

Tesis de Doctorado

Autor: Wladimir La O Moreno

e-mail: [wlao@ucp.pr.rimed.cu](mailto:wlao@ucp.pr.rimed.cu)

Título: Modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud en el proceso de formación del profesional de la educación, especialidad Ciencias Exactas.

Universidad: Universidad de ciencias pedagógicas Rafael María de mendive. Pinar del Río. Cuba

Centro: Universidad de ciencias pedagógicas Rafael María de mendive. Pinar del Río. Cuba

Departamento: Matemática - Física

Fecha de lectura:

Calificación:

Director/a:

Tribunal:

Resumen: (cinco o diez líneas)

La presente investigación surge como resultado de la insuficiente formación Matemático conceptual que presentan los estudiantes de la carrera licenciatura en educación, especialidad Ciencias Exactas. Esta problemática es tratada como un problema de tipo profesional y para su solución se incorporan las nuevas exigencias de formación para estos profesionales sujetos al principio de la universalización.

Palabras clave: (cinco o seis). Formación, magnitud, profesional, conceptos, matemáticos, universalización

## Introducción

"Hoy se trata de perfeccionar la obra realizada y partiendo de ideas y conceptos enteramente nuevos. Hoy buscamos lo que a nuestro juicio debe ser y será un sistema educacional que se corresponda cada vez más con la igualdad, la justicia plena, la autoestima y las necesidades morales y sociales de los ciudadanos en el modelo de sociedad que el pueblo de Cuba se ha propuesto crear",  
(Castro Ruz, F.; septiembre del 2002).

En la actualidad, la Educación Preuniversitaria (EP) enfrenta cambios esenciales en su modelo educativo, a propósito del perfeccionamiento del socialismo cubano. En este marco se forma un estudiante, que en su regulación inductora, es caracterizado por Cubela (2006) y Mariño (2006), como el joven donde los sentimientos se hacen más estables, profundos, variados y duraderos.

Estas autoras refieren que a los jóvenes los caracteriza un pensamiento más abstracto y generalizado, transitando de un estado teórico - reflexivo a uno crítico – valorativo, donde la aparición de cualidades del lenguaje facilita el análisis de conceptos, el desarrollo de la capacidad crítica y la habilidad para generar ideas. (Cubela, J. M., 2006 y Mariño, J., T., 2006).

La transformación de este joven, demanda renovadas y más complejas exigencias al proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, centrada en áreas tales como: ideopolítica, psicopedagógica, cultural general, científica, conocimiento de la escuela, conocimiento de la organización estudiantil, entre otras.

Una exigencia para la formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, se constituye en la necesidad de “estimular la elaboración de conceptos y el desarrollo de los procesos lógicos del pensamiento y el alcance del nivel teórico, en la medida que se produce la apropiación de los conocimientos y se eleva la capacidad de resolver problemas”, (ICCP, 1998, p.20).

Precisamente en la problemática de elaboración de conceptos en la Matemática, y para el caso de la formación de docentes en particular, se centra el interés de este trabajo investigativo.

Esta problemática se agudiza, teniendo en cuenta las insuficiencias que caracterizan el estado de aprendizaje en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, así como de su presencia y alcance en el correspondiente currículum, y de las exigencias y demandas, según los requerimientos de la universalización de la Educación Superior Pedagógica.

En el estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas (UCP) se percibe un aprendizaje de conceptos matemáticos, específicamente referidos al concepto magnitud, que no satisface la demanda de formación integral de los futuros profesionales. Aspecto este que contradice el alcance del concepto dentro de la Matemática en la EP. (Ver anexo 1).

Esta aseveración puede ser confirmada a partir del análisis realizado a los informes emitidos por el Centro de Estudio Provincial de la Calidad de la Educación, como implementación del Programa Ramal No.10, de "Evaluación de la Calidad de la Educación".

En el curso escolar 2007 - 2008, primer trimestre y para la asignatura Matemática, se dice que en los estudiantes de la Facultad de Enseñanza Media Superior los tópicos más afectados son: Magnitudes y Geometría con un 2,8% y Numeración y Cálculo con un 8,4% de estudiantes aprobados, siendo estos los de peores resultados entre todas las carreras.

Una razón de la situación de aprendizaje antes descrita, presupone considerar, el tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos, que se diseña en el proceso de formación de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

En su proceso de formación, se define un tratamiento didáctico de conceptos, donde predomina:

1. Una estructuración por fases para la elaboración de conceptos, que ha perdurado a lo largo de todos los procesos de formación del profesional. Esto debilita dicho proceso, en tanto no se consideran las exigencias del nuevo tipo de profesional a formar.
2. Una estructuración didáctica de las situaciones típicas (la elaboración de conceptos) desde el tratamiento de los complejos de materias, lo que

presupone un acercamiento del contenido puramente de las ciencias y disciplinas a su proceso de tratamiento didáctico.

3. Un tratamiento mínimo, desde el diseño de los programas de disciplinas y asignaturas correspondientes, que sugieren una organización grupal y un uso racional del lenguaje como agentes mediadores. Estos no tienen la connotación necesaria en la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje que sobre los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas se diseña.
4. La no consideración de acciones interdisciplinarias ante tal estado desfavorable de elaboración conceptual (magnitud), aspecto este que apunta a mantener al margen las características y singularidades de los contenidos de las asignaturas que se enseñan y las exigencias de formación del profesional a formar.

Los elementos discutidos hasta aquí, revelan una contradicción entre los requerimientos para un profesional de la Educación, según las exigencias que la sociedad antepone para su proceso de formación y el estado real de preparación ( el aprendizaje conceptual) en que se encuentra dicho proceso, aspecto este que singulariza la existencia de una problemática de tipo social.

La insuficiente preparación matemático – conceptual (magnitud) que se evidencia en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, a propósito del asistémico tratamiento didáctico que se diseña a nivel de departamento docente, desde las disciplinas que concurren en el plan de estudio en la Universidad de Ciencias Pedagógicas (UCP) de Pinar del Río, junto a la necesaria sistematización de resultados teóricos y prácticos esenciales de investigaciones anteriores para abordar una solución adecuada, justifican el siguiente **problema científico de investigación**: el tratamiento didáctico del concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, se diseña asistémicamente, lo que trae como consecuencia, que estos profesionales no puedan desarrollar con éxito sus funciones como pre - profesionales.

Este problema se manifiesta como necesidad en el desarrollo del **objeto de investigación** siguiente: el tratamiento didáctico del concepto magnitud en el

proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

Para el desarrollo de esta tesis, el tratamiento didáctico del concepto magnitud en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas; es definido como la implementación de un sistema de acciones didácticas que se diseñan a nivel de carrera, año y disciplina, para el logro de una significatividad conceptual y significatividad didáctica asociada al concepto magnitud considerando las exigencias de formación del estudiante de la carrera y las particularidades del concepto magnitud.

El análisis y desarrollo del objeto delimitado se sustenta en:

- 1 La concepción de un proceso de elaboración de conceptos en general y conceptos matemáticos en particular (Skatkin, 1973; Bruner, 1978; Petrovski, 1980; Vigotski, 1981; Ballester y Arango, 1982; Bustamante, 2003; González, 2005; La O, 2005; Martínez, 2006). En este contexto, son asimilados, como antecedentes básicos de investigación, resultados acerca de la conceptualización de los problemas profesionales (Addine y García, 2001), y la necesaria aproximación interdisciplinaria para su solución (Perera, 2002).
- 2 Las particularidades del tratamiento didáctico de conceptos en la Matemática y su singularidad en el plano del concepto de magnitud (Lovell, 1969; Skatkin, 1973; Skem, 1980; Ballester y Arango, 1982; Morenza, 1997; Marchensi y Martín, 1998; Calviño, 1998; Castellanos, 2001; Bustamante, 2003; Rodas, 2003; González, 2005; Martínez, 2006).
- 3 La comprensión compleja del objeto magnitud, al considerarlo, para el desarrollo de esta tesis, como sistema y por tanto, susceptible de ser organizado desde las bases de una estructuración sistémica del contenido (Hernández, 1989; Delgado, 1999, Bustamante, 2003; La O, 2005).

Estos referentes teóricos y las exigencias de formación del estudiante de la carrera, conjuntamente con la búsqueda de la solución del problema antes mencionado, han permitido definir el siguiente **objetivo de investigación:** elaborar un modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas de la UCP de Pinar del Río que considere las

exigencias para la formación de estos futuros profesionales y las particularidades del concepto magnitud.

Para satisfacer este objetivo se consideró pertinente dar respuesta a las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Qué referentes teóricos y metodológicos relacionados con el tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos y en particular el de magnitud, deben ser estudiados y sistematizados para fundamentar los resultados científicos esperados?
2. ¿Cuál es la situación real, en cuanto al tratamiento didáctico que se realiza a los conceptos matemáticos y en particular al concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, de la UCP de Pinar del Río?
3. ¿Qué modelo elaborar, que contribuya al tratamiento didáctico del concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, de la UCP de Pinar del Río?
4. ¿Cuál es el grado de validez del modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, de la UCP de Pinar del Río a propósito de su implementación en la práctica educativa con una estrategia didáctica?

Con el objetivo de dar respuesta a dichas preguntas, se formularon las siguientes **tareas científicas de investigación**:

1. Sistematización teórica sobre aspectos relacionados con el tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos y en particular el de magnitud.
2. Caracterización de la situación real, en cuanto al tratamiento didáctico dado a los conceptos matemáticos y en particular al de magnitud en el proceso de formación del estudiante de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.
3. Elaboración de un modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.
4. Elaboración de una estrategia didáctica, para la puesta en práctica del modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud, en el proceso de

formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, de la UCP de Pinar del Río.

5. Evaluación del grado de validez del modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, de la UCP de Pinar del Río a propósito de su implementación en la práctica educativa con una estrategia didáctica.

Para el desarrollo de las tareas científicas propuestas fue necesario el empleo de variados **métodos de investigación**:

El método dialéctico materialista, ha sido utilizado como plataforma metodológica general para la realización de esta investigación, lo que posibilitó un análisis del proceso de tratamiento didáctico de los conceptos y el de magnitud en particular, conocer sus relaciones con otros objetos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, para la transformación del problema identificado. Este método general fue acompañado de la aplicación de otros métodos teóricos, empíricos y estadísticos - matemáticos.

Entre los métodos teóricos fueron empleados: el histórico-lógico, en el análisis de los antecedentes y las tendencias acerca del tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos y el de magnitud en particular, así como en el estudio histórico realizado de las regularidades del aprendizaje, por un período de cuatro cursos escolares consecutivos.

La sistematización teórica, la cual permitió organizar los conocimientos a partir de la literatura consultada y del comportamiento de la práctica y para establecer relaciones entre estas dos fuentes de información, lo que favoreció el análisis crítico de las teorías estudiadas, la definición operativa de los conceptos principales abordados en la investigación, así como el establecimiento de variables, dimensiones e indicadores, relacionados con el objeto de investigación definido.

El enfoque de sistema, empleado en la fundamentación teórica del problema investigado, así como en la elaboración del modelo y la estrategia para su instrumentación práctica, permitiendo establecer los nexos, funciones e interrelaciones entre los componentes estructurales abordados, por otra parte, la utilización de este método permitió concebir las magnitudes, su proceso de

elaboración y tratamiento didáctico, como un proceso estructuralmente invariante en el proceso de formación del estudiante de la carrera.

La modelación utilizado en la elaboración del modelo y la estrategia didáctica propuestos en su carácter sistémico e integrador, para el tratamiento didáctico del concepto magnitud en el proceso de formación del estudiante de la carrera.

El análisis y síntesis permitió, en el proceso de revisión bibliográfica, una caracterización del estado de la investigación, sobre la preparación del estudiante en las carreras de formación de maestros, con el fin de realizar observaciones en el país. De esta manera se aislaron los ejes fundamentales de la investigación, relacionados directamente con el desarrollo del objeto de estudio, aportando el enriquecimiento necesario para diseñar la propuesta que se defiende. Asimismo, este método facilitó una caracterización del proceso de elaboración de conceptos a partir de sus rasgos fundamentales, aplicable al tratamiento didáctico del concepto de magnitud.

La inducción – deducción, posibilitó el estudio de los conceptos matemáticos como aspecto general, dentro del tratamiento didáctico que se diseña en la formación de un profesional y su incidencia en las particularidades del concepto magnitud para el estudiante de la carrera.

Entre los métodos empíricos fue empleado el análisis documental, que facilitó la determinación de los principales enfoques al estudiar las obras de investigación existentes, haciendo un análisis de la documentación que norma el tratamiento didáctico sobre el proceso de elaboración de conceptos en la formación del estudiante de la carrera.

La observación a clases y reuniones metodológicas de los departamentos docentes, como parte del diagnóstico del estado actual del problema que se estudia y de la comprobación en la práctica educativa de la validez del modelo y estrategia correspondiente.

Fue utilizada además la encuesta, en algunos de los sujetos implicados en la concepción del tratamiento didáctico de conceptos (magnitud), en la formación del estudiante de la carrera; las pruebas pedagógicas (como exámenes diagnósticos), que permitieron valorar la presencia y alcance del problema en los sujetos de investigación, a propósito de la incidencia de las actividades y acciones complementarias definidas ante la transformación de su estado real hacia el estado deseado. Igualmente fueron empleados los métodos de Criterio



de Expertos(método Delphy) y el método experimental, en su versión del pre – experimento (como introducción parcial), para evaluar el grado de validez teórico del modelo y la estrategia diseñada, así como el grado de validez práctica de la estrategia didáctica para la implementación del modelo en la práctica pedagógica.

Entre los métodos matemático-estadísticos fueron utilizados, como parte de la estadística descriptiva, el análisis porcentual, la determinación de frecuencias absolutas, relativas y relativas porcentual para ordenar, procesar y analizar los datos obtenidos, como resultado de la aplicación de los métodos empíricos e inferir su posible trayectoria en la atenuación de otros procesos similares y como parte de la estadística inferencial, la prueba estadística no paramétrica Chi Cuadrado que permitió determinar las diferencias significativas entre valores observados y esperados de las dimensiones e indicadores de la variable definida .

El aspecto innovador de esta tesis subraya en el orden científico los siguientes resultados fundamentales:

Como **contribución a la teoría** se precisa:

- Una caracterización del proceso de elaboración de conceptos matemáticos a partir de sus rasgos fundamentales, aplicables al tratamiento didáctico del concepto magnitud, producto del proceso de sistematización realizado.
- Un modelo estructuralmente diferenciado y orientado al tratamiento didáctico del concepto magnitud, como concepto invariante dentro del área de formación del estudiante de la carrera y constituido como solución a sus problemas profesionales, a partir de la articulación entre lo académico, lo laboral y lo investigativo.

Como **significación práctica**, se aporta una estrategia didáctica que implementa, en la práctica educativa, la realización por etapas del modelo definido, en tanto singulariza un accionar estratégico para el tratamiento didáctico del concepto magnitud y constituye un medio de sistematización del conocimiento necesario de los profesores y estudiantes para enfrentar la solución de los problemas profesionales a este nivel.

La **novedad científica**, se define en la identificación de un conjunto de características relacionadas con la evolución y desarrollo del tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos (magnitud), a partir del estudio

histórico-lógico realizado sobre el proceso de elaboración de conceptos y su aplicación en la formación de maestros en Cuba, unido a la sistematización realizada de la obra científica de diferentes autores en el tema de estudio.

La **actualidad del tema**, se manifiesta en la caracterización obtenida a partir del diagnóstico al tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos y en particular al de magnitud, en el proceso de formación inicial de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas para la Educación Preuniversitaria, el cual puede convertirse en un referente a seguir para estudios similares en la provincia o el país.

La presente tesis tiene momentos de generalización, a partir de implementar las acciones que contemplan el modelo y la estrategia correspondiente, en la realización del trabajo metodológico que se diseña a nivel del departamento de Ciencias Exactas en la UCP “Rafael María de Mendive”, de Pinar del Río. Por otra parte, se cuenta con una representación de las acciones en los programas y las guías de estudio correspondientes que regulan el funcionamiento de la universalización pedagógica para la carrera.

Esta tesis y los resultados correspondientes, han sido socializados en:

**Publicaciones:** en “Interdisciplinariedad. Un acercamiento desde la Enseñanza – Aprendizaje de las Ciencias”. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. 2005, en aprendizaje de las Ciencias. Un reto Educativo. Memorias del evento. UPR. 2007, en CD - Memorias del congreso provincial PEDAGOGÍA 2005”. Formato digital y número del ISBN 959 – 18 – 00045. 2005, en CD – Memorias del Congreso Provincial de Pedagogía 2009. Formato digital con número ISBN 978-959-18-0400-6 y número de barra 9789591804006. 2008, en revista electrónica AVANCES del centro de Información y Gestión Tecnológica CIGET del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, CITMA, en Pinar del Río. No. 1893 / ISSN 1562 – 329. 2009.

**Eventos:** PEDAGOGÍA 2007. Octubre del 2006, PEDAGOGÍA 2009. Octubre del 2008, V y VI Taller Científico Internacional “Formación inicial del estudiante universitario: diagnóstico y estrategias de permanencia”, UPR “Hermanos Saíz Montes de Oca”. Pinar del Río. Cuba. 2005, 2007, en Jornada Científica de Profesores. ISP “Rafael M de Mendive”. Ponente. Junio 2008.

La tesis se **estructura** de la siguiente forma: una introducción, donde se revelan los aspectos que en el orden político, social y educativo apuntan a la

necesaria transformación de la realidad conceptual (magnitud), que presentan los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas; un capítulo inicial que fundamenta, desde el punto de vista teórico y metodológico, un modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud en el proceso de formación del estudiante de la carrera; un segundo capítulo, que demuestra la existencia de la problemática alrededor del tratamiento didáctico que se diseña a los conceptos matemáticos (magnitud) y en consecuencia, la elaboración conceptual (magnitud) en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas; por último, un tercer capítulo, que define un modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud y una estrategia didáctica para su implementación en la práctica pedagógica y demuestra su validez, a partir de evaluar la transformación de las dimensiones significatividad conceptual y significatividad didáctica.

# **CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS SOBRE EL TRATAMIENTO DIDÁCTICO DE LOS CONCEPTOS MATEMÁTICOS Y EN PARTICULAR SU PROCESO DE ELABORACIÓN**

El presente capítulo, revela un estudio del objeto de investigación; se analizan los antecedentes de su desarrollo, así como los principales elementos que en el orden teórico y metodológico fundamentan un modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

## **I. El proceso de elaboración de conceptos matemáticos**

### **I. 1. Antecedentes inmediatos y actualidad del problema investigado**

A pesar del alcance que tiene la problemática del trabajo con conceptos matemáticos, y con el de magnitud, en particular, no hay una continuidad de esta línea de investigación que prolifere en el campo de las Didácticas particulares.

Esta aseveración, se sustenta en primer lugar, en el análisis de la obra de Paúl Torres Fernández; “La enseñanza de la Matemática en Cuba en los umbrales del siglo XXI. Logros y retos”, en la que se hace referencia a diecinueve tesis doctorales, dieciséis tesis de maestrías y cuarenta y cinco ponencias, en las cuales la problemática del trabajo con conceptos matemáticos, es objeto explícito en un caso, (Mederos, O.; 1997. Una variante metodológica para el estudio de los conceptos a partir de su definición. Ponencia en COMPUMAT, 1997. Cienfuegos).

En segundo lugar, por el análisis que se hizo de la literatura sobre Didáctica de la Física y de la Informática, donde se pudo concluir que:

- 1 El análisis de la problemática del trabajo conceptual en estas fuentes queda determinado por las especificidades de los diferentes conceptos propios de cada asignatura.
- 2 Las magnitudes y sus unidades se estudian en relación directa con la singularidad de los objetos, fenómenos o procesos específicos de las diferentes asignaturas.

Por último, en otras áreas, se precisa con una posición importante en relación con el trabajo conceptual, aplicable preferiblemente a asignaturas del área de

Ciencias Naturales, los trabajos de Silvestre, M. (2001) y Zilberstein, J. (2001), en los cuales se aporta un sistema de estrategias y procedimientos para el trabajo conceptual, concebidos como un modelo guía para el aprendizaje.

Una cantidad importante de resultados investigativos sobre el trabajo conceptual, se ha derivado del análisis de los enfoques sistémicos del contenido matemático, desarrollados a partir de la tesis doctoral de Hernández, H.; (1989), y continuados por otros investigadores cubanos, como Delgado, R.; (1999). (Ver capítulo III)

El trabajo con los conceptos matemáticos, tiene una relevancia significativa en la obra: El Transcurso de las Líneas Directrices en los programas de Matemática y la Planificación de la Enseñanza, donde se dispone un ordenamiento del contenido matemático según la línea directriz, Técnicas de la actividad mental y práctica, al realizarse una panorámica del trabajo conceptual desde el inicio de la enseñanza en la escuela primaria (Ballester, S.; Jon, M., 2003).

Se destacan además, los estudios realizados por un colectivo de autores encabezado por Álvarez, M., (2005) en la obra: “Interdisciplinariedad. Una Aproximación desde la Enseñanza – Aprendizaje de las Ciencias”; 2005. En esta obra se define un estudio realizado por Villegas, E. ;(2005) y Placeres, L.; (2005), donde puntualizan el tratamiento de conceptos y definiciones como una situación típica de la enseñanza de la Matemática, desde una visión interdisciplinaria.

En la formación de profesionales, se destacan autores que promueven la formación de algunos conceptos matemáticos, concepto función por ejemplo, en la formación del profesional economista Martínez, D.; (2002), y se aportan algunos elementos que se asumen en esta tesis, debido a la connotación y al alcance del objeto de investigación correspondiente.

En la formación de profesores, se destacan los aportes hechos por otros investigadores del área, donde precisan un sistema de recursos didácticos integradores, que potencian la formación de los conceptos de las disciplinas que conforman las Ciencias Naturales en la formación del profesional para la Secundaria Básica, que se concibe a partir de la integración de los mismos, sin perder la lógica interna de cada disciplina, pero rompiendo con las barreras de la disciplinariedad. (Contreras, J., L.; 2006).

Por otra parte, la problemática de la elaboración de conceptos matemáticos tiene un lugar fundamental en los documentos que rigen el trabajo de la Didáctica de la Matemática, en particular, en la obra "Metodología de la Enseñanza de la Matemática" que dirigió Sergio Ballester Pedroso. (Ballester, S. y otros; 1992, 2000).

La elaboración de conceptos matemáticos, según Arango, C. y otros; (1992) en esta obra, se estructura según tres fases, las cuales sitúan a esta problemática en una perspectiva de proceso:

**Fase preparatoria**, que empieza con el trabajo con situaciones que se trabajan mucho antes de la introducción misma del concepto, donde el alumno se familiariza con fenómenos y formas de trabajo correspondientes, para más tarde poder relacionar con el concepto, las ideas adquiridas sobre el contenido. Los alumnos conocen parcialmente el concepto mucho antes de su tratamiento en clases, porque ya lo han utilizado en el lenguaje común o se ha trabajado conscientemente de forma implícita en la preparación del mismo.

**Fase de formación del concepto**, que se constituye en la parte del proceso que conduce de la creación del nivel de partida, a la motivación hacia el objetivo, donde pasa por la separación de las características comunes y no comunes, hasta llegar a la definición o explicación del concepto.

**Fase de asimilación del concepto** o también la fijación del concepto, a la que pertenecen las ejercitaciones, profundizaciones, sistematizaciones, aplicaciones y los repastos del concepto; ante todo a través de acciones mentales y prácticas dirigidas a ese objetivo.

En esta obra, se desarrolla un tratamiento metodológico del trabajo con magnitudes, como caso particular de concepto matemático, a propósito del tratamiento de la línea directriz Geometría y Trabajo con Magnitudes, que enfatiza el cálculo y estimación con estas, estableciéndose una fuerte relación con el tratamiento de valores aproximados en cada nivel de enseñanza. (Fernández, J.; Rodríguez, M.; Gort, M.; 2003).

Los elementos aportados se agrupan en dos direcciones. Primero, se desarrolla una panorámica del trabajo con magnitudes por niveles de enseñanza, precisando los contenidos fundamentales que se analizan en cada uno, y finalmente se despliegan diferentes aspectos metodológicos: tratamiento

de la estimación y la medición, áreas de figuras geométricas y volúmenes de cuerpos, superficies equivalentes y fórmulas para el área de figuras planas.

A pesar de la riqueza didáctica que posee la presentación de estos elementos, quedan aspectos insuficientemente desarrollados, tales como: el tratamiento de la conversión, el alcance de los sistemas de unidades, la consideración de la amplitud como magnitud, la articulación interdisciplinaria del concepto de magnitud en relación con los casos de las magnitudes geométricas, físicas, informáticas, entre otras.

Una concepción de la medición como enfoque didáctico integral en la técnica, aplicable al proceso de formación del profesor de Educación Laboral Oropesa, R. R.; (2002), se connota, el trabajo con las magnitudes desde la perspectiva de los procesos de medición.

En los Principles and Standards for School Mathematics del National Council of Teachers of Mathematics; (2000), se incluye el trabajo con magnitudes, como uno de los estándares curriculares para la escuela media que atraviesa verticalmente todos los niveles de la enseñanza hasta el grado doce, declarados en los Estados Unidos.

El estándar sobre la medición considera dos direcciones esenciales:

- 1 La comprensión de la cualidad de algunos objetos, procesos y fenómenos de ser medibles, las diferentes unidades de medición, los sistemas de unidades y los procesos de medición.
- 2 La aplicación de técnicas de medición apropiadas, de herramientas y de fórmulas para la determinación de las medidas.

En este caso, se rebasa el marco de las magnitudes geométricas y se abarca un amplio espectro de magnitudes, cuyo estudio se sistematiza, desde la Matemática, en todos los niveles de la enseñanza media. Se caracteriza el trabajo con la longitud, el perímetro, el área, el tiempo, la masa, el volumen, la amplitud de ángulos, la velocidad y la densidad, considerando dos sistemas de unidades de medida: el Anglosajón y el Sistema Internacional. Se sistematiza el trabajo con el cálculo, la estimación, la conversión y la medición de magnitudes.

Una fuente de gran valor para considerar el trabajo con magnitudes, es la obra del Ingeniero Nelson Mazola Collazo: "Manual del Sistema Internacional de Unidades"; (1991), cuyo valor radica en aportar elementos esenciales para ser

considerados en esta tesis, tales como: antecedentes históricos e implantación en Cuba del Sistema Internacional y clasificación de las magnitudes, unidades de medida y símbolos, así como un conjunto de indicaciones para su utilización.

## **I.2. Los conceptos matemáticos en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas**

Es destacado el lugar meritorio que ha ocupado la Matemática a escala internacional, al ser esta potenciadora del desarrollo y la formación integral de todo estudiante al favorecer su capacidad de razonamiento, aspecto este que posee un papel funcional incalculable para la solución de problemas y situaciones de la vida diaria.

En este sentido, se retoma el proceso que se desarrolla para potenciar tales exigencias y que se concreta en el término Educación Matemática.

Godino, J.; (1996), citado por Martínez, D.; (2002), conceptualiza la Educación Matemática como un sistema social complejo y heterogéneo, en el cual se deben distinguir tres aspectos o campos de estudios: la práctica reflexiva, la investigación científica y la tecnología didáctica.

Estos tres campos de estudio en la formación del estudiante para la carrera de Ciencias Exactas, adquieren un nuevo matiz, pues este deberá dirigir las acciones matemáticas con estudiantes de la EP y por tanto, solo no singularizan aspectos teóricos relacionados con la ciencia Matemática, sino además, su tratamiento didáctico.

Una de las disciplinas encargadas de dirigir tales acciones, específicamente en la formación del estudiante de la carrera, lo constituye la Didáctica de la Matemática, la cual organiza el proceso que como resultado de las relaciones sociales entre los sujetos que participan, está dirigido, de un modo sistémico y eficiente, a la formación de las nuevas generaciones, tanto en el plano educativo como en el instructivo (objetivo), con vistas a la solución del problema social: encargo social, mediante la apropiación de la cultura que ha acopiado la Humanidad en su desarrollo (contenido), a través de la participación activa y consciente de los estudiantes (método), planificada en el tiempo y observando ciertas estructuras organizativas estudiantiles (forma), y con ayuda de ciertos objetos (medio); y cuyo movimiento está determinado por



las relaciones causales entre esos componentes y de ellos con la sociedad (leyes), que constituye su esencia. (Álvarez de Zayas, C.; 1994).

Siendo así, la Didáctica de la Matemática, cuyo objeto en definitiva es el proceso de educación e instrucción que se desarrolla para optimizar la adquisición de conocimientos, habilidades y capacidades matemáticas, deberá considerar dentro de su programa de estudio, todos aquellos aspectos que posibiliten una correcta concepción del proceso de enseñanza - aprendizaje que aglutine los requerimientos, exigencias y posibilidades de la Matemática, como ciencia que se enseña en cada uno de los grados y niveles del sistema educacional y por consiguiente, con mayor énfasis en la formación del estudiante de la carrera.

Estos conocimientos son considerados, para el desarrollo de esta tesis y por su alcance, en el proceso general de formación integral de un individuo, como la elaboración de los conceptos que son propios de las ciencias y el tratamiento didáctico de estos.

El proceso de conceptualización, parte de la tenencia de recursos y/o herramientas que poseen los hombres para el entendimiento y relación con el medio que le rodea. (McDonald, 1959; Skatkin, 1973; Bruner, 1978).

Siendo así, la ejecución de operaciones como la abstracción, la generalización, la comparación y la discriminación, entre otras, posibilitan a los hombres la realización de procesos cognitivos que en su desarrollo dentro del medio donde existen, viabilizan los procesos de conceptualización o adquisición de conceptos. (González, F.; 2005).

La conceptualización, como función básica del pensamiento humano, ocurre a propósito de una separación por clases de las principales propiedades de los objetos, a partir de la discriminación de aquellas particulares, para atenuar las que son comunes a varios objetos, fenómenos o individuos. (Bruner, 1978).

Una vez conformada la clase, solo falta otorgarle una distinción lingüística que posibilite su denominación a partir de una definición de la misma. Esta definición está estructuralmente constituida por un contenido, una extensión y un nombre (Bruner, 1978; González, F.; 2005).

El contenido lo integran, las características de la clase constituida, la extensión, el grupo de objetos, fenómenos o individuos que cumplen con las

características que posibilitaron la constitución de la clase y el nombre, el símbolo lingüístico asignado a cada clase.

El cumplimiento de las funciones que son inherentes al proceso de conceptualización, posibilitan la transformación de los problemas identificados en el sujeto, en tanto todas en su accionar sistémico, garantizan una solución adecuada, ya que incorporan la actividad instrumental asociada a la asimilación del concepto (magnitud) y una determinación relacional entre los conceptos del área para la que se forman los estudiantes.

Una vez conformado el concepto, habrá que delimitar si dicho proceso ha ocurrido satisfactoriamente. Múltiples son las formas que se proponen para la evaluación de proceso de formación de conceptos. Posiciones como las de Frayer; (1972), Skatkin; (1973), entre otros, presuponen un accionar consecuente para su evaluación, en tanto a veces los estudiantes lo nombran sin poder establecer como mínimo relaciones entre estos.

Para la realización de esta tesis y la búsqueda de una solución consecuente al problema identificado, mucho tuvo que ver la forma que propone Skatkin; (1973), para la evaluación del proceso de formación de un concepto, forma que también es asumida para el proceso de elaboración de conceptos (magnitud).

El autor propone que para evaluar la comprensión satisfactoria de un concepto, “es imprescindible que el sujeto que aprende, aplique, en la práctica, los conocimientos adquiridos; para este fin, el docente debe proponerle problemas, en algún sentido novedosos”. (Skatkin, 1973 citado por González, F. 2005).

En este caso y según las intenciones de solución del problema de investigación, se decidió incorporar los tipos de problemas que más potencian el trabajo con el concepto magnitud (de cálculo, de medición, de conversión, de estimación) y que se desarrollan en otros espacios dentro de esta tesis.

Con respecto al tratamiento didáctico del proceso de elaboración de conceptos y para el caso particular de los conceptos de las asignaturas del área de formación de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, se refieren los apuntes realizados en la obra “Metodología de la Enseñanza de la Matemática” que dirigió (Ballester, S. 1992).

En esta obra se propone un tratamiento didáctico del proceso de elaboración de conceptos matemáticos y se estructura según tres vías esenciales:

**1ra vía:** llamada vía inductiva, donde por medio de descripciones y explicaciones, se llega a la definición del concepto, lo que presupone un tránsito de lo particular a lo general.

**2da vía:** llamada vía deductiva, donde se parte de la definición del concepto y del análisis de ejemplos de conceptos de esta misma clase y se llega a descubrir el contenido del concepto.

**3ra vía:** llamada vía constructiva, la cual aparece como modificación a la vía inductiva, en este caso suele construirse objetos representantes y no representantes donde no es posible ponerlos a disposición de los alumnos para su análisis.

Como bien se observa, ninguna de estas vías considera un tratamiento didáctico diferenciado para la formación del estudiante de la carrera, en el que se sistematicen acciones que contemplen dicho tratamiento como un problema de tipo profesional y en consecuencia, la definición de tareas para su solución.

Por otra parte, es insuficiente en este tratamiento la utilización de un lenguaje propio de las ciencias y de los conceptos en particular, la organización grupal que conlleve a la realización de tareas de forma cooperada y con un énfasis menos detallado, la articulación de los contextos donde se forman los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, sus relaciones y las exigencias del modelo del profesional singularizadas en la articulación de los componentes académicos, laboral e investigativo.

### **I.3. La elaboración de conceptos matemáticos. Una caracterización según sus rasgos básicos**

De acuerdo con el objeto de esta tesis se enfatiza el proceso de elaboración de conceptos y los matemáticos en particular, como función psicológica superior y por supuesto, en su proceso de aprendizaje.

Es necesario entonces, asumir una concepción de aprendizaje coherente con estos planteamientos, que implique desarrollo en los sujetos que intervienen.

Así, se parte de la posición de Castellanos, D. y otros; (2001), donde se define una conceptualización de aprendizaje desarrollador como un proceso complejo multidimensional que promueve el crecimiento integral de la personalidad, en un tránsito progresivo de la dependencia a la independencia y a la

autorregulación a lo largo de toda la vida, mediante el dominio de habilidades y estrategias para aprender a aprender.

Estas posiciones definen tres dimensiones del aprendizaje, las cuales se manifiestan como una unidad:

- 1 activación-regulación, expresada como actividad productiva y creadora, como reflexión y regulación metacognitivas.
- 2 significatividad, expresada como establecimiento de relaciones de significado en la constitución como sistema de su contenido y tendencia a la formación de sentimientos, actitudes y valores.
- 3 motivación por aprender, expresada como la relación de lo nuevo con la experiencia cotidiana, del conocimiento y la vida, de la teoría con la práctica, como motivaciones especialmente intrínsecas, autovaloraciones y expectativas positivas, como la relación entre los nuevos contenidos y el mundo afectivo-motivacional del sujeto.

Se suscriben estas tres dimensiones del aprendizaje como exigencias para el proceso de elaboración de conceptos que, en tanto proceso dirigible, es susceptible de diseñarse, desarrollarse y evaluarse. El objetivo y alcance de esta tesis, en cuanto al tiempo de su ejecución, enfatizará la fase de diseño, lo cual necesariamente incluirá acciones de ejecución y desarrollo, así como de evaluación de su efectividad.

Es inmediato, asumir una definición de conceptos que se tomará según su concepción filosófica.

En el Diccionario Filosófico se define que “el concepto es una de las formas del reflejo en el pensar, mediante la cual se entra en el conocimiento de la esencia de los fenómenos y procesos, se generalizan los aspectos y los caracteres fundamentales de los mismos”, (Rosental, M. y Ludin, P.; 1975, p.75 - 76).

De acuerdo con estos mismos autores, el concepto es producto del conocimiento que se desarrolla históricamente, el cual, elevándose de un grado inferior a otro superior, resume en conceptos más profundos sobre la base de la práctica, los resultados obtenidos, perfecciona y puntualiza los conceptos viejos y formula otros nuevos.

Al decir de estos autores, la función lógica básica del concepto estriba en la separación mental y según determinados caracteres de objetos que nos interesan, en la práctica y en el conocer. Gracias a esta función, los conceptos

enlazan las palabras con determinados objetos, lo cual hace posible establecer el significado exacto de las palabras y operar con ellas en el proceso de pensar. Separar clases de objetos y presentarlos en conceptos, es condición necesaria para el conocimiento de las leyes de la naturaleza.

Cada ciencia opera con determinados conceptos en los que se concentran los conocimientos que se han acumulado; la Matemática tiene sus particularidades y por tanto, los conceptos con los que opera se determinan a partir de regularidades específicas.

De Guzmán, M.; (1991), al evaluar las tendencias innovadoras en Educación Matemática, analiza esta ciencia como actividad, dotada de tres rasgos esenciales: simbolización adecuada, que permite representar eficazmente, desde el punto de vista operativo, los objetos que maneja; manipulación racional rigurosa, que compele al ascenso de aquellos que se adhieren a las convenciones de partida y un dominio efectivo de la realidad a la que se dirige, primero racional del modelo mental que se construye y luego, si se pretende, de la realidad exterior modelada.

Estos tres rasgos fundamentales, se interpretan como tres ejes esenciales de análisis del proceso de desarrollo del conocimiento matemático, que guardan estrecha relación (como se verá más adelante con el proceso de elaboración de conceptos) en tanto:

El primero, relativo a los objetos con los que opera la Matemática, subraya un rasgo distintivo de estos: el simbolismo.

El segundo, relativo al método de desarrollo del conocimiento matemático, enfatiza en la deducción como manera distintiva de generar este conocimiento.

El tercero, apunta al propio proceso de aplicación del conocimiento matemático, al destacar la capacidad de interpretación de la realidad con sus objetos y subrayar la dimensión de modelo de estos objetos. Nuestra posición en este marco, destaca el carácter dialéctico de la relación: modelo matemático - realidad concreta interpretada.

Al mismo tiempo, se asume que el conocimiento matemático esencial inscrito en el nivel de la EP, opera con cinco conceptos básicos: número, figura, magnitud, variable y función.

La especificidad del objeto de investigación de este trabajo, marca dentro de todo el conocimiento matemático, el rol de los conceptos como su célula básica y particularmente, el concepto de magnitud.

Con los elementos discutidos hasta aquí, se pueden resumir los rasgos fundamentales que caracterizan el proceso de elaboración de conceptos matemáticos:

- 1 es un **proceso de aprendizaje desarrollador**, distinguido según tres dimensiones: significatividad, activación-regulación, motivación por aprender,
- 2 en tanto proceso, lo distinguen tres fases: **preparatoria, de formación y de asimilación**,
- 3 estas fases revelan un **proceso de abstracción**, como reflejo de los objetos de la realidad, considerando las cantidades, formas y relaciones de estos objetos,
- 4 dispone de cinco **modelos básicos: número, figura geométrica, magnitud, variable y función**, que orientan este proceso de abstracción,
- 5 se considera un **sistema de símbolos** específicos que reflejan una identidad de los objetos.

#### **I.4. El tratamiento didáctico del concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas**

El proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas y el proceso de elaboración conceptual que de él subyace, define un proceso curricular que presupone una determinación estructural entre los componentes que lo organizan (académico, laboral, investigativo y extensionista) y un condicionamiento dialéctico-relacional entre estos.

La intencionalidad y finalidad de relaciones entre estos componentes y su dinámica de concreción en la práctica educativa, pueden concretarse en los términos del principio interdisciplinar - profesional para el proceso de profesionalización, desde el currículum de las carreras pedagógicas, que defiende Perera Cumerma, F., (2002)

“El principio interdisciplinar - profesional es aquel que dirige el proceso de enseñanza - aprendizaje hacia la preparación de un futuro profesional, capaz

de solucionar integralmente los problemas que enfrentará en su futuro desempeño profesional. Este principio significa la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje que involucra y compromete a los sujetos en la apropiación activa de conocimientos, habilidades y valores, a través del establecimiento de vínculos interdisciplinarios, con el objetivo de contribuir a formarlos como profesionales capaces de resolver de manera integral los problemas que enfrentarán en su práctica laboral y de auto - superarse, actualizando continuamente sus conocimientos”, (Perera, F.; 2002, p.50).

La realización de este principio presupondría, según la intencionalidad de transformación del objeto de investigación definido, por lo menos:

1. La **determinación y conceptualización de las funciones que caracterizan el desempeño profesional del profesor** en las condiciones actuales de la escuela cubana, singularizadas con las exigencias de la EP, las cuales, según Castro G., F.; 2000, son: función formativa, función de contextualización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura en la clase u otras formas de organización, función investigativa y función de autoformación.

La **función formativa**, es el efecto de la actuación que implica en la dirección del proceso la necesaria unidad de la instrucción y la educación, lo cual se logra González, O.; (1996) en la medida en que las bases que sustentan al proceso pedagógico, en particular de los distintos campos disciplinares que se estudian, desplacen su acción al plano axiológico.

En consecuencia, las didácticas especiales desplazarán su centro de gravedad de la teoría de la enseñanza a una concepción más integradora, con tendencia a la unidad entre esta y la teoría de la educación. (Esteva, M., Valera, O. y Ruiz, A.; 2000).

En este sentido se coincide con estos investigadores, cuando señalan que el proceso de enseñanza-aprendizaje de las diferentes materias escolares, si se estructura, se organiza y se orienta en correspondencia con los requerimientos de la edad, de las condiciones y situaciones, de las particularidades individuales y del propio proceso, resulta suficiente para alcanzar la formación integral de los alumnos.

La **función de contextualización del proceso de enseñanza-aprendizaje** de las asignaturas, es el efecto de la actuación mediante el cual las asignaturas se manifiestan insertadas y desarrolladas en la problemática general de la educación de la personalidad, exigiendo la incorporación de todos los elementos socio contextuales de la acción educativa, en relación con el aquí y ahora de los resultados del proceso en la clase.

Se trata de una actuación sobre la educación del alumno que garantice en su realización la combinación de la acción individual y la grupal, para lo cual ha de saber observar lo que sucede a su alrededor y en relación con sus alumnos para tomar decisiones en el estado potencial y actual del aprendizaje.

La **función investigativa** del proceso curricular parte de reconocer en la actuación, un desempeño eficiente ante la resolución de los problemas pedagógicos, lo que implica, a su vez, reconocer estos problemas en su carácter dinamizador, García, G. y Fátima, A.; (1999) en el desarrollo del proceso pedagógico y la investigación para determinarlos y resolverlos.

En este caso, la investigación se centra en la observación y reflexión en, desde y para la acción educativa, a partir de la problematización sobre la información ya acumulada o planteada.

Una tal actuación investigativa, al decir de Imbernón, F.; (1994), posibilita la potencialización y desarrollo de estrategias para mantener una actitud y visión crítico-transformadora de lo social y del curriculum, lo que implica potenciar actitudes divergentes para el desarrollo del curriculum.

La **función de autoformación**, se refiere a los efectos metacognitivos manifestados en la actuación, a través del análisis de las cualidades de sus propios conocimientos y de su propia actuación, lo que permite abrir las condiciones para la autorreflexión sobre la conducta y potencialidades propias y de los demás.

Hace falta que la persona sea cada vez más consciente del proceso en el que transcurre su actuación, lo que le permitirá con mayor eficiencia comprenderlo y transformarlo.

2. La revelación de **la unidad dialéctica** Castro G., F.; (2000) **entre problema profesional**, Addine, F. y García, G.; (2001) y **actividad pedagógica**



**profesional**, García, L. y Valle, A.; (1996), ha presupuesto delimitar los problemas profesionales que tipifican las necesidades profesionales que hoy enfrentan los profesores en la escuela y los tipos de actividad profesional que subyacen en la solución de estos problemas.

Es necesario precisar la comprensión que se asume en esta tesis sobre el problema profesional de acuerdo con su impacto específico en el objeto de investigación que se transforma.

En la concepción de Addine, F.; (2001), el problema profesional se caracteriza por ser una situación inherente al objeto de la profesión y en tanto problema, se expresa como una contradicción, que estimula la necesidad de búsqueda de vías de solución, condicionado por la sociedad, lo que da lugar a la generación de nuevos conocimientos y situaciones, favorece el perfeccionamiento del profesional en sus contextos de formación y se expresa en la unidad entre socialización y apropiación de la cultura científica.

Esta necesidad se particulariza en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, en términos de la situación que es inherente al proceso pedagógico que transcurre en esta enseñanza, considerado como el objeto de esta profesión.

Esta singularidad en la investigación, se expresa en la necesidad de una formación conceptual básica y singularizada en el concepto de magnitud, para comprender y transformar los fenómenos y procesos fundamentales de la práctica social educativa inmediata y contextualizable en la EP, donde estos estudiantes se desempeñarán.

Con tal posición, **el problema profesional** que se transforma desde la posición teórica que es asumida, debe definirse en: cómo contribuir al proceso de elaboración del concepto magnitud, dentro de la formación conceptual del estudiante de la carrera en relación con su carácter sistematizador y como medio para comprender y transformar la práctica social educativa inmediata.

El abordaje de este problema profesional se sustenta en el contexto de la actividad, que en tanto sistema de acciones generalizadas respecto al correspondiente objeto, la tipifican como actividad pedagógica profesional (García, L. y Valle, A.; 1996).

Estos autores definen el concepto de actividad pedagógica profesional quienes a partir de los estudios de Leontiev, A. N.; (1981), Abdulina, O. A.; (1984), Flach, H.; (1986), Kuzmina, N. V.; (1987), entre otros, la delimitan como un proceso de interacción maestro - alumno, la cual se distingue por los siguientes rasgos, en los cuales se concuerda con Castro González, F.; (2000):

- a) está dirigida a la **transformación de la personalidad de los escolares** en función de los objetivos que plantea el estado a la formación de las nuevas generaciones (académico, laboral e investigativo).
- b) se desarrolla en el marco de un proceso dinámico, en condiciones cambiantes, de **solución conjunta de tareas**, tanto de carácter instructivo como educativo.
- c) sucede en condiciones de **plena comunicación** entre el maestro, el alumno, el grupo y el colectivo pedagógico, la familia y las organizaciones estudiantiles.
- d) requiere una **actitud creadora del maestro**, que obliga a una cuidadosa planificación, organización, ejecución y control de sus acciones.

En este marco, la tarea profesional es definida como la actividad en condiciones concretas de realización, con un fin en sí misma y una solución real, donde se identifican los momentos de su realización, desde el planteamiento del problema hasta su solución y evaluación.

De la propia definición de la tarea profesional, se deduce que el problema condiciona y orienta la tarea, concretándose con esta su solución. Al mismo tiempo el problema no existe fuera del sujeto (profesional) que lo identifica, aborda y resuelve.

Mientras que el problema es concreto, manifestado en una situación presente en un objeto, la tarea se caracteriza por su nivel de generalización en tanto concreta la actividad que transforma al correspondiente objeto, por ello, la tarea y el problema profesional constituyen dos contrarios dialécticos, cuya solución se resuelve en el propio proceso curricular donde se insertan y transforman.

En esta dirección, al considerar el problema profesional en el que se centra la atención (cómo contribuir al proceso de elaboración del concepto magnitud, dentro de la formación conceptual del estudiante en relación con su carácter sistematizador y como medio para comprender y transformar la práctica social

inmediata), entonces, la tarea profesional correspondiente para su solución, aportaría una respuesta en el lenguaje de las habilidades reguladas en el modelo del profesional (académicas, laborales, investigativas), las propias de las asignaturas que concurren en el área para la que se forman en la que desarrollarán su ejercicio profesional y que quedan jerarquizadas por la habilidad modelar, para transformar el proceso de elaboración del concepto de magnitud dentro de la formación conceptual del estudiante.

3. Definir **una disciplina del curriculum escolar como eje organizador de las acciones formativas en la carrera desde el primer año**, lo que presupone considerar un núcleo estructural del contenido disciplinar dentro de las asignaturas de dicha disciplina, que encierra: la vivenciación - socialización de situaciones, la formulación de problemas, la determinación de modelos de interpretación y solución de problemas, y la contextualización en el proceso de enseñanza - aprendizaje a través de la clase u otras formas de organización de este proceso.

Este núcleo estructural deviene algoritmo para la acción en el proceso de abordaje de las diferentes tareas que se resuelven desde la disciplina Matemática y su metodología, en el curriculum del estudiante de la carrera, constituyéndose en modo de actuación, identificable con el estilo investigativo que el estudiante en formación, desarrolla en su desempeño profesional en general.

Se destaca que esta disciplina que regulará las acciones conceptuales - matemáticas durante el proceso de formación del estudiante abarcará hasta el 3er año de la carrera para todos y cada uno de los cursos y especialidades asumidas, que tienen una duración de 5 años.

4. Caracterizar **la formación investigativa del estudiante**, como eje desarrollador esencial del proceso de solución de los problemas profesionales en la carrera (Salazar, D.; 2001), lo que ha presupuesto delimitar el papel del desarrollo de los proyectos interdisciplinarios de año, como elemento fundamental integrador del proceso curricular en el año.

Un primer nivel de integración de los presupuestos delimitados, se tendría que manifestar en los objetivos generales que subyacen en la formación, expresados en el diseño del proyecto curricular y los cuales se han planteado

en términos de tres ejes fundamentales que expresan la finalidad, el contenido y el método de una tal formación:

Finalidad máxima: el énfasis en la formación integral de la personalidad del estudiante-profesor.

Contenido: una concepción del contenido curricular, centrada en relaciones de tipo multi e interdisciplinarias en función de la resolución de los problemas profesionales.

Método: un modo de actuación pedagógico profesional centrado en un estilo investigativo por la transformación del proceso en la acción conjunta, que toma en su centro al problema profesional en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de las diferentes asignaturas.

Por otra parte, se asumen, posiciones importantes al respecto, que mucho tienen que ver con la realización de un proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas del área de Ciencias Exactas, vista este como una actividad investigativa.

Este aspecto presupone la realización de acciones que sustentan el método investigativo en el proceso de enseñanza aprendizaje, como concreción del método de las ciencias. (Pérez, R., Montenegro, E., Barrera, J. L., Álvarez, M., Llivina, M. 2007).

Así, se han identificado sus rasgos esenciales: está condicionado histórica y socialmente, expresa creencias, valores, estilos de comportamiento, depende de las concepciones del docente sobre la asignatura, encierra procedimientos y métodos de la actuación pedagógica, está condicionado por los problemas pedagógicos profesionales presentes en los procesos de formación de la personalidad, curricular y de enseñanza-aprendizaje, se caracteriza como sistema complejo estructuralmente diferenciable, se manifiesta en las relaciones interpersonales y por tanto, en la comunicación pedagógica profesional.

La demostración de un estilo investigativo, se centra en indicadores tales como: el establecimiento y sostenimiento del debate teórico-metodológico, la exploración diagnóstico-interventiva, el razonamiento crítico-profesional y el desarrollo de una cultura profesional sobre la evaluación y la autoevaluación

(que abarca la transformación del alumno, la del maestro y la del propio curriculum).

La realización de actividades investigativas desde la disciplina que se escogió y sus asignaturas en el año, considera una dirección básica: la determinación **de los proyectos interdisciplinarios de año**.

El proyecto interdisciplinar de año, de acuerdo con los referentes teóricos que se vienen asumiendo, se caracteriza por los siguientes rasgos:

- es un marco esencial de realización del curriculum en el año y por tanto su proyección la distinguen los mismos rasgos que al curriculum: motivado, problémico, sistémico, investigativo, y con carácter de proceso. (Castro González, F.; 2000)
- es la unidad interdisciplinaria del proceso curricular que integra en sí a los componentes organizacionales del proceso de enseñanza-aprendizaje en el año: académico, laboral-investigativo y a los componentes no personales del proceso: diagnóstico, problema, objetivo, contenido, métodos, forma, medio y evaluación.
- integra en su proceso toda la actividad pedagógica profesional: cognoscitivo-informativa, diagnóstica, modelante y algorítmica.
- el proyecto de año es punto de partida, medio, fin e instrumento para la realización de las funciones que caracterizan la actuación del profesor: formativa, contextualizadora, investigativa y de autoformación.
- concreta en su proceso, el núcleo estructural que integra el contenido disciplinar en todo el curriculum en la Matemática, como eje organizador: la vivenciación-socialización de situaciones, la formulación de problemas, la determinación de modelos de interpretación y solución de problemas y la contextualización en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

5. Considerar la utilización del **lenguaje**, en el tratamiento didáctico del proceso de elaboración del concepto magnitud.

La utilización del lenguaje, está respaldada en la presente tesis, al asumir posiciones defendidas por autores como Petrovski; (1980) y Vigotski; (1981),

que confieren un rol determinante al lenguaje en la formación del pensamiento y concretada para la formación de los conceptos. (Vigotski; 1981. p. 74).

Siguiendo esta huella, en la obra Pensamiento y Lenguaje, se precisa por Vigotski; (1981), que la formación de un concepto es el resultado de una actividad compleja, en la cual intervienen las funciones elementales.

Más adelante este mismo autor señala, "...el proceso sin embargo no puede ser reducido a la asociación, la atención, la imaginación, la inferencia o las tendencias determinantes. Todas son indispensables pero, al mismo tiempo, insuficientes sin el uso del signo o la palabra". (Vigotski; 1981. p. 74).

Asimismo, Ruiz y Pachano plantean "...en el contexto de la enseñanza de las ciencias y la matemática, el lenguaje científico o propio de las ciencias, constituye el vehículo de comunicación para exponer, discutir y debatir ideas científicas o ideas de la ciencia. El aprendizaje de la matemática y las demás ciencias supone un aprendizaje con el uso del lenguaje científico, sin embargo, este lenguaje que puede parecer transparente para el maestro de ciencias y de matemática, no lo es por tanto, para los estudiantes". (Pachano, L.; 2002; Ruiz, D.; 2002).

Posición esta asumida por Bustamante, J.; (2003) donde precisa un enriquecimiento de los diferentes campos disciplinares del perfil del profesional, a partir de la utilización de un lenguaje situacional - profesional, que provienen de dichos campos disciplinares que sirven de contexto a la situación problémica planteada en el objeto de conocimiento y que se le denominará **lenguaje situacional** (ver Capítulo III).

Por otra parte, este lenguaje considera los rasgos y particularidades de las magnitudes y su implicación social; aspecto este que hace que contribuya al desarrollo profesional de los sujetos que lo usan.

6. Considerar una organización del grupo escolar, sobre la base de las posibles relaciones que se establecen entre la triada **forma de organización – método de dirección del proceso – evaluación**, que tiene su concreción en un **trabajo cooperado**.

En este caso, se parte de considerar posiciones tales como las de Marx en "El Capital", analizando la forma más típica que tiene el trabajo, entendido este como la realización de una determinada tarea en el proceso de producción de algo nuevo y común para los miembros de un grupo.

Dicha posición posibilita enlazar los miembros de un grupo, en la producción de algo nuevo que puede ser común o distinto para todos sus miembros y es llamado cooperación. (Marx, C. y Engels, F. Obras Completas. T. 23, Pág.337). Esta posición es asumida por Petrovski, (1986) y definida la cooperación, como forma específica que adoptan los grupos humanos.

Estos elementos posibilitaron a múltiples investigadores en la actualidad, considerar el trabajo grupal entre sus resultados más significativos, tal es el caso de las posiciones de Castellanos, D. (2002), cuando refiere el trabajo cooperativo como aquella modalidad de organización social del aula en la que los/las estudiantes tienen que colaborar entre sí para poder realizar la tarea de aprendizaje.

Este aspecto es valorado mediante las posibles relaciones causales que se diseñan entre los componentes del proceso de enseñanza - aprendizaje, que subraya la relación: forma de organización – método de dirección del proceso - evaluación.

Siguiendo el camino de este colectivo de autores, se subraya al grupo escolar como uno de los protagonistas del proceso de enseñanza aprendizaje, por configurarse en este la relación dialéctica entre lo individual y lo colectivo.

Otros autores aportan elementos explicativos básicos sobre las diferentes formas de organización grupal, entre los que se destacan las ideas de Calviño, M.; (1998); Rodas, Y.; (2003) y Bustamante, J., C.; (2003). (Ver Capítulo III).

## **I. 5. Algunos elementos que caracterizan el concepto de magnitud**

Una caracterización completa del concepto de magnitud en los límites del alcance del objeto de investigación de esta tesis, requiere, además de los elementos tratados anteriormente, de un análisis socio–histórico-concreto y lógico-metodológico del proceso de desarrollo del concepto de magnitud.

Un análisis en estas direcciones, permitirá demostrar el carácter complejo y multidimensional de este concepto, de lo cual se derivarán implicaciones didácticas esenciales para la propuesta que se defiende en el capítulo III.

### **I.5.1 Un análisis socio - histórico - concreto y lógico - metodológico del proceso de desarrollo del concepto de magnitud**

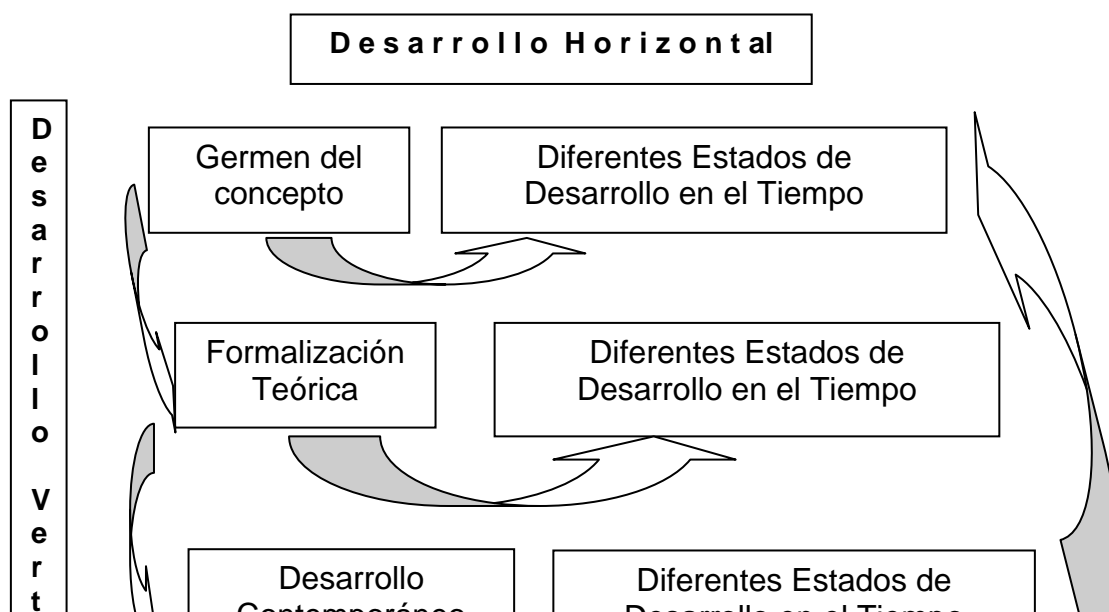
El estudio de este concepto se realiza a partir de fuentes bibliográficas organizadas en tres direcciones fundamentales:

- a) Fuentes de carácter histórico: Klein, Félix; 1987 (edición original, 1924), Matemática elemental desde un punto de vista superior, Ríbnikov, K.; 1987. Historia de la Matemática.
- b) Fuentes de carácter enciclopédico: Diccionario Enciclopédico del Joven Técnico, Enciclopedia Microsoft Encarta, Enciclopedia Matemática, Diccionario Enciclopédico del Joven Matemático.
- c) Textos especializados: Vilenkin, N.Ia, y otros. Bases Contemporáneas del Curso de la Matemática Escolar, Jiménez, M., Teoría de la Medida, Baziliev, V.T., K.I. Dunichev. Geometría.

El análisis de estas fuentes permitió concretar algunas ideas fundamentales que se esbozan seguidamente.

Se observa que el desarrollo del concepto de magnitud, ha estado condicionado históricamente a lo largo del proceso de desarrollo del conocimiento de la sociedad, manifestándose en cada momento de este proceso, diferentes niveles de comprensión y de aplicación del concepto, en relación con las necesidades de la práctica social del hombre.

Este proceso de desarrollo del concepto magnitud se ha podido organizar por fases, las cuales expresan un estado de desarrollo continuo del concepto, visto en el plano vertical según la aparición de cada fase y en el plano horizontal según la evolución particular del concepto en cada una de ellas, a lo largo del tiempo. De hecho, esta taxonomía en fases no está implicada directa y necesariamente en una lógica temporal de la evolución del concepto. Estas fases son tres: de germen del concepto, de formalización teórica del concepto y de desarrollo contemporáneo del concepto de magnitud.





La fase de germen del concepto de magnitud, estuvo presente en los inicios del desarrollo de la actividad práctica del hombre, hasta llegar a obtenerse abstracciones como la longitud, la superficie, los volúmenes, la masa, el tiempo etc., primando influencias básicamente de tipo socio-histórico-concretas, como por ejemplo, se puede citar el caso de la aparición de la tonelada como unidad de peso.

Por otro lado, en este marco jugó un papel esencial el propio desarrollo del concepto de número.

La fase de formalización del concepto de magnitud se ha podido delimitar, a partir de las influencias fundamentales de exigencias lógico – metodológicas, que completaron las premisas del desarrollo de un pensamiento teórico que soportara la comprensión del lenguaje y el método axiomático para expresar el concepto de magnitud. En esta interpretación, los conceptos de longitud, área, volumen, masa, etc., llegan a constituirse mediante las propiedades esenciales que cumplen, como magnitudes escalares positivas en general.

Esta fase se inicia con la obra de Euclides, "Los Inicios", en el siglo III a.n.e, a partir de lo cual se van haciendo una serie de generalizaciones que responden a una relación dialéctica entre influencias histórico-concretas y teórico-metodológicas.

Por ejemplo, la determinación completa de la axiomática para definir la magnitud escalar positiva, que se hace a partir de los axiomas propuestos por Euclides, viene a tener su expresión definitiva solo cuando se completa la teoría del número real, en el siglo XIX.

A partir de la determinación de Euclides (con la cual se marca esta segunda fase), se han ido produciendo generalizaciones del concepto de magnitud tales como: magnitud escalar positiva, magnitud escalar, magnitud no arquimediana, magnitud vectorial y tensor.

La fase de desarrollo contemporáneo se ha delimitado para recoger en ella, elementos que no se inscriben propiamente en la fase de formalización. Estos recogen aspectos que son consecuencia de los imperativos del desarrollo social o científico y tecnológico en general, y que podrán considerarse como germen de otro estado de la formalización, en algún momento posterior del desarrollo del conocimiento.

Un ejemplo de este tipo de situación, se ve en el uso de nuevas magnitudes y sus unidades, como es para la cantidad de información el byte, y el bit, en el marco de las teorías informáticas.

En este sentido, es importante incorporar estas nuevas magnitudes al contenido de enseñanza-aprendizaje escolar, en tanto ya es usual su uso en todos los niveles donde está presente el trabajo con la computadora.

Por otro lado, se establece además el hecho de que:

- el concepto de magnitud, es sistematizador del conocimiento matemático en el plano horizontal de la propia ciencia Matemática, en particular, y del conocimiento de otras disciplinas como la Física y la Informática.
- la propia lógica de su evolución y desarrollo histórico, como concepto tiene un alto nivel didáctico, utilizable en el arreglo definitivo a incluir en el cuerpo de contenidos de un programa de enseñanza.

### **I.5.2 Acerca de la definición del concepto de magnitud**

La definición del concepto de magnitud requiere de un alto nivel de generalización teórica, si se toman en cuentan, por lo menos, los presupuestos matemáticos necesarios para hacerlo.

Estos presupuestos, generalmente, son considerados desde las exigencias lógico – metodológicas en la organicidad interna de la propia Matemática como teoría y motivados por condicionantes socio-histórico-concretas que expresan la dinámica de desarrollo del propio concepto que se define; estas ideas son subrayadas en el hecho de considerar la vía axiomática, como recurso para aportar una definición del concepto de magnitud escalar positiva, la cual a su vez, permitirá determinar un conjunto importante de conclusiones de naturaleza didáctica para organizar el propio contenido que se quiere incluir.

Es necesario precisar que el objeto que se acentúa en esta tesis, connota el caso de las magnitudes escalares positivas, como esenciales dentro del proceso de formación del estudiante de la carrera, en tanto estas se constituyen en objeto de estudio de las magnitudes en el nivel de enseñanza donde realizarán su práctica pre - profesional.

Por ello, se entiende suficiente hacer un análisis intensivo que las abarque dentro del contenido fundamental que se requerirá para la preparación de estos estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

El concepto de magnitud es considerado como uno de los conceptos matemáticos fundamentales (Kolmogórov, A. N.; 1977), pues en una u otra medida, el trabajo con el mismo incide en la mayoría de los problemas matemáticos y de las ciencias naturales en la escuela (Vilenkin, N. I., y otros; 1989).

Se considera el concepto de magnitud escalar positiva, el cual Kolmogórov, A. N.; (1977), denomina así para distinguir este concepto, según él, de otras generalizaciones posibles en la actualidad.

La comprensión inicial del concepto de magnitud se constituyó en una generalización de los conceptos particulares de: longitud, área, volumen, masa, tiempo, etc., y que fue claramente esbozado a partir de propiedades esenciales suyas en los "Inicios", de Euclides (Kolmogórov, A.N.; 1977), en el siglo III a.n.e.

Estas propiedades escritas como postulados, fueron formuladas por Euclides en los términos siguientes:

"Los iguales a uno mismo son iguales entre sí.

Si a iguales se añaden iguales, entonces los totales serán iguales.

Si de iguales sustraemos iguales, entonces los restos serán iguales.

Los que pueden superponerse unos con otros son iguales entre sí.

Un entero es mayor que una parte", citado en (Ríbnikov, K.; (1987), p. 67)

De acuerdo con estas ideas, se considera que una comprensión completa del concepto de magnitud escalar positiva, estará ligada al análisis de cuatro principios, (el principio de la comparación de las magnitudes, el principio de adición de las magnitudes, el principio de la división (sucesiva) de las magnitudes, el principio de la continuidad de las magnitudes) los cuales se cumplen en el marco del trabajo con cada género o tipo especial de magnitud: longitud, área, volumen, masa, tiempo, etc. (La O Moreno, W.; 2005)

Para el caso del principio de comparación de las magnitudes, los procedimientos para esta comparación pueden ser muy complejos y dependen de interpretaciones específicas, posibles de realizar con los objetos correspondientes geométricos, físicos, químicos, etc., así como con los fenómenos y procesos en general en estos campos. En ellos se insertan los problemas de medición y estimación, que se caracterizan en el capítulo tres.

El principio de la adición de las magnitudes, presupone que en los límites de cada género de magnitud estas se pueden adicionar, lo que significa que para dos magnitudes  $a$  y  $b$  (del mismo género), existe una única magnitud  $c$ , tal que  $c = a + b$ .

El principio de la división (sucesiva) de las magnitudes, fue entendido inicialmente para el caso de los segmentos, lo cual significaba que superponiendo el menor de dos segmentos dados, la suficiente cantidad de veces sobre el segundo, se obtiene un segmento de longitud mayor que la de cualquiera de los dos segmentos iniciales.

Así, este principio establece que para dos magnitudes (del mismo género)  $a$  y  $b$ , tales que  $a < b$ , existe un número natural  $n$ , tal que  $b < na$ . Este principio se conoce con el nombre de propiedad arquimediana de las magnitudes.

El principio de la continuidad de las magnitudes, con base en los tres primeros, permitió fundamentar la teoría de las magnitudes, desarrollada por los antiguos matemáticos griegos (Kolmogórov, A. N.; 1977).

Resulta que este conjunto de principios es insuficiente para abarcar todo el alcance de cualquier magnitud (en el marco de un mismo género o tipo de magnitud).

Esta idea se aclaró inicialmente en el caso de las longitudes, al descubrir la existencia de los segmentos inconmensurables, lo que se retomó posteriormente, en el marco de la escuela pitagórica, todavía en el siglo VI a.n.e; hecho que permanece en silencio por muchos años, hasta que llega a constituirse en punto de viraje para el desarrollo del propio concepto de número.

El principio de la continuidad, tiene varias maneras de formularse; una de ellas expresa que:

Si la sucesión de magnitudes  $a_1 < a_2 < \dots < \dots < \dots < b_2 < b_1$ , cumplen la propiedad que  $b_n - a_n < c$ , para cualquier magnitud  $c$ , y un número natural  $n$  lo suficientemente grande, entonces existe una única magnitud  $x$ , tal que:  $a_n < x < b_n$ , para todo  $n$

Sobre la base de estos principios y un grupo de propiedades que de ellos se derivan (La O Moreno, W.; 2005), se justifica la posibilidad de elegir una magnitud determinada  $I$ , de manera que todas las restantes magnitudes  $a$  del sistema, puedan ser representadas en la forma  $a = \alpha I$ , donde  $\alpha$  es un número real positivo. En este caso, a la magnitud  $I$ , se le denomina unidad de medida de la magnitud  $a$  dentro del sistema correspondiente.

La naturaleza del número  $\alpha$ , determina lo que suele llamarse la conmensurabilidad de la magnitud en cuestión. Cuando el número  $\alpha$  es racional, se dice que la magnitud correspondiente es conmensurable; cuando es irracional se dice que esa magnitud es inconmensurable.

De esta afirmación se deduce que la unidad de medida de la magnitud escalar positiva es también una magnitud, respecto a la cual (y gracias al principio de comparación) se comparan las restantes magnitudes del sistema en cuestión. En este caso el número  $\alpha$  expresa una relación de cantidad en la correspondencia magnitud – unidad de medida que concreta en definitiva la relación magnitud – número. El establecimiento de este número en la práctica para una magnitud dada, se conoce con el nombre de proceso de medición de la magnitud dada.

El carácter de proceso de establecimiento de la unidad de medida de una magnitud implica su distinción como magnitud básica o como magnitud

derivada (Enciclopedia Microsoft Encarta; 2000). Así, establecida la unidad de medida para una magnitud se pueden definir las correspondientes a otras magnitudes, las primeras reciben el nombre de magnitudes básicas y las segundas, se denominan magnitudes derivadas.

En este sentido, es importante definir que en cada sistema de unidades se determina con precisión cuáles son las unidades básicas.

A pesar de que se declara que en el nivel de EP, el sistema de unidades fundamental que se considera es el Sistema Internacional, también aparece el uso de magnitudes expresadas con unidades del Sistema Anglosajón y del Sistema Cegesimal.

Esta idea hace necesario precisar que el conjunto de unidades básicas, recorre el diapasón específico de tres sistemas de referencia, en tanto el carácter básico o derivado de una magnitud no es inherente a la magnitud en cuestión, sino al propio sistema que encierra su desarrollo, con lo que como implicación didáctica se desprende que se refuerce la necesidad de los procesos de conversión.

En este caso no sólo se considera la expresión de la magnitud dentro de su propio género, buscando equivalencias a partir del uso de múltiplos y submúltiplos, sino también, en su tránsito de uno de estos sistemas al otro, considerando equivalencias establecidas para las correspondientes magnitudes.

Se consideró importante analizar el conjunto de magnitudes y unidades asociadas legales, lo cual se hizo según el Diccionario Ilustrado de Ciencias, Larousse; (1987). Esta información se organiza respecto a nueve grupos de magnitudes fundamentales, que contienen en total cincuenta y seis magnitudes, las cuales a su vez se desglosan en noventa y tres unidades asociadas posibles. (Ver anexo 2)

A partir de este espectro de magnitudes y sus unidades, se plantea un universo posible de estas, para organizar el trabajo en el marco de las acciones que se diseñan en el capítulo tres.

El concepto de magnitud escalar positiva tiene una primera generalización, al considerar el conjunto de segmentos orientados sobre la recta, el de las

velocidades o las magnitudes que pueden tener dos direcciones opuestas. En este caso, se podrá hablar de magnitud positiva, negativa o nula y en general, se habla de magnitud escalar.

Si se considera en el sistema de estas magnitudes escalares una magnitud positiva  $I$  como unidad de medida, entonces cualquier magnitud del conjunto podrá representarse en la forma  $a = \alpha I$ , donde  $\alpha$  es un número real positivo, negativo o cero.

En la Enciclopedia Microsoft Encarta (2000), se definen las magnitudes en tanto conjunto de cantidades en el que se expresa un cierto criterio de ordenamiento, uno de igualdad y una operación de adición.

### **1.5.3 El concepto de magnitud no arquimediana y de magnitud no escalar**

Las magnitudes no arquimedianas son aquellas, que aún cuando cumplen con las propiedades del orden, no cumplen el axioma de Arquímedes.

El estudio de tales magnitudes aparece por primera vez en el siglo XIX (Kolmogórov, A. N.; 1977), y su aplicación corresponde a investigaciones matemáticas de elevada singularidad, por ejemplo en el estudio de los denominados grupos y semigrupos arquimedianos, anillos arquimedianos, etc. (Kokorin, A. I. y Kopitov, V. M.; 1972).

Las magnitudes no escalares se refieren en primer término a los vectores. El denominado cálculo vectorial, adquiere la concepción contemporánea solo a finales del siglo XIX, el cual en la concepción de Gleizer, G. I.; (1983), tuvo su germen en tres fuentes de desarrollo:

- 1 Geometría, considerando el cálculo con segmentos y segmentos orientados (Vesal, en 1799, formula la regla cola-punta, actual para la adición de vectores)
- 2 Física, considerando las investigaciones de los problemas de las ciencias naturales (Kepler, considera en su modelo de la trayectoria elíptica del movimiento de los planetas, a segmentos orientados con inicio en el foco donde sitúa al sol y final en el punto en movimiento que representa al planeta)

3 Algebraica, considerando el sucesivo enriquecimiento del concepto de la operación de adición presente, en el desarrollo del Álgebra.

Una generalización del concepto de vector, se refiere al concepto de tensor. En estos últimos casos de magnitudes pierde el sentido la relación de orden, definida para el caso de las magnitudes escalares.

En la educación preuniversitaria, sobre todo en el área de las Ciencias Exactas, estas magnitudes cobran una fuerza extraordinaria, particularmente en la asignatura Física, donde esencialmente realizan una sistematización de ellas y un trabajo con ellas, caracterizados por los tipos de problemas y que más adelante se desarrollan.

### **Conclusiones del capítulo I**

A partir de los elementos discutidos en el capítulo, se derivan las siguientes conclusiones, las cuales a su vez, devienen en referentes teóricos para la estructuración del modelo que se defiende:

- 1 Se determinan los rasgos fundamentales que caracterizan al proceso de elaboración de conceptos matemáticos, singularizado por el concepto de magnitud: es un proceso de aprendizaje desarrollador, lo distinguen tres fases: preparatoria, formación y asimilación, estas fases revelan un proceso de abstracción, se dispone: de cinco modelos básicos: número, figura geométrica, magnitud, variable, función, que orientan este proceso de abstracción, se considera un sistema de símbolos específicos que reflejan una identidad de los objetos.
- 2 Se asume una unidad entre concepción curricular y proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera, para el tratamiento didáctico del concepto magnitud, que se materializa en:
  - La determinación de las funciones del profesor en las condiciones actuales de la enseñanza preuniversitaria.
  - La revelación de la unidad dialéctica entre problema profesional y tarea profesional, en relación con el objeto magnitud.
  - La consideración de la disciplina Matemática y su metodología como eje organizador de las acciones en la carrera desde el primer año.



- La concreción de la formación investigativa del estudiante como eje desarrollador esencial del proceso de solución de los problemas profesionales en la carrera, a través de los proyectos de año.
  - La importancia del lenguaje en el tratamiento didáctico del proceso de elaboración del concepto magnitud.
  - La organización del grupo escolar sobre la base de las posibles relaciones que se establecen entre la triada forma de organización – método de dirección del proceso – evaluación, que tiene su singularidad en un trabajo cooperado.
- 3 Se delimita el desarrollo de los proyectos interdisciplinarios de año, como elemento fundamental integrador del proceso curricular en el mismo, que han quedado caracterizados por los siguientes rasgos: su concepción (la distinguen los mismos rasgos que al curriculum: motivado, problémico, sistémico, investigativo, y con carácter de proceso); es la unidad interdisciplinaria del proceso curricular que integra en sí a todos los componentes; integra en su proceso toda la actividad pedagógica profesional; es punto de partida, medio, fin e instrumento para la realización de las funciones del profesor; concreta en su proceso el núcleo estructural que integra el contenido disciplinar en todo el curriculum de la disciplina Matemática y su metodología como eje organizador.
- 4 La problemática sobre el tratamiento didáctico de conceptos y del concepto magnitud en particular, ha tenido una continuidad insuficiente de proliferación como línea de investigación en las didácticas particulares (Didáctica de la Matemática, Didáctica de la Física, Didáctica de la Informática), dejando insatisfechas direcciones esenciales para su desarrollo, tanto a nivel de los contenidos escolares como del proceso de formación de los profesores, en particular, la naturaleza interdisciplinaria de la problemática que evaluamos, así como de su solución.



## **CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN REAL DEL TRATAMIENTO DIDÁCTICO DEL CONCEPTO MAGNITUD, EN LA FORMACIÓN DEL PROFESIONAL DE CIENCIAS EXACTAS**

El presente capítulo constata la existencia de la problemática identificada alrededor del tratamiento didáctico del concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

### **II. 1 Procedimiento seguido para la realización del diagnóstico**

Definir la **población**, constituyó un primer paso del procedimiento seguido, la misma quedó constituida por 78 profesores de la carrera, de los cuales 8 son jefes de disciplinas que se imparten en los diferentes años de estudios y 30 profesores tutores, 40 profesores a tiempo parcial que tiene la Sede Pinar del Río I y por 213 estudiantes que actualmente cursan la carrera en la UCP de Pinar del Río en los diferentes municipios.

En consecuencia, la selección de la **muestra**, fue otro momento importante, esta tuvo una marcada intencionalidad, dada esencialmente por la posibilidad de un trabajo más sistemático debido a la cercanía al centro gestor; la misma quedó estructurada por 32 profesores de la carrera, distribuidos en: 10 jefes de departamentos de los preuniversitarios del municipio de Pinar del Río, 17 profesores tutores, 2 profesores a tiempo parcial de la sede Pinar del Río I, 3 jefes de disciplinas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas y por 155 estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, que estudiaban en la UCP o en la Sede Municipal Pinar del Río I.

La operacionalización de la variable, partió de una sistematización realizada a aspectos tales como: elaboración de conceptos, tratamientos didácticos, conceptos matemáticos, concepto magnitud, que permitió al autor definir "Tratamiento Didáctico del concepto magnitud". Este es definido como la implementación de un sistema de acciones didácticas que se diseñan a nivel de carrera, año y disciplina, para el logro de una significatividad conceptual y significatividad didáctica asociada al concepto magnitud, considerando las

exigencias de formación del estudiante de la carrera y las particularidades del concepto magnitud.

Consecutivamente se realiza una búsqueda de los atributos y propiedades del objeto de estudio que permitió encontrar las dimensiones de la variable definida, lo que permitió encontrar sistemas de variables en: MEM. Ballester; (1992), Proyecto de evaluación de la calidad educativa, SERCE, Resultados científicos, Castellanos, D.; (2002), Martínez, D; (2005), que ayudaron a identificar indicadores de la variable.

Su operacionalización en dimensiones e indicadores constituyó un requerimiento esencial para el proceso de diagnóstico y quedó definido como:

**Significatividad conceptual** (el logro activo y productivo de los aspectos relacionados con el concepto que posibilite el reconocimiento de este en otras áreas dentro y fuera de la profesión donde se forma y la apropiación de habilidades, actitudes, sentimientos y valores). (Castellanos, D.; 2002)

#### **Indicadores**

- aprendizaje alcanzado por los estudiantes en formación y por los estudiantes de la EP.
- utilidad del concepto en situaciones de la vida.
- reconocimiento del concepto en cada asignatura del curriculum
- relación del concepto magnitud con otros conceptos.
- Reconocimiento de la elaboración conceptual como una problemática en el proceso de formación del estudiante de la carrera.
- importancia del concepto para la profesión.
- utilidad del concepto en situaciones de la profesión.
- reconocimiento de las magnitudes según tipo y sus unidades
- resolución de problemas según tipos definidos.

**Significatividad didáctica** (el logro de una interacción activa y productiva entre los conocimientos que los alumnos poseen y los nuevos conocimientos, abordados de manera tal que se aprecien las relaciones empíricas que el conocimiento establece con la realidad para que pueda ser aplicado a situaciones de la profesión para la que se forma. (Martínez, D.; 2002)

#### **Indicadores**

- utilización activa de los medios de enseñanza.

- dominio de aspectos teóricos relacionados con el tratamiento metodológico de conceptos y definiciones.
- relaciones interpersonales.
- utilización del lenguaje contextual.
- Formulación de problemas según tipos definidos.
- relación unidad entre lo cognitivo – afectivo relacionado con el concepto.
- calidad de la planificación y dirección del PEA (guías y programas de estudio).
- contribución del modelo del profesional al tratamiento didáctico de conceptos.
- Tratamiento de los programas de disciplinas a la elaboración conceptual
- Papel de la escuela y de la UCP para solucionar la problemática de elaboración conceptual.
- La consideración de los contextos de formación.

Esta operacionalización posibilitó la selección y elaboración de instrumentos para: caracterizar el estado actual del proceso de enseñanza – aprendizaje, diagnosticar los problemas en el conocimiento de las magnitudes y valorar y constatar el grado de validez de la propuesta.

## **II. 2 Resultados del diagnóstico realizado**

Para el desarrollo de este epígrafe, se hará un análisis de los resultados obtenidos por cada uno de los métodos empíricos utilizados (análisis documental, encuestas a profesores tutores y jefes de disciplinas, exámenes diagnósticos).

### **- Sobre el análisis documental**

La realización de este análisis estuvo respaldado en todas las fuentes consultadas (modelo del profesional, estrategias de trabajo metodológico a nivel provincial y municipal, Programa Director de la Matemática, textos de la escuela preuniversitaria y programas de disciplinas, plan de estudio) por la guía de análisis que aparece en el anexo 3.

El análisis pertinente radica, inicialmente, en el estudio del proceso curricular en la formación del profesor de Ciencias Exactas según las exigencias de la Universalización Pedagógica para constatar el alcance del tratamiento de los conceptos (magnitud) en el curriculum del pre- profesional.

Para ello se realizó un análisis integral sobre el modelo del profesional y el plan de estudio de los futuros profesionales que son objeto de esta investigación, según su nuevo modelo de formación.

Como quiera que la intencionalidad de esta tesis, considerará el nuevo modelo de formación de estos profesionales, se hará en lo adelante algunas precisiones con respecto a la búsqueda de la pertinencia, calidad e internalización de la Educación Superior Pedagógica para el caso de la carrera de Ciencias Exactas.

Cuba no ha escatimado esfuerzos en la transformación de la Educación Superior Pedagógica, ahora centrada en la realización de un principio básico, la formación del profesional en su propio contexto socio - afectivo, lo que trae como consecuencia la formación de estos en nuevos escenarios de aprendizaje, y un curriculum centrado en la práctica laboral de los estudiantes.

En el curso 2002 – 2003 al pasar a implementarse una etapa superior en las Universidades de Ciencias Pedagógicas, que consistió en la formación del personal docente bajo las exigencias de la universalización pedagógica, se introdujeron cambios en los planes de estudios, los que se caracterizaron por:

- 1 Mantener la duración total de estudios en cinco años.
- 2 La realización de los estudios del primer año de la carrera en la UCP, como parte de una habilitación que les permitiera asumir la dirección como mínimo de un grupo de estudiantes en las escuelas.
- 3 La realización de la práctica docente desde el segundo año, ubicados los estudiantes en las escuelas de sus municipios de residencia.
- 4 Consideración de la práctica diaria de la enseñanza que se complementa con el estudio de las asignaturas de la educación superior lo que garantiza la elevación del nivel profesional requerido para ejercer la misión de educar. (Achiong Caballero, G., E.; 2007).

En este escenario, se consideran nuevos contextos de formación durante los cinco años de la carrera y que se definen como: la UCP, la Sede Universitaria Municipal y la micruniversidad. Cada uno de estos contextos son tratados en espacios posteriores dentro de esta tesis.

Conjuntamente con esto, aparecen sujetos de marcada intencionalidad y que mucho tienen que ver con la realización y formación de conceptos en estos profesores en formación. Tales son los casos del profesor tutor, el profesor a

tiempo parcial, los coordinadores de carreras, entre otros, todos en función de hacer cumplir ciertas exigencias que se norman en el modelo del profesional que se pretende formar.

En este análisis, es importante precisar entonces algunos elementos relacionados con el modelo del profesional que se quiere formar y su plan de estudio, para regir su formación durante los cinco o cuatro años de la carrera.

La formación de estos profesionales, inicia con la incorporación a la UCP durante su primer año de la carrera, para luego, a partir del segundo año, acogerse a las nuevas exigencias de la universalización pedagógica en otros contextos de formación. En todo este período, en el caso particular de los pre - profesionales que son objeto de esta investigación, recae un accionar de asignaturas agrupadas en 5 ciclos y que se nombran: ciclo de formación general, de fundamentos metodológicos para la enseñanza, de fundamentos ideológicos de la educación, de fundamentos científicos, pedagógicos y didácticos de la educación y de fundamentos científicos de las disciplinas del área.

Por otra parte, en el documento emitido por un colectivo de autores de la UCP “Enrique José Varona”, que norma los objetivos generales y por años que deben cumplir estos futuros profesionales, se pudieron constatar por lo menos las siguientes regularidades:

1. El modelo del profesional del área, considera aspectos relacionados con su formación integral, o sea, no solo de las ciencias para las que se forman, sino aspectos de carácter político - ideológico, cultural y científico.
2. Existe una variedad de objetivos que tributan a la formación científica de los estudiantes, centrada en aspectos relacionados con los conceptos, leyes, teorías y procedimientos, propios de las ciencias Matemática, Física e Informática y su proceso de enseñanza.
3. Muchos son los objetivos que potencian el trabajo con los medios de enseñanza, como elementos mediadores para el logro de mejores aprendizajes.
4. Este modelo del profesional, norma la búsqueda por vía investigativa de las soluciones detectadas a problemáticas que aparecen en su accionar diario, donde se conjugan el desarrollo de habilidades profesionales, a partir de la

articulación de los tres componentes estructurales para la formación de los profesionales: académico, laboral e investigativo.

5. Debe potenciarse desde las estrategias de año el tratamiento de los contenidos con una concepción interdisciplinaria.
6. Se destaca, además, que el estudiante en formación adquiera una sólida formación conceptual que le permita establecer relaciones entre los conceptos matemáticos y los de otras disciplinas y la incidencia de estos aspectos en la matemática que se enseña en el Preuniversitario.

Otro análisis pertinente, radica en reconocer el trabajo con los conceptos matemáticos y el de magnitud en particular, desde la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje en la formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

Este análisis cobra marcada significatividad en este proceso de formación del estudiante de la carrera, a través de los documentos que rigen el proceso organizativo de la Matemática para todos los niveles de enseñanza y en consecuencia para la formación del profesional.

Se entiende el carácter sistematizador de los conceptos matemáticos en el sentido de la prioridad del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática y concretado, en lo particular, a través de la implementación del correspondiente Programa Director.

El Programa Director de la Matemática constituye el documento rector que guía la proyección, conducción y evaluación de las acciones específicas de todas las asignaturas, en cada una de las enseñanzas del sistema educacional cubano para alcanzar los objetivos propuestos, ya que establece por grados, aspectos comunes que son de obligatorio cumplimiento por estas. (Precisiones para la Dirección del Proceso - Docente Educativo de la Secundaria Básica. Curso 2002 - 2003; p. 21)

En el propio documento se mencionan siete indicaciones, para eliminar incongruencias y diferencias de enfoque en el tratamiento de los contenidos de las asignaturas que se trabajan a cualquier nivel.

De estas indicaciones, tres tienen que ver directamente con el concepto magnitud. A continuación se escriben de un modo resumido:



- 1 La utilización del Sistema Internacional de Unidades es obligatoria en todas las asignaturas y su análisis, así como su significado, será objeto sistemático del trabajo metodológico de los departamentos.
- 2 En el trabajo con magnitudes, todos los profesores tienen que dominar las unidades fundamentales y derivadas del Sistema Internacional que se utilizan en el nivel, así como su expresión en unidades básicas del mismo. Todas las asignaturas enfatizarán en los procedimientos de estimación, medición y conversión.
- 3 Durante la resolución de problemas, en todas las asignaturas se expresarán las magnitudes con sus correspondientes unidades de medida.

En el análisis de los textos se comprobó que, el uso de unidades de una magnitud de un mismo género, recorre tres sistemas de referencia: el Sistema Internacional, el Sistema Cegesimal y el Sistema Anglosajón.

La problemática de las magnitudes encuentra un tratamiento explícito únicamente en el caso de la Física, donde estas se definen como el comportamiento cuantitativo que tienen determinadas propiedades físicas en los objetos y procesos de la naturaleza, lo que las hace ser medibles.

En esta comprensión de los objetos y procesos, se recorre (dentro del correspondiente programa de la asignatura Física) un amplio espectro de situaciones que se enmarcan dentro de los campos habituales de esta.

En este marco se comienza el análisis de las magnitudes, mediante un proceso de comparación entre diferentes propiedades, correspondientes a situaciones de objetos y fenómenos que se sitúan en el micromundo, el mesomundo y el macromundo.

Por otro lado, se realizó un análisis de las direcciones del trabajo metodológico en el marco de la provincia Pinar del Río (UCP), en relación con la problemática de la preparación de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, para enfrentar el trabajo matemático-conceptual de los estudiantes de la escuela preuniversitaria y de la incidencia particular del trabajo con el concepto de magnitud.

Asimismo, se precisó el estado particular de esta situación en el municipio Pinar del Río (Sede Pinar del Río 1), donde se desempeñan un número elevado de estudiantes que cursan diferentes años, dentro de su proceso de formación como estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

En ninguna de las dos instancias (provincial y municipal), la problemática de las magnitudes se plantea explícitamente y por tanto, el sistema de actividades metodológicas que se diseña no las incluye.

Se analizó el contenido de los programas, incluidos en el primer año de la carrera de formación del estudiante de Ciencias Exactas, a partir de las asignaturas Matemática, Física e Informática, con el fin de establecer el nivel de incidencia de contenidos relacionados con el concepto de magnitud en estos programas, lo cual se contrastó con el criterio de los docentes que las imparten en dicha escuela.

Del análisis detallado del programa de la disciplina Matemática y su metodología, se pudieron por lo menos delimitar las siguientes conclusiones:

- La disciplina está estructurada en diez asignaturas, su estudio se realiza a lo largo de los tres primeros años de la carrera, con objetivos diferentes y por consiguiente, con contenidos diferentes.
- Cada una de las asignaturas de la disciplina se hace acompañar de sus contenidos básicos, con sus respectivas horas por cada bloque, estructuración metodológica para su tratamiento y la incorporación de las nuevas tecnologías para su inserción al proceso pedagógico que se diseña a lo largo de su carrera.
- Solo el caso de la asignatura Matemática Básica explicita un tratamiento, aunque bien limitado, sobre el trabajo con las magnitudes. Se precisa que se trabajará con unidades de medidas que aunque no pertenezcan al Sistema Internacional de Unidades, tienen un uso consecuente en Cuba por razones de relaciones comerciales y culturales; por ejemplo, el pie, la pulgada, la milla, la caballería, entre otras.

- En esta asignatura se precisa además, la necesidad de reactivar los significados de los conceptos y algoritmos, teniendo en cuenta el diagnóstico previamente concebido y analizado.
- En la disciplina y sus asignaturas correspondientes, se define la necesidad de ir insertando los contenidos de carácter metodológico, sobre la base del tratamiento de los temas de carácter matemático y explicita el tratamiento de los conceptos cuando se trata la primera unidad del programa de la asignatura Matemática y su metodología I.
- El programa de la disciplina no articula entre sus regulaciones importantes, la realización de un trabajo cooperado para el enfrentamiento de cada tarea que se diseñe en el proceso de enseñanza aprendizaje, lo que trae como consecuencia que no articule las posibles relaciones entre el profesor de la asignatura y los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, entre los profesores tutores y los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, entre otras.

En el caso del programa de Física y su metodología, se pudieron sacar las siguientes conclusiones:

- La disciplina se estructura en 5 asignaturas, lo que presupone una interacción de los estudiantes con los diferentes objetos físicos. Esta interacción, según lo estipula el programa de la disciplina perdura hasta los tres primeros años de la carrera; o sea, en el llamado “tronco común” que reciben los estudiantes y donde la culminación de estudios se produce a los cinco años.
- Los objetivos generales de la disciplina establecen la consideración de aspectos que trascienden la esfera cognitiva de los estudiantes y proponen una realización de actividades en las que predominen una organización grupal y un uso racional del lenguaje propio de la ciencia Física.
- Se propone además en el programa de asignatura, la consideración de los medios, donde se detallan aquellas video-clases que pueden usarse en el tratamiento de los contenidos con mayor implicación didáctica en la EP.

- El tratamiento de las magnitudes encuentra un acento detallado en el tema 2 de la asignatura Física y su metodología I, sobre la base de definir las magnitudes de nuestro universo.

Se revisaron además, algunos documentos que implementan la realización del trabajo metodológico a este nivel y que debe concretarse en cada uno de los medios que rigen hoy el funcionamiento de la universalización pedagógica.

La revisión de las guías y los programas de las disciplinas objeto de análisis (Matemática y su metodología, Física y su metodología e Informática y su metodología), permitió definir las siguientes regularidades:

- 1 Existen los programas y guías de estudio de las disciplinas y sus asignaturas correspondientes para cada uno de los años, según se norma en el plan de estudio para los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.
- 2 Aunque el programa de disciplina así lo establece, los programas y guías correspondientes, no enfatizan suficientemente, las acciones didácticas que pueden establecerse en el tratamiento de los conceptos y sí lo hacen en el tratamiento de algunos contenidos.
- 3 Las guías de estudio no presuponen un accionar para la realización de tareas por parte del estudiante de la carrera, que consideren los demás sujetos de su contexto social educativo (profesor tutor, profesor jefe de departamento, profesor graduado, profesor en formación).
- 4 Las guías de las asignaturas del área, no sistematizan acciones que consideren indistintamente las posibles relaciones: componente académico – componente laboral – componente investigativo).

#### **- Sobre las encuestas aplicadas**

Teniendo en consideración que parte de la responsabilidad para contribuir al tratamiento didáctico de los conceptos y el de magnitud en particular, la tiene la escuela donde el estudiante de la carrera desarrolla su práctica pre - profesional, una vez terminado su primer año intensivo, se aplicó una encuesta a los profesores tutores, con el objetivo de evaluar los criterios que tenían sobre los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad

Ciencias Exactas, para contribuir al tratamiento didáctico del concepto magnitud como concepto matemático básico. (Ver anexo 4).

Siguiendo esta idea, se procedió a realizar esta encuesta a los profesores tutores de los estudiantes que cursaban su primer año, en el 2007 - 2008. Fueron encuestados 17 docentes cuya especialidad de graduación y otros datos generales, se reflejan en la siguiente tabla:

Cantidad de tutores	Graduado de:			Años de experiencia		
	Mat.	Fís.	Inf.	10 años o menos	De 10 años hasta 20 años	Más de 20 años
17	8	6	3	6	8	3

Con respecto al número de preguntas formuladas a los profesores tutores y las respuestas emitidas por ellos durante el proceso de investigación desarrollado, se pudieron determinar las conclusiones siguientes:

1. Las principales problemáticas definidas por los tutores, que atentan contra la correcta formación de estos futuros profesionales, singularizan el problema de la insuficiente preparación para el ingreso a la carrera, expresado en la pobre formación conceptual, procedimental y la falta de motivación.
2. Los profesores tutores reconocen el alcance del concepto magnitud, como concepto matemático básico importante para la formación del futuro profesional. La mayoría de ellos (15), percibe la utilización de este concepto en las asignaturas del área para la cual se forman.
3. A pesar de lo revelado en la conclusión anterior, es pobre el accionar que desarrollan los tutores para dirigir este proceso de manera eficiente; responsabilizan de esto a la estructura del departamento docente del preuniversitario y al centro de educación superior donde se forman.

4. Los tutores reconocen como una problemática para dirigir acciones consecuentes con sus alumnos tutorados, el hecho de que los programas de las asignaturas que ellos reciben no tienen un tratamiento explícito de las magnitudes y sus unidades. Por otra parte, manifiestan no tener la preparación adecuada sobre estos temas para poder influir sobre sus estudiantes.

Dado que las condiciones de formación de estos estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas es diferente en su desarrollo curricular, se debe enfatizar en lo adelante aquellas acciones didácticas que se diseñan desde el centro gestor de formación de estos, así como de los sujetos que intervienen en este proceso.

Inicialmente y por la intencionalidad de solución del problema de investigación definido, se comienza el análisis por los jefes de disciplinas, que con mayor énfasis aportan un sistema categorial riguroso a la formación del profesional objeto de esta investigación.

Para ello, se les aplicó una encuesta a los jefes de disciplinas donde concurrían las asignaturas básicas de formación de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas (Matemática y su metodología, Física y su metodología e Informática y su metodología). (Ver anexo 5).

La encuesta pretendía como objetivo esencial, conocer el tratamiento didáctico que están teniendo los conceptos en la formación del estudiante, a propósito de lo normado en los programas de disciplinas y asignaturas correspondientes, así como las exigencias para su formación.

Como parte del análisis que se hizo de los resultados obtenidos, se pudieron extraer las siguientes conclusiones:

- 1 Los encuestados poseen una vasta experiencia en la temática que se trató con ellos. Su experiencia como jefes de disciplinas rebasa los 5 años.
- 2 Cada uno de los profesores encuestados son graduados del nivel superior y especialistas en las asignaturas propias de su disciplina.
- 3 Cuando refieren la cantidad de profesores de su disciplina, ninguno de los profesores encuestados consideran los profesores a tiempo parcial (dirigen el proceso en otros contextos de formación) como miembros de su disciplina.

- 4 Es preocupación de los profesores de las diferentes disciplinas el hecho del insuficiente aprendizaje con el que ingresan los estudiantes a la UCP, así como el pobre desarrollo de habilidades particulares de las asignaturas y de estudio.
- 5 Aunque la problemática del aprendizaje de las asignaturas del área es de constante análisis en las reuniones metodológicas de las disciplinas, no se diseñan acciones didácticas concretas, que trasciendan las fronteras de la UCP y mucho menos, aquellas que tengan una solución integral (interdisciplinaria) para su solución.
- 6 Dentro de las acciones para su implementación en la práctica educativa, se enumeran, solamente aquellas que contemplan las formas de trabajo metodológico para su realización (clases abiertas, clases demostrativas, etc.). Estas mismas acciones son las que se diseñan para el caso del tratamiento metodológico de los conceptos.

Los elementos discutidos hasta aquí permiten decir además, que falta la definición de acciones didácticas para el tratamiento de situaciones típicas (elaboración de conceptos) de las asignaturas del área, así como la consideración dentro de estas, de acciones que singularicen la relación entre el componente académico - componente laboral - componente investigativo.

Por otra parte, es preciso que se critique la no consideración de los contextos y espacios correspondientes, dentro del tratamiento didáctico que se diseña a cualquiera de los niveles.

### **- Sobre los exámenes diagnósticos**

Se realizó un análisis histórico - lógico del aprendizaje de los estudiantes, como consecuencia del tratamiento didáctico que tuvieron durante su primer año en la carrera.

Durante cuatro cursos escolares consecutivos se aplicaron exámenes diagnósticos (ver anexo 6), al concluir los estudiantes su primer año de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

Las características de los grupos de estudiantes que matricularon esta carrera fueron muy parecidas, en cuanto a cantidad y naturaleza de la procedencia de los mismos, tal y como se muestra a continuación:

2003 - 2004			2004 - 2005			2005 - 2006			2006 - 2007		
T	Bachiller	ETP	T	Bachiller	ETP	T	Bachiller	ETP	T	Bachiller	ETP
24	20	4	28	26	2	24	22	2	28	23	5

Estos exámenes diagnósticos se elaboraron a partir de los elementos fundamentales de la investigación, que se relacionan con los cinco núcleos conceptuales del Programa Director de la Matemática.

El contenido de estas mediciones se ha delimitado a partir de las exigencias del Programa Director de la Matemática, vigente desde el curso 1997-1998, considerando sus cinco núcleos conceptuales (Gómez, M. L.; 2001): número, variable, magnitud, figura y función.

De acuerdo con el objetivo de esta investigación, la exploración ha enfatizado la relación con el concepto de magnitud. Así, se han delimitado cinco categorías diagnósticas: reconocimiento de las magnitudes y unidades, relación magnitud – número, relación magnitud - variable, relación magnitud - figura geométrica, relación magnitud – función.

A cada una de estas subcategorías se le asignaron subindicadores, según se muestra en el anexo 7, cuya evaluación posterior permitiría emitir juicios de valor alrededor del estado de estas.

La evaluación de los subindicadores se realizó según el criterio “tiene el indicador” (TI), cuando la respuesta al ítem correspondiente en el examen era correcta. A estos efectos se realizó una escala, para emitir el criterio sobre el estado del subindicador en el grupo del correspondiente ingreso.

La escala se concretó de la siguiente manera: si el subindicador lo tenía el 80 % o más de los estudiantes del grupo, este se evaluaba de bien (**B**); si el subindicador lo tenía entre el 60% y el 80 % de los estudiantes del grupo, el subindicador se evaluaba de regular (**R**); si el subindicador lo tenía entre el 30 % y el 60 % de los estudiantes del grupo, este se evaluaba de mal (**M**); si el subindicador lo tenía menos del 30 % de los estudiantes del grupo, este se evaluaba de muy mal (**Mm**).



Los resultados de los exámenes aplicados se tabularon a partir de esta escala y se dispusieron en las tablas del anexo 8.

A continuación se hace una valoración de los resultados de los exámenes diagnósticos.

Los resultados obtenidos, de acuerdo con el estado de los subindicadores de las diferentes subcategorías por grupos de ingreso, se resumen en lo adelante.

- Ninguno de los subindicadores obtuvo una evaluación de B.
- Al concluir el curso escolar 2003 – 2004, la subcategoría 1 tiene los dos subindicadores evaluados de R; en la subcategoría 2, tiene cuatro subindicadores que están evaluados de R y uno evaluado de Mm; en la subcategoría 3, dos subindicadores están evaluados de M; en la subcategoría 4, tres subindicadores evaluados de R y en la subcategoría 5, dos subindicadores evaluados de M.
- Al concluir el curso escolar 2004 – 2005, la subcategoría 1 tiene dos subindicadores evaluados de R; la subcategoría 2 tiene cinco subindicadores evaluados de R; la subcategoría 3 tiene dos evaluados de M; la subcategoría 4 tres subindicadores evaluados M y la subcategoría 5 dos subindicadores evaluados de M.
- Al concluir el curso escolar 2005 – 2006, la subcategoría 1 tiene dos subindicadores evaluados de R; la subcategoría 2, tiene cinco evaluados de R; la subcategoría 3 tiene dos evaluados de R; la subcategoría 4, tiene tres subindicadores evaluados de R y la subcategoría 5 tiene uno evaluado de M y uno de Mm.
- Al concluir el curso escolar 2006 – 2007, la subcategoría 1 tiene dos subindicadores evaluados de R; la subcategoría 2 tiene cinco subindicadores evaluados de R; la subcategoría 3 un subindicador evaluado de R y uno evaluado Mm; la subcategoría 4 tiene tres subindicadores evaluados de R; la subcategoría 5 tiene un subindicador evaluado de R y uno evaluado de Mm.

A partir de estos resultados, se planteó el problema de la evaluación de las subcategorías, lo que se hizo según el siguiente criterio: se consideró un estado favorable de una subcategoría cuando más de la mitad de sus subindicadores fueron evaluados de regular (F); cuando la mitad o más de los subindicadores fueron evaluados de mal, se consideró la subcategoría en un

estado desfavorable (D). Si alguno de los subindicadores estuvo evaluado de Mm, la subcategoría se consideró muy desfavorable (Md).

La evaluación de las subcategorías por ingresos, se muestra en la siguiente tabla:

Curso	II	I	III	IV	V	Subtotal con D o Md
03 – 04	Md	F	D	F	D	3
04 – 05	F	F	D	D	D	3
05 – 06	F	F	F	F	Md	1
06 – 07	F	F	Md	F	Md	2

Estos datos permiten arribar a las siguientes conclusiones:

1. Como tendencia, al concluir su primer año de la carrera, la situación en el estado de las diferentes subcategorías se ha mantenido, persistiendo las grandes dificultades en la subcategoría relación magnitud - variable y relación entre magnitud - función. En este sentido, como se aprecia en la tabla, en los cuatro cursos se mantiene siempre al menos una subcategoría evaluada de desfavorable o muy desfavorable. Si se sigue el mismo criterio para evaluar las subcategorías en su conjunto, que se siguió para evaluarlas por sus subindicadores, se puede decir que el estado de las subcategorías en su conjunto es desfavorable y muy desfavorable.
2. El reconocimiento de magnitudes y sus unidades se manifiesta, como tendencia, con un estado favorable, lo que se traduce en el hecho de que el estudiante en general conoce las magnitudes elementales, aunque tiene serias limitaciones con la resolución de problemas asociados según tipos definidos, en el trabajo con situaciones concretas.
3. La subcategoría relación magnitud - figura es favorable en la mayoría de los cursos, lo que se manifiesta en el hecho de que el estudiante puede hacer en general, algún tipo de despeje entre los elementos que intervienen en una fórmula determinada.

4. La subcategoría magnitud - función se manifiesta como la más crítica, lo que hace limitada la realización del enfoque analítico del trabajo con las funciones y en particular, el uso de coordenadas y la utilización del procedimiento para representar gráficos de funciones básicas.

### **II.3. Caracterización actual respecto al tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos, en particular al concepto magnitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, en la Universidad de Ciencias Pedagógicas de Pinar del Río**

De forma general, se pueden definir aquellos elementos que debilitan y potencian el tratamiento didáctico del concepto magnitud.

#### **Debilidades.**

- Los programas de las disciplinas, que por su contenido debían favorecer un tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos en general y el de magnitud en particular, no definen un accionar sistémico que considere las relaciones y exigencias para la formación del estudiante de la carrera.
- Los profesores tutores de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, carecen de herramientas didácticas que articule un tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos en general y en particular el de magnitud.
- Los profesores jefes de disciplinas no contextualizan desde la elaboración de guías y programas propios de su disciplina un accionar que contribuya al tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos en general y en particular al de magnitud.
- Los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas al culminar su primer año, presentan un dominio del concepto magnitud insuficiente, lo que se expresa en grandes limitaciones para resolver problemas y articular un lenguaje propio de la profesión para la que se forman.

#### **Potencialidades**

- El curriculum de formación del estudiante de la carrera está estructurado de manera (distribución de asignaturas, distribución de horas por asignaturas,

cantidad de asignaturas, contenidos de las asignaturas) que favorece la formación académica, laboral e investigativa de los estudiantes.

- Los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas deberán culminar sus estudios universitarios dotados de herramientas académicas (conceptos) y didácticas (tratamiento de los conceptos) para enfrentar su ejercicio profesional con éxito y lograr transformar los estudiantes de la EP.
- El programa de la disciplina Matemática y su metodología, establece normativas importantes respecto al tratamiento didáctico de los conceptos y al de magnitud en particular.
- Para implementar un tratamiento didáctico de los conceptos matemáticos en general y del de magnitud en particular, existe un proceso de universalización en la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, donde predomina la existencia de guías y programas de estudios, profesores tutores, profesores a tiempo parcial y una estructura metodológica en las microuniversidades, donde los estudiantes realizan su práctica pre – profesional.

## **Conclusiones del Capítulo II**

De los elementos valorados hasta aquí, se derivan por lo menos tres conclusiones, que expresan una caracterización de la problemática que desarrollamos en esta tesis:

- 1 El Programa Director de la Matemática norma direcciones específicas sustanciales para dirigir el trabajo con las magnitudes, a nivel del proceso de enseñanza aprendizaje en la escuela y como consecuencia, en la formación del estudiante de la carrera; sin embargo, estas no tienen una connotación adecuada en los programas, libros de texto, ni en el trabajo metodológico a estos niveles.
- 2 El proceso de enseñanza - aprendizaje que se diseña para los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas y su concreción en los diferentes años por los sujetos encargados, no sistematiza acciones que permitan enfrentar el estado de aprendizaje de estos estudiantes en el plano de las magnitudes, lo que entra en contradicción con

las exigencias que ello implica para su desempeño profesional, de acuerdo con las normativas del Programa Director de la Matemática. Se constató que los profesores tutores y jefes de disciplinas, desconocen alternativas para atenuar la situación del pobre aprendizaje que gira alrededor del concepto magnitud.

- 3 En consecuencia, al asistémico tratamiento didáctico del concepto magnitud que se diseña para los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, estos, históricamente, al concluir su primer año, presentan una preparación matemático-conceptual y en lo particular, un dominio del concepto de magnitud insuficiente, lo que se expresa en el estado desfavorable de los conocimientos básicos sobre el trabajo con magnitudes. Se constató que tienen serias dificultades con los procedimientos de cálculo, medición, estimación y conversión de magnitudes.

### **CAPÍTULO III. MODELO PARA EL TRATAMIENTO DIDÁCTICO DEL CONCEPTO MAGNITUD, EN LA FORMACIÓN DEL ESTUDIANTE DE LA CARRERA LICENCIATURA EN EDUCACIÓN, ESPECIALIDAD CIENCIAS EXACTAS. SU VALIDEZ TEÓRICA Y PRÁCTICA**

Una vez realizado el estudio general del marco teórico referencial del problema objeto de investigación, así como su caracterización en el orden práctico del estado actual en que se encuentra dicho objeto en la práctica pedagógica, el autor de la tesis está en condiciones de ofrecer en este capítulo, los fundamentos de un modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud, en la formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas. Se aporta además, una estrategia didáctica que posibilita la inserción del modelo en la práctica educativa de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas. Por último, se demuestra la validez del modelo y la estrategia correspondiente, a partir del criterio favorable emitido por un grupo de expertos y de los resultados alentadores que se obtienen en el aprendizaje alcanzado alrededor del concepto magnitud, a propósito del tratamiento didáctico implementado.

#### **III.1. Modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud en la formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas**

El modelo que se propone, se inicia con la consideración de las exigencias sociales que antepone la sociedad para el logro de una formación profesional y que alcanzan una singularidad en el modelo para este.

Siendo así, es evidente la definición de problemas con implicación profesional que subyacen de este proceso de formación, particularizadas en la elaboración conceptual como concreción del componente académico y que tiene una significatividad didáctica en su formación laboral e investigativa.

La elaboración del concepto magnitud es tratada, en este modelo, como un problema de tipo profesional (Addine y García, 2001) y en consecuencia, la realización de un tipo de tarea que debe diseñarse en los términos de la tarea pedagógica profesional

(García, L. y Valle, 1996) para la solución del mismo de manera integral (Perera, 2002; Cardoso, 2003; La O, 2005) y que configura su tratamiento didáctico.

Se asumen además las exigencias de formación de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, sobre los que recae un curriculum escolar que considera los contextos y espacios de formación correspondientes y dentro de él, las acciones desplegadas por la disciplina Matemática y su metodología, influencia que está complementada por la realización de acciones investigativas, como seguimiento a una problemática definida y que alcanza su expresión en la realización de un proyecto interdisciplinar de año.

El aspecto novedoso radica en la solución que se propone, a partir de garantizar un accionar sistémico para la solución de un problema de tipo profesional, donde lo teórico, lo práctico y lo investigativo son elementos distintivos de tal propuesta.

Este modelo es definido como “la representación de aquellas características esenciales del objeto que se investiga, que cumple una función heurística, ya que permite descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades de ese objeto de estudio, con vistas a la transformación de la realidad” (Valle, 2009).

Estos fines educativos para descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades en el tratamiento didáctico del concepto magnitud, son interpretados para el desarrollo de esta tesis, como la estructuración de variadas actividades de carácter didáctico, que contemple la articulación de los componentes organizacionales del proceso de enseñanza - aprendizaje, que se desarrolla sobre los sujetos implicados y los componentes estructurales del proceso de formación de un profesional de la Educación: académico, laboral e investigativo, en el logro exitoso de solución de problemas profesionales.

La concepción del modelo que se propone ha estado marcada por considerar como aspectos semejantes y diferentes con otros modelos para tratamientos didácticos, los que siguen a continuación:

**Aspectos semejantes**

1. La consideración de los componentes didácticos del proceso de enseñanza aprendizaje.
2. En su esencia se encuentra la estructura del proceso de universalización.
3. Establece un espacio para la comunicación.
4. Configura los componentes organizacionales del proceso de formación de un profesional de la educación (académico, laboral, investigativo, extensionista).

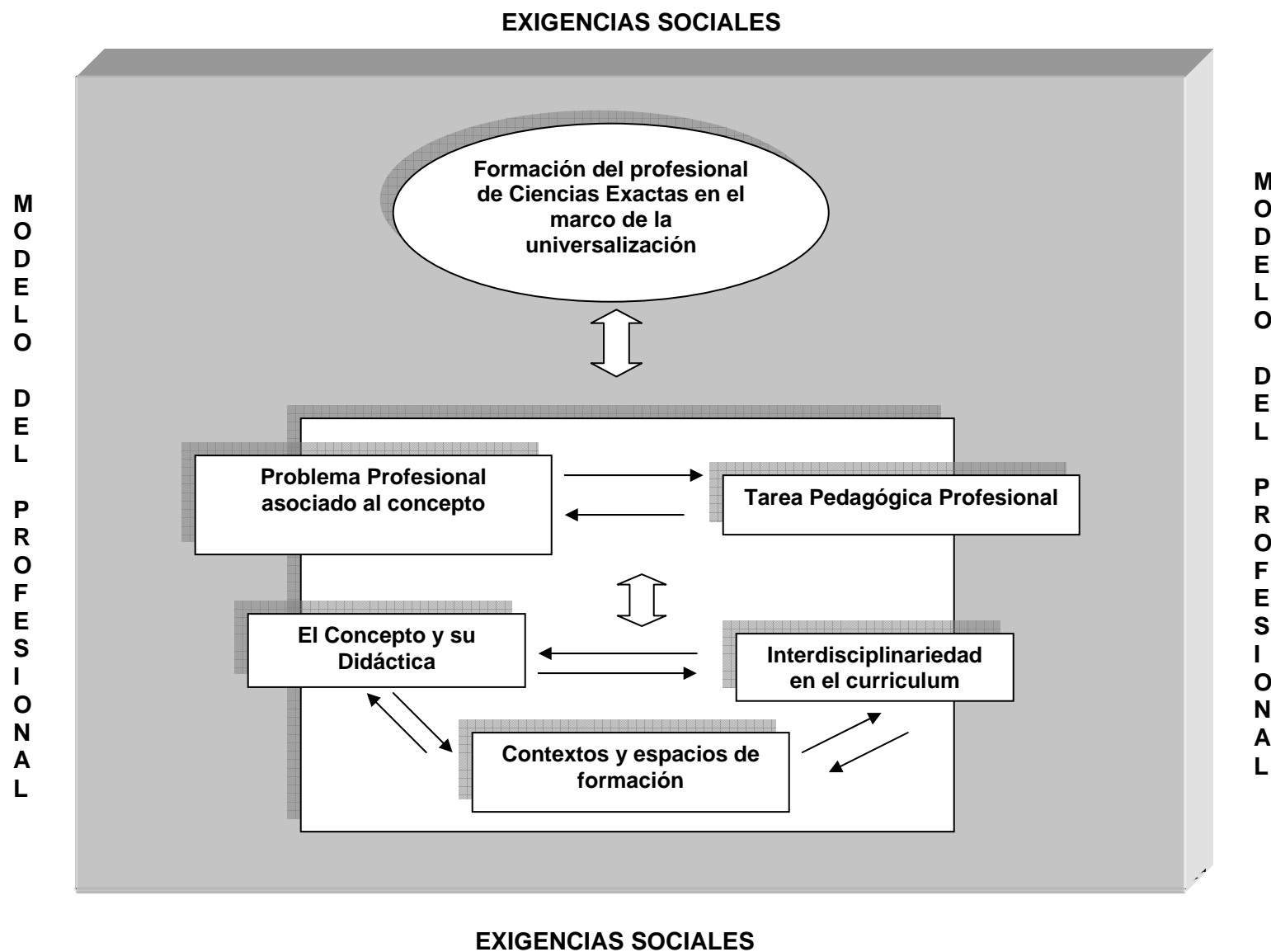
**Aspectos diferentes**

1. Opera en todas las formas de organización del proceso (clase, encuentro presencial, reuniones metodológicas.
2. Opera en todas las fases del proceso de formación del profesional (inicial, intermedia y final)
3. La incorporación de un proceso interdisciplinario, como complemento de la variante de solución a dicha problemática, singularizada en la realización del principio interdisciplinar-profesional, lo que presupone una integración de las tareas que se acometen por cada uno de los elementos que aglutina el proceso de formación del estudiante de la carrera.
4. La consideración de los nuevos contextos de formación para este tipo de profesional, con todas sus exigencias y espacios correspondientes.

La sistematización de los presupuestos teóricos asumidos en este trabajo y la implicación en la práctica pedagógica de la solución del problema de investigación descrito, han permitido la realización del modelo que a continuación se muestra.



**REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO PARA EL TRATAMIENTO DIDÁCTICO DEL CONCEPTO MAGNITUD, EN LA FORMACIÓN DEL LICENCIADO EN EDUCACIÓN, ESPECIALIDAD CIENCIAS EXACTAS.**



### **III.1.1. Fundamentos del modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud**

#### **- Fundamentos filosóficos**

En el materialismo dialéctico se sustenta este modelo como teoría filosófica y dentro de ella, la teoría del conocimiento elaborada por los clásicos del marxismo: Engels (1982); Marx (1973) y Lenin (1979).

Se asume la posición de Krapivin (1989), al valorar el materialismo dialéctico como teoría general del desarrollo, que tiene una significación mundivivencial extraordinaria, puesto que sin ella resulta imposible presentar hoy un cuadro científico general del mundo.

Esta significatividad del mundo que nos rodea, se interpreta al asumir posiciones como las de Marx (1973), donde refiere que todo saber no solo es resultado del conocimiento precedente, sino también medio de buscar nuevas verdades y conseguir un reflejo más pleno y más profundo de la realidad. Siendo así, la realidad se hace más cognoscible y por tanto, más propia de ser transformada.

Por otra parte, se considera la relación entre la materia y la conciencia a propósito de sus relaciones dialécticas en interconexión y condicionamiento mutuo.

Una de las formas de expresar la conciencia es precisamente el pensamiento conceptual, donde el lenguaje juega un papel determinante.

En este sentido, el modelo que se propone configura, desde su diseño y hasta su implementación, una dialéctica materialista como doctrina que concatena lo universal (expresado en leyes, cosas, fenómenos de naturaleza social) del proceso de formación del profesional y su implicación en su desarrollo personal.

Esta dialéctica materialista es expresada como condición necesaria y suficiente para el diseño e instrumentación del modelo, a partir de considerar:

1. La revelación de lo contradictorio del proceso de formación del profesional que se expresa en la unidad y lucha de aspectos internos (necesidad creciente de desarrollo) y externos (condiciones sociales de desarrollo) y que sus relaciones e interacciones favorecen el desarrollo conceptual de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

2. El tránsito de lo cualitativo expresado en las propiedades de los objetos (concepto magnitud) con los que interactúa el estudiante de la carrera a lo cuantitativo, expresado en una cantidad o número como regla para expresar la cualidad.
3. Una negación entre lo nuevo aprendido y lo viejo conocido, como condición del desarrollo del estudiante de la carrera.

Por otra parte, este modelo aglutina aspectos generales del desarrollo del mundo real (la situación matemático conceptual de los estudiantes en formación), que son expresados a través de las categorías filosóficas: lo singular, lo particular y lo general, lo que justifica considerar los rasgos individuales de los conceptos (lo general), los conceptos matemáticos en particular y el de magnitud, con sus características singulares que lo distinguen de los demás conceptos matemáticos (lo singular), el contenido y la forma, que hace que el concepto magnitud se exprese como contenido en tanto conjunto de magnitudes de diferentes géneros y la organización de ellas según tipo o género hacen que tengan determinada forma, causa y efecto, lo que refiere que a partir de la realización de determinadas acciones para transformar el estado de un objeto (causa), se incrementará la formación conceptual (magnitud) en los estudiantes en formación para el área de Ciencias Exactas (efecto).

#### **- Fundamentos Sociológicos**

El proceso de formación del profesional (la elaboración conceptual) no puede verse al margen de las relaciones entre la Educación y la Sociedad, aspecto este que precisa considerar posiciones teóricas de partida como las de Blanco, (1997); Carreño, (1997); entre otros. En este sentido, estos autores manifiestan que las relaciones entre Educación y Sociedad, “deben analizarse en dos planos diferentes entre sí: en primer lugar la influencia de la sociedad como base objetiva del proceso de educación del individuo, con el fin de lograr su integración al contexto social; en segundo lugar, la influencia de la Educación en el proceso de desarrollo de la sociedad”, (Blanco, 1997. p: 17).

Siendo así, es evidente entonces reconocer el alcance de los procesos educativos que subyacen en la formación de un profesional de la Educación, en los límites de una sociedad dada.

En este sentido, se reconoce en este proceso de formación, la participación de múltiples factores entre los que se destacan: alumnos de la educación para la que se forman y maestros, padres y familiares en general, instituciones y organizaciones de carácter estatal y social, medios de difusión masiva y los comunicadores, además de las condiciones sociales propiamente dichas. Aspecto este que le confiere a la Educación un carácter eminentemente social.

Todos estos elementos cobran un énfasis pertinente en el proceso social de transformación de las universidades pedagógicas que actualmente se desarrolla en cada uno de los centros de formación de profesores del país.

En el proceso de universalización de la Educación Superior, estos elementos y sus relaciones jerarquizan un proceso educativo donde las exigencias de la sociedad, en el sentido de la territorialidad, imponen un modelo de formación, donde el contexto social educativo es lo determinante, configurando a cada uno de los sujetos y procesos que allí se desarrollan.

Un aspecto importante a considerar, como parte del proceso educativo que se desarrolla, lo es precisamente la formación conceptual, expresada en un tipo de conocimiento general de la sociedad para transformarla, entenderla y mediatizar sus relaciones.

#### **- Fundamentos psicológicos**

Múltiples son los referentes que se aglutinan en la realización de este modelo y ejemplo de ello es el propio condicionamiento histórico social del desarrollo del hombre a partir de sus funciones psíquicas superiores aportadas por la Escuela Histórico Cultural creada por L. S. Vigotski (1896-1934).

Los aportes de Vigotski permitieron, en particular, seguir desarrollando el necesario vínculo entre aprendizaje y enseñanza.

La continuidad de estos estudios en autores tales como: Leontiev, Davidov, Galperin, entre otros y en la actualidad, Talizina, han reforzado la acción protagónica del estudiante en el aprendizaje, como condicionante para que este pueda operar de forma independiente y consciente con los conocimientos asimilados.

Talizina, continuó profundizando, las ideas de Galperin, planteando la necesidad de estructurar sistémicamente los conocimientos, mediante un

sistema de acciones mentales dirigidas a la apropiación por el estudiante del contenido.

Estas ideas han sido enriquecidas sustancialmente con los trabajos de Sálmina en la década del 80, en la antigua URSS y de Hernández, Fraga, Delgado, entre otros, en Cuba, a partir de 1989.

Se entiende entonces, analizar posiciones como las de Morenza, 1997, que refiere una de las tesis fundamentales de la Escuela Histórico Cultural, el carácter mediatizado instrumental del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. Para la autora, la realización de la mediatización puede concretarse a partir de un instrumento o herramienta o de un signo.

Esta mediatización puede definirse con la utilización de un instrumento, en este caso matemático, o de la utilización de un signo, el propio lenguaje a partir de las relaciones que se establecen entre los propios sujetos en la realización de una actividad común, con un objetivo específico.

La propia autora refiere que “el hombre se relaciona con los objetos de la cultura, pero en esta relación no está solo, está acompañado por los otros, sus relaciones con los objetos están mediatizadas por las relaciones que establecen con otras personas, estas aparecen como mediadores en el proceso de conocimiento. He aquí una primera forma de mediación, que no es la única en el contexto de la Escuela Histórico-Cultural, ya que los instrumentos con los cuales operan las funciones psíquicas superiores son también instrumentos mediadores”. (Morenza, 1997, p: 4-5).

Así, esta estructura mediatizada presupone tanto la utilización de instrumentos, “que permitan dar sentido a nuestros aprendizajes y conocimientos, mediante signos, en sentido amplio: desde un esquema, una invariante, una célula, un nodo, una red, un mapa conceptual, hasta una comunicación oral o escrita”, (Hernández, 1999, p: 3), a propósito de la ocurrencia de un proceso de interiorización de los propios objetos de la cultura, que desarrollan habilidades y en consecuencia, el aprendizaje.

La separación o distinción entre lo interpsicológico y lo intrapsicológico y el paso de lo primero a lo segundo, es a lo que se le denomina proceso de interiorización, siendo este el mecanismo psicológico que permite la apropiación y por tanto el desarrollo de la personalidad.

Esta dinámica se expresa en un concepto básico dentro de las posiciones vigotskianas y que tiene un impacto fundamental en la propuesta que se defiende, centrada en el proceso de resolución de problemas en el contexto de la dinámica del trabajo con los proyectos interdisciplinarios de año.

Otro elemento importante para el desarrollo del modelo, desde el punto de vista psicológico y siguiendo las ideas aportadas por la escuela Histórico Cultural radica precisamente, en la noción de Situación Social de Desarrollo (SSD), que expresa una combinación especial entre las condiciones de vida del individuo (estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas), en una etapa vital dada (permanencia como estudiantes) y sus particularidades psicológicas (formación conceptual), lo que condiciona la dinámica del desarrollo psíquico. (Bozhovich, 1976, p: 93-99).

Siguiendo la obra de D'Angelo, (1995) la importancia de la noción de SSD se le atribuye al carácter de los vínculos entre la sociedad y el individuo y que para el desarrollo de esta tesis son interpretados y valorados por las exigencias y normativas que el proceso de universalización de las Universidades de Ciencias Pedagógicas, le impone a este proceso de formación del estudiante de la carrera.

### **- Fundamentos pedagógicos**

Una premisa teórica para la elaboración de conceptos matemáticos en la formación del estudiante de la carrera, debe partir de las relaciones entre el sistema categorial de la Pedagogía como ciencia, EDUCACIÓN – ENSEÑANZA – APRENDIZAJE y su implicación en el DESARROLLO individual de los sujetos.

Siendo así, estas relaciones causales entre las categorías antes descritas, deben necesariamente verse en el contexto de la formación del estudiante de la carrera en la medida en que sus relaciones deberán generar un DESARROLLO íntegro del componente personológico y en consecuencia, la de los sujetos donde ejercen su práctica profesional.

La Educación constituye un proceso social complejo e histórico concreto, en el que tiene lugar la transmisión y apropiación de la herencia cultural acumulada por el ser humano. En este contexto, el aprendizaje representa el mecanismo a través del cual el sujeto se apropia de los contenidos y las formas de la cultura,

que son transmitidas en la interacción con otras personas (Castellanos, D.; 2001).

Esta apropiación de los contenidos mucho tiene que ver con el proceso que dirigido por el maestro, posibilita aglutinar aspectos de carácter didáctico y que se definen desde la concepción de la enseñanza.

Para el desarrollo de esta tesis el proceso de enseñanza – aprendizaje ocurre bajo las exigencias que la sociedad impone a un profesional de la Educación, para que sea consecuente con sus intereses y contribuya a su propia transformación social.

Por tal razón, estas categorías deben expresar como consecuencia de sus relaciones dialécticas, la apropiación de cada uno de los elementos culturales, expresados en conceptos (magnitud) y herramientas didácticas para su tratamiento en la escuela media.

Estos elementos culturales, son reconocidos para el desarrollo de este modelo, como la transformación propia de la significatividad (conceptual y didáctica) dentro del tratamiento del concepto magnitud, en el estudiante de la carrera.

#### **- Principios que sustentan el modelo**

- a. El principio interdisciplinar-profesional (Perera, 2000), presupone la necesaria atenuación interdisciplinaria de los problemas en el proceso de enseñanza aprendizaje, que se diseña al nivel de la formación del estudiante de la carrera.
- b. El principio del carácter problémico de los componentes del modelo, presupone que el conjunto de componentes previstos, tengan como finalidad máxima la solución de problemas profesionales, en un proceso continuo de problematización de la práctica profesional que el estudiante enfrenta y transforma, demostrando un sentido crítico y transformador en los planos de lo vivenciado, lo empírico y lo investigado.
- c. El principio del carácter contextual de los componentes del modelo, presupone que el conjunto de componentes del modelo previsto, sea transformador de la realidad singular que el estudiante y su colectivo enfrentan en el marco de su aula, microuniversidad y sede municipal.
- d. El principio del carácter interactivo de los componentes del modelo, presupone que el conjunto de los componentes previstos, consideren y

transformen la realidad personal y de desarrollo de su colectivo estudiantil y laboral pre - profesional en la escuela.

### **III.1.2. Los componentes del modelo teórico y sus relaciones esenciales**

#### **- El problema profesional asociado al concepto magnitud**

Es conocida la necesidad de una formación profesional que prepare al hombre para una educación permanente, que le permita al sujeto tomar conciencia de sí mismo, de su medio ambiente y de su responsabilidad como ser social, ser capaz de tener acceso a las informaciones sobre el mundo, de articularlas y organizarlas, para lo que requiere tener una visión global de la realidad en toda su complejidad, basada en una educación interdisciplinaria como principio de su formación (Perera, 2000).

Esta necesidad es entendida como la asimilación de todos los saberes que le aportan cada una de las disciplinas del curriculum escolar, que favorezcan su desarrollo personal y como estudiante de la carrera.

Tanto es así, que la asimilación de estos saberes para los sujetos que protagonizan la investigación, connotan una nueva dimensión para la apropiación de los contenidos, en tanto no solo es importante que se lo aprendan, sino que su tratamiento didáctico en la escuela media también represente un aspecto digno a considerar.

Por tales razones, estos aspectos hacen que los contenidos de las disciplinas que se enseñan durante el período de formación de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, tributen a este proceso de adquisición, como un proceso donde prevalece la solución de problemas profesionales caracterizados por Addine, (2001) y que fueron tratados con anterioridad.

Cada uno de estos rasgos, favorecen la determinación de los problemas profesionales como inicio, medio y fin de la transformación del proceso pedagógico, que sobre estos estudiantes se diseña.

Dada la singularidad del objeto de investigación definido y los aspectos que anteriormente se han descrito, se enfatiza en la idea de que la elaboración de conceptos en los sujetos objeto de esta investigación, devienen en un tratamiento didáctico caracterizado por la solución de problemas de tipo profesional, sobre todo por el primero de los rasgos anteriormente descritos



que caracterizan los problemas profesionales, o sea, la ubicación de este dentro del objeto de la profesión.

En consonancia con lo descrito en el Capítulo I de esta tesis, subyace un tipo de tarea consecuente con la transformación de estos problemas profesionales y que tiene una expresión en la tarea pedagógica profesional.

#### **- La tarea pedagógica profesional**

Este tipo de tarea, que por su esencia debe ser de tipo profesional, quedó definida de la siguiente manera:

- Asumir una estructuración del contenido de la disciplina y asignaturas correspondientes, lo que presupone la formulación, la determinación de modelos de solución y su concreción en el proceso de enseñanza aprendizaje que se concibe y que consideran los tipos de problemas (problemas de cálculo, problemas de conversión, problemas de estimación y problemas de medición) y habilidades asociadas (calcular, convertir, estimar y medir) al trabajo con las magnitudes del área y de las que mayormente tienen una influencia marcada en la escuela Media Superior.
- Utilizar dentro del proceso de enseñanza - aprendizaje de las asignaturas de la disciplina, una organización grupal que favorezca la realización de un trabajo cooperado y que debe ser concebido para la realización de cada una de las tareas que se diseñen.
- La utilización dentro y fuera de la clase de las asignaturas de la disciplina y en cada uno de los contextos de formación y espacios correspondientes, de un lenguaje, cuya esencia radica, en considerar las particularidades de los conceptos de las ciencias que concurren en el área de formación del estudiante de la carrera y la singularidad del concepto magnitud, aspecto este que lo define como lenguaje situacional.
- Articular un sistema de relaciones interdisciplinarias en el curriculum, que tiene su expresión en la realización y evaluación de un proyecto interdisciplinar de año lo que presupone, siendo este la configuración propia de las relaciones de tipo interdisciplinarias, en el curriculum de formación del estudiante de la carrera, la transformación de los objetos que subyacen en el

seguimiento a una problemática interdisciplinar del año y que se define en los términos de la elaboración del concepto magnitud, como concepto sistematizador e interdisciplinar del área para la que se forman los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

Definir la tarea pedagógica de esta manera, permite revelar la relación dialéctica entre esta y el problema pedagógico definido. Tal y como se explicó en espacios anteriores el problema es concreto, manifestado en una situación presente en un objeto (la formación conceptual) y en consecuencia, la tarea se caracteriza por su nivel de generalización en tanto concreta la actividad cuyo fin es transformar al correspondiente objeto. Elementos estos que posibilitan definir, la tarea y el problema profesional como contrarios dialécticos.

Estos dos componentes estructurales constituyen, un primer nivel de realización teórica del modelo; sus relaciones y su condicionamiento dialéctico, presuponen su definición, para lo que en adelante se describe, y que alcanzan una singularidad marcada en cada uno de los contextos y espacios correspondientes.

#### **- El concepto y su didáctica**

Este componente estructural del modelo, cobra una importancia vital en el logro de los objetivos propuestos para desarrollar esta investigación.

En este, se configuran todos los aspectos que en materia filosófica, pedagógica, didáctica, sociológica y psicológica favorecen el proceso de tratamiento didáctico de los conceptos, en el proceso de formación del estudiante de la carrera.

Este componente define la consideración de una disciplina curricular (Matemática y su metodología) como coordinadora de las acciones en el curriculum escolar.

La invarianza del concepto de magnitud, constituye la base para el proceso de diagnóstico del estado de la elaboración del concepto magnitud, que la Matemática y su metodología como disciplina, organizará dentro de la dinámica del curriculum.

Se considera que la dinámica de este proceso de diagnóstico, la determina la definición de magnitud que se asume, expresada en el lenguaje de cuatro

exigencias cualitativas derivadas de ella, desplegadas en el proceso de resolución de los correspondientes problemas básicos sobre magnitudes: la comparabilidad entre magnitudes, la adición-sustracción de magnitudes, la división sucesiva de una magnitud y la continuidad de la magnitud.

Dentro de la propia disciplina y asignaturas correspondientes, se concibe una estructuración del **contenido** por clases de problemas, una concepción de trabajo grupal sobre la base de la realización de un trabajo cooperado y la utilización dentro de sus clases y fuera de ellas, de un lenguaje propio de la profesión para la que se forman los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, propio de la ciencia Matemática y de las particularidades del concepto magnitud.

Se comienza por delimitar aquellos elementos que dentro de la estructuración del contenido de las asignaturas de la disciplina, se singularizará en clases de problemas que en mejor medida favorecen la elaboración del concepto magnitud.

Como ya se refirió en el primer capítulo, el fundamento teórico - psicológico de esta tesis se considera sobre la base de los principales presupuestos de la Escuela Histórico - Cultural de Vigotski.

Según Hernández, (1999), citada por Bustamante, (2003) el enfoque de Vigotski, al poner en el centro de su atención la actividad del estudiante y crear las condiciones para que se produzca su relación con el objeto de estudio, sintetiza las ideas fundamentales del pensamiento pedagógico contemporáneo. Lo que le da la posibilidad de viabilizar la búsqueda de soluciones a los problemas que aún subsisten en el aprendizaje de la Matemática.

Siguiendo esta idea, Delgado, (1999), defiende en su tesis doctoral una organización sistémica del contenido matemático atendiendo a cuatro tipos diferentes: estructural - funcional, genética, de reglas y unidades y por clases de problemas manteniendo los instrumentos.

De acuerdo con el interés de esta tesis, se precisan los tipos estructural – funcional y por clases de problemas manteniendo los instrumentos.

En el caso del tipo estructural – funcional se describe el objeto en su totalidad, por su composición y estructura, que garantizan el funcionamiento en un sistema mayor o la existencia estable en el medio circundante; en esta

descripción, el tipo de enlace principal es el estructural – funcional y la estructura funcional estable de cada nivel del sistema o concepto formador de este, recibe el nombre de invariante del sistema.

Según Delgado, (1999), la realización de este caso al nivel de un programa de estudio requiere de: revelar el concepto formador del sistema (invariante), destacar lo invariante, su estructura, destacar lo variable, su manifestación funcional en el sistema y destacar las variantes o manifestaciones particulares dentro de este.

En la presente tesis, se está considerando el conjunto de las magnitudes como sistema e incorporado como contenido de enseñanza al proceso de formación del estudiante de la carrera.

De acuerdo con esta precisión y bajo los presupuestos desarrollados alrededor de la conceptualización de las magnitudes, se justifica declarar el concepto magnitud, como elemento formador del propio sistema como invariante.

En este caso, lo invariante, la estructura, radica en la consideración de las cualidades que condensan las propiedades esenciales de la magnitud, a través de cualquier manifestación particular de esta: longitud, amplitud, masa, tiempo, etc., que a su vez, determinan las variantes del sistema.

El tipo de las clases de problemas mediante la variación de los instrumentos de solución, según este autor, requiere de la realización de los siguientes pasos en el proceso de diseño de una asignatura: determinar los instrumentos que provee el contenido del programa para la resolución de problemas relativos a él, determinar todos los problemas que pueden ser considerados como aplicaciones inmediatas del contenido objeto de estudio (en los límites del modelo del profesional), agrupar el conjunto de problemas en el menor número de clases posibles, agrupándolos por el objeto de estudio del problema y no por el instrumento con que se resuelve, organizar el bloque de contenidos de forma tal, que se lleve de frente la resolución de las diferentes clases de problemas y que en cada tema permanezca invariable el tipo de instrumento a utilizar.

Esta concepción ha sido utilizada con éxito en el diseño y desarrollo de asignaturas, lo que garantiza la lógica de descomposición de ella en los diferentes temas que la determinan, subrayando así el aspecto del desglose horizontal.

Siendo así, lo esencial en lo que se viene analizando como criterio de diseño, es la relación que pueda establecerse entre: objeto (concepto) – clases de problemas - habilidad – instrumento.

Por ello, en la lógica del desglose vertical de la disciplina, de acuerdo con la singularidad del objeto de referencia (el concepto de magnitud), se podría asumir como criterio de diseño, el conservar las clases de problemas y de hecho las habilidades, en el sentido de Delgado, (1999) enriqueciendo el propio objeto y los instrumentos, en el paso de una asignatura a la otra.

Un momento importante ahora, es determinar las clases de problemas que caracterizan el trabajo con el concepto de magnitud, para lo cual se sugieren, los propios pasos que propone Delgado, (1999), adaptándolos a las condiciones específicas del contexto investigativo de esta tesis.

La determinación de los problemas y de los instrumentos para su resolución que provee el contenido respecto al objeto de referencia (concepto de magnitud), que pueden ser considerados como aplicaciones inmediatas de este objeto (en los límites del modelo del profesional), así como su agrupación en el menor número de clases posibles, la hemos desarrollado, en primer término, con la ayuda de los propios principios que se definieron, en el segundo capítulo.

Así, corresponde considerar problemas de las siguientes clases: cálculo de magnitudes, conversión de magnitudes, estimación de magnitudes, medición de magnitudes.

Los problemas de cálculo con magnitudes, presuponen reconocer las operaciones de adición y sustracción, así como la de multiplicación por un escalar, como las tres operaciones básicas relativas al trabajo con magnitudes. Los problemas de conversión caracterizan una dinámica del trabajo con magnitudes que permite, dentro de un mismo género o tipo de estas, obtener equivalencias numéricas entre diferentes unidades, tanto en el tránsito de un sistema a otro (respecto a una misma magnitud), como en el uso de múltiplos y submúltiplos.

Los problemas de estimación y de medición encierran el proceso de establecimiento de un valor numérico para una magnitud, mediante un patrón de comparación; pero se diferencian, por el uso de un medio específico en el caso de las situaciones de medición.

En el caso de los problemas de estimación, se hace fuerte un componente facto-perceptual, marcado por las experiencias específicas acumuladas por quien los resuelve.

En este marco de problemas, inciden los siguientes instrumentos:

-Problemas de cálculo con magnitudes: el concepto de las diferentes magnitudes que intervienen, el modelo de las operaciones básicas con magnitudes, las fórmulas que caracterizan las magnitudes derivadas, los algoritmos de cálculo con números reales.

-Problemas de conversión de magnitudes: el concepto de la magnitud que se convierte, las equivalencias entre las unidades de esa magnitud, los algoritmos de cálculo con números reales.

-Problemas de estimación de magnitudes: el concepto de la magnitud que se estima, el patrón de la magnitud que se estima en su vínculo experiencial, los algoritmos de cálculo con números reales.

-Problemas de medición de magnitudes: el concepto de la magnitud que se mide, el medio de medición, el patrón de medición en su vínculo con el medio, los algoritmos de cálculo con números reales.

Los cuatro tipos de problemas descritos están asociados, respectivamente, a cuatro habilidades: calcular, convertir, estimar, medir.

A continuación se da una caracterización de cada una de estas habilidades en los términos de cómo se han interpretado para el tratamiento didáctico del concepto magnitud.

-Estimar una magnitud, es determinar un valor numérico para ella en un rango posible de su variación, a través de un patrón de comparación y una base experiencial determinada.

-Calcular con magnitudes, es desarrollar una operación algebraica para transformar una, dos o más magnitudes.

-Convertir una magnitud, es establecer una equivalencia numérica entre dos unidades de esta.

-Medir una magnitud, es establecer una correspondencia numérica entre esta y un patrón de comparación, a través de un medio predeterminado.

Esta caracterización se completa mediante la determinación del sistema de acciones de cada una de las habilidades caracterizadas.

Estimar: Analizar el objeto de estimación, determinar la magnitud a estimar, determinar un rango de variación de la magnitud, precisar un valor posible, valorar el resultado.

Calcular: identificar las magnitudes para el cálculo, determinar la operación, determinación del algoritmo, ejecutar el algoritmo, valorar el resultado.

Convertir: Describir las magnitudes en el contexto de conversión, identificar el criterio de conversión, desarrollar el cálculo asociado, escribir la equivalencia obtenida, valorar el resultado.

Medir (Oropesa, 2002): Interpretar el objetivo, seleccionar el medio de medición, preparar el medio, manipular el medio, obtener los datos, procesar los datos, interpretar los resultados.

#### El conjunto de habilidades asociado al trabajo con magnitudes como sistema

Seguidamente se pretende caracterizar al conjunto de habilidades delimitado para el trabajo con magnitudes como un sistema.

Desde las posiciones del Enfoque Sistémico y siguiendo los criterios de Sadovski, (1974), y los del libro La Dialéctica y los Métodos Científicos Generales de Investigación, (1982), referidos por Castro, (2000), el estudio de un objeto como sistema, implica revelar que es una parte de otro objeto de orden superior de complejidad, que forma una unidad especial con el medio, que constituye un complejo integral de partes interconectadas y que sus partes se manifiestan como sistemas de orden inferior de complejidad.

Este conjunto de habilidades se considera en el marco del sistema básico de habilidades matemáticas (Hernández, 1990, Delgado, 1999), lo cual lo sitúa como parte de un objeto de orden superior de complejidad, que forma, a su vez, una unidad especial con el contexto abarcador de las múltiples aplicaciones de las magnitudes, dentro del trabajo de las diferentes asignaturas.

Por otro lado, este conjunto es un complejo integral de partes interconectadas, comprendidas por su independencia o interdependencia relativas de cada una de las habilidades y entre cada una de ellas, de acuerdo con la naturaleza y complejidad de los diferentes problemas que se resuelven.

Asimismo, cada una de estas habilidades ha quedado caracterizada por sus sistemas de acciones, lo que las hace ver como sistemas de orden inferior de complejidad.

Se definen en lo adelante lo relativo al trabajo grupal (forma) y lenguaje situacional, que complementan el accionar de la disciplina.

Se entenderá este concepto, como un lenguaje situacional que expresa situaciones que reúnen el lenguaje de los objetos matemáticos y el de los objetos con los que opera el conocimiento de otras disciplinas de la carrera de Ciencias Exactas, tales como: la Física y su metodología, la Informática y su metodología y la propia disciplina que regula las acciones; o sea, la Matemática y su metodología.

De esta forma, el lenguaje situacional se refiere, en primer lugar:

- 1 A los nexos interdisciplinarios posibles, que puedan establecerse al nivel del contenido de las diferentes disciplinas con el objeto magnitud.

Fueron considerados como nexos interdisciplinarios: el concepto, las relaciones esenciales del concepto con otros conceptos y la resolución de problemas según tipos definidos.

- 2 Al asumir posiciones como las De Guzmán, (1991), cuando evalúa las tendencias innovadoras en Educación Matemática y analiza esta ciencia como actividad, dotada de tres rasgos esenciales: simbolización adecuada, que permite representar eficazmente, desde el punto de vista operativo, los objetos que maneja; manipulación racional rigurosa, que compele al ascenso de aquellos que se adhieren a las convenciones de partida y un dominio efectivo de la realidad a la que se dirige, primero racional del modelo mental que se construye y luego, si se pretende, de la realidad exterior modelada.

Es esta entonces, otra variante que toma el lenguaje situacional, para el caso específico de las magnitudes, lo que se traduce en la utilización de un símbolo para una magnitud determinada, la unidad en que puede ser expresada, así como el reconocimiento del sistema de unidad al que pertenece.

Destacar la utilización de magnitudes que no están incluidas en los programas de las asignaturas del curriculum escolar y que son muy manejadas por los estudiantes, a partir de su experiencia histórica concreta y su tránsito como estudiante de la carrera. (Moneda).

- 3 Por último, este lenguaje situacional permite la concepción de un proceso de enseñanza-aprendizaje propio de las asignaturas del área para ese nivel y que configura el cumplimiento de los objetivos del modelo del profesional.



Siendo así, y para este caso particular, el lenguaje expresa la planificación y dirección del proceso de enseñanza–aprendizaje según los requerimientos metodológicos de la estructuración de un concepto, a partir de lo normado en las Didácticas particulares.

En el Capítulo I, se destacó el rol del trabajo grupal en el proceso de elaboración de conceptos. Este aspecto es valorado en el modelo mediante uno de sus componentes estructurales, que subraya la relación forma de organización – método de dirección del proceso - evaluación.

Según Marchesi y Martín (1998), existe una caracterización de las alternativas generales para estructurar la cooperación grupal, entre las que se destacan:

- tutoría entre iguales, lo que presupone que la persona que mejores aprendizajes haya alcanzado en la realización de una o varias tareas, deberá enseñar a otra que tiene un menor nivel alcanzado.
- colaboración entre iguales, lo que presupone que los estudiantes de igual nivel de aprendizaje alcanzado, trabajen en una misma actividad.
- aprendizaje cooperativo, lo que presupone que a partir de una previa distribución o planificación de responsabilidades los miembros de grupos heterogéneos realizan una tarea conjunta.

Por otra parte, se han adaptado y enriquecido los elementos explicativos básicos sobre las diferentes formas de organización grupal, a partir de las ideas de Calviño, (1998) y Rodas, (2003).

Las formas de organización de la actividad en grupos que se han puesto en práctica en la implementación del modelo, se exponen a continuación.

En cada caso se precisa el objetivo general de cada forma, con las características que ellas poseen para su organización. Estas son las siguientes: grupo de información centralizada, grupo de representación, grupo de observación y análisis, grupo de organización integral de la información y grupo de información evaluativa.

#### Grupos de información centralizada.

Se designa para cuando ante el grupo se elige una tarea, y este designa un miembro que accederá a cierta información, para luego ponerla al servicio del trabajo grupal. Esto da al miembro seleccionado una posición especial de comunicación - interacción, marcada entre el maestro, el alumno-expositor, el resto del grupo y el objeto de información.

### Grupo de representación.

En este tipo de grupo se descubre el significado real del trabajo grupal, por cuanto la meta, el sentido del trabajo, trasciende los límites del mismo y la comunicación transita a través de voceros o representantes. Se persigue como finalidad, la defensa de la información en dos eslabones: primero, en el plano del trabajo en los equipos por separado (dentro o fuera del marco áulico) y después, en el plano de los voceros por equipos y los propios equipos.

Una exigencia importante para el buen trabajo es el sistema de coordinación. En algunos casos, el coordinador es el mismo y se alivian algunas dificultades del cómo se realiza la coordinación, cómo se delimitan las tareas, los roles, etc.

### Grupo de observación y análisis.

Aquí se habla de un grupo que trabaja en presencia de la masa, para que esta trabaje sobre lo observado en el grupo.

El objetivo fundamental de este tipo de organización, es que las tareas se asignan a partir de una orientación circular en busca del cumplimiento de un objetivo general, que se irá logrando en la medida que se van implementando los diferentes roles asignados a los miembros.

Esta forma de organizar el grupo, responde a una disposición circular o en herradura de sus miembros, en la cual, en uno de sus eslabones se sienta el profesor, que funciona de coordinador.

El punto de partida es el maestro (quien coordina todo el proceso), la orientación seguida en la ejecución de las tareas en el sentido de la flecha y los cuadros en blanco que designan el contenido de las diferentes tareas que los miembros del grupo van realizando (hay cuadros a los que llegan más de una flecha, lo que significa que esas tareas las realiza más de un estudiante).

### Grupo de información evaluativa.

Este grupo tiene como objetivo el intercambio de información entre los estudiantes acerca de su situación de aprendizaje. Su papel fundamental es transmitir al profesor y a todo el grupo las dificultades y potencialidades que presentan los estudiantes en determinados conocimientos y trazar planes de acción para enfrentarlas.

Se consideran dos variantes de organización de este tipo de grupo, en las cuales los alumnos más aventajados se disponen en dos filas (primera

variante) o en círculo (segunda variante) para incidir sobre el resto del grupo. Se considera un grupo discriminador de la información (que puede o no incluir al profesor), que coordina las acciones que se desarrollan.

Difícilmente un grupo avanzará sólo por el mero hecho de haber adoptado un rol de coordinación adecuado y una estructura de funcionamiento que sea facilitadora. Para que un grupo sea eficaz y productivo, es imprescindible la creación de un buen espíritu de grupo Calviño,(1998), que se traduce en el espacio interactivo que caracteriza, como se vio, a la interacción en la ZDP, en los límites de la cual sucede el proceso de elaboración de los conceptos.

Por ello, el uso de cada una de estas alternativas organizativas rebasa el aspecto formal, en tanto forma de organización, penetrando en el aspecto interno del proceso y por tanto, en el método de enseñanza.

Es esencial la consideración del conjunto minimal de magnitudes y sus unidades (ver Anexo 9), la utilización de las videos clases, así como la utilización de otras fuentes y **medios** donde se definan o trabajen con algún tipo de magnitud específica, constituyéndose en el sistema de objetos que son transformados, por las habilidades determinadas en el proceso de formulación y resolución de los problemas correspondientes.

Por último, se precisa la **evaluación**, como componente didáctico de la disciplina y su concreción en las asignaturas correspondientes.

La evaluación en este caso, se considera como la manera de controlar la transformación del problema de inicio y en consecuencia, el estado del diagnóstico.

Por tal razón, se propone que la evaluación tenga un corte final al cierre de cada curso escolar, donde deberán defenderse los principales resultados alcanzados en el proyecto interdisciplinar de año. Por otra parte, pueden ser consideradas las formas de evaluación que el docente estime conveniente.

#### **- Interdisciplinariedad en el curriculum**

A decir de Perera Cumerna, (2002), se considera la necesaria atenuación de los problemas, en el proceso de enseñanza-aprendizaje que se diseña al nivel de la formación de un profesional de la Educación y su transformación profunda en:

- 1 Las actitudes y relaciones entre los sujetos que intervienen en el proceso.
- 2 Las concepciones metodológicas de los maestros, profesores y directivos, que se manifiesten en la práctica contra los métodos que favorecen más la transmisión de un saber codificado que la aptitud y actitud para el descubrimiento y la creación de un conocimiento continuo.

Estas concepciones metodológicas de los maestros, profesores y directivos, deben ser atenuadas desde la propia definición de la tarea que se diseña, donde estos jueguen un rol protagónico.

Siendo así, estos aspectos, junto a la necesaria concepción interdisciplinaria de formación, que deviene una formación integral de las asignaturas del área para la que se forman los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas y la necesaria articulación de los componentes académicos, laboral e investigativos, presuponen relaciones de tipo interdisciplinar que adquieren una particularidad con la realización y evaluación de un proyecto interdisciplinar de año y que a continuación se detallan.

De acuerdo con los referentes teóricos asumidos en el primer capítulo, el desarrollo del proyecto interdisciplinar de año en la carrera, deberá sistematizarse en la dinámica de cada una de las actividades que se definieron en la concepción del modelo.

Un primer nivel de desarrollo del proyecto se ha descrito en el primer año de la carrera, donde se debe lograr desarrollar un proyecto interdisciplinar de año, que dé seguimiento a una problemática del proceso de enseñanza-aprendizaje, en un grado donde el alumno posteriormente realizará su práctica pre - profesional.

Este objetivo es indistintamente modificado, en la medida en que el estudiante transcurre por cada uno de los años de la carrera; solo precisar que en este caso puede ser atenuada la problemática identificada incluso en su contexto escolar, o sea, en el contexto donde desarrolla su práctica pre- profesional.

En el marco de las exigencias del objeto de investigación que se desarrolla y atendiendo a la singularidad de este en cada uno de los años de formación profesional se han podido delimitar tres objetos de transformación, sobre los que se centran los problemas correspondientes a desarrollar con el proyecto interdisciplinar de año y que se expresan en: el proceso de desarrollo histórico

del concepto de magnitud, el proceso de formulación y resolución de clases problemas sobre magnitudes, el tratamiento didáctico del concepto de magnitud en el estudiante de la EP.

La concreción del proyecto, como transformación de estos tres objetos particulares, parte de considerar:

- a. Los problemas asociados al desarrollo de estos objetos, como concreción de la solución del problema profesional declarado en el capítulo uno y que tienen una identificación interdisciplinar.
- b. Una estructuración del proyecto, que considere: el desarrollo del diagnóstico, la precisión de la pregunta problémica y el problema, la concreción del objeto al que se dará seguimiento en la solución del problema, la determinación del objetivo, el desarrollo de la modelación, la determinación de los sistemas conceptuales, de habilidades y los elementos de áreas de formación posibles a dar continuidad en estos sistemas al nivel de un grado de la EP, la determinación de situaciones del marco socio-histórico donde se plantea un elemento concreto de un complejo de materia, la concreción del Programa Director de la Matemática, el aporte concreto de las asignaturas y disciplinas curriculares (desde sus potencialidades específicas), la formulación y resolución de problemas desde la asignatura y la concreción de las problemáticas en el desarrollo de la clase.
- c. Una organización y seguimiento de la solución de los problemas expresados en el proyecto, que presupone, por lo menos: la organización de los estudiantes en una determinada agrupación, la precisión de las tareas posibles en cada subgrupo, la determinación de la organización temporal de la solución del problema, la preparación de un sistema de clases, la forma de presentación y la defensa del proyecto.

**- La consideración de los contextos de formación y espacios correspondientes.**

Se asume la posición de Díaz, (1998), citado por Rubio, (2004), al considerar que en la carrera se dan todos los componentes y relaciones del trabajo metodológico universitario, así como se realizan todas las funciones de dirección, desde su objeto y la formación global del profesional de acuerdo con

el modelo estructurado a otros niveles, pero con la participación de este colectivo y que desde el punto de vista direccional debe encargarse de establecer las relaciones con los otros niveles (disciplinas docentes y años académicos). A estos últimos para el caso de la carrera objeto de estudio, deben agregársele los contextos educativos o de formación del profesional. Esta instancia redimensiona la organización jerárquica del trabajo metodológico, puesto que primero deben ser establecidas las relaciones entre los contextos educativos, aunque no sean simultáneos, para después establecer las relaciones entre los niveles de disciplinas docentes y año académico.

Siendo así, el establecimiento de relaciones simultáneas en función de garantizar la formación integral de los futuros profesionales, parte de considerar ciertos espacios de formación, donde la actividad metodológica alcanza su más significativa expresión.

En este escenario y considerando los profesionales que son objetos de esta investigación, estos contextos se definen como:

La **UCP**: contexto donde se diseñan las acciones formativas, didácticas e instructivas, sobre la base de las exigencias de los nuevos escenarios y regulaciones para la formación de estos futuros profesionales. Contexto donde se desarrolla la clase, entendida esta como el espacio de apropiación de una cultura científica propia de las ciencias y áreas de formación para las que se forman.

Para el caso de este contexto, se identifican como funciones fundamentales, con la intencionalidad de solucionar óptimamente el problema profesional descrito y compartiendo criterios con Rubio, (2005), las siguientes:

- 1 Articular las acciones didácticas para el proceso de elaboración de conceptos, sobre la base del desarrollo de habilidades particulares de las disciplinas del plan de estudios, las que sugiere el modelo del profesional, con énfasis en las de carácter investigativo y las habilidades de estudio para el logro de las tareas pedagógicas profesionales que para ellos se diseñan.
- 2 Regular las relaciones entre los componentes estructurales de la formación del profesional (académico, laboral, investigativo) y los organizacionales del proceso de enseñanza aprendizaje (diagnóstico, problema, objetivo, contenido, método, medio, forma, evaluación).

- 3 Regular las acciones didácticas de las carreras, años y disciplinas para favorecer la formación conceptual de los profesionales en formación.
- 4 Regular las acciones didácticas de los demás contextos de formación.

La **Sede Pedagógica**, contexto donde se desarrolla el encuentro presencial, este considerado como espacio de formación científica metodológica, que aglutina el accionar y cumplimiento de objetivos de año y disciplina, en aras de lograr una sólida formación científica en los estudiantes en formación, para enfrentar con éxito su práctica profesional diaria.

Para este caso, son identificadas como funciones básicas las siguientes:

- A. Regular las acciones didácticas que se diseñan para la realización de los encuentros presenciales, que con frecuencia quincenal allí se desarrollan.
- B. Regular las acciones didácticas para la elaboración de conceptos, que se diseñan en el contexto que simultáneamente se desarrolla, o sea, la microuniversidad, sobre la base de acciones que contemplen el papel de los sujetos, objetos y procesos.
- C. Regular las acciones didácticas, que como parte del trabajo docente metodológico se diseñan para la elaboración de conceptos en los futuros profesionales que considere el papel de los responsables de asignaturas, coordinadores de carreras y profesores a tiempo parcial en las sedes pedagógicas.

La **Microuniversidad**: contexto donde transcurren los procesos de preparación metodológica, entendida esta como espacio de formación de habilidades profesionales, y se conjuga la teoría con la práctica durante la realización de tareas profesionales, con la articulación de los sujetos (tutor, jefe de departamento docente, director, otros profesores del área) que inciden en su formación profesional y la clase que desarrolla en el contexto escolar, entendido este como espacio donde ocurren la realización pedagógica profesional del estudiante de la carrera y procesos de apropiación de una cultura científica, laboral e investigativa.

Este contexto, cumplirá funciones tales como:

- A. Cumplir y hacer cumplir las acciones que se derivan de los contextos anteriores, para favorecer la elaboración de conceptos.
- B. Regular las acciones didácticas, que como parte del trabajo docente metodológico, se diseñan para la elaboración de conceptos en los futuros

profesionales, que considere el papel de los jefes de departamentos y las particularidades del contexto escolar, donde el estudiante de la carrera desarrolla su acción de enseñanza.

- C. Regular acciones didácticas que aglutinen el aprendizaje conceptual de los estudiantes de la enseñanza media (Preuniversitario), sobre la base de lo diseñado en espacios anteriores.

Hasta aquí han sido tratados los componentes estructurales del modelo que definen el segundo momento de realización de este. Revelar por último la esencia de sus relaciones posibilita un entendimiento más detallado para su puesta en práctica.

La definición de una disciplina como organizadora de las acciones formativas del año, en todo su proceso de formación, organiza un accionar que configura los componentes didácticos del proceso de enseñanza aprendizaje, la evaluación como parte de ellos, singularizará la realización de un proyecto interdisciplinar de año, que concreta el seguimiento a una problemática encontrada sobre un objeto definido, configurando así un proceso interdisciplinar que posibilita la incorporación de las disciplinas y asignaturas correspondientes a la solución de una problemática de tipo profesional.

Los contextos y espacios correspondientes favorecen la realización de estas actividades, pues de ellos emergen sus condicionantes para su proceso de formación.

### **III.2. Estrategia didáctica para implementar en la práctica pedagógica el modelo definido**

De acuerdo con un colectivo de autores de la UCP de Pinar Del Río, se define el término de estrategia didáctica, como la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación del proceso de enseñanza aprendizaje en una asignatura, nivel o institución, tomando como base los componentes del mismo y que permite el logro de los objetivos propuestos en un tiempo concreto.

El proceso de diseño y desarrollo de esta estrategia se rige por un conjunto de exigencias, cuya determinación y formulación consideró: los referentes teóricos precisados en el capítulo uno, las exigencias para asumir y diseñar acciones interdisciplinarias (Salazar y Addine, 2003) (ver Anexo 10) y la propia conceptualización de estrategia, dada anteriormente.



En lo adelante, se definirán un grupo de precisiones que regulan el diseño, la implementación y la evaluación de la estrategia didáctica, toda vez que estas por su nivel de repetición y consecución durante la puesta en práctica de las actividades y acciones correspondientes que en ella se definen, delimitan las exigencias de su puesta en práctica en el contexto de investigación escogido.

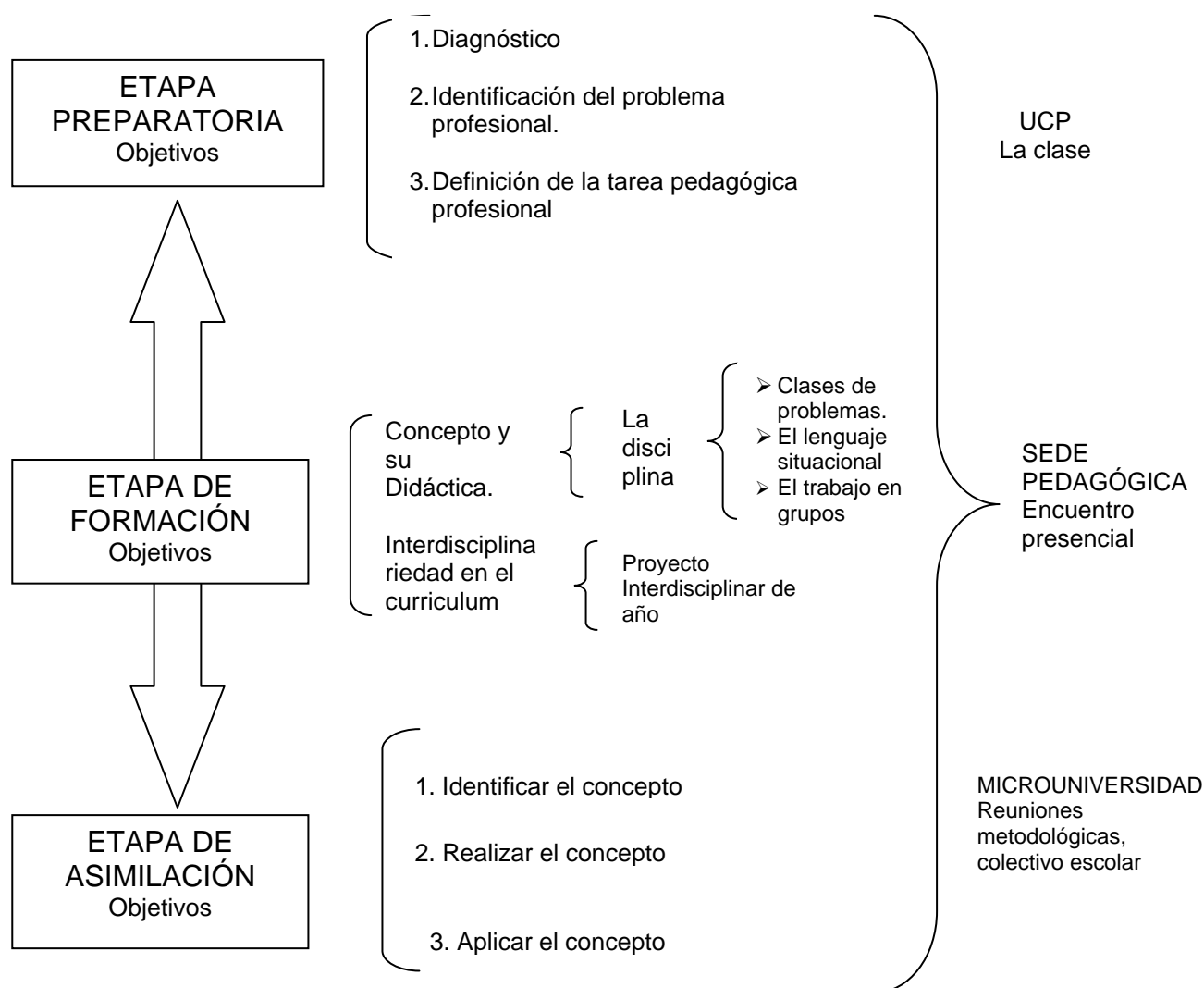
- i. La naturaleza de la estrategia es didáctica, en el sentido de que la propia organización y desarrollo de esta, transita por los componentes estructurales (personales y no personales) del proceso pedagógico en el año, y organizativos de la carrera (académico y laboral - investigativo).
- ii. El objeto de transformación inmediato de la estrategia, es el tratamiento didáctico del concepto de magnitud.
- iii. La organización del diseño de la estrategia se realiza según tres etapas, las cuales para su nombramiento, se han considerado las fases del proceso de elaboración del concepto tratado en esta tesis en espacios anteriores y que se constituyen en una unidad sistémica, en tanto articulan los componentes del proceso pedagógico (personales y no personales) y los organizativos de la carrera (académico y laboral - investigativo), en la solución de los problemas profesionales.
- iv. El diseño y desarrollo de la estrategia, se enmarca en un contexto que expresa la dinámica contradictoria (dialécticamente hablando) del desarrollo de dos procesos: el proceso de formación de profesores y el proceso pedagógico en la escuela, lo cual se rige a partir del diagnóstico continuo, que plantea las exigencias al propio desarrollo de la sociedad.

A propósito del número de insuficiencias detectadas hasta aquí, tanto en el orden teórico como práctico, continúa este epígrafe, definiendo las actividades de la estrategia didáctica que implementará el modelo que se defiende y que tiene como **objetivo general**:

Implementar un tratamiento didáctico del concepto magnitud en el proceso de formación del Licenciado en Educación, especialidad Ciencias Exactas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas de Pinar del Río, que considere las exigencias de formación de estos profesionales y las particularidades del concepto magnitud.

El cumplimiento de este objetivo permite definir las etapas de la estrategia didáctica, a partir de considerar las acciones que a corto, mediano y largo plazo

se ejecutarán y que tienen como principal antecedente las etapas del proceso de elaboración de conceptos matemáticos propuestos por Arango. C y Ballester, (1995) y que se definen como: etapa preparatoria, etapa de formación y etapa de asimilación. El proceso de planeación estratégica se concluyó con la realización del esquema que a continuación se representa.



**Etapa preparatoria:** etapa que contempla inicialmente la realización de las actividades diseñadas, hasta la definición de la tarea pedagógica profesional.

En esta etapa, tal y como se implementa en la Didáctica de la Matemática, que se escribe en el libro Metodología de la Enseñanza de la Matemática, de los autores citados, se propone una consideración de acciones que comienzan mucho antes que la introducción propia del concepto y que para este caso particular tienen una interpretación, que se describe en la realización de

actividades que se diseñan para el diagnóstico, la identificación del problema profesional y la determinación de la tarea pedagógica profesional que como consecuencia se ejecutará para el tratamiento didáctico del concepto magnitud.

Este sistema de actividades tiene como objetivos esenciales:

1. Diagnosticar el estado de aprendizaje con el que ingresan los estudiantes a la carrera relativo al concepto magnitud, tomando en cuenta la incidencia de estos aspectos en su proceso de formación como profesionales de la educación.
2. Definir la tarea pedagógica profesional, consecuente con el estado de aprendizaje alcanzado por los estudiantes en su tránsito por los diferentes niveles de enseñanza, tomando en cuenta la implicación de estos aspectos en la solución del problema profesional, que subyace del estado antes definido y para su futuro desempeño profesional inmediato.

Estos objetivos son concretados sobre la base de concebir un proceso de diagnóstico, como exigencia para la realización de cada una de las etapas y sus actividades correspondientes en la estrategia didáctica.

Es preciso que **se aborde el diagnóstico** como exigencia metodológica, para transformar el tratamiento didáctico del concepto magnitud, teniendo en cuenta el alcance de este dentro del propio curriculum de la formación del estudiante de la carrera y en consecuencia, en los sujetos profesionales que en este proceso intervienen. Aspecto que hace que este diagnóstico sea de tipo profesional.

Los principales fundamentos que generan el diagnóstico con intencionalidad profesional (de manera que propicie un aprendizaje profesional, o sea, que posibilite la solución del problema profesional definido) son, según posiciones de Castellanos, (2002):

- 1 Postulados de Vigotski donde define que el desarrollo psíquico transcurre como producto de la interiorización, de las adquisiciones que se logran a través de la interacción social (ej. interacciones con los maestros, padres compañeros, etc.)
- 2 La zona de desarrollo próximo (ZDP) o potencial del estudiante de la carrera como categoría esencial del diagnóstico con intencionalidad profesional.
- 3 El tránsito de lo externo a lo interno, como clave en la comprensión del desarrollo cognitivo en esta concepción.

En este sentido, el proceso de diagnóstico que se define tiene como objetivos diagnósticos los siguientes:

- Comprender las principales dificultades que en el orden conceptual (magnitud) presentan los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas para transformar la práctica social educativa inmediata a partir de transformar la suya propia.
- Conocer las principales exigencias de los programas (conceptos), planes de estudio, modelo del profesional, así como las regularidades del proceso de formación de los futuros profesionales, en las condiciones de universalización.

Siendo así, el proceso de diagnóstico que se propone tendrá las tareas diagnósticas siguientes:

- A. Preparación conceptual (magnitud) que presentan los estudiantes en formación al ingresar a la carrera. Se sugiere utilizar las clases de problemas que mejor sistematizan el trabajo con el concepto magnitud: problemas de cálculo, de conversión, de estimación, de medición, así como las habilidades que subyacen (calcular, convertir, estimar y medir) y conocer las relaciones entre los conceptos de las asignaturas del área y el propio concepto magnitud.
- B. Estudio de programas de disciplinas y asignaturas del área de formación, video clases, software educativos, programas de la escuela media y documentos metodológicos donde se norma la estructuración metodológica de los conceptos matemáticos.
- C. Conocimiento de las principales regularidades y exigencias del modelo de formación de estos futuros profesionales, modelo del profesional, planes de estudios, condiciones de escuela y microuniversidad o sede pedagógica donde se ejecutarán las acciones previstas para la solución del problema profesional definido.
- D. Estudio del grupo o grupos donde se implementará el sistema de acciones, formas en que prefieren realizar el estudio, caracterización psicológica del grupo, diagnóstico socio – lingüístico, caracterización del claustro docente.

En consecuencia con las regularidades detectadas en el proceso de diagnóstico de inicio, **se define el problema profesional** que gira alrededor de la formación conceptual (magnitud) en los estudiantes de la carrera

Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, sobre la base de su localización en el objeto de la profesión y su implicación en su futuro desempeño profesional inmediato, a propósito de su identificación en programas de asignaturas y en consecuencia, en las video-clases y software educativos de la EP.

Esta etapa concluye **con la definición de la tarea pedagógica profesional**, que deberá ejecutarse para la transformación del problema definido y en consecuencia el estado de aprendizaje profesional detectado, como se ha tratado con anterioridad.

La realización de las acciones definidas en este momento de la estrategia, aglutina las relaciones entre los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas y el profesor de las asignaturas de la disciplina Matemática y su metodología. El tiempo de duración de estas acciones se comprende para un período de 30 días.

#### **Etapa de formación.**

Considerando que los aportes realizados en la obra dirigida por Ballester, (1992), son propiamente para la concepción y dirección del proceso de enseñanza aprendizaje que se diseña se debe acentuar una interpretación propia y sus particularidades, en la transformación del objeto de investigación delimitado.

Esta etapa comprende las actividades que se diseñan como expresión de la tarea pedagógica profesional, que aglutina la realización de tareas para el desarrollo de las clases de las asignaturas dentro de la disciplina Matemática y su metodología en la UCP o en la sede pedagógica, a través de la clase o encuentros presenciales, la cual aportará un numeroso cúmulo de contenidos para la realización del proyecto interdisciplinar de año.

Para este caso particular de actividades, los objetivos que la definen son:

1. Implementar un sistema de actividades didácticas para la transformación del estado desfavorable en que se encuentra la elaboración del concepto magnitud, en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.
2. Dirigir el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura que imparte en el grupo escolar de la microuniversidad, que contribuya a la transformación

de los aprendizajes de sus alumnos, sobre la base de transformar el suyo propio.

El sistema de actividades para esta etapa quedó definido como sigue:

1. **La consideración de la clase en la UCP**, como forma de organización de la docencia para los estudiantes de la carrera. Esta es vital para el tratamiento didáctico del concepto magnitud, puesto que en cada una de sus fases se pueden coordinar acciones para el diagnóstico y la intervención educativa, aspecto este que garantizará el tránsito hacia el desarrollo de los estudiantes como consecuencia de la transformación de sus aprendizajes.

La clase posibilita la retroalimentación permanente del proceso de desarrollo por el que va transitando cada estudiante y en correspondencia, ajusta las relaciones entre los contextos educativos y sujetos implicados en el tratamiento didáctico.

Durante esta, la acción que regula la realización de la actividad es el proyecto interdisciplinar de año, para un encuentro de inicio y luego será la concepción de la disciplina Matemática y su metodología y asignaturas correspondientes, quienes regularán el estado de transformación del problema profesional definido.

En este sentido, al inicio de las clases la disciplina Matemática y su metodología, al definir los contenidos y la forma de evaluación, enfatizará en la forma que adoptará esta última, o sea, la discusión de los resultados obtenidos, con el seguimiento a una problemática que gira alrededor de los tres objetos definidos para la realización del proyecto interdisciplinar de año.

Es importante precisar que el accionar de la disciplina escogida, estará condicionado por tres elementos distintivos: la formulación y resolución de problemas según tipos definidos y su proceso didáctico, una organización del grupo de manera que se articule un trabajo cooperado y el uso del lenguaje situacional.

Se destaca que la realización del trabajo cooperado queda singularizada con el establecimiento de las relaciones entre, los propios estudiantes del grupo y las relaciones entre el profesor de la asignatura y sus estudiantes.

Además, el lenguaje situacional queda delimitado por cada uno de los elementos que se precisan en el capítulo anterior.

Posteriormente, el sistema de acciones queda implementado a partir de la consideración del proceso pedagógico que se desarrolla una vez culminado el primer año intensivo (en la sede pedagógica y en la microuniversidad).

2. La consideración de **la Sede Pedagógica**, posibilita que las actividades queden definidas por los mismos elementos con los que fueron delimitadas para el caso de la clase en la UCP. Solo precisar que cuando transcurren los encuentros presenciales en la sede pedagógica, simultáneamente transcurre su práctica profesional.

Finalmente, el sistema de actividades queda diseñado por una variedad de acciones, cuya función esencial es complementar lo que inicialmente transcurrió en el primer año de formación y lo que sucede en los encuentros presenciales, ahora centrado en nuevos contextos de formación y en espacios correspondientes.

En este caso, es considerado como nuevo contexto de formación, la microuniversidad.

3. Considerar **la Microuniversidad**, parte en primer lugar de definirla como contexto de preparación científico - metodológica y docente - metodológica de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas y para ello, cuenta con dos espacios de realización, según la concepción de esta tesis: el sistema de trabajo metodológico que dirige y organiza el departamento docente y el contexto escolar.

Considerar el sistema de trabajo metodológico y dentro de él, las formas que adopta este, presupone considerar lo reglamentado para la EP y que se define en el Reglamento del Trabajo Metodológico del Ministerio de Educación, Resolución No. 119/08 de la Ministra de la Educación. Este sistema de trabajo metodológico es entendido como, un sistema de acciones dirigidas por la estructura de dirección del preuniversitario, que posibilita el tránsito progresivo de los estudiantes de un estado de aprendizaje dado, a uno de desarrollo superior (incluye aspectos de carácter metodológicos), considerando este el diagnóstico de la realidad educativa y los procesos que subyacen en la formación de un bachiller, según las orientaciones recibidas por otras instancias superiores.

En esta etapa de realización de la estrategia, se concibe el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura que imparte el estudiante de la

carrera, donde se conjugan aspectos relacionados con el concepto recibido en procesos anteriores, transcurridos durante su formación inicial.

Siguiendo esta idea, en este espacio la acción principal es el trabajo cooperado que pueda establecerse entre los sujetos, que intervienen en la concepción del proceso de enseñanza aprendizaje, o sea, el establecimiento de las relaciones entre el jefe del departamento y el estudiante en formación, entre el jefe del departamento y el profesor tutor, entre el profesor tutor y el estudiante en formación y entre los propios estudiantes en formación que convergen en el grado y la escuela.

Por otra parte, la consideración de las clases de problemas podrá sistematizar los medios y sus posibilidades para escoger el tipo de problema que asumirán, de la fuente donde lo escogerán y su relación con otras asignaturas del área.

El lenguaje sigue considerando las exigencias metodológicas que anteriormente se describieron.

La consideración del contexto escolar, comienza por la articulación de un sistema de acciones para desarrollar frente al grupo escolar donde dirigen el proceso de enseñanza aprendizaje.

Este sistema, es el que retroalimenta el sistema de actividades descrito en la estrategia, en el sentido de que posibilita reincorporar nuevas acciones a nivel de departamento, en la concepción del tratamiento didáctico que se planificará próximamente.

En este momento, se dirige el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura que se imparte en el grupo escolar, en el que transforma los aprendizajes de sus alumnos sobre la base de transformar el suyo propio.

Siendo así, la estrategia queda determinada por un accionar en correspondencia con el espacio de realización de esta y la dirección del proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignaturas del área.

Se destaca además, que este accionar quedó regulado por las clases de problemas que se resolverán en el aula y la utilización del propio lenguaje situacional.

Es válido puntualizar que las acciones correspondientes al trabajo cooperado, ahora se han centrado en las posibles relaciones que se establecen entre el estudiante de la carrera con el alumno del preuniversitario y entre los propios alumnos del preuniversitario.



El tiempo de duración de estas actividades, durante la etapa de formación de la estrategia se define hasta el tercer año de la carrera, por ser este el período de duración de la disciplina Matemática y su metodología.

### **Etapas de asimilación.**

En esta etapa, según lo norma la fuente sobre Didáctica de la Matemática, también suele llamársele etapa de fijación. A ella, pertenecen las ejercitaciones, las sistematizaciones, las aplicaciones y los repasos sobre el concepto.

Para el desarrollo de esta etapa se propone el siguiente objetivo: Evaluar el estado que ha alcanzado el proceso de elaboración del concepto magnitud, a propósito de un accionar por etapas y de la validez de la estrategia prevista.

Por otra parte, esta fuente propone un significativo aporte sobre el proceso de asimilación de conceptos, caracterizado por las acciones de identificación del concepto, realización del concepto y aplicación del concepto.

Se reconoce la consideración de estas acciones en cada uno de los contextos y espacios donde se desarrollan las actividades de la estrategia.

La **identificación del concepto**, posibilita la realización de acciones tales como: la determinación de la pertenencia o no de un objeto al concepto, lo que deberá considerar su existencia en asignaturas del área, la identificación de tipos de magnitudes, el tipo de magnitud, las unidades de magnitudes más comunes en la que se expresan y el reconocimiento de problemáticas asociadas al concepto en el contexto escolar.

En este momento, el estudiante de la carrera deberá realizar dicho proceso en cada uno de los contextos y espacios correspondientes, a propósito de las actividades que en cada uno de ellos se desarrollan.

La **realización del concepto**. En este momento se establecen las relaciones del concepto objeto con otros conceptos, lo que presupone contextualizar el carácter relacional del concepto magnitud, de los demás conceptos matemáticos, así como su presencia invariante dentro de las asignaturas del área de formación de los futuros profesionales.

Se reconoce además en esta etapa, la solución de problemas asociados al concepto y el desarrollo de sus habilidades correspondientes, así como la utilización de un lenguaje con las exigencias anteriormente descritas.

Continúa en esta etapa la consideración de los contextos y espacios correspondientes.

La **aplicación del concepto**. En este momento, el estudiante ejecutará un accionar, en primer lugar, durante las pruebas y comprobaciones que le pondrán en cada uno de los contextos; planificará el proceso de enseñanza – aprendizaje que dirigirá en la microuniversidad y por ende, desarrollará el proyecto interdisciplinar de año con las exigencias antes descritas.

Por otra parte, en esta etapa se rediseñarán las acciones si estas no han transformado el estado de las dimensiones significatividad conceptual y significatividad didáctica asociadas al concepto, a propósito de un enriquecimiento del diagnóstico con finalidad profesional, como se describió anteriormente.

El trabajo cooperado en esta etapa de realización de la estrategia singulariza las relaciones sociales entre todos los sujetos que hasta ahora se han definido, en tanto todos posibilitan la fijación del concepto y su presencia en el proceso de formación del estudiante de la carrera perdura hasta el 5to año.

El tiempo de duración para esta etapa se define para el 4to y 5to años de la carrera.

### **III.3. Evaluación de la validez teórica y práctica del modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud y la estrategia correspondiente**

A continuación se presentan los resultados obtenidos del proceso de validación teórica y práctica a que fueron sometidos los resultados científicos desarrollados en la investigación mediante la aplicación de los métodos empíricos criterio de expertos (su procesamiento por Delphy) y el pre-experimento (introducción parcial).

#### **III.3.1. Acciones desarrolladas y principales criterios emitidos por los expertos**

En lo adelante se hará un análisis de las principales acciones que se implementaron para evaluar la validez del modelo diseñado y de la estrategia

correspondiente, para su ejecución en la práctica educativa. Este análisis se hará a propósito de la evaluación del modelo en dos momentos de su realización.

La evaluación de los expertos, fue un momento importante dentro del proceso de determinación de la validez del modelo y de la estrategia correspondiente, en tanto, en este momento transcurrió la realización y evaluación de instrumentos iniciales que posibilitaron tener una evaluación de las personas - expertos, que debían emitir sus criterios sobre el modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud a propósito de su tránsito de un estado inicial a uno final.

Fueron convocados un cierto número de personas (40) que mucho tenían que ver con la carrera, incluyendo aquellos que laboraban en otros contextos, pero que de alguna manera se relacionaban con el proceso de formación de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas y poseían cierto conocimiento sobre el proceso objeto de estudio. Estas personas fueron convocadas, por poseer años de experiencia en la docencia del pregrado, dominio del tema relacionado con la formación de profesionales en general y con conceptos en particular, poseer títulos de graduados universitarios y de estudios de postgrados.

El anexo 11, posibilitó la determinación del coeficiente de conocimiento ( $K_c$ ) que poseían las personas - expertos que la realizarían, a partir de una evaluación (entre 0 y 10 puntos) que se otorgara el propio sujeto, según el conocimiento sobre la temática abordada. Los resultados se muestran en la tabla del anexo 12.

Como quiera que ya se tenía de cada una de las personas que conformaban el grupo de expertos el coeficiente de conocimiento ( $K_c$ ), se debía determinar el coeficiente de argumentación de estos; se solicita al candidato que valore las fuentes que posibilitaron su coeficiente de conocimiento, en una escala de A (alto), M (medio), B (bajo).

La determinación del coeficiente de competencia ( $K$ ) de los expertos se realizó a partir de la determinación de la media entre el coeficiente de conocimiento y el de argumentación que revelaron los estudios anteriores: los valores de  $K$ , entre 0.6 y 1, determinaron el nivel de competencia de los 30 expertos.

Estos expertos fueron convocados nuevamente dentro del proceso desarrollo de la investigación, para que evalúen el modelo correspondiente, según su versión inicial (anexo 13).

Después del procesamiento de los datos ofrecidos por los expertos (anexo 14 y 15) y los criterios manejados por estos se pudo concluir lo siguiente:

- La consideración del diagnóstico con intencionalidad profesional fue uno de los indicadores que obtuvo una categoría no apropiada, señalan los expertos que debía ser parte de la estrategia que implementaría el modelo en la práctica pedagógica de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.
- El indicador que configuraba la definición de la tarea pedagógica profesional como consecuencia del problema profesional identificado y expresada en aspectos didácticos asociados al concepto, fue otro indicador que mostró una evaluación menos favorable, recomiendan los expertos que estas tareas debían considerar aspectos de tipo interdisciplinar y la articulación entre lo académico, lo laboral y lo investigativo.
- La concepción del proyecto interdisciplinar de año, obtuvo resultados poco alentadores, se precisa por los expertos que su diseño y evaluación debía sistematizarse al término de cada curso escolar de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.
- La no consideración de los contextos de formación de estos estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas sería un elemento negativo digno de destacar, en tanto la complejidad y riqueza del concepto y su proceso de elaboración no debía limitarse solo a un año de la carrera, sino que debía ampliarse a otros años y en consecuencia, a otros contextos.

Posteriormente se decidió tomar en consideración estos elementos y proceder a la realización de una nueva versión del modelo e incorporar al proceso de evaluación la estrategia correspondiente.

Después de evaluar los instrumentos aplicados y mostrados en los anexos 16, 17 y 18, se pudieron hacer las siguientes valoraciones:

Con respecto al modelo.

1. Todos los indicadores estuvieron entre las categorías de muy adecuado y adecuado.

2. Según criterio de los expertos y su procesamiento, el indicador de la consideración de las exigencias sociales, como parte del proceso de transformación de la realidad conceptual de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, mostró índices que lo ubicaron entre las categorías de adecuado y bastante adecuado, pero que el autor de la tesis considera importante mantener, en tanto estas exigencias sociales se traducen en la demanda que la sociedad antepone para un proceso de formación profesional de altura, de calidad, para que en consecuencia, sea transformada su práctica social educativa, que se traduce en el aprendizaje de los alumnos.
3. Otros indicadores que estuvieron entre las categorías de adecuado y bastante adecuado, lo fueron los principios del modelo teórico y la consideración de la preparación conceptual de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas como un problema de tipo profesional. En este sentido es válido que se destaque, que estos aspectos aunque fueron valorados por los expertos entre las categorías antes descritas, para el desarrollo de esta investigación, resulta importante la atenuación de las necesidades conceptuales de los profesionales en formación, como una problemática de tipo profesional, en tanto tiene una implicación directa sobre el objeto de la profesión de estos, o sea, la transformación de su necesidades educativas y de aprendizaje, para luego transformar la de los alumnos de la escuela media, en consecuencia.

Con respecto a la estrategia:

1. Todos sus indicadores fueron considerados por los expertos, entre las categorías de bastante adecuado y muy adecuado.
2. Se reconoce por los expertos, la transformación de las dimensiones significatividad conceptual y significatividad didáctica.
3. Aunque no se describe como un indicador a evaluar, los expertos reconocen que el modelo y la estrategia correspondiente, debían implementarse durante los 5 años de la carrera y que a partir del tercer año, se realizaran acciones complementarias para la fijación del concepto, tal y como están concebidas.

### **III.3.2. Evaluación práctica preliminar de los resultados obtenidos y del estado de aprendizaje matemático conceptual (magnitud), de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas**

El desarrollo de este epígrafe se concreta, a partir del análisis de las principales acciones y los resultados que se obtuvieron, durante la implementación parcial en la práctica de las acciones didácticas del modelo y en la estrategia correspondiente, para el tratamiento didáctico del concepto magnitud en el proceso de formación del estudiante de la carrera.

El inicio de esta consecución de acciones transcurre, en un primer momento, al inicio del curso escolar 2007 – 2008, donde el ingreso de alumnos a los estudios relacionados con la carrera estuvo constituido por 23 estudiantes que cursaban el 1er año, en la Sede Pedagógica Pinar del Río I.

Los resultados obtenidos se han analizado en tres direcciones básicas; es decir, sobre la base de los resultados obtenidos en observaciones realizadas a actividades docentes, talleres de análisis de los resultados de la disciplina, la calidad de la presentación y la defensa de los proyectos interdisciplinarios de año y una valoración sobre el aprendizaje alcanzado en relación con el concepto de magnitud, a propósito de las exigencias que definía la disciplina Matemática y su metodología para el 1er año y las propias exigencias de realización y evaluación del proyecto interdisciplinario de año.

#### **Etapas preparatoria.**

Como quiera que esta etapa marcara el inicio de las acciones para el tratamiento didáctico del concepto magnitud, en los estudiantes que ingresaban a la carrera, se describen algunos resultados obtenidos en esta etapa preparatoria, como parte de la estrategia didáctica definida.

Siendo consecuente con los objetivos definidos para esta etapa, se realizó un diagnóstico, con la intencionalidad de, entre otros aspectos, evaluar el nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes al término de la EP, relativo al concepto magnitud.

Para la realización de este, se siguió el examen diagnóstico que hasta ahora había sido aplicado a todos los estudiantes analizados durante los cuatro cursos anteriores.

El examen se estructuró según las clases de problemas que mejor caracterizan el trabajo con magnitudes, según la posición que se defiende anteriormente en este mismo capítulo: problemas de cálculo, problemas de estimación, problemas de conversión y problemas de medición.

Estas clases de problemas se representaron por las categorías, cuyo estado arrojará un cierto criterio de desempeño de los estudiantes ante los problemas mencionados. Así, las categorías con sus indicadores se muestran en el anexo 19 (el número que aparece entre paréntesis, en el caso de los indicadores, señala el ítem del examen que considera tal indicador) La tabulación de los resultados se hizo en dos planos:

- 1 Considerando el número de respuestas correctas en cada examen por ítem (ver anexo 20). Para este fin, a cada examen se le otorgó un punto por cada respuesta correcta en los 31 ítems posibles.
- 2 Considerando el número de respuestas correctas o en blanco por ítem en cada categoría (ver anexo 21).

Del análisis realizado, en el primer plano, según los resultados de la tabla del anexo 20, se concluyó que más de la mitad de los estudiantes (12 de 23; 52,2%) han tenido serias dificultades al enfrentar la solución de las situaciones presentadas en el examen, pues sus respuestas a los diferentes ítems han sido incorrectas o han estado en blanco en más de la mitad de ellos (17 o más ítems incorrectos o en blanco por examen, de los 31 posibles).

Una precisión posible de estos resultados se puede hacer desde un segundo plano de análisis, según el estado de las categorías incluidas, a partir de los datos presentados en los anexos 21 y 22.

El cálculo y la medición de magnitudes son las categorías más afectadas.

A pesar del desbalance en los porcentos de respuestas correctas, en ellas se considera que la situación más desfavorable la tiene el cálculo, pues solo el 31,6 % de sus ítems han aportado respuestas correctas y además presenta el

mayor número de respuestas en blanco (también el 31,6%), lo que incrementa considerablemente el estado deficiente de esta categoría.

Estos por cientos han sido calculados comparando la cantidad que representa la suma de respuestas correctas o en blanco, con la cantidad posible de respuestas.

La categoría relativa al cálculo ha tenido solo dos indicadores (I.1, I.3) con más de la mitad de las respuestas posibles (23 correctas). La mayoría de las respuestas por ítems fueron incorrectas o en blanco (alrededor de las dos terceras partes); aparecen como críticos los ítems relativos a los indicadores I.2, I.7, I.8, donde a lo sumo, dos estudiantes respondieron correctamente.

La conversión de magnitudes es otra de las categorías sensiblemente afectadas, al tener menos del 50,0% de las respuestas correctas posibles, correspondientes a sus ítems. Los indicadores que han mostrado un estado crítico en ella fueron el II.4 y el II.8, y en considerable medida, el II.11.

La estimación de magnitudes es la categoría que mejor estado presenta. A juicio del investigador, esta situación está relacionada con la propia naturaleza de los ítems que la representan, cuya solución considera el intervalo de variación de la magnitud correspondiente más apropiado para la situación concreta.

Las categorías sobre la comparación de fracciones de una misma magnitud y el reconocimiento de magnitudes en dependencias funcionales, fueron valoradas en situaciones relativamente elementales por su grado de complejidad y sin embargo, el por ciento de respuestas correctas en sus correspondientes ítems no sobrepasó el 60,0 %.

Este estudio inicial, posibilitó concluir que los estudiantes cuando ingresan a la carrera presentan una preparación matemático conceptual, específicamente relativa al concepto magnitud insuficiente, lo que trae como consecuencia la carencia de herramientas didácticas para enfrentar el proceso docente educativo que transcurrirá en los demás años de la carrera.

Con respecto a la nueva etapa, o sea, al grupo de estudiantes que actualmente cursan el primer año intensivo en la UCP (curso 2008 – 2009), se obtuvo un número significativo de insuficiencias alrededor de la elaboración del concepto magnitud, a propósito de la aplicación del propio instrumento inicial. Este grupo inicialmente estuvo constituido por 28 estudiantes.



## **Etapa de formación**

### Taller de análisis de los resultados de la disciplina

Como quiera que la realización de los talleres constituyera una toma de decisiones didácticas, debían evaluarse en sus intermedios, el cumplimiento de los acuerdos que colectivamente se tomaban.

En el intermedio de estas reuniones y actividades docentes se realizaron múltiples talleres con los profesores de la disciplina, que fueron considerados: profesor a tiempo parcial que impartía las asignaturas de la disciplina en el primer año de la sede Pinar del Río 1, profesores jefes de departamentos de los preuniversitarios donde desarrollaban su práctica profesional los 23 alumnos de 1er año, profesores tutores de estos alumnos y profesores jefes de disciplinas en la UCP.

Estos talleres se realizaban con frecuencia trimestral, partiendo de un primer taller que consideró entre otros aspectos, la búsqueda del comprometimiento de los profesores de la disciplina, la explicación y exigencias del modelo y la estrategia correspondiente y su proceso de evaluación.

Los principales criterios que emitieron los profesores, a propósito de la realización de los talleres fueron los siguientes:

- 1 Es válido la realización de estas reuniones que sistemáticamente se desarrollan en la UCP.
- 2 Según el parecer de los profesores de la disciplina, con la implementación de la acciones, se eleva el aprendizaje de las magnitudes en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, se evidencia además una necesaria preparación de jefes de departamentos, profesores tutores y profesores a tiempo parcial.
- 3 La utilización del lenguaje según exigencias y normativas, favorece el tratamiento didáctico del concepto magnitud. Su singularidad en la formación del estudiante de la carrera es un aspecto importante que se destaque.
- 4 Se reconoce que la singularidad que alcanza el trabajo cooperado, no tenía antecedentes en lo que se hacía tradicionalmente en la formación del profesional.
- 5 Como consecuencia, se ha elevado el desarrollo profesional de los futuros profesionales.
- 6 El aprendizaje que alcanzan los alumnos del preuniversitario se incrementa.

### Resultados de las observaciones a encuentros presenciales y reuniones metodológicas.

Esta etapa de realización de la estrategia, estuvo caracterizada por la observación de diferentes actividades docentes, tanto en la Sede Pedagógica (encuentros presenciales), como en la Microuniversidad donde hacían su práctica pre- profesional los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas (reuniones metodológicas).

En los encuentros presenciales, se utilizó una guía de observación que evaluaba los indicadores definidos para cada una de las dimensiones pendientes de transformación, a partir de tres mediciones, durante el curso escolar 2007 – 2008.

El análisis de los resultados obtenidos, así como la guía de observación utilizada, aparecen en el anexo 23 y permitieron concluir:

1. Fueron visitados 6 encuentros presenciales, en tres momentos dentro de la realización de las acciones de la estrategia.
2. Todos los encuentros presenciales se observaron en la Sede Pedagógica Pinar del Río I, del municipio cabecera.
3. Todos los encuentros presenciales se visitaron a un mismo profesor a tiempo parcial.
4. La dimensión significatividad conceptual y sus indicadores correspondientes, tuvieron un comportamiento, que mostró el tránsito de un estado inicial (B - 0, R -21, M -27) a un estado final (B – 16, R – 20, M – 12), lo que justifica su transformación favorable.
5. La dimensión significatividad didáctica y sus indicadores correspondientes, tuvieron un comportamiento donde se evidencia el tránsito de un estado inicial (B – 0, R – 12, M – 36) a un estado final (B – 21, R – 14, M – 13), lo que justifica su transformación favorable.
6. Se destaca la transformación favorable alcanzada en la variable, dimensiones e indicadores correspondientes, a razón de la aplicación de la prueba estadística no paramétrica Chi Cuadrado. Su interpretación define la significatividad alcanzada, en tanto se obtiene para cada dimensión un valor de probabilidad (0,000000033 para la dimensión significación conceptual y 0,00000290 para la dimensión significatividad didáctica) menor que el grado de significación fijado (0.05).

Otro momento importante en esta etapa, lo constituyó la observación a las reuniones metodológicas que sucedían con frecuencia quincenal, en las microuniversidades donde se encontraban de práctica los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

Los resultados que se obtuvieron a propósito de la guía de observación utilizada, se muestran en el anexo 24 y permitieron concluir:

1. Fueron visitadas 20 reuniones metodológicas, a razón de dos reuniones por preuniversitario en cada etapa (inicial, intermedia, final).
2. Se visitaron las reuniones metodológicas, en los 10 preuniversitarios donde se encontraban distribuidos los 23 estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, pertenecientes a la Sede Pinar del Río I.
3. Las reuniones metodológicas estuvieron mediatizadas por la realización de talleres.
4. La dimensión significatividad conceptual, tuvo un crecimiento favorable en la cantidad de valores cualitativos observados, en su tránsito de una etapa inicial (B – 27, R – 72, M – 41) a una etapa final (B – 58, R – 63, M – 19).
5. La dimensión significatividad didáctica, tuvo un crecimiento favorable en la cantidad de valores cualitativos observados en su tránsito de una etapa inicial (B – 21, R – 82, M – 57) a una etapa final (B – 42, R – 92, M – 26).
6. Se reconoce además el grado de significatividad alcanzado en cada una de las dimensiones de la variable tratamiento didáctico del concepto magnitud, en consecuencia, a la interpretación de la prueba estadística no paramétrica Chi Cuadrado. Sus resultados demuestran valores significativos de transformación de las dimensiones e indicadores correspondientes, donde el valor de probabilidad alcanzado (0,0001 para la dimensión significatividad conceptual y 0,000135 para la dimensión significatividad didáctica) es menor que el grado de significatividad fijado (0.05).

#### Sobre los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas. Talleres de análisis.

Se decidió constatar el criterio de los estudiantes, respecto a su percepción sobre el impacto en ellos de las acciones de la estrategia, mediante un debate en el cual podían expresar sus puntos de vistas abiertamente.

De antemano, se les entregaron a los estudiantes los aspectos en los que se prefería profundizar, referidos al campo de actividades derivadas de cada una de las acciones didácticas que acompañaban el modelo y la estrategia didáctica correspondiente. Los estudiantes debían emitir su valoración de acuerdo con su percepción de las diferentes actividades organizadas al efecto. Los criterios de los estudiantes se recogieron en la medida en que los fueron reportando, por cada uno de los rubros orientados. Finalmente, se escribieron, de conjunto con ellos, las siguientes conclusiones, al cierre del último taller realizado:

1. Conocemos un amplio universo de magnitudes concientizándolo y comprendiéndolo como conjunto organizado, de acuerdo con su incidencia en los programas de la EP.
2. Podemos trabajar con las magnitudes en términos de cuatro tipos básicos de problemas: de cálculo, de estimación, de conversión y de medición.
3. Hemos reconocido el amplio uso de las magnitudes en la práctica social.
4. Tienen gran valor para nuestra labor educativa en la escuela.
5. La defensa de las clases, nos dejó en condiciones de realizar acciones concretas en la escuela con los estudiantes, no solo en la problemática de las magnitudes, sino en otras problemáticas.
6. Tenemos un buen ejemplo de cómo se hace la búsqueda de información para desarrollar tareas investigativas.
7. Hemos mejorado la comunicación entre nosotros, entre nosotros y los alumnos, y entre nosotros y los restantes profesores de la escuela, en la necesidad de resolver determinadas tareas.
8. Con respecto al trabajo cooperado expresaron: el grupo está más motivado, me siento más seguro de mí mismo, se logra una estrecha relación entre los alumnos más aventajados y menos aventajados, lográndose entre ellos la ayuda mutua en cuanto a la adquisición de conocimientos, el alumno que presenta dificultades a la hora de aprender el equipo lo apoya, lo prepara, le da confianza, se logra la confianza entre todos y la solidaridad, favorece el desarrollo de la expresión oral, consolida la unidad del grupo, ayuda a la preparación de cada uno y del equipo en su conjunto; fuera de la clase, nos ayuda a buscar, elaborar y después a decir la información una vez encontrada.

### Sobre la calidad de la presentación y defensa de los proyectos

Se precisa, inicialmente, que la elaboración, presentación y defensa de los proyectos, tuvo como exigencia primera un corte al término de cada uno de los años de la carrera y en consecuencia, al término del primer año.

Fueron analizados once proyectos, en correspondencia con los once subgrupos constituidos.

	Cantidad de equipos (de un total de 11)
Una asignatura	3 en Matemática 2 en Física
Dos asignaturas	2 en Matemática - Física 2 en Matemática - Informática 1 en Física - Informática
Tres asignaturas	1 en Matemática - Física - Informática

Del análisis hecho se puede reconocer que:

1. Se abordaron sistemas de clases que se centraron en una sola asignatura, en dos y en tres.
2. Los alumnos prefirieron reconocer la problemática de las magnitudes, en las asignaturas de Matemática y Física. En el caso de los proyectos de Matemática, se incluyeron unidades de magnitudes físicas.
3. La problemática de las magnitudes se ve casi siempre en dos o más asignaturas.
4. Los sistemas de clases siempre encerraron los cuatro tipos de problemas en tareas diseñadas para cada clase del sistema y para desarrollarlas, tanto dentro como fuera de la actividad docente.
5. Todos los sistemas incluyeron tareas de búsqueda de información.
6. En cada caso, se consideraron tareas de tipo histórico, respecto a las magnitudes que se relacionaban.
7. En los sistemas defendidos, siempre se hizo un análisis que relacionaba explícitamente los contenidos particulares con el conjunto de magnitudes y sus unidades posibles, en el vínculo de una asignatura con la(s) otra(s). (exceptuando el caso que consideró a la asignatura Física).

8. En todos los casos, se diseñaron tareas que implicaron el uso de la enciclopedia Encarta.

9. Se constató entusiasmo, responsabilidad y satisfacción por parte de los estudiantes, tanto en la preparación, como en la defensa de los proyectos.

Para el caso del presente curso escolar, existen trabajando 10 proyectos interdisciplinarios de año; las temáticas escogidas siguen distribuidas por las diferentes asignaturas del área de formación para la que se forman.

#### Sobre las clases visitadas a los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas.

Como quiera que debiera medirse la transformación de la actuación de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, se procedió a visitarles las clases que ellos impartían en la microuniversidad donde desarrollaban su práctica pre - profesional.

En este caso, fueron visitadas en los 10 preuniversitarios del territorio de Pinar del Río 1 a razón de 1 clase por cada una de las etapas (69 en total). Para la observación se utilizó la guía que aparece en el anexo 25.

En este sentido es válido que se destaque el grado de significatividad que se obtuvo para cada una de las dimensiones definidas en el tratamiento didáctico del concepto magnitud. La evaluación de los resultados y sus interpretaciones sucedieron, a partir de la aplicación de la prueba estadística no paramétrica Chi Cuadrado. Esta prueba comprueba la transformación de las dimensiones significatividad conceptual y significatividad didáctica a propósito de la obtención de un valor de probabilidad (0,000135 para la dimensión significatividad conceptual y 0,000135 para la dimensión significatividad didáctica) menor que el grado de significación fijado (0.05).

#### Sobre el aprendizaje

Al término del curso escolar se desarrolló otro examen diagnóstico (ver Anexo 26) para los estudiantes del grupo de inicio (23), los principales resultados obtenidos se muestran en el anexo 27.

Los principales criterios que pueden precisarse sobre la realización de este examen se definen a continuación:

1. La mayoría de las categorías tuvieron una marcada tasa de avance.

2. Las categorías que menos mostraron tasa de avance, fueron el cálculo con magnitudes (2,26) y la estimación de magnitudes (2,26).
3. El número de respuestas en blanco disminuyó considerablemente.
4. Todos los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas reconocieron las magnitudes dentro del examen, pudieron expresar en qué unidad se expresan y el sistema al que pertenecen.
5. Se reconoce la transformación de los aprendizajes alcanzados en los estudiantes. La aplicación de la prueba estadística no paramétrica Chi Cuadrado, define la significatividad conceptual alcanzada en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas. El valor de la probabilidad alcanzado demuestra dicha transformación.

### **Etapas de fijación**

Como quiera que para esta etapa de realización de la estrategia, los resultados que hoy se muestran no alcanzan a definirse, sí se pueden mostrar aquellos que como consecuencia de las dos etapas anteriores, posibilitan la fijación del concepto a lo largo de toda la carrera.

- Los sujetos que dirigen las acciones didácticas, poseen el dominio del método general de tratamiento didáctico para el concepto magnitud.
- Existe un comprometimiento de los sujetos implicados, ante la realización y sistematización de las acciones a lo largo de toda la carrera.
- Los sujetos que dirigen las acciones didácticas, conocen sobre las exigencias de evaluación de cierre de las asignaturas de la disciplina, así como de aquellas que dirigirán las acciones, al término de la disciplina Matemática y su metodología.
- Existe una contextualización de acciones didácticas en las guías y programas que regulan el proceso didáctico de los profesores en formación, para el caso de la universalización pedagógica.
- Cada estudiante de la carrera de 1ro y 2do años (se refiere a los de la sede Pinar del Río I), conocen sus temáticas investigativas y las exigencias de realización del proyecto interdisciplinar de año.

- Se mantienen sucediendo los talleres con los profesores de la disciplina, con frecuencia trimestral.

### **Conclusiones del capítulo III**

1. Una solución a la problemática identificada alrededor del tratamiento didáctico del concepto magnitud, pudo concretarse en la estructuración de un modelo, que entre sus requerimientos estuvo su diseño desde el curriculum del estudiante de la carrera para el área, la articulación de los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje y los organizacionales para la formación del profesional (académico, laboral e investigativo).
2. Este modelo quedó estructurado según determinados componentes: el problema profesional, la tarea pedagógica profesional que como consecuencia se diseña, una articulación didáctica que tiene su expresión en las acciones de una disciplina del curriculum escolar y una concepción interdisciplinaria dentro del curriculum, que tiene su expresión en la realización de un proyecto interdisciplinar de año y en la articulación de los contextos de formación y sus espacios correspondientes.
3. La puesta en práctica del modelo se diseñó a partir de una estrategia didáctica, que define un accionar de preparación, de formación y de fijación, con la intención de atenuar el tratamiento didáctico del concepto magnitud.
4. Los resultados obtenidos con la implementación del modelo y la estrategia correspondiente, revelan un tratamiento didáctico del concepto magnitud que transita de un estado desfavorable a un estado favorable; en consecuencia el aprendizaje sobre el objeto magnitud muestra superiores niveles cuantitativos de calidad y significativos avances en su desarrollo.





## **Conclusiones**

En este trabajo se constatan insuficiencias en los estudiantes que cursan la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas, en relación con la formación matemático-conceptual y en particular, con el aprendizaje del concepto magnitud, a propósito del tratamiento didáctico que están teniendo estos aspectos en su proceso de formación. El significativo impacto de esa insuficiencia, como exigencia para enfrentar la solución de problemas profesionales, ha hecho legítima la problemática que se ha desarrollado en esta tesis.

En función de lo anterior y considerando el carácter esencial y sistematizador del concepto magnitud, tanto dentro de la asignatura Matemática como de otras (Física, Informática), se concibió la estimulación de la formación conceptual desde un modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud.

La base empírica construida por el autor de este trabajo en los últimos años como profesor de Matemática y su metodología, en esta carrera y los elementos con los que hoy se cuenta en materia de teoría y práctica sobre el proceso de formación de profesores, básicamente en las condiciones singulares de la educación en nuestro país y en correspondencia con los métodos de investigación utilizados, permiten arribar a las siguientes conclusiones:

1. Se determinan los referentes teóricos necesarios para enfrentar una solución a tal contradicción, como fundamentos de la estrategia didáctica para estimular el proceso de elaboración del concepto magnitud:
  - Una interpretación de la unidad entre concepción curricular y proceso de enseñanza-aprendizaje, en el contexto de la formación del profesor de Ciencias Exactas, a través de la consideración del proyecto de año como unidad interdisciplinaria, aplicable al proceso de elaboración del concepto de magnitud.
  - La caracterización del proceso de elaboración de conceptos matemáticos mediante sus rasgos esenciales, como proceso de aprendizaje desarrollador y como contextualización del correspondiente proceso de elaboración del concepto magnitud.
  - La estructuración sistémica por clases de problemas del objeto magnitud (cálculo, conversión, estimación y medición), como vía

para concretar la unidad problema – concepto - habilidad, en el marco del proceso de resolución de problemas en general.

- La consideración del proceso completo de modelación teórica del concepto magnitud, como fuente para concretar exigencias didácticas importantes a tener en cuenta, en el sistema de actividades que se defiende, y en particular, la consideración de antecedentes de tipo histórico en el abordaje de una determinada magnitud dentro del universo de magnitudes y sus unidades para la EP, la determinación y optimización de las propias clases de problemas y la concreción del concepto de magnitud como invariante, permitió delimitar cuatro exigencias cualitativas para el proceso de elaboración del concepto magnitud.

2. Se constata el asistémico tratamiento didáctico que se estuvo diseñando alrededor de algunos conceptos matemáticos (concepto magnitud, por ejemplo), en tanto no se consideraban las nuevas exigencias de formación del estudiante de la carrera. Su comprobación partió del análisis de diversas fuentes de carácter metodológico que regulan el proceso de formación del estudiante de la carrera.
3. Sobre la base de los referentes antes mencionados, fue posible proponer un modelo para el tratamiento didáctico estructuralmente diferenciado por componentes: determinación del problema profesional, definición de la tarea pedagógica profesional, una didáctica del concepto magnitud, caracterizada por el trabajo por clases de problemas, el uso del lenguaje situacional, una organización grupal para el desarrollo de un trabajo cooperado y una concepción interdisciplinaria para atenuar dicha problemática de manera integral, concibiéndose la realización de un proyecto interdisciplinar de año.
4. Se concreta el modelo con una estrategia didáctica mediante un conjunto de actividades organizadas para su ejecución según su definición por etapas (de preparación, de formación y de fijación), que tiene sus acciones concretas en los contextos y espacios correspondientes y que articulan tanto la enseñanza del objeto de contenido en cuestión, como el propio proceso de aprendizaje.
5. Se realiza una evaluación preliminar de los resultados de la implementación de la estrategia didáctica, que refieren buenos niveles de aprendizaje sobre el

sistema magnitud y de satisfacción de los estudiantes por el estilo de trabajo de la disciplina Matemática y su metodología. La evaluación teórica del modelo y de la estrategia correspondiente también confirman la validez de estos, a partir del criterio emitido por un grupo de expertos.

### **Recomendaciones.**

- Seguir extendiendo la implementación de las acciones de la estrategia didáctica a los restantes años académicos, para comprobar su validez.
- Generalizar el modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud en el proceso de formación del estudiante de la carrera de Ciencias Exactas, en el trabajo metodológico de la facultad de Educación Media Superior, en los departamentos de Ciencias Exactas de los preuniversitarios de la provincia y en la Maestría en Ciencias de la Educación, mención Preuniversitario.
- Las relaciones cualitativamente nuevas que se manifiestan como resultado de la universalización y su influencia en el proceso de tratamiento didáctico de los conceptos, diseñado para los estudiantes de las carreras de corte pedagógico, deben seguir estudiándose con el fin de profundizar en las regularidades y leyes que rigen ese proceso.
- La tesis recomienda el abordaje de varios problemas de investigación considerados importantes para su estudio inmediato, a saber de:
  1. ¿Cómo ajustar el modelo y la estrategia correspondiente, a las condiciones específicas de cada facultad, para garantizar un eje integrador - coordinativo, que vincule la sede central, con su prolongación en el municipio y la microuniversidad?
  2. ¿Cómo contribuir al aprendizaje conceptual - profesional de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Naturales y/o Humanidades?