualquier ciencia.

En la carrera de Agronomía, la Matemática, al igual que la Física, la Química y la Biología, constituye una ciencia básica y el sustento de otras asignaturas básicas específicas y del ejercicio de la profesión. Los estudiantes de esta carrera necesitan de la Matemática como una herramienta de trabajo para dar solución a los problemas que se presentan en otras asignaturas y en el ejercicio de su profesión. Esto indica que la organización y ejecución del proceso docente educativo de esta disciplina tiene particularidades.

Por lo abstracto del objeto de estudio de la Matemática, sobre todo para los alumnos de otras carreras no relacionadas directamente con esta rama del saber, como la Agronomía, es necesario garantizar la motivación constante de los estudiantes, una correcta distribución del tiempo dedicado a la teoría y la práctica. Es importante además tener en cuenta su papel en el desarrollo del pensamiento lógico del alumno y de las capacidades de razonamiento, por lo que su inclusión en el curriculum de cualquier carrera adquiere una relevancia mayor.

Para lograr estas metas se requiere del estudio de su proceso docente educativo como un todo y de las tendencias más actuales de la didáctica, que contribuyen a la activación de la enseñanza y el aprendizaje para la formación de un egresado más competente.

1.3. Características didácticas y psicológicas del proceso docente educativo de la
Matemática.

Según C. Álvarez: “El proceso docente educativo es algo más que la integración de la enseñanza y el aprendizaje. Es más que cada uno de los ocho componentes: problema, objeto, objetivo, contenido, métodos, medios, forma y resultado; e incluso algo más que su simple suma. También sobrepasa a cada una de las dos leyes, la escuela en la vida y la educación por medio de la instrucción, y a su suma. Es la integración sistémica y holística de todo ello, junto con las cualidades, ideas rectoras, en cualesquiera de las tres dimensiones (instructiva, desarrolladora y educativa), todo lo cual genera una nueva cualidad; el proceso docente educativo en sí mismo”. (C. Álvarez, 1999: 113)

H. Fuentes e I. Álvarez (1998) también asumen un enfoque holístico en la comprensión del proceso docente educativo como sistema, plantean que no se trata de un agregado de componentes y funciones, sino de un sistema holístico, que es más que la simple integración de las partes; se trata de comprenderlo como un todo inseparable, resultado de las interrelaciones entre los componentes y sus funciones, las configuraciones y cualidades, los cuales en su integración condicionan las funciones y cualidades del proceso como un todo.

Según estos autores “El proceso docente educativo es aquel que de modo consciente se desarrolla a través de las relaciones de carácter social que se establecen entre estudiantes y profesores con el propósito de educar, instruir y desarrollar a los alumnos, dando respuesta a las demandas de la sociedad, para lo cual se sistematiza y recrea la

cultura acumulada, de forma planificada y organizada”. (H. Fuentes, I. Álvarez, 1998: 33)

Entonces, en general, el proceso docente educativo de cualquier rama del saber en el contexto universitario, es un sistema de procesos de naturaleza holística, consciente y dialéctica, en el que se establecen complejas relaciones entre enseñanza y aprendizaje que se dan en la actividad y en la comunicación de los sujetos implicados y donde el alumno se instruye, educa y desarrolla, esto es, se transforma, a través de la integración de actividades de carácter académico, investigativo y laboral.

No obstante estas generalidades, el proceso docente educativo de cada ciencia o rama del saber en particular, tiene sus especificidades. Así, un rasgo característico del proceso docente educativo de las matemáticas, en cualquier nivel educacional es la solución de problemas, sobre todo en carreras que no son de este perfil.

A la importancia de esta especificidad de las matemáticas se refiere H. Hernández (2000), cuando plantea ” ... se aprende Matemática para actuar con la Matemática y no para acumular definiciones, teoremas, procedimientos particulares, que a la postre se olvidan si no se utilizan con efectividad. No quiere decir esto que la información matemática carezca de utilidad, sino que adquiere su justo valor en la medida que se necesita para la solución de un problema...”.

Expresa R. Álvarez (1997) al respecto, que un mundo donde no existe la linealidad en el contexto social, ni en el natural, donde se vive entre problemas (familiares, políticos, sociales, ecológicos, científicos, ideológicos, laborales, profesionales, etc.), la escuela debe educar para esa realidad; para que el alumno comprenda que las cosas no están de por sí resueltas y que hay que aprender a resolverlas como parte común y esencial de la vida.

Este planteamiento evidencia la necesidad de que en el proceso de enseñanza de la matemática se haga comprender al alumno cuál es su meta y sobre todo las cercanas, lo que puede lograrse a partir del planteamiento de un problema, relacionado con su perfil profesional, con las matemáticas o con la vida misma, que le haga ver al alumno que la matemática es la “reina de las ciencias”, ya que constituye una herramienta fundamental para dar solución a los problemas que se presentan en otras ramas del saber.

De esta forma, los estudiantes se introducen en el proceso de búsqueda de solución de problemas nuevos para ellos, aplicando conocimientos ya asimilados y adquiriendo independientemente otros, lo que les permite desarrollar la actividad creadora.

Según R. Portuondo (1993), la solución de problemas brinda a los estudiantes un ejemplo objetivo de las acciones del proceso cognoscitivo, tanto en la parte expositiva, como en la de elaboración conjunta, preparándolos para que adquieran independencia.

El proceso de solución de problemas matemáticos consiste en una serie de etapas, que establecen la lógica a seguir por el sujeto para satisfacer las exigencias del problema.

En general, la resolución de problemas en las clases de matemática, es muy importante, permite a los alumnos conocer y superar las dificultades, definir los alcances y limitaciones del conocimiento matemático que posee, desarrolla el razonamiento lógico riguroso, les hace descubrir nuevas realidades; además tiene tres funciones fundamentales: instructiva, educativa y de desarrollo, que se satisfacen en la medida que se integre en este proceso lo académico, laboral e investigativo.

La función instructiva está determinada porque la resolución de problemas se convierte para los alumnos, en la vía o medio para la adquisición, ejercitación y consolidación del sistema de conocimientos matemáticos y la formación de habilidades y los hábitos correspondientes.

La función educativa está asociada a las cualidades más significativas que se deben formar en los estudiantes, tales como sentimientos, convicciones, valores, voluntad y espíritu de los hombres de una sociedad (Álvarez, C. 1995).

Una de las repercusiones educativas más importantes que tiene la enseñanza de la matemática mediante la solución de problemas radica en el aporte que ella hace a la formación de cualidades de la personalidad, sobre todo para el desarrollo de una concepción científica del mundo y de una posición activa y crítica con respecto a los fenómenos y hechos tanto naturales como sociales.

La función desarrolladora apunta al desarrollo de capacidades creativas, con lo que no sólo se compromete al sujeto que aprende con el propio proceso, sino que desarrolla sus potencialidades transformadoras (H. Fuentes, I. Álvarez, 1998). En este caso, la resolución de

problemas ejerce influencia sobre el desarrollo intelectual del individuo, sobre la formación de su pensamiento.

Los problemas no deben ser muy fáciles, pues entonces no se logra el fin buscado, ni tan difíciles que impidan al alumno dar un solo paso. Encontrar la justa medida, o sea el grado de problemicidad adecuado, significa diseñar problemas en correspondencia con la zona de desarrollo próximo del sujeto, la cual puede ser entendida como la distancia entre lo que el sujeto es capaz de hacer con ayuda de los demás y lo que puede hacer por sí mismo, como resultado del desarrollo alcanzado, y que es por ello considerada como el espacio en el que tiene lugar el aprendizaje.

El problema es la tarea cuyo método de realización y resultado son desconocidos por el alumno, pero este está en condiciones de acometer la búsqueda del resultado o del método que ha de aplicar. (M. Danilov, M. Skatkin, 1978)

Según A. Bofil, H. Flores y M. Rodríguez (1995) los problemas matemáticos son situaciones matemáticas provenientes de diversos campos del conocimiento y que plantean alguna interrogante que no haya sido resuelta por el sujeto que lo enfrenta.

L. Campistrous (1998) plantea que toda situación en la que hay un planteamiento inicial y una exigencia que obliga a transformarlo representa un problema.

M. Martínez (1986) define el problema como una categoría fundamental de la enseñanza problémica que refleja la asimilación de la contradicción por el sujeto de aprendizaje y debe

reflejar la contradicción esencial del objeto de estudio, vincularse con el material docente y con los conocimientos anteriores.

En particular el problema matemático contextualizado es aquel donde se plantea una situación relacionada con las matemáticas, la vida o una profesión determinada, que se expresa a través de un contenido, condiciones o planteamiento inicial y exigencias, y requiere de la acción del sujeto para transformarla. Los problemas matemáticos contextualizados también se denominan de aplicación o extramatemáticos.

El problema constituye una categoría fundamental de la enseñanza problémica. La enseñanza problémica tiene su esencia en mostrar al alumno el camino para la obtención del concepto, las contradicciones que surgen en este proceso y las vías para su solución, contribuyendo así a que este se convierta en sujeto activo del proceso. De esta forma se propicia que los alumnos asimilen el material docente mediante la solución independiente de problemas y el “descubrimiento” de nuevos conceptos. (M. Majmutov, 1983)

Como se observa, la enseñanza problémica contribuye al cumplimiento del sistema de principios didácticos, el del carácter científico y partidista, de vinculación de la escuela con la vida, del papel dirigente del profesor, la actividad independiente del alumno y el carácter consciente y activo del proceso de enseñanza.

Su base metodológica la constituye la teoría materialista del conocimiento. De acuerdo a la cual la enseñanza, como fenómeno de la realidad objetiva, es un proceso que se desarrolla

dialécticamente, subordinándose a las leyes de la dialéctica; es un proceso en el cual existen aspectos que se contraponen, la enseñanza y el aprendizaje; la forma y el contenido; la esencia y el fenómeno; lo particular y lo general, lo viejo y lo nuevo. Además las contradicciones que existen entre los nuevos conocimientos y las habilidades que adquiere el alumno y las que ya posee; entre los niveles de asimilación reproductivo y productivo; entre el nivel del contenido de los programas y las posibilidades reales de los estudiantes para su asimilación; entre los conocimientos teóricos y la capacidad para aplicarlos en la práctica; entre las explicaciones del profesor y su comprensión por los alumnos, entre otras.

M. Danilov (1978) llegó a la conclusión de que la contradicción que constituye la fuerza motriz del proceso docente es la que se manifiesta entre las tareas prácticas y docentes que se plantea al alumno durante el proceso de enseñanza y el nivel real de los conocimientos, capacidades y habilidades y los restantes componentes de su personalidad, esta contradicción se convierte realmente en la fuerza motriz del aprendizaje cuando el alumno comprende las dificultades y necesidades de superarlas y son descubiertas e interiorizadas por él, lo que lo impulsa a la búsqueda de su solución.

En esta dirección se encuentra la enseñanza problémica cuyo fundamento psicológico se basa en la concepción sobre la naturaleza social de la actividad del hombre y en los procesos productivos del pensamiento creador. El pensamiento productivo se caracteriza por la capacidad del hombre para apropiarse de lo nuevo, de lo desconocido, por lo tanto desarrollar este tipo de pensamiento

implica lograr un aprendizaje basado en la búsqueda, en la solución de problemas y no en la simple apropiación de conocimientos ya elaborados.

El considerar que los procesos productivos constituyen el núcleo de todas las formas de desarrollo psíquico de la personalidad, pertrecha a la enseñanza problémica de una base psicológica, la cual podemos considerar como el elemento directriz de este tipo de enseñanza.

Desde el punto de vista pedagógico, esta enseñanza se fundamenta en la enseñanza desarrolladora, cuya esencia radica en la necesidad de desarrollar las capacidades cognoscitivas en los alumnos, y se da a través de la relación profesor - alumno (carácter bilateral del proceso).

Teniendo en cuenta que la unidad de la enseñanza y la ciencia es uno de los principios fundamentales de la enseñanza superior contemporánea, surge la necesidad de incorporar los métodos problémicos y en especial los métodos investigativos al proceso docente - educativo, en la combinación armónica con otros métodos.

El método investigativo ofrece al alumno conocimientos integrales, que se hacen perfectamente conscientes y que pueden aplicarse de un modo operativo y flexible, además, el estudiante aprende a adquirir conocimientos, a investigar, a derivar conclusiones, a aplicar en la vida los conocimientos y las habilidades adquiridas, se garantiza el dominio de las vías del conocimiento científico, se forman los rasgos de la actividad creadora y despierta el interés. (M. A. Danilov, M. N. Skatkin, 1978)

Los métodos problémicos juegan un papel fundamental en la dinámica del proceso docente educativo de las matemáticas, los cuales van dirigidos a encauzar la enseñanza y el aprendizaje de esta ciencia en el sentido del movimiento contradictorio y dialéctico de los fenómenos y procesos, situando al alumno en una posición activa, al incrementar su participación y ofrecerle a través de ella la adquisición de conocimientos y el desarrollo de hábitos, habilidades y capacidades, preparando al estudiante para que pueda detectar problemas, revelar conflictos, buscar soluciones y aplicarlas, desarrollando su independencia cognoscitiva.

La aplicación de los métodos problémicos como sistema, en el desarrollo del proceso docente educativo de las matemáticas en la educación superior contribuye a:

- El desarrollo de los tres componentes esenciales del plan de estudio y su vinculación, encaminándose el proceso hacia la formación de un egresado capaz de enfrentarse a los problemas de su entorno con independencia y creatividad, instruye, desarrolla al alumno y forma en él determinados valores como laboriosidad, constancia, etc.
- El desarrollo de la actividad productiva en los alumnos, así como a la activación de su pensamiento creador, debido a que constantemente se despierta en ellos el interés por lo desconocido, pues la adquisición de los nuevos contenidos se convierte en una necesidad, existiendo una motivación constante.
- La elevación del nivel científico de la asimilación de conocimientos por parte de los alumnos, dado por la intensificación de la explicación del profesor sobre la base de

situaciones problemáticas y del papel activo del alumno en la solución de los problemas que se presentan, elaboración de nuevos conceptos, etc.

- La formación en los alumnos de una concepción científica del mundo, debido a que en este tipo de enseñanza se incentiva al estudiante a la búsqueda, al descubrimiento, a la solución de problemas relacionados con la vida, al análisis crítico de los resultados, despertándose en él emociones y contribuyendo a la transformación de los conocimientos en convicciones.

Entonces, si el proceso docente educativo se desarrolla sobre la base de la solución de problemas, con criterios y modos de actuación propios; planteándosele al estudiante exigencias cada vez mayores, pero alcanzables, se contribuye al desarrollo en los alumnos de la independencia cognoscitiva.

1.3.1. El desarrollo de la independencia cognoscitiva en la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.

Según O. González (1978), la independencia o autonomía es una cualidad de la personalidad y se manifiesta en los distintos tipos de actividades que realiza el individuo. Una persona independiente actúa por voluntad propia, según sus convicciones y punto de vista.

“La independencia cognoscitiva se manifiesta en la capacidad de ver y de representarse el problema, la tarea cognoscitiva de carácter teórica o práctica; en la determinación del plan, de los métodos para su solución, utilizando los procedimientos más seguros y efectivos; en el proceso mental activo, en la búsqueda creadora de soluciones adecuadas; y en la comprobación de las soluciones adoptadas”. (C. Álvarez, 1999: 50)

“No se concurre a los establecimientos para aprender todo lo aprendible, sino muy singularmente para aprender a estudiar ...”. “Los institutos de educación son teatros donde la juventud debe tantear y robustecer sus fuerzas para marchar sin ajeno apoyo.” (J. de la Luz y Caballero, 1992: 64)

Existen diferentes criterios para medir el grado de independencia cognoscitiva alcanzado por el alumno. L. Lima (2001), en su tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas valida y utiliza como indicadores: toma de decisiones, claridad en los objetivos, autonomía, iniciativa propia, autodidacta, innovador, con método de trabajo. Otros autores que estudian esta problemática consideran, entre los factores a tener en cuenta, la iniciativa, el criterio propio, la decisión, el deseo de saber, de profundizar en los conocimientos, de esforzarse para lograr los resultados, de vencer las dificultades, de seleccionar y utilizar las ideas fundamentales, el nivel de pensamiento, el nivel de realización y otros. (ICCP, 2000)

La independencia cognoscitiva es entonces, una cualidad de la actividad intelectual del hombre que le permite aplicar los conocimientos adquiridos en la práctica en situaciones nuevas, aunque requiera para ello de la adquisición de nuevos conocimientos. Se manifiesta, entre otros aspectos, en las posibilidades que tiene el sujeto de: percibir el fin a que se dirige la acción, de anticiparse a los demás, de tomar una decisión, de obrar con método de trabajo y espíritu innovador.

La posibilidad del alumno de aplicar los conocimientos adquiridos en la práctica a situaciones nuevas con apoyo heurístico es superior en la medida que sus conocimientos adquieren un mayor grado de generalización, siendo más sólidos. .

En general, si en el desarrollo del proceso docente educativo el estudiante se enfrenta a problemas que tienen como rasgo fundamental que no pueden ser resueltos a partir de la aplicación mecánica y directa de la experiencia anterior; sino que está obligado a pensar, a razonar, para encontrar los conocimientos necesarios que conducen a la respuesta, y logra vencer las dificultades y arribar a la solución del problema es porque ha alcanzado cierto grado de independencia cognoscitiva.

O sea, un alumno ha alcanzado cierto nivel de independencia cognoscitiva cuando es capaz de modelar y resolver problemas relacionados con su objeto de estudio sin ayuda del profesor o de otros estudiantes.

La matemática es una asignatura con características particulares en este sentido. Por lo abstracto de su objeto de estudio es fundamental que en el desarrollo de su proceso docente educativo se enseñe al alumno a razonar de forma lógica, a buscar caminos para la solución de los problemas y a tomar decisiones frente a diferentes alternativas, de lo que se infiere que su papel en el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los alumnos es fundamental.

La independencia cognoscitiva se favorece a través del trabajo independiente, el que constituye un medio efectivo para desarrollar de manera gradual y sistemáticamente, niveles cada vez más altos de independencia en la solución de las tareas, convirtiéndose al mismo tiempo en un instrumento importante para valorar su nivel de desarrollo.

Según P. Pidkasisty (1972): “El trabajo independiente es el medio de inclusión de los alumnos en la actividad cognoscitiva independiente, el medio de su organización lógica y psicológica”.

El trabajo independiente es aquella actividad que asigna el profesor para que la realicen los alumnos dentro o fuera del proceso docente, en un tiempo determinado, sin la ayuda directa y constante de otros. Lo cual no excluye la orientación, sobre todo en los momentos iniciales, cuando aún el alumno no puede realizar las acciones por sí solo.

La actividad independiente no puede limitarse a determinadas fases del proceso, su éxito se garantiza si desde la clase en que se introduce un nuevo contenido se enseña al alumno a pensar, a actuar, a aplicar los conocimientos en nuevas situaciones, en definitiva a resolver problemas, algo muy característico de las matemáticas.

Para lograr que el alumno desarrolle independencia cognoscitiva es fundamental que la tarea, por un lado, favorezca el surgimiento de una motivación intrínseca por el aprendizaje,

condición indispensable para su efectividad, y por otro que la misma tenga los niveles de problematicidad adecuados que posibiliten al estudiante la búsqueda de su solución a partir de la aplicación consciente y productiva de los conocimientos y habilidades ya adquiridos.

En los objetivos de una disciplina y/o asignatura se expresa el grado de independencia a alcanzar en el alumno, pero en la ejecución del proceso se manifiesta mediante el sistema de métodos que utilizan los estudiantes en la solución de las tareas docentes. Esto se favorece en la medida que el proceso tenga un carácter más productivo. (H. Ruiz, 1995)

1.4. Características actuales del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.

Durante el proceso de rectificación de los planes y programas de estudio existentes, que se efectuó en Cuba a finales de la década del 80, se constataron un grupo de problemas (M. Torres, 1993):

- Insuficiente integración de la universidad con el contexto social.
- Poca sistematicidad o integración del proceso docente educativo.
- Limitada utilización de métodos de aprendizaje de carácter participativo, productivo, profusión de contenidos, objetivos imprecisos o difusos.
- Poco aprovechamiento de las potencialidades educativas que están presentes en la actividad académica, laboral e investigativa de los estudiantes.

Prestigiosos pedagogos cubanos han trabajado por superar estas deficiencias con resultados altamente satisfactorios. Desafortunadamente, aún existen insuficiencias que invitan a reflexionar sobre la temática, lo que se pudo constatar con los resultados de investigaciones más recientes realizadas por el CEPES (1998), donde se refleja que nuestros egresados aún tienen dificultades con las habilidades práctico profesionales y el grado de independencia e iniciativa para abordar las tareas propias de su profesión.

En reciente encuesta aplicada a los egresados de la carrera de Agronomía de la Universidad de Ciego de Ávila (J. Callejas, 2000), se manifestó que en el desarrollo del proceso docente educativo de las asignaturas del curriculum del ingeniero agrónomo existe:

- Escaso vínculo de las asignaturas básicas con los problemas reales y concretos de la profesión.
- Poca integración, en el desarrollo del proceso, de las actividades académicas, laborales e investigativas.
- Poca realización de actividades prácticas e insuficiencias en su calidad.
- Insuficiente orientación profesional sobre las condiciones reales y actuales en que desarrollará su trabajo profesional.

Para realizar el análisis de las asignaturas objeto de esta investigación e incidir en el desarrollo de su proceso es conveniente en primer lugar analizar las diferentes etapas por las que han transitado sus programas de estudio. Estos perfeccionamientos, en cada momento han indicado un salto superior en el diseño del proceso docente educativo que se refleja en su ejecución y finalmente en la calidad del graduado, cada vez mas integral.

El análisis de la evolución de los programas de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía, a partir de los diseños de los planes de estudio A, B, C y C perfeccionado permite afirmar que:

- La suma de las horas totales de las asignaturas disminuye paulatinamente, lo cual hace el proceso más sistemático y con mayor integración.

- Se amplía y luego se reduce el número de asignaturas que conforman la Matemática Básica para el ingeniero agrónomo, con una mayor integración de los contenidos, existiendo pequeñas variaciones en los mismos.
- Los objetivos del programa de la disciplina y de las asignaturas que lo integran en algunos casos se convierten en objetivos particulares de temas, e incluso de tareas docentes; lo cual influye en la insuficiente integración de los contenidos y deficiente confección del examen final, pues no se tiene clara la meta final.
- La organización de los contenidos en el plan C perfeccionado no permite su sistematización oportuna, al separar en dos asignaturas los conocimientos básicos y las aplicaciones más significativas. (Anexo 5)
- Existe una tendencia de reducción del tiempo dedicado a las conferencias y un aumento de las clases prácticas, hasta alcanzar estas últimas un 68% del total al introducirse el plan de estudio “C”, el cual fue evolucionando, convirtiéndose en un programa flexible que permitió a los centros elaborar los programas de asignaturas y determinar sus tipologías de clases.
- Las indicaciones metodológicas en el programa de disciplina del plan C son muy amplias, no así en el perfeccionado (Anexo 5). En ellas se valora la actividad académica, se enfatiza en la importancia del incremento de las actividades prácticas, se puntualiza que las clases deben tener un enfoque teórico práctico, desarrollándose la mayor cantidad de ejemplos

posibles, pero no se hace clara referencia a la importancia de los componentes laboral e investigativo en el desarrollo del proceso.

De este análisis se concluye que en general la evolución de los programas de las asignaturas de Matemática Básica para el ingeniero agrónomo ha ido en ascenso. Los nuevos diseños cada vez más flexibles han permitido a los centros de educación superior la elaboración de los programas de asignaturas según sus necesidades, teniendo en cuenta el documento de la disciplina.

Todo este trabajo ha estado sustentado por los resultados de las investigaciones de prestigiosos pedagogos cubanos como C. Álvarez (1990, 1995, 1996,1999), H. Fuentes (1998, 2000), P. Horroutiner (2000), etc., cuyos aportes han dado un vuelco sustancial a la pedagogía cubana.

No obstante, con el objetivo de constatar cuánto se ha avanzado en este sentido y cuáles son las deficiencias que quedan por resolver se realizó un estudio, en la Universidad de Ciego de Ávila, sobre las necesidades matemáticas del ingeniero agrónomo y aspectos relacionados con el desarrollo del proceso docente educativo de las asignaturas de Matemática para la carrera de Agronomía (Anexo 1 y 2), el que permitió concluir que:

- Los contenidos que se incluyen en la Matemática Básica para esta carrera son los mínimos indispensables, sin embargo no siempre son retomados por otras asignaturas para la solución de los problemas inherentes a estas, por lo que se requiere de avances significativos en la integración interdisciplinaria, para lograr la necesaria aplicación de los métodos matemáticos en el ejercicio de la profesión del ingeniero agrónomo.

- Aunque ha habido una tendencia al uso de métodos participativos, problémicos aún existe una marcada utilización de métodos expositivos, descriptivos, pasivos. La explotación de las posibilidades que ofrece el método problémico para generar conflictos cognitivos y aprendizajes significativos es aún insuficiente.
- En las asignaturas básicas no siempre se crean las condiciones para que los alumnos se vinculen con su vida laboral, tengan experiencias directas con los temas a trabajar, lo que provoca que los contenidos se muestren como irrelevantes y poco funcionales para la vida y profesión de los estudiantes, lo cual conspira contra la falta de motivación e interés.
- Las asignaturas básicas generalmente no se preocupan por el desarrollo de métodos profesionales en los alumnos, al menos de manera elemental, desde el desarrollo de sus actividades docentes.

Por otra parte la concepción de la preparación de las asignaturas Matemática 1 y 2, teniendo en cuenta la distribución actual de los contenidos, en muchas ocasiones dificulta la problematización de la enseñanza y la elaboración de evaluaciones integradoras.

Esta situación se hace más crítica si se tiene en cuenta que los estudiantes que matriculan en la carrera de Agronomía, en su mayoría son de bajo o medio rendimiento, lo que se refleja en los cortes realizados en los cursos 1998-1999 y 1999-2000, que han sido de 78,47 y 81,73 puntos, respectivamente.

Además la aplicación por varios cursos de la prueba de plasticidad del pensamiento de Davidov (Anexo 3), arrojó como resultado, que más del 50% de los alumnos que matriculan en la carrera de Agronomía tienen razonamiento inerte, tendencia a trabajar por patrones, alcanzando esta cifra un 60% en el curso 1999-2000. Esto origina serias dificultades en el desempeño de los alumnos con independencia cognoscitiva, lo que puede reflejarse en el ejercicio de la profesión, de no solucionarse a tiempo.

Teniendo en cuenta que “... el perfeccionamiento de la obra educacional es un proceso continuo, que se va enriqueciendo y transformando con la propia dinámica de la sociedad, con el desarrollo de las ciencias y la tecnología y con el incesante flujo del progreso humano” (F. Vecino, 1996: 8), se hace necesario profundizar en el estudio del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.

Las reflexiones anteriores y resultados más recientes, de otros investigadores, como M. González (1997), J. Ugalde (1998), permiten afirmar que los cambios a introducir deben estar dirigidos a la modificación de los métodos tradicionales que se utilizan, que no permiten el razonamiento inductivo - deductivo de los alumnos, en el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.

Este perfeccionamiento debe contribuir al logro de egresados con una profunda capacidad de aplicar las herramientas matemáticas a la solución de sus problemas con independencia e iniciativa.

Todo lo planteado, en definitiva, da cuentas de las limitaciones que presenta el desarrollo del proceso docente educativo de las matemáticas en la carrera de Agronomía, y de su posible influencia en la formación de un profesional con independencia.

Puesta en evidencia la problemática existente y la comprensión de sus principales causas, queda claro que contribuir a la solución de este complejo problema, desarrollar en los alumnos la independencia cognoscitiva desde los primeros años de la carrera, puede hacerse mediante la implementación de metodologías que, sustentadas en las regularidades de este complejo proceso, renueven la práctica educativa promoviendo cambios en el quehacer de los sujetos implicados.

Conclusiones

- *La realización del diagnóstico del objeto de estudio unido a la experiencia docente de la investigadora permitieron detectar las limitaciones que presentan los egresados de la carrera de Agronomía en el desarrollo de su independencia cognoscitiva al enfrentar las tareas propias de su profesión. Esta situación está condicionada por las insuficiencias del proceso docente educativo de las diferentes asignaturas de la carrera, en cuanto a organización y ejecución.*
- *Existe una contradicción entre la lógica predominantemente inductivo – deductiva con que el ingeniero agrónomo desempeña sus funciones y la lógica predominantemente deductiva del proceso docente educativo de la matemática.*
- *El análisis del proceso docente educativo de las asignaturas de Matemática Básica para la carrera de Agronomía, desde el modelo holístico configuracional de la didáctica, y la asunción de la enseñanza problémica como referente teórico importante, permitieron establecer un marco teórico adecuado desde el que se le atribuye a la utilización de métodos problémicos en el proceso docente educativo de la matemática, un papel importante en el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes de la carrera de Agronomía.*
- *En el proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía existe poca estimulación en las clases a la iniciativa de los alumnos, a la búsqueda de solución a problemas relacionados con los procesos reales de la producción; insuficiente proyección interdisciplinaria y bajo desarrollo del componente investigativo, lo que conlleva a una deficiente independencia cognoscitiva.*
- *Se necesita realizar un perfeccionamiento del proceso docente educativo de la Matemática Básica en la carrera de Agronomía para contribuir al desarrollo de métodos profesionales desde los primeros años de la*

carrera, al manejo de alternativas y a la toma de decisiones, lo cual es posible si el alumno alcanza niveles superiores de independencia cognoscitiva.

- El análisis histórico del objeto de estudio y su caracterización, unido a la comprensión de las principales causas que originan el problema de esta investigación permiten plantear, que la concepción de una modelación didáctica del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados que toma en consideración la contradicción entre la lógica formal de la Matemática en el plano didáctico y la lógica de actuación del profesional, constituye el sustento de una metodología que puede contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año de la carrera de Agronomía.

CAPÍTULO 2

**MODELO DEL PROCESO DE SOLUCIÓN DE
PROBLEMAS MATEMÁTICOS
CONTEXTUALIZADOS Y METODOLOGÍA PARA
SU APLICACIÓN EN LA MATEMÁTICA BÁSICA
PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA**

2. MODELO DEL PROCESO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS CONTEXTUALIZADOS Y METODOLOGÍA PARA SU APLICACIÓN EN LA MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA

En el capítulo se explica y fundamenta el modelo que como resultado de esta investigación se propone, el cual toma como punto de partida importante en la modelación del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados, el enfoque holístico configuracional de la didáctica y la concepción de la Enseñanza Problemática de M. Majmutov y sus continuadores.

Del modelo elaborado se deriva una metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de las Matemática 1 y 2 en la carrera de Agronomía, que requiere del perfeccionamiento de los programas de estas asignaturas, con énfasis en la reformulación de los objetivos, organización de los temas, definición de tipologías de clase, sistema de evaluación e indicaciones metodológicas.

2.1. Fundamentos teóricos del modelo

La modelación del proceso de solución de problemas contextualizados de las asignaturas de Matemática Básica para la carrera de Agronomía, asume como referente teórico importante el modelo holístico configuracional de la didáctica (H. Fuentes, 2000).

La posición epistemológica de este modelo alude no sólo a la naturaleza consciente, holística y dialéctica de los procesos sociales, sino al hecho de que al ser estos entendidos como sistemas de procesos objetivos - subjetivos que se estructuran de diversas formas en el curso de su desarrollo gracias a la actividad y la comunicación de los sujetos, se configuran a través de las relaciones de significación que en los mismos se producen.

De lo anterior se deriva el reconocimiento de las relaciones dialécticas como unidades de análisis de esta nueva concepción y la consideración de la categoría configuración como piedra angular en la interpretación y caracterización del proceso docente educativo.

El Modelo Holístico Configuracional de la Didáctica de la Educación Superior parte de la siguiente concepción:

- El proceso docente educativo es un sistema de procesos de naturaleza holística, dialéctica y consciente.

Consciente, por la marcada relación entre lo objetivo y lo subjetivo, traducido en la intencionalidad y el protagonismo de los sujetos que participan.

Dialéctico, por el carácter contradictorio de las relaciones que dentro de este se producen y que constituyen su fuente de desarrollo y transformación.

Holístico, por el carácter totalizador de su naturaleza, lo que impone la restricción de no reducir su análisis al desmembramiento de sus partes, sino ampliarlo al establecimiento de nexos entre expresiones de su totalidad.

- El proceso docente educativo se configura en su desarrollo, esto es, se estructura de diversas formas por medio de la actividad y la comunicación de los sujetos, configurándose a través de las relaciones de significación que dentro de los mismos se producen.
- El desarrollo de las potencialidades de esta realidad social dependerá esencialmente de la acción de sus protagonistas, quienes constituyen un elemento determinante en la configuración del proceso.

Desde este enfoque, las configuraciones de un proceso constituyen expresiones de la totalidad que manifiestan rasgos o atributos del objeto, que al relacionarse e interactuar dialécticamente con otras de la misma naturaleza, se integran, formando un todo que va adquiriendo niveles cualitativamente superiores de organización. Representan la integración de aspectos dinámicos del proceso interrelacionados de forma coherente con la expresión del proceso dentro de una determinada actividad o forma de relación.

Inherente al carácter configuracional del proceso está lo dinámico, lo constructivo, lo procesal, de manera que las configuraciones no existen como un hecho estático, no son una parte del proceso, se construyen en su dinámica a través de las relaciones que en él se establecen.

Dimensiones del proceso

Las dimensiones, son aquellas expresiones de la totalidad que dan cuenta del movimiento, de la transformación del proceso y que conllevan a una nueva cualidad del proceso, que es el resultado de dicho movimiento.

Eslabones del proceso.

Los eslabones, son aquella expresión de la totalidad que en sus relaciones dan cuenta de su lógica interna. Son complejos estadios o momentos del proceso de naturaleza procesal que conllevan al movimiento del mismo. Dada la naturaleza holística y dialéctica del proceso del cual forman parte, se integran y se relacionan dinámicamente.

En este sentido se define el proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados, campo de acción de esta investigación, como una serie de fases o eslabones que determinan la lógica a seguir por el sujeto para satisfacer las exigencias del problema.

El problema matemático contextualizado es aquel donde se plantea una situación relacionada con las matemáticas, la vida o una profesión, que se expresa a través de un contenido, condiciones y exigencias, y requiere de la acción del sujeto para transformarla.

Aplicar el enfoque holístico al estudio de un proceso como el que se examina, el proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados, es detenerse en el análisis e interpretación de aquellas expresiones de su totalidad que vistas desde diferentes niveles de interpretación, irán reflejando, sus rasgos o atributos, sus movimientos y transformaciones cualitativas, así como su lógica interna, todos como resultado de relaciones dialécticas que

dentro de este se establecen. Es decir, significa definir sus configuraciones, dimensiones y eslabones, entendidos como momentos de síntesis en la interpretación de la esencia del proceso de solución de problemas matemáticos.

Esta investigación, cuyo propósito fundamental se encamina a la solución del problema relacionado con las insuficiencias en la independencia cognoscitiva de los estudiantes de la carrera de Agronomía, y donde esta es entendida como cualidad de la actividad intelectual del hombre que le permite aplicar los conocimientos adquiridos ante situaciones nuevas, concibe el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática, básicamente a través de la solución de problemas. En tanto, la enseñanza mediante la solución de problemas constituye una vía efectiva para que los alumnos adquieran conocimientos con un mayor grado de generalización, solidez, aumentando la posibilidad de aplicarlos a situaciones nuevas con apoyo heurístico e incentivando el desarrollo de un pensamiento independiente, que les posibilite, una vez graduados desempeñarse con flexibilidad y pertinencia en el ejercicio de sus funciones.

En tal sentido, y como ya ha sido expresado, la Matemática se constituye para este profesional en una herramienta importante para el estudio de los fenómenos y procesos propios de otras ciencias y ramas del saber, que contribuye al desarrollo del razonamiento lógico y de la independencia cognoscitiva, siempre y cuando en el proceso docente se den las condiciones.

2.2. Modelo del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados.

Para el logro del objetivo de la investigación se parte del supuesto científico de que la concepción de una modelación didáctica del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados propios de los agrosistemas que toma en consideración:

- **la contradicción entre lógica formal de la Matemática en el plano didáctico y la lógica de actuación del profesional,**
- **la aplicación de métodos matemáticos en correspondencia con las exigencias del problema, como configuración del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados,**
- **las relaciones entre las configuraciones problema matemático, contenido matemático apropiado por el sujeto y la aplicación de métodos matemáticos, como determinantes de las dimensiones gnoseológicas, profesionales y tecnológicas del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados, y**
- **las dimensiones como determinantes de las alternativas de las matemáticas, presentes en el proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados propios de los agrosistemas,**

constituye el sustento teórico de una metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para el ingeniero agrónomo que puede contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva en los alumnos de primer año de la carrera de Agronomía.

Dar curso a estas ideas lleva al análisis de la consideración relativa a la caracterización de la actuación del ingeniero agrónomo en las unidades básicas de producción agropecuaria.

El ingeniero agrónomo es un profesional calificado, que haciendo uso racional de los recursos humanos, químicos, biológicos y sociales, debe dirigir el proceso de producción agropecuaria con una lógica que implica: diagnosticar, pronosticar, planificar, organizar, aplicar, ejecutar y controlar (figura 1), y para lo cual generalmente:

- Analiza los problemas de la producción agropecuaria a que se enfrenta para el diagnóstico y establecimiento de pronósticos.
- Organiza la producción, estableciendo la planificación de las tareas necesarias, teniendo en cuenta las alternativas de solución a la problemática agropecuaria, para el uso racional de los recursos humanos, materiales y financieros.
- Ejecuta los planes, aplicando las tecnologías apropiadas; controla el proceso y evalúa los resultados.

Esta lógica implica la aplicación de tecnologías y soluciones alternativas tanto en la etapa de análisis, como de organización y ejecución. Entendiéndose por soluciones alternativas aquellas opciones de solución que surgen al resolver un problema y requieren del análisis del sujeto para la selección de la más adecuada. Se dan en la interacción del sujeto con el objeto.

En general, el ingeniero agrónomo en el manejo de alternativas debe:

- Identificar alternativas.
- Reconocer indicios de cada alternativa.
- Caracterizar cada alternativa.
- Comparar alternativas.
- Valorar ventajas y desventajas de cada una de ellas.
- Seleccionar la alternativa más conveniente.

La selección y uso de alternativas tendientes a optimizar y hacer más sustentable, en todos los órdenes, los procesos de la producción y los servicios, es un imperativo de estos tiempos, que reclama de las universidades y en especial de las ciencias que tributan a la formación de los profesionales, la disminución de la distancia, a veces insalvable, entre el mundo del trabajo, de la profesión y la cultura académica.

En el caso particular del profesional que se analiza, esto pudiera lograrse en la medida en que el estudiante se comprometa con su futura actuación profesional desde el proceso docente educativo de disciplinas básicas o básicas específicas. En este sentido, la búsqueda de alternativas para resolver un problema, constituye un elemento determinante de la propia acción del profesional, dado que no siempre se dispone de los recursos necesarios (financieros, tecnológicos, etc.), todo lo que puede ir acompañado de la presencia, en la práctica, de situaciones inesperadas que requieren de una actividad creativa, innovadora y por ende de la búsqueda de la alternativa (o alternativas) de solución más apropiada.

Al respecto expresa B. Cedeño (1999), que el ingeniero debe ser capaz de innovar, de enfrentarse a situaciones en las que tiene que buscar soluciones alternativas a los problemas, haciendo uso de los recursos que existen en la unidad de base, sobre todo en la etapa por la que transita el país. (1999)

Cuando el ingeniero interactúa con el agrosistema, para la delimitación de los problemas técnicos, científico productivos y científico investigativos de la unidad básica (clasificación dada por B. Cedeño, 1999), la solución y aplicación de los resultados, utiliza un razonamiento inductivo - deductivo, es decir, necesita mover su pensamiento en una dialéctica que va del todo a las partes y de las partes al todo, como el propio conocimiento científico.

Sin embargo, durante el proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía, cuyo objeto de estudio son los modelos y métodos matemáticos relacionados con el Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y la Programación Lineal, el estudiante se enfrenta a problemas que resuelve utilizando métodos matemáticos relacionados con dicho objeto, pero en los que predomina un razonamiento lógico - deductivo.

En este sentido, a partir de explicaciones, estudio de conceptos, teoremas, reglas generales, aplica los conocimientos y habilidades adquiridos en la solución de problemas particulares. Se destaca que para la solución del problema puede existir más de un método matemático, y requerirse, del uso de tecnologías, en correspondencia con el contexto de la situación planteada en la formulación del problema.

Entonces, mientras que en la ejecución del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía se pone de manifiesto un razonamiento predominantemente lógico - deductivo, propio de esta ciencia, que tributa a dicho proceso y le otorga un carácter científico (C. Álvarez, 1999), el ingeniero agrónomo actúa con una lógica inductivo – deductiva, preferentemente con mayor peso en la primera. De esto se desprende la contradicción entre la lógica de actuación del ingeniero agrónomo en el agrosistema y la lógica del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.

Resolver esta contradicción desde el proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía implica que en su dinámica, se tomen en cuenta los modos de actuación del profesional que se forma, a través de una enseñanza que enfatice en los métodos problémicos, como vía de acercamiento entre el objeto de estudio de la matemática y el objeto de la profesión.

La enseñanza mediante problemas propios de los agrosistemas y la utilización de métodos cercanos a los que utiliza el ingeniero agrónomo en su actuación profesional, en la búsqueda de la solución, como es el análisis de diferentes alternativas, constituye un elemento importante para el desarrollo de métodos inductivos - deductivos de razonamiento, desde la Matemática. Además, cuando se interpretan los resultados, se debe tomar en consideración los riesgos y beneficios que aportan para el desarrollo de la producción agropecuaria.

O sea, la ejecución del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía comienza a darse en estrecha relación con la realidad profesional, sin atiborrar al alumno con fórmulas y teorías matemáticas sino haciendo uso de ellas con racionalidad.

Esto implica, un aprendizaje de la matemática diferente, en el que no sólo se significa el contenido matemático al contextualizarlo, sino donde se integra al tradicional esquema de impartir teoría para luego llevarla a la práctica, el de partir de la práctica para aprender la teoría; escogiendo la práctica profesional como foco de reflexión e indagación. Esto hace que ya no se resuelvan un gran número de problemas relacionados con la Matemática pura; sino que se enseñe al alumno a aprender matemática a través de la resolución de problemas, propios de los agrosistemas con alternativas de solución.

El acercamiento entre el objeto de estudio de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía y el objeto de trabajo del ingeniero agrónomo, lleva entonces a considerar la relación entre el objeto de la profesión - problemas profesionales - métodos profesionales, así como la inherente al objeto de la matemática – problema matemático – métodos matemáticos.

En general, la aplicación de los métodos profesionales configurados en los modos de actuación de este profesional, lleva implícita la lógica inductivo – deductiva que la caracteriza, con énfasis en la utilización de tecnologías y la búsqueda de soluciones alternativas. Por su parte, la aplicación de métodos matemáticos, lleva implícito una lógica predominantemente deductiva. Esta contradicción puede ser resuelta didácticamente si se concibe y ejecuta un proceso docente educativo de la matemática que sitúe al estudiante en una situación problemática que tenga como contexto la profesión.

De todo lo analizado se destacan como aspectos importantes: (figura 2)

- Las relaciones entre las categorías problema, objeto y método, vistos tanto desde la profesión como desde el proceso docente educativo de las asignaturas de Matemática Básica.

- La relación entre los métodos profesionales devenidos en modos de actuación y la lógica inductivo - deductiva que los caracteriza.
- La relación entre los métodos matemáticos y la lógica deductiva que los caracteriza.
- La contradicción entre la lógica predominantemente deductiva del proceso docente educativo de la matemática y la lógica predominantemente inductivo – deductiva que caracteriza la actuación del ingeniero agrónomo.
- Las relaciones entre el objeto de estudio de la matemática y el objeto de trabajo del ingeniero agrónomo.
- La relación entre las alternativas de las matemáticas y las alternativas de la profesión.

Además de lo anterior, tomar en cuenta el enfoque teórico que sirve de sustento a este modelo, lleva a concebir el proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados como un sistema de procesos conscientes, holístico y dialéctico que se configura en la actividad y la comunicación de los sujetos, y que por tanto puede ser explicado a partir de las relaciones entre diferentes expresiones de su totalidad.

Dado el carácter configuracional que se atribuye a este proceso, determinar sus dimensiones, configuraciones y eslabones significa encontrar aquellas expresiones del proceso de solución de problemas contextualizados que dan cuenta de cualidades, rasgos y de la lógica interna de dicho proceso, respectivamente.

El proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados al ser visto en su relación con el objeto de trabajo del profesional y sus modos de actuación adquiere nuevos rasgos, tales como lo profesional y lo tecnológico. Si bien, en general, lo tecnológico forma parte de la cultura profesional (conocimientos, lógica, tradiciones y métodos de la profesión), en este caso, la actuación del profesional de la agronomía tiene una marcada influencia, como ya se explicó, en las aplicaciones tecnológicas. Esto justifica el hecho de que en nuestra modelación ambos aspectos hayan sido separados.

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE EDUCATIVO DE LA MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA

En el proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados la relación entre el problema matemático y el contenido matemático adquiere las dimensiones gnoseológica, profesional y tecnológica en función del tipo de aplicación que tenga lugar en la interacción del sujeto en el proceso de solución. La dimensión gnoseológica constituye la síntesis de la relación que se establece entre las dos restantes. (figura 3)

La **dimensión gnoseológica** es la expresión del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados que da cuenta de los vínculos del mismo con aquella parte de la cultura matemática que es llevada al proceso docente educativo en calidad de contenido, y que por lo tanto se refiere a los conocimientos, hechos, conceptos, teorías, modelos y métodos de pensamiento y actuación matemáticos, seleccionados con criterios pedagógicos para garantizar la formación del futuro profesional.

Desde esta dimensión la solución de problemas debe ofrecer todas las posibilidades para el desarrollo de capacidades cognoscitivas de reflexión, crítica y valoración y ha de llevar implícita las potencialidades necesarias para que el sujeto se enriquezca, transforme el objeto y se transforme a sí mismo.

Esta dimensión, se configura en la relación entre :

- problema matemático,
- contenido matemático y
- aplicación matemática.

El **problema matemático** es entendido como la configuración del proceso de solución de problemas que es síntesis de contenido, condiciones y exigencias. Donde el contenido es el conjunto de objetos, magnitudes, valores de magnitudes y relaciones que conforman el enunciado. Las condiciones son aquella parte del problema que trasmite al que lo resuelve la información inicial acerca del suceso o acontecimiento que se desarrolla. Las exigencias especifican el fin u objetivo final a alcanzar por el que lo resuelve.

El **contenido matemático** deviene en configuración de este proceso, en tanto constituye síntesis de los conocimientos, habilidades y valores que posee el alumno para acometer la solución del problema seleccionando previamente el método que ha de aplicar.

Entre estas configuraciones existe una relación de esencia que se sintetiza en la **aplicación matemática**, entendida como la configuración que expresa la utilización productiva y/o creativa por el sujeto de métodos matemáticos para encontrar la solución del problema matemático, haciendo uso de los contenidos ya asimilados. En este caso la selección del método matemático más adecuado depende de la complejidad de los cálculos o la necesidad de realización de otros cálculos.

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE EDUCATIVO DE LA MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA

La **dimensión profesional** es la expresión del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados que da cuenta de los vínculos del mismo con aquella parte de la cultura de la profesión que es llevada al proceso docente educativo en calidad de contenido, y que por lo tanto se refiere a los conocimientos, hechos, conceptos, teorías, modelos y métodos de pensamiento y actuación de carácter profesional.

Esta dimensión, se configura en la relación entre :

- problema matemático,
- contenido matemático y
- aplicación profesional.

En este caso, en la configuración **problema matemático**, el contenido, las condiciones y las exigencias del problema están relacionados con el objeto de trabajo del agrónomo, es decir, con el proceso de producción agropecuaria. La configuración **contenido matemático** sigue siendo expresión de los conocimientos, habilidades y valores asimilados por el estudiante y que le permitirán seleccionar el método matemático más adecuado para resolver el problema, teniendo en cuenta las exigencias y lógica de la profesión.

La relación entre estas configuraciones se sintetiza en la **aplicación profesional**, entendida como la configuración que expresa la utilización productiva y/o creativa por el sujeto de métodos matemáticos en correspondencia con la situación problémica profesional a resolver.

La **dimensión tecnológica** del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados expresa los vínculos del mismo con aquella parte de la cultura tecnológica vinculada a la profesión.

Esta dimensión se configura en la relación entre:

- problema matemático,
- contenido matemático y
- aplicación tecnológica.

En este caso, en la configuración **problema matemático**, el contenido, las condiciones y las exigencias del problema se vinculan al objeto de trabajo del agrónomo o al objeto de estudio de las matemáticas. Sin embargo, para satisfacer las exigencias del problema es necesaria la utilización de alguna tecnología. La configuración **contenido matemático** sigue siendo expresión de los conocimientos, habilidades y valores ya asimilados por el estudiante.

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE EDUCATIVO DE LA MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA

La relación entre estas configuraciones se sintetiza en la **aplicación tecnológica**, entendida como la configuración que expresa la utilización productiva y/o creativa por el sujeto de métodos matemáticos para solucionar el problema haciendo uso de la tecnología disponible.

En correspondencia con el modelo holístico configuracional y teniendo en cuenta que los eslabones son categorías que expresan la lógica interna de un proceso, se definen cuatro eslabones del proceso de solución de problemas contextualizados (figura 4):

- modelación matemática,
- selección del método matemático más adecuado,
- solución matemática e
- interpretación de los resultados.

Modelación matemática

Un modelo es una representación simplificada del objeto o proceso que se analiza teniendo en cuenta que refleja sólo algunas características que son esenciales en el fenómeno estudiado.

La modelación matemática es un proceso que tiene su esencia en la construcción de modelos matemáticos abstractos. En este eslabón del proceso de solución de problemas el sujeto expresa en un lenguaje matemático los elementos e interrelaciones del problema dado, aplicando los conocimientos adquiridos; lo cual facilita encontrar el método para llegar a la solución, una vez captadas sus particularidades.

La construcción del modelo, requiere de un proceso de generalización mediante la representación singular de lo general, que se realiza con los medios y recursos que aporta la matemática y que forman parte del contenido asimilado por los alumnos.

Una condición fundamental para que el modelo construido facilite la solución del problema dado es que exista unidad entre “imagen” y “objeto”, o sea que el modelo sea una copia del objeto real, aunque de forma simplificada, esquemática; teniendo en cuenta que el modelo actúa como sustituto del objeto.

Selección del método matemático más adecuado

La selección del método matemático más adecuado está relacionada con el análisis de las alternativas existentes para encontrar la solución del problema, lo que implica: identificar alternativas, reconocer indicios de cada alternativa, caracterizar alternativas, comparar alternativas, valorar ventajas y desventajas de cada una de ellas y seleccionar la alternativa más conveniente.

Considerando que la actuación de este profesional se caracteriza por el manejo de alternativas para solucionar los problemas que enfrenta, y a partir de las dimensiones del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados, ya referidas, se ofrece la siguiente clasificación de las alternativas de las matemáticas:

- alternativas de carácter matemático,
- alternativas de carácter tecnológico y
- alternativas de carácter profesional.

Las **alternativas de carácter matemático** son aquellas en las que la selección del método más apropiado para resolver un problema inherente al objeto de estudio, depende únicamente de su conveniencia desde el punto de vista de las matemáticas.

O sea, las alternativas de carácter matemático están dadas por la existencia de más de un método matemático para resolver un problema. La selección del camino más apropiado puede depender de la necesidad de realizar otros cálculos que impliquen la aplicación del primero o del nivel de complejidad de los mismos.

Las **alternativas de carácter profesional** son aquellas en las que la selección del método a utilizar para resolver un problema dado, depende de las exigencias de la situación profesional a resolver.

En estos casos es posible que existan procedimientos de solución más engorrosos que otros, sin embargo, las exigencias del problema, obligan a utilizar la vía más compleja, lo que puede estar dado por la exactitud del resultado que se espera alcanzar. Puede ser también que se

requiera optimizar la utilización de materiales para confeccionar un objeto determinado, en este caso es necesario conocer cuál es el que más se dificulta, el más costoso, etc.

Las **alternativas de carácter tecnológico** son aquellas en las que la selección del método matemático más apropiado para resolver un problema depende de la disponibilidad de la tecnología. Si el problema dado se resuelve utilizando un programa de computación, la utilización de un paquete u otro depende de la disponibilidad de equipamiento con los requerimientos necesarios.

Esta manera de proceder posibilita un acercamiento entre los procedimientos que utiliza el ingeniero agrónomo para el manejo de las alternativas que se le presentan en la realidad agropecuaria y el razonamiento lógico que utilizan los alumnos en la selección del método más adecuado para la solución de los problemas docentes, lo que contribuye al desarrollo de métodos profesionales desde la Matemática Básica para la carrera de Agronomía. (figura 5)

Durante el enfrentamiento del alumno a este tipo de problema matemático, su razonamiento sigue una lógica muy similar al desarrollado por el ingeniero agrónomo en el ejercicio de su profesión; lo que hace que se pueda afirmar que la lógica del razonamiento del alumno en las matemáticas para la carrera de Agronomía y lógica de actuación del ingeniero agrónomo pueden existir en unidad dialéctica.

Solución matemática

En el eslabón solución matemática el sujeto aplica una sucesión de pasos en dependencia del método seleccionado y de la base de conocimientos que posea, para encontrar la respuesta adecuada.

En este eslabón la aplicación que realiza el sujeto puede ser: matemática, profesional o tecnológica en correspondencia con las dimensiones antes descritas. O sea, el sujeto aplica un método matemático:

- haciendo uso solamente de los contenidos asimilados,

- en correspondencia con la situación problemática profesional a resolver o
- haciendo uso de una determinada tecnología.

Interpretación de los resultados

En este eslabón del proceso se establece la correspondencia entre los resultados obtenidos en la solución del problema y las propiedades del modelo matemático, lo cual es imprescindible para conocer la lógica de los resultados.

La interpretación de los resultados es muy importante sobre todo cuando el problema que se resuelve está relacionado con el objeto de trabajo del profesional que se quiere formar. En este caso, la interpretación de los resultados obtenidos debe constituir un aporte para el desarrollo del proceso de producción agropecuaria del nivel en cuestión. Resulta vital que esta situación sea asimilada e interiorizada por el alumno con ayuda del profesor, para que pueda valorar su significación práctica, así como la importancia del uso de los métodos matemáticos para el ejercicio de sus funciones.

Durante todos los eslabones del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados se necesita validar la correspondencia de cada uno de ellos con la situación matemática o profesional que determinó el contenido del problema dado.

En el caso de la fase de modelación matemática esta contrastación permite perfilar el modelo de acuerdo a las condiciones iniciales y exigencias que se plantean en el problema. Durante la fase de selección de la alternativa de solución más adecuada, de carácter matemático, profesional o tecnológico, se tiene que verificar constantemente si las exigencias del problema se corresponden con el método a utilizar y viceversa.

La relación que se establece entre el eslabón de solución y la situación matemática o profesional que determinó el problema permite arribar a respuestas lógicas. En la interpretación de los resultados es imprescindible verificar la correspondencia entre estos y la situación inicial planteada.

Estos eslabones se ponen de manifiesto, tanto en el proceso de solución de problemas docentes, como en el desarrollo de tareas investigativas orientadas durante el desarrollo del proceso docente educativo y que deben ser resueltas al concluir el tema.

En el desarrollo de esta actividad los estudiantes deben formular problemas propios de los agrosistemas, realizando consultas en las unidades básicas de producción o en interacción con profesores de las asignaturas que se corresponden con los campos de acción del agrónomo.

En el proceso de solución de estas tareas, los alumnos recurren al análisis de alternativas para encontrar el resultado que más se ajusta a las condiciones del problema y a la aplicación de tecnologías, si fuera necesario. Concluyen con la elaboración de un informe que se discute en una actividad docente, con la participación de las asignaturas implicadas y productores, donde se recogen las recomendaciones necesarias para el mejoramiento de la producción agropecuaria.

La solución de problemas propios de los agrosistemas en el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía, y el desarrollo por los alumnos de tareas investigativas, en interacción constante con el proceso de producción agropecuaria, contribuye al logro de la integración entre los componentes académico, laboral e investigativo. (figura 6)

En el desarrollo del proceso docente educativo el estudiante se apropia de parte de la cultura, de los conocimientos, habilidades y valores, indispensables para su formación, o sea de lo académico. Además hace uso de la metodología de la investigación científica para el desarrollo de tareas extraclases, lo que lo motiva y le hace ver de forma clara la necesidad de las herramientas matemáticas para solucionar sus problemas. Por otra parte, la solución de estas tareas y de los problemas vinculados con la producción agropecuaria, lo acercan a lo laboral.

Entonces el modelo propuesto contribuye al desarrollo de los tres componentes del proceso docente educativo, mediante la resolución de problemas y el desarrollo de tareas investigativas, relacionados con los agrosistemas con soluciones alternativas; pero no de forma aislada, sino en una estrecha relación, lo que aporta a la formación de un egresado integral con conocimientos, habilidades y valores, capacidad para investigar, amor por su profesión y dominio de sus métodos de trabajo.

De todo lo anterior podemos plantear que el modelo que se propone (figura 7):

- Permite compatibilizar las diferencias entre la lógica formal de la Matemática Básica en el plano docente y la lógica de actuación del ingeniero agrónomo mediante un acercamiento entre el objeto de estudio de las matemáticas y el objeto de trabajo del agrónomo, además los procedimientos para el análisis de las alternativas en la actuación del profesional son llevados a la solución de problemas docentes contextualizados con alternativas, como el método fundamental para la ejecución del proceso.
- Contribuye al desarrollo de métodos profesionales, desde la Matemática Básica, como es la búsqueda de soluciones alternativas, que le permiten a este egresado resolver los problemas que se le presentan mediante la experimentación e innovación.
- Propicia la utilización de métodos problémicos en la ejecución del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía, con énfasis en la solución de problemas propios de los agrosistemas con alternativas de solución.
- Contribuye al desarrollo de los componentes: académico, laboral e investigativo, al incluirse en el desarrollo del proceso docente educativo problemas reales de la producción y tareas investigativas.

El componente académico se desarrolla durante todas las tipologías de clase y abarca un tiempo mayor debido al tipo de asignatura que analizamos. Durante las diferentes actividades se le proponen al alumno problemas relacionados con el perfil ocupacional del ingeniero agrónomo, acercándolos de esta forma a la práctica, a lo laboral.

Por último se plantean tareas investigativas; de búsqueda parcial o heurística, en cuyo informe los alumnos deben utilizar los elementos esenciales de la metodología de la investigación, tanto en su estructura, como en el asentamiento bibliográfico.

De esta forma se puede contribuir al desarrollo de métodos profesionales desde la Matemática Básica; pero no se debe abusar del planteamiento de ejercicios que conduzcan al análisis de alternativas de carácter matemático. Si los problemas que se le plantean al alumno son puramente matemáticos, existe la posibilidad de que el estudiante no asimile la significación que tiene para él, como futuro profesional, desarrollar tales métodos.

Regularidades del modelo

Para llegar a las regularidades que se evidencian en la modelación didáctica propuesta, se parte de asumir el concepto de C. Álvarez (1999), según el cual la regularidad expresa cierto grado de obligatoriedad en las relaciones de carácter causal, necesaria y estable, entre los fenómenos, propiedades y elementos del mundo objeto de estudio. Sobre esta base se revelan las siguientes regularidades:

- A través del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados se establece la relación entre las alternativas de la profesión y las alternativas de la matemática.
- La aplicación de alternativas de las matemáticas en el proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados es el resultado de la interacción del sujeto con la situación matemática o profesional planteada y que se convierte en problema cuando es configurada en necesidad.

- En el proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados se atenúa la contradicción entre la lógica predominantemente deductiva de la matemática y la lógica predominantemente inductiva deductiva que caracteriza la actuación profesional.
- Las relaciones entre el problema matemático y el contenido matemático, que se sintetizan en la aplicación de los métodos matemáticos, determinan las dimensiones gnoseológica, profesional y tecnológica del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados.

2.3. Metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía

Para la aplicación del modelo propuesto se elabora una metodología dirigida al perfeccionamiento del desarrollo del proceso docente educativo de las asignaturas Matemática 1 y 2 para la carrera de Agronomía sobre la base de este nuevo enfoque.

Características de la metodología:

- Se centra en la utilización de los métodos problémicos.
- El proceso de solución de los problemas matemáticos contextualizados se manifiesta en sus tres dimensiones: gnoseológica, profesional y tecnológica.

- El proceso de solución de los problemas matemáticos contextualizados se desarrolla teniendo en cuenta los eslabones: modelación matemática, selección del método matemático más adecuado, solución e interpretación de los resultados.
- La forma de enseñanza típica que se utiliza es la clase; pero se hace la precisión de algunas tipologías de estas en correspondencia con los objetivos propuestos.
- El medio fundamental que se propone utilizar es el pizarrón, aunque en las actividades de introducción del nuevo contenido es muy factible la utilización de pancartas, maquetas, retroproyector para mostrar esquemas ya elaborados o la superposición de láminas que muestren un proceso determinado.

Etapas de la metodología:

- Etapa de organización y planificación del proceso docente educativo.
- Etapa de ejecución del proceso docente educativo.
- Etapa de evaluación del aprendizaje.

Etapas de organización y planificación

En esta primera etapa se requiere de:

1. Precisar como punto de partida, el modo de actuación del profesional que se quiere formar, que refleja la lógica de este en la ejecución de sus funciones. Este aspecto es importante, pues mediante la implementación de esta metodología se pretende llevar la lógica de actuación del profesional al proceso docente educativo de la Matemática Básica, con el objetivo de atenuar la contradicción entre ambos procedimientos.
2. Perfeccionar el programa vigente de las asignaturas, de manera que satisfaga requerimientos tales como:
 - Los objetivos se derivan del Modelo del Profesional, definen metas que permiten contribuir al cumplimiento de las funciones del profesional que se quiere formar. Deben estar diseñados de manera tal que reflejen con claridad lo que se quiere lograr en el alumno y ser alcanzables por estos. En las matemáticas que se estudian en carreras no relacionadas con este perfil, los objetivos deben llevar al estudiante a la aplicación de los conocimientos adquiridos en la solución de problemas contextualizados, según el objeto de trabajo del profesional que se quiere formar. Por otra parte esta configuración refleja la sistematicidad del proceso, por lo que es importante definir con claridad la habilidad generalizadora y no proponer un número elevado de objetivos.

- Los temas deben estar estructurados teniendo en cuenta los criterios de sistematización, generalidad y secuencia de los contenidos científicos, definidos por C. Álvarez (1999). Cada tema debe tributar a la solución de uno o varios problemas y por supuesto al objetivo general de la asignatura. Además consisten en una organización didáctica que como proceso de enseñanza aprendizaje gradual permite el tránsito de los estudiantes por los diferentes niveles de asimilación posibilitando el cumplimiento del objetivo general propuesto.
- Se sugiere definir como tipologías de clase las siguientes: conferencia generalizadora introductora, clases prácticas de tipo 1 y 2, clases prácticas integradoras, taller integrador evaluativo.

La conferencia generalizadora introductora es el tipo de clase donde se garantiza la motivación de los alumnos mediante el acercamiento al objeto de estudio en su relación con el objeto de trabajo del profesional que se quiere formar y su orientación en el estudio del tema.

La clase práctica de tipo I es el tipo de clase donde los estudiantes particularizan los conceptos generales a partir de la generalización teórica, se apropian de métodos de solución a través de la adquisición de conocimientos complementarios y desarrollan habilidades en la aplicación de estos conocimientos a un nivel reproductivo.

La clase práctica de tipo II es el tipo de clase donde los estudiantes sistematizan las habilidades adquiridas, amplían, profundizan e integran los conocimientos.

Las clases prácticas integradoras son clases prácticas de tipo II, que se desarrollan al finalizar un tema o parte de él, con el objetivo de integrar los conocimientos y habilidades adquiridas.

El taller integrador evaluativo es el tipo de clase donde los alumnos exponen los resultados de una tarea investigativa orientada con anterioridad, relacionada con la modelación de problemas vinculados con otras asignaturas o con el perfil del agrónomo y que requiere del uso de métodos matemáticos para su solución.

3. Elaborar un sistema de problemas a través de los cuales se desarrolla una dinámica del aprendizaje centrada en el análisis de alternativas y selección de la más apropiada, según las exigencias que se plantean.

Ejecución del proceso

Según C. Álvarez (1999), criterio que se retoma en esta investigación, el método, las formas de enseñanza y el medio describen la ejecución del proceso docente educativo. Teniendo en cuenta este planteamiento en esta etapa se hace énfasis en estos tres aspectos fundamentales.

1. Los métodos de enseñanza aprendizaje

En la diferentes actividades se deben utilizar métodos problémicos: expositivos, de elaboración conjunta, de búsqueda parcial o heurística e investigativos. Con la participación activa de los alumnos se revela el objetivo del tema, se arriban a conceptos y procedimientos generales, se particularizan los conceptos y procedimientos generales, hasta lograr el trabajo independiente.

- En el desarrollo de todas las actividades debe establecerse una relación entre el objeto trabajo del profesional y el objeto de estudio de la Matemática Básica, es conveniente plantear al estudiante situaciones problémicas, que lo alarmen y le permitan apropiarse de una contradicción entre los conocimientos ya adquiridos y los que debe conocer. Este problema está relacionado con la temática a tratar y con el proceso de la producción agropecuaria. De esta forma se revela la importancia del tema y se despierta el interés de los alumnos por los nuevos contenidos.
- En la solución de los problemas que se le presentan al alumno en las clases o como tarea investigativa, es importante que se analicen las alternativas de carácter matemático, profesional o tecnológico, existentes para llegar a la respuesta, las que se corresponden con la dimensión en que se manifiesta el proceso de solución del problema dado.

- En el proceso de selección de la alternativa más conveniente se utiliza el siguiente razonamiento:
 - identificar alternativas,
 - reconocer indicios de cada alternativa,
 - caracterizar cada alternativa,
 - comparar alternativas,
 - valorar ventajas y desventajas de cada alternativa,
 - seleccionar la alternativa más conveniente.

Lo que desarrolla en los alumnos una lógica de trabajo similar a la que necesita para ejercer su profesión con independencia.

2. Las formas de enseñanza

La forma de enseñanza que se utiliza es la clase, aunque según su función asumen diferentes tipologías:

- Se recomienda, para la introducción del nuevo contenido utilizar la **conferencia generalizadora introductora**, cuyo objetivo fundamental es que el alumno se motive, se familiarice con los nuevos contenidos y se apropie de una lógica del tema.
- Para el desarrollo de las primeras actividades prácticas de cada temática, en las que se particularizan los procedimientos y conceptos generales mediante la generalización por deducción, característica de la Matemática se deben utilizar **clases prácticas de tipo I**.

- Las **clases prácticas de tipo II**, se utilizan para la sistematización de las habilidades desarrolladas a un primer nivel, lográndose niveles de producción y/o creación en los alumnos.
- Al finalizar cada tema o un grupo de clases deben realizarse **clases prácticas integradoras y/o taller integrador evaluativo**. En el taller los estudiantes presentan los resultados de una tarea que se les orienta al iniciar el tema, la cual consiste en buscar en otras asignaturas de la carrera, en una empresa agropecuaria, un problema que se pueda modelar, valorar las diferentes vías para llegar a la solución, resolver utilizando los métodos matemáticos estudiados, e interpretar los resultados. El informe debe entregarse de forma escrita, teniendo en cuenta los elementos fundamentales de Metodología de la Investigación para tales efectos.

3. Los medios de enseñanza

Durante todas las actividades es necesario que el docente comprenda la necesidad de estimular la actividad mental de los estudiantes, para ello es importante que su exposición sea convincente, demostrativa, rigurosamente lógica de forma tal que en el alumno no surjan dudas en cuanto a la justeza de las deducciones y generalizaciones. En este sentido es conveniente además de la utilización del pizarrón como medio fundamental:

- La elaboración de esquemas, o sea, representaciones gráficas de la estructura, de hechos y fenómenos, de sus elementos de interconexión que simbolizan lo esencial, ya que cuando la explicación del profesor se apoya en esquemas, ante los ojos de los alumnos aparece una cierta estructura, la relación entre los elementos expresada en signos convencionales, figuras geométricas, palabras claves, flechas que indican relaciones y contradicciones que apoyan la palabra del profesor.
- Los esquemas pueden ser elaborados en el pizarrón, proyectarse de forma acabada o superponerse láminas en caso de que se pretenda mostrar el proceso en sí, etc. No obstante, la utilización de los medios de enseñanza depende no sólo del método; sino además de los alumnos, de la personalidad y maestría pedagógica del profesor, por lo que son diferentes en cada caso en particular.
- En algunas actividades se puede hacer uso de la computación. En el tema de Programación Lineal se resuelven problemas de optimización utilizando paquetes profesionales. En otros momentos se necesita realizar ajustes de curvas, cuando se tienen datos experimentales, graficar, etc. Los procesadores de texto se emplean por los alumnos para la entrega de tareas extraclases por vía correo electrónico. Se recomienda además la realización de

búsquedas bibliográficas electrónicas y el manejo del idioma inglés para el uso de la computación.

4. Otros aspectos a tener en cuenta en la ejecución del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía.

- En las diferentes actividades se recomienda abordar aspectos relacionados con la historia de las matemáticas, como herramienta para desentrañar verdades, destacándose el lugar que ocupa el tema dentro de la ciencia. Además al enunciar los teoremas se pueden comentar datos sobre los autores, la época y país donde vivieron y desarrollaron su labor científica, papel que jugaron en el desarrollo del tema. De esta forma se contribuye a consolidar en el alumno una concepción científica del mundo.
- Durante todas las actividades es importante intercambiar con los alumnos sobre la importancia del tema como un medio potente no sólo de las matemáticas, haciéndose énfasis en la necesidad de su inclusión en los programas de Matemática Básica para el ingeniero agrónomo, como una herramienta fundamental para dar solución a sus problemas científicos productivos e investigativos y para la vida. Esto es muy importante para lograr la motivación en el alumno.
- Es muy importante la adecuada orientación del estudio independiente, como medio fundamental para el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los alumnos.

Evaluación del aprendizaje

La evaluación expresa la relación entre el proceso y su resultado y el acercamiento al objetivo en las diferentes dimensiones que caracterizan su complejidad. Mediante la evaluación se puede constatar lo que realmente se logró. (H. Fuentes, 2000)

La evaluación no es una actividad final, sino un proceso permanente, donde es muy importante la retroalimentación. Los docentes y estudiantes necesitan evaluar sistemáticamente el aprovechamiento de los alumnos en las diferentes actividades para poder tomar decisiones y perfeccionar su trabajo.

Mediante el proceso de evaluación del aprendizaje los estudiantes deben recibir una adecuada y pronta retroalimentación sobre su tarea, que les permita reflexionar sobre su progreso y de este modo, mejorar su desempeño (Perkins y Blythe, 1994).

En este sentido desempeñan un papel fundamental las evaluaciones frecuentes y parciales. El taller integrador puede constituir una forma de evaluación parcial con muchas ventajas en el cumplimiento de las funciones de esta fase. Puede utilizarse como complemento de una evaluación parcial escrita o en los temas que el objetivo lo requiera como única forma.

La evaluación mediante el taller integrador evaluativo tiene la ventaja de que el profesor está cerca del alumno, comprobando, preguntando, convirtiendo la evaluación en un diálogo educativo con los estudiantes sobre los caminos o vías escogidas para actuar, sobre las dificultades encontradas y las alternativas posibles.

Las evaluaciones frecuentes se realizan cuando el profesor estime conveniente con la mayor sistematicidad posible; pero teniendo en cuenta el nivel por el que transita el alumno.

Las evaluaciones frecuentes, parciales y finales, conforman un sistema. El sistema de evaluación se define teniendo en cuenta el objetivo de cada actividad, tema, asignatura y disciplina, el cual debe reflejar el nivel de asimilación que ha alcanzado el estudiante, finalizándose con evaluaciones productivas y/o creativas.

El sistema de evaluación que se planifique en cada asignatura debe:

- llevar al alumno a la integración de los conocimientos adquiridos;
- plantear al estudiante dilemas y no exigir sólo la memorización de conceptos;
- conducir a los alumnos al análisis de alternativas en la búsqueda de la solución de los ejercicios y problemas;
- incluir, siempre que sea posible, la solución de problemas relacionados con el objeto de trabajo del profesional que se quiere formar;

- acercar al estudiante a lo académico, investigativo y laboral.

Conclusiones

- En el modelo que se propone, se establece un acercamiento entre el objeto de estudio de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía y el objeto de trabajo del profesional que se pretende formar, lo que favorece el desarrollo de un proceso docente educativo en interrelación con los sistemas agropecuarios, contribuyendo a la motivación constante de los alumnos y a la formulación de problemas docentes contextualizados.
- Este modelo didáctico concibe el proceso de solución de problemas contextualizados en tres dimensiones: gnoseológica, profesional y tecnológica, lo que fundamenta el manejo de alternativas de carácter matemático, profesional o tecnológico en el desarrollo de las fases de este proceso, incorporando de esta manera la lógica que utiliza el ingeniero agrónomo en su actuación profesional a la ejecución del proceso docente educativo de esta ciencia.
- La implementación de este modelo favorece la integración de los componentes: académico, investigativo y laboral, para lo cual incluye el planteamiento de problemas propios de los agrosistemas con soluciones matemáticas alternativas y la orientación de tareas investigativas relacionadas con otras asignaturas vinculadas a los campos de acción del agrónomo o a unidades básicas agropecuarias.

- El modelo propuesto fundamenta la elaboración de una metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía, basada en la solución de problemas contextualizados con alternativas de carácter matemático, profesional o tecnológico, lo que contribuye al desarrollo de la independencia en el desempeño de los alumnos.
- La concepción de la metodología propuesta propicia el despliegue sistémico de los contenidos, utilizándose para ello diferentes tipologías de clase como: conferencia generalizadora introductora, clase práctica de tipo I, clase práctica de tipo II y taller integrador evaluativo.
- La aplicación de esta metodología requiere del perfeccionamiento del programa de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía en cuanto a organización de los temas, definición de objetivos y tipologías de clase, concepción del sistema de evaluación y reelaboración de las indicaciones metodológicas.

CAPÍTULO 3

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN EL
DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE
EDUCATIVO DE LA MATEMÁTICA BÁSICA
PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA**

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE EDUCATIVO DE LA MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA

3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE EDUCATIVO DE LA MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA

En este capítulo, luego del perfeccionamiento del programa de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía (Anexo 6), se concreta la metodología en la ejecución del proceso docente educativo del tema Integrales y sus aplicaciones, ejemplificándose a través de situaciones específicas las posibilidades que ofrece el propio contenido para el desarrollo de métodos profesionales, como es la búsqueda de alternativas de carácter matemático, profesional o tecnológico, en la solución de problemas relacionados con los agrosistemas, lo cual ofrece una idea general sobre la contribución de la propuesta metodológica al desarrollo de la independencia cognoscitiva en los alumnos.

Se propone un sistema de problemas para el tema Derivadas y sus aplicaciones, que puede ser usado en el desarrollo del mismo. Finalmente se hacen algunas valoraciones sobre la propuesta metodológica que reflejan su impacto positivo.

3.1. Estructuración del Programa de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía para la implementación de la metodología.

A partir de la necesidad que tiene el ingeniero agrónomo de relacionar los procesos químicos, biológicos y sociales que ocurren en los agrosistemas, reconociendo las especies y variedades de plantas y animales presentes, con preceptos de conservación y protección, utilizando modelos matemáticos, se incorpora la Matemática Básica al ciclo básico de esta carrera.

En el proceso de perfeccionamiento del plan de estudio para la carrera de Agronomía, a partir de la Reforma Universitaria de 1962, el objeto de estudio de la Matemática Básica se ha modificado atendiendo a las necesidades crecientes del profesional, en correspondencia con el progreso científico técnico alcanzado por la humanidad. En los momentos actuales, el objeto de estudio de esta asignatura lo constituyen los modelos y métodos matemáticos relacionados con el Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y la Programación Lineal.

El estudio de la Matemática Básica en interrelación con los sistemas agropecuarios, permitirá al egresado resolver problemas relacionados con su perfil profesional y con otras asignaturas que requieran de la utilización de métodos del Cálculo Integral, Cálculo Diferencial o de la Programación Lineal, realizando la construcción previa del Modelo Matemático adecuado, el análisis de diferentes alternativas de solución y de los resultados, de forma reflexiva, para el desarrollo de una concepción científica del mundo y su desempeño profesional con independencia y creatividad.

Teniendo en cuenta que de la organización de los contenidos, depende en gran medida el éxito de la ejecución del proceso y las particularidades de la metodología que se propone, se realiza una reestructuración de los programas actuales de las Matemática 1 y 2 (Anexo 6), partiendo

de la necesidad de hacer el proceso lo más sistémico posible, debido a las ventajas que ofrece este estilo contemporáneo del pensamiento científico para el desarrollo del pensamiento lógico de los alumnos, la solidez de sus conocimientos y por consiguiente un mayor grado de independencia cognoscitiva.

Se diseñan estos programas como un todo único, lo que hace más explícito el despliegue sistémico de los contenidos que se imparten durante el primer año de la carrera. De preferirse mantener la estructura actual de dos asignaturas, se sugiere agrupar los temas 1-3 y 4-6.

Teniendo en cuenta el programa propuesto se organizan las clases en cada Tema de la siguiente forma:

TEMA 1. Elementos de Algebra Lineal y Geometría Analítica.

Conferencia: Conceptos básicos del Algebra Lineal y la Geometría Analítica. (2h).

Clase Práctica 1. Operaciones con vectores de \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 y matrices (4h).

Clase Práctica 2. Operaciones con vectores de \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 y matrices (2h).

Clase Práctica 1. Rango de una matriz (4h).

Clase Práctica 1. Sistemas de Ecuaciones Lineales (4h).

Clase Práctica 2. Sistemas de Ecuaciones Lineales. (2h).

Clase Práctica 2. Problemas que conducen a Sistemas de Ecuaciones Lineales (4h).

Clase Práctica 1. Representación de planos, elipsoides, esferas y cilindros (elípticos y circulares) (2h).

Clase Práctica 2. Representación de planos, elipsoides, esferas y cilindros (elípticos y circulares) (2h).

Prueba Parcial (2h).

TEMA 2. Límite y Continuidad.

Conferencia: Límite y Continuidad de funciones de una y dos variables (2h).

Clase Práctica 1. Límite y continuidad de funciones de una variable.(4h).

Clase Práctica 2. Límite y continuidad de funciones de una variable (4h).

Clase Práctica 2. Ejercitación general de límite y continuidad (4h).

Prueba Parcial (2h).

TEMA 3. Derivadas y sus aplicaciones.

Conferencia: Derivada y sus aplicaciones (2h).

Clase Práctica 1. Derivada de funciones simples de una y varias variables escalares y vectoriales (2h).

Clase Práctica 1. Derivada de funciones compuestas de una y varias variables (4h).

Clase Práctica 1. Derivada direccional (4h).

Clase Práctica 2. Ejercitación general sobre derivadas (4h).

Clase Práctica 1. Regla de L'Hospital (2h).

Clase Práctica 2. Regla de L'Hospital (2h).

Clase Práctica 1. Dominio, Simetría, Asíntotas (2h).

Clase Práctica 1. Extremos, Concavidad y Puntos de Inflexión (4h).

Clase Práctica 2. Trazado de Curvas (4h).

Clase Práctica 1. Problemas de optimización (2h).

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE EDUCATIVO DE LA
MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA

Clase Práctica 2. Problemas de optimización (2h).

Clase Práctica 1. Diferencial y sus aplicaciones (2h).

Clase Práctica 2. Diferencial y sus aplicaciones (2h).

Taller. Aplicaciones de las derivadas (2h).

Prueba Parcial (2h).

TEMA 4. Programación Lineal.

Conferencia: Programación Lineal (2h).

Clase Práctica 1. Construcción de modelos de Programación Lineal (4h).

Clase Práctica 2. Construcción de modelos de Programación Lineal (4h).

Clase Práctica 1. Solución de Problemas de Programación Lineal utilizando la computación e interpretación de los resultados (2h).

Clase Práctica 2. Solución de Problemas de Programación Lineal utilizando la computación e interpretación de los resultados (2h).

Clase Práctica 2. Construcción de modelos de Programación Lineal, solución e interpretación de los resultados (2h).

Taller. Construcción de modelos de Programación Lineal, solución e interpretación de los resultados. (4h).

TEMA 5. Integrales y sus aplicaciones.

Conferencia: Integrales y sus aplicaciones (2h).

Clase Práctica 1. Integrales indefinidas, propiedades, fórmulas de integración inmediatas y Reglas de Integración

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE EDUCATIVO DE LA
MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA

(2h).

Clase Práctica 1. Métodos de integración (cambio de variables y por partes) (4h).

Clase Práctica 2. Cálculo de integrales indefinidas (2h).

Clase Práctica 1. Integral definida e impropia de primera especie (2h).

Clase Práctica 2. Integral definida e impropia de primera especie. Aplicaciones (2h).

Clase Práctica 1. Integrales dobles en coordenadas cartesianas (2h).

Clase Práctica 1. Integrales de línea. Primera forma escalar. Teorema de Green en el plano y sus consecuencias (4h).

Clase Práctica 1. Integrales de línea. Forma vectorial. Aplicaciones (2h).

Clase Práctica 2 . Integrales de línea y sus aplicaciones (2h).

Taller. Aplicaciones de las integrales definidas, impropias y de línea (4h).

Prueba Parcial. (2h)

TEMA 6. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

Conferencia: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (2h).

Clase Práctica 1. EDO de primer orden y primer grado de variables separables, exactas y lineales (4h).

Clase Práctica 1. EDO de segundo orden y primer grado con coeficientes constantes homogéneas (4h).

Clase Práctica 2. Ejercitación general sobre EDO y solución de problemas que conducen a EDO (4h).

Taller. Aplicaciones de las EDO (2h).

Prueba Parcial (2h).

3.2. Ejecución del tema Integrales y sus aplicaciones.

El tema Integrales y sus aplicaciones tiene como objetivo: Resolver problemas relacionados con otras asignaturas, con los agrosistemas, con la vida y que requieran del cálculo de Integrales Definidas, Impropias de primera especie y de Línea, mediante las reglas, métodos y tablas de integración, realizando la construcción previa del modelo matemático adecuado y la evaluación crítica de los resultados de forma reflexiva, extendiendo estos conceptos y métodos al cálculo de las Integrales Triples y de Superficie a manera de familiarización, para el desarrollo el pensamiento lógico, una concepción científica del mundo y su desempeño profesional con independencia y creatividad.

Se inicia el tema con una Conferencia Generalizadora Integradora, ubicando al alumno en el lugar que ocupa el Cálculo Integral dentro de la asignatura, su relación con temas anteriores y posteriores.

A continuación, se comentan datos sobre el surgimiento del Cálculo Integral, su relación con el Cálculo Diferencial, sus principales exponentes. En este momento cabe señalar el trabajo realizado por Newton y Leibniz en la fundamentación de sus resultados, sin apresurarse en su publicación. Estos conceptos fueron enriquecidos posteriormente por otros autores.

Luego es oportuno intercambiar con los estudiantes sobre la importancia del tema como un medio potente de investigación no sólo de las matemáticas, sino además de la Física, la Mecánica, etc., haciéndose énfasis en la necesidad de su inclusión en los programas de la Matemática Básica para el ingeniero agrónomo, como una herramienta fundamental para la determinación de la longitud de elongación de los tallos, la lámina infiltrada acumulada en el perfil del suelo, etc.

De esta forma se produce un acercamiento entre el objeto de estudio del tema y el objeto de trabajo del ingeniero agrónomo. Posteriormente se revela el objetivo del tema, se continúa

trabajando en este sentido y se enuncia el siguiente problema:

En la Unidad de Ciencia y Técnica de la Universidad de Ciego de Ávila se necesita realizar el diseño de un campo típico de piña (*Ananas comosus*), para un experimento. Por los requerimientos de este cultivo es necesario determinar, al menos aproximadamente, el área de la parcela con el objetivo de planificar su siembra. Se conoce que el terreno colinda con dos cercas rectas, de 10 y 5 m cada una, que se interceptan en sus orígenes, formando un ángulo de 90° . Considerándose estas cercas como los ejes de coordenadas “x” y “y”, se quiere terminar de cercar el terreno con alambre de púa, en forma de parábola con vértice en una de las cercas, a 10 m del origen y que pase por el extremo de la otra. ¿Cuál será el área aproximada del terreno?

Si se representa gráficamente el contexto del problema, con ayuda de los estudiantes, se obtiene:

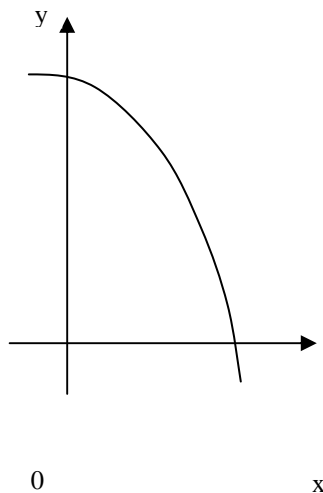


Figura 8. Representación gráfica del área del terreno.

Evidentemente la parábola tiene ecuación $y = 10 - 0,4 x^2$ y esta situación permite la introducción del concepto de integral definida y su relación con el área bajo la curva, realizando particiones del intervalo $[a,b]$, para lo cual se aprovechan los conocimientos de los alumnos sobre áreas de figuras conocidas.

Al introducir el símbolo de integral se comenta que Leibniz fue quizá el mayor inventor de símbolos matemáticos. A este científico se le debe también la notación para la integral.

Inmediatamente este concepto se generaliza, en interacción con los alumnos, a integrales dobles; triples; de línea; de superficie; impropias, lo que permite reducir el tiempo dedicado a la introducción del nuevo contenido, sin afectar el nivel científico de la actividad. Todo este análisis puede puntualizarse mediante un esquema, destacándose las interrelaciones necesarias.

A continuación se hace notar que la integral definida puede calcularse a partir de la definición, que no es más que un método de integración numérica. Otros procedimientos de este tipo se deducen de forma similar aproximando las figuras que se obtienen mediante la partición del intervalo $[a,b]$ a rectángulos, trapecios, etc.

Mediante el intercambio se hace evidente que la exactitud de estos métodos depende de la figura escalonada que se forma y del número de particiones que se hagan sobre el intervalo dado. Mientras mayor cantidad de subintervalos más exacto será el resultado, pero los cálculos serán más engorrosos, por lo que en la práctica la determinación de las integrales definidas está relacionada con la búsqueda de la primitiva de la función integrando.

En este momento se introduce el concepto de primitiva, de integral indefinida, los teoremas fundamentales del Cálculo Integral, las propiedades de la integral definida. A continuación se intercambia con los estudiantes sobre los métodos de cálculo de todas las integrales estudiadas, enfatizándose que siempre se parte de la determinación de una integral definida.

Durante toda la actividad predomina el método expositivo problémico. Los alumnos se familiarizan con el contenido dado y pueden llegar a reproducir algunos conceptos y métodos de cálculo, como son los de integración numérica.

Puede proponerse de tarea la determinación del área bajo la curva del problema planteado al inicio de la clase mediante la fórmula de los rectángulos, de los trapecios y de las parábolas para valores de “n” igual a 10 y a 15. Los estudiantes deben valorar estas alternativas, que en un contexto dado pueden ser de carácter matemático o profesional, determinar cuando aplicar cada fórmula, cuál de estos métodos ofrece un resultado más preciso y en un mismo método de qué depende la exactitud del resultado.

En este caso se desarrolla el razonamiento lógico del alumno, para que pueda elegir entre varias alternativas al realizar una tarea, contribuyendo de esta forma a la adquisición de habilidades para su desempeño profesional con independencia cognoscitiva. Se trabajan las tres dimensiones del proceso de solución de problemas, aunque de manera muy elemental.

Desde esta actividad se orienta a los alumnos la tarea con vistas al desarrollo del taller integrador evaluativo, relacionada con la elaboración, modelación y solución de problemas relacionados con el proceso de producción agropecuaria y que se resuelvan utilizando métodos del Cálculo Integral.

La primera clase práctica que se desarrolla es de tipo I, para particularizar en el estudio de las integrales indefinidas, sus propiedades, reglas, métodos de integración. Posteriormente todo este contenido se sistematiza en una clase práctica de tipo II, generalizadora de esta primera parte.

En estas clases se deben proponer ejercicios donde se pueda calcular la integral indefinida por más de una vía para enseñar al alumno a trabajar con alternativas, en este caso de carácter

matemático. Por ejemplo en la clase práctica integradora se puede plantear el siguiente ejercicio:

Calcule: $\int \frac{\ln(\ln x)}{x} dx = I$

I) $t = \ln x \quad dt = \frac{1}{x} dx \quad I = \int \ln t \, dt$

$$u = \ln t \quad dv = dt \quad I = t \ln t - \int dt = \ln x \ln(\ln x) - \ln x + C$$

$$du = \frac{1}{t} dt \quad v = t$$

2) $u = \ln(\ln x) \quad dv = \frac{1}{x} dx \quad I = \ln x \ln(\ln x) - \int \frac{1}{x} dx = \ln x \ln(\ln x) - \ln x + C$

$$du = \frac{1}{x \ln x} dx \quad v = \ln x$$

Si se aplica el método de integración por sustitución, luego se necesita integrar por partes o utilizar la tabla de integrales, en cambio la segunda vía sólo requiere del método de integración por partes. El estudiante se enfrenta al análisis de alternativas de carácter matemático.

Sobre esta base se continúa con el cálculo de integrales definidas e impropias. Primeramente se desarrollan clases de tipo I y luego de tipo II. En la primera actividad se retoma el problema de la conferencia y se comparan los resultados con los obtenidos, aplicando métodos de integración numérica. Se analizan las alternativas de solución.

En las clases prácticas de tipo II se realizan preferentemente ejercicios de aplicación, vinculando los problemas en lo posible a los agrosistemas o con otras asignaturas.

Ejemplo: La ecuación de infiltración de Philip para un suelo ferralítico rojo típico de la Empresa de Cultivos varios Banao, de la provincia Santi Spiritus es:

$$I = 0,001875 t^{-0,5} + 0,000135$$

Determine la lámina infiltrada z (m), acumulada en el perfil del suelo cuando haya transcurrido un tiempo $t = 63$ min.

En este momento se analizan todas las propuestas de los estudiantes para resolver el problema dado y se concluye que:

$$z = \int_0^{63} I dt = (0,00375 t^{0,5} + 0,000135 t) \Big|_0^{63} = 0,38$$

Respuesta: La lámina infiltrada acumulada es igual a 0,38 m

De tarea se puede proponer a los alumnos el siguiente problema:

En un canal de riego construido en la Empresa “Juventud Heroica” se ha evaluado el comportamiento del área de la sección transversal en relación con la velocidad del agua en diferentes tramos del mismo. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 1. Mediciones del área de la sección transversal de un canal y de la velocidad del agua en diferentes tramos.

Tramos	Area (m ²)	Velocidad del agua (m/s)
0 – 0 + 400	0,48	0,416
0 + 400 – 0 + 610	0,51	0,490
0 + 610 – 0 + 970	0,56	0,535

$0 + 970 - 1 + 547$	0,70	0,500
$1 + 547 - 1 + 750$	0,99	0,404
$1 + 750 - 1 + 890$	1,40	0,321

Calcule el caudal promedio (Q) que pasa por el canal.

$$Q = \int_{A_1}^{A_2} v \, dA$$

- I) Aplicando los métodos de integración numérica, por ejemplo aproximando la curva $y = f(x)$ por una línea quebrada y sumando las áreas de los trapecios rectangulares que se forman se obtiene que el caudal promedio que pasa por el canal es aproximadamente igual a $0,391 \, \text{m}^3/\text{s}$.
- II) Teniendo en cuenta la nube de puntos se puede realizar un ajuste de curva, manejando alternativas de carácter tecnológico. De esta forma:

$$V = 2,1189 A^3 - 6,1787 A^2 + 5,4156 A - 0,9642 \quad (\text{Anexo 15})$$

Al calcular la integral de esta función en el intervalo de $[0,48; 1,40]$ se obtiene como resultado que el caudal promedio que pasa por el canal es de aproximadamente $0,382 \, \text{m}^3/\text{s}$.

Ambos métodos permiten dar solución al problema y dependen de la cantidad de mediciones realizadas. El segundo suele ser bastante preciso si disponemos de una cantidad de puntos tal, que posibilite ajustar la nube que se forma en su representación gráfica, a una curva que

describa con exactitud el comportamiento del fenómeno analizado. Las alternativas a manejar en este caso pueden ser de carácter matemático, profesional o tecnológico.

Posteriormente, se ejercitan los métodos de cálculo de las integrales dobles por su necesaria comprensión para la determinación de las integrales de línea cerradas utilizando el Teorema de Green en el plano. Inmediatamente, también mediante clases prácticas de tipo I, se calculan integrales de línea en su primera forma escalar y forma vectorial y se resuelven problemas relacionados con su aplicación al cálculo de trabajo.

Una ocasión oportuna para enseñar al alumno a razonar, a analizar variantes, es en el cálculo de las integrales de línea cerradas, dividiendo la curva cerrada simple en arcos más pequeños o aplicando el Teorema de Green en el Plano:

$$\text{Calcule: } \oint_C (x^5 + x^2) dx + (x^2 - y^2) dy$$

c es el contorno de la figura limitada por las curvas $y = x^2$ y $y = x$

I) Como la suma de integrales de línea a través de arcos de curva.

$$\begin{aligned} I &= \oint_{c1} (x^5 + x^2) dx + (x^2 - y^2) dy + \oint_{c2} (x^5 + x^2) dx + (x^2 - y^2) dy \\ &= \int_0^1 (x^5 + x^2) dx + (x^2 - x^4) 2x dx + \int_0^1 (x^5 + x^2) dx = \frac{7}{6} \end{aligned}$$

II) Aplicando el Teorema de Green en el Plano.

$$\iint_R 2x dx dy = \int_0^1 dx \int_{x^2}^x 2x dy = \int_0^1 (2x^2 - 2x^3) dx = \frac{7}{6}$$

En las clases prácticas de tipo I se trabaja utilizando el método de elaboración conjunta problémico hasta lograr el trabajo independiente en las clases prácticas de tipo II, donde los alumnos alcanzan niveles de asimilación de producción. Se resuelven problemas con alternativas de solución de carácter matemático, profesional y tecnológico, desarrollando métodos de trabajo que posibilitan el desempeño del egresado con independencia cognoscitiva.

Al finalizar el tema se realiza un taller donde los estudiantes exponen los resultados de la tarea extraclase orientada con anterioridad, relacionada con la aplicación del tema a la solución de problemas de otras asignaturas o del perfil del agrónomo, para lo cual se introducen en el campo de la investigación científica, aunque de manera muy elemental.

Para la realización de la tarea se forman dúos y se exige la entrega de un informe con las normas elementales de metodología de la investigación.

Evaluación del aprendizaje:

Durante todas las actividades se desarrollan evaluaciones frecuentes teniendo en cuenta el nivel de asimilación por el que transita el estudiante y utilizándose diferentes variantes. Estas evaluaciones se van integrando en las clases prácticas de tipo II al finalizar el estudio de cada temática, en particular las relacionadas con las integrales indefinidas, integrales definidas e impropias, e integrales de línea.

La evaluación final del tema se desarrolla al concluir el mismo y se complementa con los resultados alcanzados por los alumnos en el taller integrador evaluativo.

Como se ha podido observar esta organización de los contenidos prevé el desarrollo de los tres componentes esenciales del plan de estudio :

- El componente académico garantiza la adquisición por parte de los estudiantes de los contenidos básicos esenciales.
- El componente laboral incluye las habilidades propias del ejercicio de la profesión y se desarrolla a través de todo el tema cuando se resuelven problemas propios de la especialidad.
- El componente investigativo introduce al estudiante en la investigación científica y se desarrolla mediante la tarea que estos resuelven con vistas al Taller Integrador Evaluativo.

Siguiendo esta misma metodología se diseñan los restantes temas de la asignatura. En los Anexos 7 y 8 puede observarse la estructuración y ejecución del tema Programación Lineal.

3.3. Problemas con soluciones alternativas, relacionados con los agrosistemas y tareas investigativas.

En este epígrafe se ejemplifica mediante casos particulares la solución de problemas matemáticos contextualizados. Estos problemas adquieren una particularidad específica teniendo en cuenta que deben contribuir al desarrollo de métodos profesionales en los alumnos y se agrupan de la siguiente forma:

- Problemas formulados por el profesor, relacionados con los agrosistemas y que requieren del uso de métodos matemáticos para su solución.
- Problemas formulados por los estudiantes en tareas extraclases que requieren del uso de métodos matemáticos para su solución.

A continuación se proponen problemas matemáticos contextualizados, relacionados con el Tema Derivada y sus aplicaciones, que conllevan al alumno a la búsqueda de la mejor alternativa de solución de carácter matemático, profesional o tecnológico, desarrollando de esta forma métodos de trabajo que contribuyen a su mejor desempeño profesional.

Problema 1. En una parcela ubicada en la Unidad de Ciencia y Técnica de la Universidad de Ciego de Ávila se realizaron diferentes mediciones en cm, de la lámina infiltrada durante un tiempo de 45 min. Los resultados obtenidos se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Mediciones de la lámina infiltrada durante un tiempo de 45 min.

Lámina infiltrada, z (cm.)	Tiempo, t (min.)
6,4	0
6,3	5
6,2	10
5,9	15
5,7	20
5,5	25
5,3	30
5,0	35
4,8	40
4,5	45

Determine la velocidad de infiltración al cabo de 25 min.

A partir de los datos experimentales se obtuvo la curva de mejor ajuste, mediante el manejo con los alumnos de alternativas de carácter tecnológico, que representa la dependencia de la lámina infiltrada acumulada (z) del tiempo (t). Se obtuvo: $z = 0,0043 t^{0,5} + 0,00035 t$.

$$I) \quad z = t (0, 0043 t^{-0,5} + 0,00035) \quad z' = 0, 0043 t^{-0,5} + 0,00035 + t (-0,00215 t^{-1,5})$$

$$z' = 0,00215 t^{-0,5} + 0,00035 \quad z'(25) = 0,00078$$

$$II) \quad z' = 0,00215 t^{-0,5} + 0,00035 \quad z'(25) = 0,00078$$

Respuesta: La velocidad de infiltración para un tiempo de 25 min. es igual a 0,00078 cm/min.

Aunque la primera vía es engorrosa puede ser que algún alumno determine extraer el factor común x , en este caso, simplemente se le indica que existe otro camino, que en este caso es más corto y simplifica los cálculos, se manejan alternativas de carácter matemático.

Problema 2. Determine la dosis necesaria de vinaza pura (m^3/ha) a aplicar en el cultivo de la caña de azúcar (variedad C. 266 – 70), para la obtención del máximo agrícola en el CAI “Enrique Varona” (suelo oscuro plástico no gleysado), si su dependencia del rendimiento se expresa en los siguientes datos obtenidos de manera experimental:

Tabla 3. Relación entre la dosis de vinaza pura a aplicar en el cultivo de la caña de azúcar y el rendimiento

Dosis de vinaza pura (m^3/ha)	Rendimiento (t/ha)
0	85
50	101
100	115
150	119
200	105
250	98

Primeramente es necesario realizar un ajuste de curva, para lo cual pueden manejarse diferentes alternativas de carácter tecnológico. Se obtiene la siguiente ecuación:

$$y = -0,0016 x^2 + 0,45516 x + 84,536$$

$$y' = -0,0032 x + 0,45516 \quad y' = 0 \Rightarrow x = 142,2375$$

I) y' es mayor que cero cuando x pertenece al intervalo $(-\infty; 142,2375)$ y menor que cero cuando x pertenece al intervalo de $(142,2375; +\infty)$ por lo que para $x = 142,2375$ la función alcanza el valor máximo, según el criterio de la primera derivada.

II) $y'' = -0,0032 \quad y''(142,2375) = -0,0032,$

y'' es menor que cero, entonces según el criterio de la segunda derivada la función alcanza un valor máximo en $x = 142,2375$

Respuesta: Para la obtención del máximo agrícola la dosis a aplicar de vinaza pura debe ser de $142,235 \text{ m}^3/\text{ha}$.

En el primer caso no es necesario el cálculo de la segunda derivada, por lo que puede ser más factible cuando la función a derivar por segunda vez sea muy compleja. Sin embargo por este método hay que buscar el signo de la derivada primera en cada subintervalo definido por los puntos estacionarios determinados con anterioridad, lo cual a veces se torna trabajoso. Teniendo en cuenta las exigencias del problema las alternativas a manejar por el alumno en este momento son de carácter matemático.

Problema 3. La sección transversal del conducto de una fertilizadora, por donde se entrega el fertilizante tiene forma de circunferencia, determine aproximadamente, la variación que sufre el área de su sección transversal si producto del calor su diámetro varía de 6 cm a 6,05 cm.

Datos: $x_0 = 6 \quad x_0 + \Delta x = 6,05 \quad \Delta x = 0,05 \quad A = \Pi x^2$

1) $\Delta A = \Pi (x + x_0)^2 - \Pi x_0^2 \quad \Delta A = \Pi (6,05)^2 - \Pi 6^2 = 0,6025 \Pi$

$$2) \quad A' = 2\pi x \quad dA = 2\pi x \Delta x \quad dA = 2\pi x_0 \Delta x \quad dA = 2\pi *6 *0,05 = 0,6\pi \quad \Delta A \approx 0,6\pi$$

Respuesta: El área de la sección transversal del tubo sufre un incremento aproximado de $0,6\pi$ m²

En este caso la selección de la alternativa, depende no sólo de la situación matemática, que evidencia cálculos menos complejos en la segunda vía, sino además del contexto del problema, por lo que la alternativa es sobre todo de carácter profesional.

En estos casos es importante que el alumno comprenda las diferencias entre ambos caminos, cuándo se ofrece un resultado más exacto y cuál hace los cálculos menos engorrosos. En dependencia de la aplicación que tenga que hacer de los resultados será la vía que debe elegir.

Problema 4. En el CAI Patria o Muerte de Ciego de Ávila se necesita construir un tanque sin tapa de base cuadrada, que se destinará a la desinfección de propágulos para plantar la caña de azúcar y se cuenta con 27 m² de material. ¿Qué dimensiones debe tener el mismo, si su volumen debe ser el mayor posible?.

Función objetivo: $V = x^2 y$ Ecuación de enlace: $x^2 + 4xy = 27$

$$I) \quad y = \frac{27 - x^2}{4x}, \text{ entonces } V = \frac{27x - x^3}{4} \quad y \quad V' = \frac{27 - 3x^2}{4}$$

La primera derivada se anula cuando $x = \pm 3$, por lo que la función debe alcanzar su valor máximo en $x=3$; lo cual se puede demostrar por cualquiera de los criterios estudiados. En este caso $y = 1,5$.

$$II) \quad F = x^2 y + L (x^2 + 4xy - 27)$$

$$F'_x = 2xy + L(2x + 4y)$$

$$F'_y = x^2 + L(4x)$$

$$F'_L = x^2 + 4xy - 27$$

Igualando a cero estas derivadas y resolviendo el sistema de ecuaciones resultante se puede encontrar que $x = 3$ y $y = 1,5$. Si aplicamos el criterio de suficiencia para funciones de tres variables se puede comprobar que en estos valores la función de Lagrange alcanza su valor máximo.

Respuesta: Para que el volumen sea máximo las dimensiones del tanque deben ser de $3 \times 3 \text{ m}^2$ de fondo y 1,5 m de altura.

En este ejemplo las alternativas de solución son de carácter matemático, en el problema no existen exigencias de tipo profesional. Las opciones se presentan en el método para buscar los extremos condicionados de una función en dos variables con una ecuación de enlace, lo cual puede hacerse a partir de la teoría de extremos estudiada para funciones de una variable o utilizando la ecuación auxiliar de Lagrange.

Al aplicar los criterios de suficiencia para determinar la naturaleza del punto estacionario, también existen alternativas, lo cual no se considera necesario analizar, pues se desarrolló en el ejemplo 4.

Problema 5. En la Estación Experimental de la UNICA se desea construir un cantero de volumen igual a $7,2 \text{ m}^3$ y una altura de 0,3 m, para la producción de vegetales en condiciones de agricultura orgánica. Determine las dimensiones del mismo para que la cantidad de material a utilizar sea la menor posible.

Función objetivo: $A = 0,6x + 0,6y$ Ecuación de enlace: $0,3x + y = 7,2$

Para la solución de este problema se procede igual que en el ejemplo anterior. Existen alternativas de carácter matemático para encontrar los puntos estacionarios y luego para determinar la naturaleza de los mismos.

Otra forma importante de contribuir a la formación integral de los egresados desde la Matemática Básica es mediante la orientación de tareas investigativas al iniciar cada tema. Los alumnos deben buscar en otras asignaturas o en las esferas de actuación del ingeniero agrónomo, situaciones problemáticas que conlleven al planteamiento de un problema, cuya solución dependa del uso de métodos matemáticos relacionados con la temática. La exposición de los resultados se realiza en forma de taller.

Estas tareas requieren de la toma de decisiones por parte del alumno, del manejo de alternativas de carácter matemático, tecnológico y profesional, para su formulación y ejecución. Además llevan al estudiante a producir y crear.

Problema 6: Determinar la acidez hidrolítica de un suelo a partir de la valoración potenciométrica del mismo, realizada en condiciones de laboratorio.

Esta tarea puede realizarse de la siguiente forma:

- Química: En condiciones de laboratorio los alumnos realizan la valoración potenciométrica del suelo. Los resultados obtenidos pueden ser los siguientes:

Tabla 4. Valoración potenciométrica de un suelo

Volumen de NaOH	pH
-----------------	----

0	2.81
0.5	2.89
1	2.97
1.5	3.05
2	3.15
2.5	3.24
3	3.34
3.5	3.43
4	3.53
4.5	3.64
5	3.76
5.5	3.88
6	4.03
6.5	4.21
7	4.47
7.5	4.86
8	5.88
8.5	8.55

9	9.9
9.5	10.36
10	10.69

La determinación de la acidez hidrolítica del suelo implica calcular las coordenadas del punto estequiométrico, donde la curva de valoración cambia su comportamiento en cuanto a concavidad.

Existen diferentes métodos gráficos y analíticos para resolver este problema, pero un análisis detallado de la situación conduce a que aplicando la derivada los resultados que se obtienen suelen ser más precisos, teniendo en cuenta que el punto estequiométrico no es más que el punto de inflexión de la curva de valoración. Estas alternativas deben ser valoradas con los alumnos.

Si se procede mediante los métodos matemáticos estudiados en clase, es necesario el concurso de otras asignaturas como la Computación. Entonces el alumno integra conocimientos en la solución de un problema importante para su desempeño profesional.

- Computación: Con ayuda del Microsoft Excel los alumnos grafican la curva de valoración y determinan la función de mejor ajuste, analizando en este caso alternativas de carácter tecnológico. (Anexo 16)
- Matemática Básica: Teniendo en cuenta las variantes de solución y la selección de la más apropiada los alumnos pueden, mediante la segunda derivada determinar el punto de inflexión.

$$y'' = -4.3998x + 36.854 \quad y'' = 0, \text{ cuando } x \approx 8,376$$

La segunda derivada es mayor que cero cuando x pertenece al intervalo $(-\infty; 8,376)$ y menor que cero cuando x pertenece al intervalo $(8,376; +\infty)$, entonces en $x \approx 8,376$ existe un punto de inflexión.

- Práctica Agrícola: Argumenta la relación del punto de inflexión de la curva de valoración con el punto estequiométrico y la importancia que reviste para el ejercicio de su profesión su determinación, teniendo en cuenta que en el mismo la cantidad de NaOH añadida es suficiente para neutralizar la acidez de la muestra de suelo.

En general, en el proceso de solución de los problemas matemáticos contextualizados que se plantean se ponen de manifiesto los diferentes eslabones definidos en el modelo. En el manejo de las alternativas los alumnos requieren de identificar alternativas, reconocer indicios de cada una de ellas, caracterizar cada alternativa, comparar alternativas, valorar ventajas y desventajas de cada alternativa y seleccionar la más conveniente.

3.3. Algunos criterios de validación de la metodología.

A partir del curso 1996 – 1997, mediante el proyecto de investigación “Estructuración lógica de la Matemática para las carreras con perfil agropecuario”, comienza el perfeccionamiento del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía en la Universidad de Ciego de Ávila, sobre la base de elementos que hoy forman parte de este modelo didáctico, base teórica de la metodología que se propone en el capítulo 2 de esta tesis.

La validación de esta metodología se realiza mediante la aplicación del criterio de expertos. Para ello se entrevistaron a 34 especialistas (Anexo 9), de los cuales 30 resultaron ser expertos en el tema de investigación (Anexo 10).

A los expertos seleccionados se les circuló la metodología que se explica en el epígrafe 2 del capítulo 2 y se les solicitó respondieran la guía para su evaluación que se anexa a la tesis (Anexo 11).

Una vez conocidos los criterios de los expertos acerca de los diferentes aspectos a consultar se construyó la matriz de frecuencia (Anexo 12). Posteriormente se procesaron los datos utilizando el método empírico Delphy (Anexo 13), lo que nos permitió concluir que:

- La concepción general de la metodología es bastante adecuada.
- El paso dos de la metodología es bastante adecuado, el primero y tercero son adecuados, por lo que, aunque la valoración general es positiva, se debe continuar trabajando en el perfeccionamiento de estos últimos pasos.
- Se considera que las tipologías de clases utilizadas son bastante adecuadas, excepto el taller integrador evaluativo, que es adecuado.
- La organización de los contenidos que se propone para la implementación de la metodología y los métodos de enseñanza son bastante adecuados.

- Los medios de enseñanza que se proponen utilizar son adecuados.

Esta metodología fue analizada además en la carrera de Agronomía, lo que consta en los avales de sus principales dirigentes (jefe de carrera, jefe departamento de Ciencias Agrícolas, jefe de la disciplina integradora) obteniéndose una valoración positiva de la misma. Además:

- Parte de la metodología que se propone fue objeto de aplicación como resultado de la tesis de maestría desarrollada por la autora con el título “Organización e impartición del tema Programación Lineal”.
- Actualmente se desarrollan otras tesis de maestrías sobre la temática, por profesores que integran el grupo de investigación “Estructuración lógica de la Matemática para las carreras con perfil agropecuario”, dirigido por la autora y con proyecto aprobado y financiado por la Universidad de Ciego de Ávila.
- Los resultados obtenidos han sido introducidos paulatinamente y validados estadísticamente, como otro elemento importante en el análisis del impacto positivo de la metodología propuesta (Anexo 14).
- La metodología propuesta se extiende a otras carreras afines que se estudian en la Universidad de Ciego de Ávila, como es el caso de la Mecanización de la Producción Agropecuaria.

Conclusiones:

- La aplicación de la metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica en la carrera de Agronomía, requiere del perfeccionamiento de los

programas de asignaturas actuales, reflejándose mayor sistematicidad en el diseño de los objetivos y organización de los temas.

- Esta metodología conlleva a la ejecución del proceso docente educativo mediante las tipologías de clases: conferencia generalizadora introductora, clases prácticas de tipo I, clases prácticas de tipo II y taller integrador evaluativo.
- En las diferentes tipologías de clase que se desarrollan en cada tema, se resuelven problemas matemáticos contextualizados que relacionan al proceso docente educativo con los agrosistemas y obligan al alumno a discernir entre varias alternativas de carácter matemático, profesional o tecnológico, para encontrar la solución de los mismos, lo que permite lograr niveles de producción y/o creación en los estudiantes.
- La aplicación del criterio de expertos para la validación de la propuesta, así como otras contrastaciones realizadas, reflejan el impacto positivo, que como tendencia tiene la metodología propuesta.

CONCLUSIONES

- *La realización del diagnóstico del objeto de estudio unido a la experiencia docente de la investigadora permitieron detectar las limitaciones que presentan los egresados de la carrera de Agronomía al enfrentar las tareas propias de su profesión con independencia, lo cual está condicionado por insuficiencias en el proceso docente educativo de las diferentes asignaturas de la carrera, en cuanto a organización y ejecución.*

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE EDUCATIVO DE LA MATEMÁTICA BÁSICA PARA LA CARRERA DE AGRONOMÍA

- *En el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía, la lógica del profesional que se quiere formar y la de la Matemática como ciencia se manifiestan en una unidad dialéctica.*
- Tanto la lógica de actuación profesional como la lógica de la que se apropia el alumno en el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática, requieren del manejo de alternativas en la solución de problemas, lo que permite el desarrollo de modos de actuación del profesional desde la Matemática Básica y constituye el sustento fundamental de esta investigación.
- Concebir el proceso de solución de problemas contextualizados como un sistema de procesos conscientes, holístico y dialéctico que se configura en la interacción del sujeto con el objeto matemático contextualizado, constituyó un buen punto de partida para modelar dicho proceso.
- Modelar el proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados con un enfoque holístico y configuracional permitió revelar las configuraciones, dimensiones y eslabones en que se sustenta la metodología para el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica en la carrera de Agronomía.
- La clasificación de las alternativas en alternativas de carácter matemático, alternativas de carácter profesional y alternativas de carácter tecnológico, como aspecto de singular importancia dentro de la modelación didáctica que se presenta, sirve de instrumento metodológico en el proceso docente educativo de la matemática.
- La aplicación del criterio de expertos para la validación de la metodología, así como otras contrastaciones realizadas reflejan el impacto positivo, que como tendencia tiene esta propuesta.
- Los resultados de esta investigación han demostrado que la aplicación de una metodología en el desarrollo del proceso docente educativo de la Matemática Básica para el ingeniero agrónomo, basada en la solución de problemas matemáticos contextualizados, con alternativas de solución, puede contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva de los alumnos del primer año de la carrera de Agronomía.

RECOMENDACIONES

- Esta forma de desarrollar el proceso docente educativo de la Matemática Básica para la carrera de Agronomía se puede extender de manera inmediata a toda la disciplina

Matemática para la carrera de Agronomía, que incluye además las asignaturas de Computación, Bioestadística y Experimentación, así como a otras carreras con perfil agropecuario que tienen programas muy similares como es el caso de Mecanización de la Producción Agropecuaria.

- Se debe continuar trabajando en la integración de la Matemática Básica para el ingeniero agrónomo con otras disciplinas de la carrera, para el perfeccionamiento y ampliación de los problemas contextualizados que se incluyen en esta propuesta metodológica, además como elemento importante que contribuye a lograr una mayor solidez en la aplicación de los métodos matemáticos y el desarrollo de procedimientos alternativos por parte de los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez de Zayas, C. Epistemología. Monografía. En formato electrónico, 1995.

Álvarez de Zayas, C. La Escuela en la Vida. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1999.

Álvarez de Zayas, C. Para una escuela de excelencia. -- La Habana: Editorial Academia, 1996.

Álvarez de Zayas, Carlos. Dogmatismo, Constructivismo, Didáctica. Revista Educación (La Habana) N. 97, 1999. -- p. 35-36.

Álvarez de Zayas, Carlos. Elementos de didáctica de la Educación Superior. -- La Habana: MES, 1990.

Álvarez Suárez, Virginia. Propuesta de estructuración del curso de Matemática para las carreras de Biología. Revista Ciencias Matemáticas (La Habana) (2-3) 5, 1994. -- p. 103-121.

Álvarez Valiente, Ilsa. El proceso y sus movimientos: Modelo de la dinámica del proceso docente educativo en la Enseñanza Superior. -- Santiago de Cuba: Universidad de Oriente, 1999. -- 105 p. -- Tesis (Doctor en Ciencias Pedagógicas)

Álvarez, R.M. Hacia un curriculum integral y contextualizado. -- La Habana: Editorial Academia, 1997.

Ávalos Martínez, Rodolfo. La formación del ingeniero agrónomo. Revista "Aquí Centros Regionales" (Chapingo) N. 3, 1994.

Baquero, Ricardo. Vigotsky y el aprendizaje escolar. -- Argentina: Impresiones Sud América, 1996. -- 255 p.

Blanco Sánchez, Ramón. La orientación de la actividad cognoscitiva del estudiante. -- Cuba: Departamento de Matemática. Universidad de Camagüey, 1998. -- Material manuscrito

Blanco Sánchez, Ramón. La orientación de las acciones de los estudiantes en el proceso de asimilación. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) (2)14, 1994. -- p. 116-120.

Blanco Sánchez, Ramón. Necesidad y fundamentos del desarrollo del pensamiento teórico de los estudiantes. Cuarta Conferencia de la Educación Superior. Universidad de Camagüey, 1997.

Bofil, A. , H. Flores y M. Rodríguez. A propósito de los problemas matemáticos. IX Reunión Centroamericana y del Caribe. -- La Habana, 1995.

Bojalil, Luis F. Reflexiones sobre la innovación educativa. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) N. 2, 1995. -- p. 61-67.

Cajamarca. Aprender a educarse, a ser y a obrar. -- Santa Fé de Bogotá, 1996.

Calderón, Alberto P. Reflexiones sobre el aprendizaje y enseñanza de la matemática. Conferencia en XXXVI Reunión Anual de la Unión Matemática Argentina. -- Santa Fé de Paraná, 1986.

Callejas, J. C. y otros. Informe: Resultados del estudio sobre desarrollo laboral de los profesionales egresados de la Universidad de Ciego de Avila en los cursos 97-98 y 98-99. -- Ciego de Ávila: UNICA, 2000. -- 6 p.

Campistrous, L. y C. Rizo. Aprende a resolver problemas matemáticos. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1998.

Cantoral, Ricardo y Hugo Mirón. Sobre el estatus de la noción de derivada: De la epistemología de Joseph Louis Lagrange al diseño de una situación didáctica. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (México) V. 3, N. 3, 2000. -- p. 265-293. -- (www.cinvestav.mx/clame/relime/número3-2000.html).

Carballo, E y otros. Aspectos básicos para el desarrollo curricular. -- Colombia: Universidad de Córdoba, 1996. -- Documento fotocopiado.

Castro Ruz, Fidel. Los Valores que Defendemos. -- La Habana, 1992. -- Discurso.

Cedeño García, Belizario. Diseño Curricular con alternativas profesionales en la carrera de Agronomía. -- Universidad de Oriente, 1999. -- 105 p. -- Tesis (Doctor en Ciencias Pedagógicas).

Coll, César y otros. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. -- España: Editorial Pilar Gil Felipe, 1992. -- 198 p.

Coll, César. Psicología de la instrucción: La enseñanza y el aprendizaje en la educación secundaria. – Barcelona: HORSORI, 1999. -- 203 p.

Cuba. Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior – Departamento de Formación del Profesional del Ministerio de Educación Superior (CEPES–DFP). Resultados generales del estudio sobre el desarrollo laboral de los jóvenes egresados desde 1991 al 1995. -- La Habana: CEPES, 1998.

Cuba. CEPES. Los métodos participativos: ¿Una nueva concepción de la enseñanza?. -- La Habana: Editorial Evelio Rodríguez Curvelo, 1998.

Cuba. Instituto de investigaciones económicas de JUCEPLAN. Criterio de expertos: Método Delphy. -- Material impreso.

Cuba. Ministerio de Educación Superior. Comisión Nacional de la Carrera de Agronomía. Modelo del profesional y Plan de Estudio del ingeniero agrónomo. -- La Habana: MES, 1999.

Cuba. Ministerio de Educación Superior. Reglamento de inspección de la Educación Superior: Resolución No. 166/97. -- La Habana: MES, 1997. -- 75 p.

Cuba. Ministerio de Educación Superior. Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico: Versión comparada. -- La Habana: MES, 1999.

Cuba. Ministerio de Educación Superior. Resolución No 269/91: Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico. -- La Habana: MES, 1991.

Cubillo, Carmen y Tomás Ortega. Influencia de un modelo didáctico en la opinión/ actitud de los alumnos hacia las matemáticas. Relime, Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (México) V. 3, N. 2, 2000. -- p. 189-207. -- (www.cinvestav.mx/clame/relime/número2-2000.html).

Chávez Rodríguez; Justo A. y Horacio Díaz Pendás. ¿Cómo enseñar a confeccionar esquemas lógicos?. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1988.

D'amore, Bruno. La escolarización del saber y de las relaciones: Los efectos sobre el aprendizaje de las Matemáticas. Relime, Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (México) V. 3, N. 3, 2000. -- p. 321-339. -- (www.cinvestav.mx/clame/relime/amore.html).

Danilov, M. A. y M. N. Skatkin. Didáctica de la escuela media. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1978. -- 366 p.

Davydov, V. Tipos de generalización de la enseñanza. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 448 p.

De la Luz y Caballero, José. Ideario Pedagógico. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1992. -- p. 64-157.

De Zubiría Samper, Julián. Los Modelos Pedagógicos. -- Colombia: Fundación Alberto Merani, 1994.

Diccionario Enciclopédico Espasa. -- Madrid: Espasa – CALPE, SA, 1984.

Diéguez Batista, Raquel y otros. Aplicaciones de la Enseñanza problémica en el tema Programación Lineal. Revista Automatizada Enlace V. V, N. 29, Enero, 1999

Diéguez Batista, Raquel y otros. Enfoque metodológico para el desarrollo de métodos profesionales desde la enseñanza de la Matemática Básica. Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías A. 3, N. 13, 2001. -- (<http://www.contextoeducativo.com.ar>).

Diéguez Batista, Raquel y otros. Experiencias en la impartición de la matemática. Revista Automatizada Enlace V. II, N. 7, Enero 1996.

Diéguez Batista, Raquel y otros. Folleto de Estudio de Matemática 1. — Ciego de Ávila: UNICA, 1995. -- 43 p.

Diéguez, Raquel y otros. Folletos de Estudio de Matemática 1 y 2. -- Cuba: Primer Taller sobre la enseñanza de la Matemática y la Computación, 1995. -- Memorias del evento.

Diéguez Batista, Raquel y otros. La clase como forma de enseñanza de la Educación Superior. -- Cuba: Primer Taller sobre la enseñanza de la Matemática y la Computación, 1995. -- Memorias del evento

Diéguez Batista, Raquel y otros. La utilización de esquemas lógicos para la asimilación consciente de los contenidos en la enseñanza de las matemáticas. Revista MasEducativa, 2001. -- (www.maseducativa.com)

Documento Base del 6to Congreso de la FEU. -- La Habana: Editora Política, 1999.

Espíndola, José Luis. Reingeniería Educativa. -- México: ANUIES, 1996. -- 230 p.

Fabra Lasalvia, Margarita y Jordi Deulofeu Piquet. Construcción de gráficos de funciones: “Continuidad y prototipos. Relime, Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (México) V. 3, N. 2, 2000. -- p. 207-231. -- (www.cinvestav.mx/clame/relime/FabraDeu.html).

Fernández Casuso, Marta B. Perfeccionamiento de la enseñanza – aprendizaje del tema límite de funciones con el uso de un asistente matemático. Relime, Revista Latinoamericana de

Investigación en Matemática Educativa (México) V. 3, N. 2, 2000. -- p. 171-189. --
(www.cinvestav.mx/clame/relime/fernández.html).

Flores, Pablo; Carmen Batanero y Juan D. Godino. Aplicación del análisis de textos mediante técnicas multivariantes al estudio del cambio de concepciones sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (México) V. 3, N. 3, 2000. -- p. 339-357. --
(www.cinvestav.mx/clame/relime/número3-2000.html)

Fuentes González, Homero. Dinámica de la Educación Superior. -- Santiago de Cuba: CEES Manuel F. Gran, 2000.

Fuentes, Homero y I. Álvarez. Dinámica del Proceso Docente-Educativo. -- Santiago de Cuba: CEES Manuel F. Gran, 1998.

García Martínez, Andrés y A. Ferrat. La estrategia del perfeccionamiento de la enseñanza de la Física para estudiantes de ingeniería. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) N. 3, 1995. -- p.103–120.

García Miguel y otros. Métodos activos en la educación técnica y profesional. -- La Habana: Pueblo y Educación, 1994.

García Ramis, Lisardo J.; Alberto Valle Lima y Miguel A. Ferrer López. Autoperfeccionamiento docente y creatividad. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1996. -- 35 p.

González Companioni, Idalia; Raquel Diéguez y otros. Algunas ideas para la diferenciación de las capacidades de aprendizaje de los estudiantes. Revista Automatizada Enlace V. III, N. 15, Marzo 1997.

González Companioni, Idalia; Raquel Diéguez y otros. Folletos de Estudio de Matemática 2. – Ciego de Ávila: UNICA, 1994.

González Maitland, Marcelino. Fundamentos de la didáctica especial de la Matemática. -- Universidad de Oriente, 1997. -- 123 p. -- Tesis (Doctor en Ciencias Pedagógicas)

González Pacheco, O. Aplicación del enfoque de la actividad al perfeccionamiento de la Educación Superior. -- DEPEs, 1996. -- Material impreso.

González Pacheco, O. Desarrollo de la personalidad. -- Cuba: Ediciones Empresa de producción y servicios, 1978.

González, F. R. La Personalidad su educación y desarrollo. -- Cuba: Editorial Pueblo y Educación, 1989.

Guetmanova, A.; M. Panov y V. Petrov. Lógica: En forma simple sobre lo complejo. Diccionario. -- Moscú: Editorial Progreso, 1991. -- 304 p.

Guirardo Rivero, Vania del Carmen. Desarrollo del aprendizaje significativo para la solución de problemas matemáticos en los escolares con retardo mental. -- La Habana: ISP Enrique José Varona, 2000. -- Tesis (Master)

Hernández Díaz, Adela. Un sistema de tareas para diagnosticar el desarrollo del razonamiento deductivo. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) N. 2, 1995. -- p. 93-104.

- Hernández Fernández, H. El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior Cubana. Experiencia en Algebra Lineal. -- 1989. -- Tesis.
- Hernández Fernández, Herminia. Nodos cognitivos un recurso eficiente para el pensamiento matemático. Conferencia magistral. -- La Habana: Memorias de RELME-9, 1995.
- Hernández Fernández, Herminia. Nodos cognitivos: Currículo y Evaluación. -- La Habana: Universidad de La Habana, 2000.
- Herrera Valdés, Willy F. Ideas para una aproximación a un paradigma del profesor educador frente a los requerimientos del trabajo hacia el siglo XXI. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) N. 2, 1995. -- p. 29-37.
- Horruitiner Silva, Pedro M. Los fundamentos de Diseño Curricular. -- La Habana: MES, 2000.
- Informe del Programa de Naciones Unidas para el desarrollo humano, 1998.
- Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. Problemas psicopedagógicos del aprendizaje. -- Cuba, 2000. -- Material en soporte magnético.
- Jardinot Mustelier, Luis Roberto. Modelación y creatividad en la enseñanza de las ciencias. Desafío Escolar (La Habana) V. 5, N. 2, 1998. -- p. 9.
- Kon, I. S. Psicología de la Edad Juvenil. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1990.
- Konstantinov, N. A. Historia de la pedagogía. -- Moscú, 1982.
- Kontov, B. M. Metodología general del Proceso Docente Educativo. -- Moscú: Ilustración, 1983. -- 10 p.
- Krutetski, V. A. Psicología. -- Moscú: Editorial Moscú, 1989.

- Kudriatsev, D. La matemática contemporánea y su enseñanza. -- Moscú: Nauka, 1985. -- 82 p.
- Labarrere Sarduy, A. Bases psicopedagógicas de la enseñanza de la solución de problemas matemáticos en la escuela primaria. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1990.
- Lamas, J. y otros. Un procedimiento para la articulación entre asignaturas. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) (4)4: 72, 1984.
- Leontiev, A. N. Actividad, conciencia y personalidad. -- La Habana: Pueblo y Educación, 1981. -- p. 82-89.
- Lima Álvarez, Leandro. Variante metodológica para el desarrollo de la independencia cognoscitiva en las clases de Educación Laboral. -- ISP de Camagüey, 2001. -- Tesis (Doctor en Ciencias Pedagógicas)
- Liublinskaia, A. A. Psicología Infantil. -- La Habana: MES, 1981.
- Majmutov, M. I. La enseñanza problémica. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983.
- Malkova, B. L. y N. L. Vulfson. Escuela y Pedagogía contemporánea en los países capitalistas. -- Moscú: Ilustración, 1975.
- Martí en la Universidad. -- La Habana: Editorial Félix Varela, 1997. -- p. 286-299
- Martí Pérez, José. Obras Completas. -- La Habana: Editorial de Ciencias Sociales, 1976.
- Martínez Rodríguez, F. Una variante de sistema didáctico para el Cálculo Diferencial. -- Cuba, 1993. --Tesis (para optar por el grado científico de Doctor en Pedagogía).

- Martínez Rodríguez, Fernando y otros. Perfeccionamiento de la enseñanza de la asignatura Cálculo Diferencial. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) V. XI, N. 1-2, 1992. – p. 35–48.
- Martínez, M. Categorías, principios y métodos de la Enseñanza Problemática. – La Habana: Universidad de La Habana, 1986.
- Mestre Gómez, Ulises; H. Fuentes y L. Pérez. La formación del profesional en la dinámica del proceso docente educativo de la Educación Superior. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) N. 2, 1995. -- p. 20-28.
- Multanosky, B. G. Interacciones Física y Cuadros Físico del Mundo en los Cursos de Física. - Moscú, 1977.
- Muñoz Ortega, Germán. Elementos de enlace entre lo conceptual y algorítmico en el Cálculo Integral. Relime, Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (México) V. 3, N. 2, 2000. -- p. 131-171. -- (www.cinvestav.mx/clame/reime/número2-2000.html).
- Murgueza, J. “La teoría de las revoluciones científicas”. – 1975. -- 47 p.
- Nociones de materias pedagógicas. – La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1976.
- Oconor Montero, Lierli. Perfeccionamiento de la disciplina matemática en la carrera metalúrgica, una variante que resulta de profundizar en el problema y objeto de estudio, objetivos y contenidos de enseñanza. -- 1999. -- 111 p. -- Tesis (Doctor en Ciencias Pedagógicas)

- Olivera, Marta; Raquel Diéguez y otros. La formación de valores, un reto para la Educación Superior. Órgano de Difusión del Instituto Tecnológico de Minatitlán “Manatí” (México), 2000.
- Pérez, M. y B. González. Sistema de Experto aplicado al rendimiento académico en la Enseñanza Superior. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) V. 18, N. 3, 1998.
- Perkins, D. y T. Blythe. «Putting understanding up front». Educational Leadership 51, 5. -- 1994. -- p. 4 - 7
- Petrovski, A. V. Psicología General. -- Moscú: Editorial de libros para la Educación, 1981.
- Pidkasisty, P. I. La actividad independiente de los alumnos. -- Moscú: Editorial Pedagógica, 1972.
- Portuondo, R. Algunos aspectos de la Enseñanza Problemática. -- Camagüey: Universidad de Camagüey, 1993.
- Pozo, J. L. Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje. -- Madrid: Alianza, 1996.
- Programas Directores de la Facultad de Agronomía. -- Ciego de Avila, 1999.
- Psicología Evolutiva y Pedagógica. -- Moscú: Ed. Progreso, 1980.
- Psicología. Libro de texto. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983.
- Reshetova, A. y otros. La formación del pensamiento teórico de los estudiantes en el proceso de estudio de la Química General en la Educación Superior. Revista Educación Superior (La Habana) 3(27), 1978.
- Ribnikov, K. Historia de las Matemáticas. -- Moscú: MIR, 1974. -- 486 p.
- Riol, Mirna. La formación de valores en las tendencias pedagógicas contemporáneas. -- Trabajo final de curso de postgrado. Universidad de Ciego de Avila, 2000.

- Rivero Estrada, Rodolfo y Raquel Diéguez. Evaluación del Proceso Docente y desempeño del profesor. – Ciego de Avila: UNICA, 1998.
- Rodríguez Hung, Teresa. La enseñanza de la matemática para ingenieros militares. -- Tesis (para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias). -- La Habana: ITM, 1992.
- Rodríguez, Carlos Rafael. Intervención en ocasión de recibir el título de Profesor de Mérito de la Universidad de La Habana. – La Habana, 1984.
- Rosental, M. y P. Iudin. Diccionario filosófico. Argentina: Ediciones Universitarias, 1973. -- 498 p.
- Rubinstein, L. El proceso del pensamiento. -- La Habana: Editorial Universitaria, 1966.
- Ruiz Echevarría, Hilda. El Proceso Docente Educativo. -- La Habana: MES, 1995.
- Ruiz Socarrás, José Manuel. Los métodos de enseñanza en la Educación Superior. Revista Cubana de Educación Superior La Habana(2)14 :121-124. Cuba, 1994.
- Santa Cruz, M. y otros. Los principios didácticos en las clases de matemática en el nivel superior. Revista Cubana de Educación superior (La Habana) 4(4): 16, 1984.
- Segundo Taller Nacional sobre Trabajo Político Ideológico. -- La Habana: Editora Felix Varela, 1998.
- Seminario nacional a dirigentes, metodólogos e inspectores de las direcciones provinciales y municipales de educación. -- La Habana. -- Primera y Tercera Parte.
- Serrano Caldera, Alejandro. La Universidad y sus desafíos. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) N. 2, 1995. -- p. 89-92.

Server García, P. El algoritmo en la conclusión de la clase práctica. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) 4(4): 6, 1984.

Shividanenko, D. y otros. Algunas cuestiones sobre la enseñanza de la Matemática. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) 4(4): 61, 1984.

Siegel, Sidney . Estadística no paramétrica. -- México: Editorial Trillas, 1974.

Sin las matemáticas no es posible el porvenir. Revista Electrónica del Centro de Educación del Trabajo: Deslinde.

Talísina, N. F. Conferencia sobre "Los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior". -- La Habana: DEPEs, UH, 1984. -- 60 p.

Talísina, N. F. La formación de las acciones cognoscitivas de los escolares. -- México: De Angeles, 1992.

Talísina, N. F. Procedimientos iniciales del pensamiento lógico. -- Camagüey: Universidad de Camagüey, 1987. -- 28 p.

Torres Hernández, Miguel. El perfeccionamiento de la Educación Superior cubana. Revista Cubana de Educación Superior (La Habana) V. 13, N. 2, 1993. -- p. 111-115

Traviata, K. Mujina y otros. Conferencias sobre Psicología Pedagógica. -- Moscú: Editorial Pueblo y Educación, 1979.

Ugalde Pérez, J. Perfeccionamiento del Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Matemática para estudiantes de ingeniería. -- Universidad Autónoma de Queretano, 1998. -- 105 p. -- (Doctor en Ciencias Pedagógicas).

Vecino Alegret, Fernando. Conferencia inaugural. Conferencia regional sobre política y estrategias para la transformación de la educación en América Latina y el Caribe. -- La Habana: Editorial Félix Varela, 1996.

Ventsel, Elena S. Investigación de operaciones. -- Moscú: MIR, 1983. -- 280 p.

Villalonga González, Noemí Marlén. La determinación de la efectividad del uso de los módulos temáticos en la asignatura Química General. – Camagüey: Universidad de Camagüey, 1996. -- Tesis (Master en Educación Superior)

Zabalza Beraza, Miguel. Coordinadas básicas para analizar la calidad de la enseñanza universitaria.

Conferencia en Symposium Iberoamericano de Didáctica Universitaria. -- Universidad de Santiago de Compostela, 1999.