

*La interdisciplinarietà como base de una estrategia para el
perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de
ciencias técnicas y su aplicación a la Ingeniería en Automática
en la República de Cuba.*

Autora: MSc. Bertha Fdez de Alaiza García-Madrighal

Tutor: Dr. Sc. Angel Emilio Castañeda Hevia

Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”

2000

Dedicatoria

A mis padres, esposo e hijos por su apoyo incondicional y los sacrificios que han tenido que padecer y que hoy llegan a feliz término.

Agradecimientos

A mis compañeros del Departamento de Matemática General del ISPJAE, a los miembros de la Comisión de la carrera de Ingeniería en Automática, al colectivo de profesores y estudiantes del tercer año del curso 1999-2000, a todos aquellos que directa e indirectamente han contribuido a este resultado y especialmente a mi tutor por su extraordinaria paciencia y ardua labor para llevar a este nivel mi formación científica.

Resumen

Esta tesis es el resultado de la investigación desarrollada por su autora desde 1989 acerca del perfeccionamiento del diseño curricular, en la que finalmente se logró sistematizar una estrategia basada en “trabajar” la interdisciplinariedad en el nivel meso del diseño curricular, concebido este como proyecto y proceso, que implicara de manera significativa a los profesores y estudiantes involucrados en el mismo para lograr su perfeccionamiento, dado el caso de carreras de ciencias técnicas con Planes de Estudio concebidos con enfoque disciplinar. Se demuestra en el desarrollo de la tesis la viabilidad y efectividad de la estrategia planteada a través de su aplicación a la carrera de Ingeniería en Automática, en el ISPJAE.

La propia concepción de una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular con las características señaladas se considera en sí misma la novedad fundamental de la investigación desarrollada, sin desconocer además, el valor que implícitamente tiene la estrategia al concebir una vía eficaz para desarrollar la interdisciplinariedad en la enseñanza universitaria, cuestiones que han resultado demandas de la sociedad a la universidad, como se pone de manifiesto en el capítulo 1 de esta tesis, lo que ratifica la actualidad de la misma. Como aspecto particular a señalar se destaca el método de los nodos, desarrollado totalmente por la autora de esta tesis.

La significación práctica de la investigación desarrollada se ratifica con los resultados obtenidos en el perfeccionamiento del diseño curricular de la carrera de Ingeniería en Automática a partir de la aplicación de la estrategia en la misma, ejemplificada desde el nivel “vertical” de su Plan de estudio para el caso de la disciplina Matemática, y desde el nivel “horizontal” de un semestre de un año académico, para el caso del primer semestre del tercer año del curso 1999-2000 en el ISPJAE.

La tesis consta de cuatro capítulos, anexos y un glosario de términos. El primer capítulo trata el diseño metodológico de la investigación y el estado del arte del tema tratado, desglosado en los epígrafes: La interdisciplinariedad, el diseño curricular, la Investigación–Acción y los Aprendizajes Significativos.

En el segundo capítulo se discuten los presupuestos, la concepción y la metodología para la estrategia planteada, al “trabajar” la interdisciplinariedad en el nivel meso del diseño curricular desde una disciplina del Plan de estudio y se presenta su aplicación, así como los resultados obtenidos para el caso de la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería en Automática.

En el capítulo tres se discuten los presupuestos, la concepción y la metodología para la estrategia planteada, al “trabajar” la interdisciplinariedad en el nivel meso del diseño curricular desde un

semestre de un año académico y se presenta su aplicación, así como los resultados obtenidos, para el caso del primer semestre de tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática en el curso 1999-2000, que reflejan no solo las transformaciones en los sistemas didácticos de las asignaturas sino también el impacto que tuvo esta experiencia en la manera de pensar de los profesores (todos ingenieros) acerca de la interdisciplinariedad y de los aspectos pedagógicos relacionados con el diseño curricular. Ello se logró con la constitución y desarrollo de un grupo de investigación-acción integrado por los profesores y estudiantes del colectivo de año.

En el cuarto capítulo se concibe y desarrolla integralmente la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular basada en “trabajar” la interdisciplinariedad en el nivel meso del diseño curricular para carreras de ciencias técnicas con un Plan de estudio con enfoque disciplinar.

INDICE	Página
Introducción	1
Capítulo 1: Estado del Arte	8
1.1 La interdisciplinariedad.....	8
1.2 El diseño curricular	13
1.3 Los aprendizajes significativos	22
1.4 La investigación-acción.....	26
Capítulo 2: Estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular desde una disciplina del Plan de estudio	31
2.1 Concepción de la estrategia desde una disciplina del Plan de estudio	32
2.2 Metodología general para la aplicación de la concepción propuesta.....	35
2.2.1 Determinación de la estructura temática de la disciplina.....	36
2.2.2 Identificación y clasificación de los temas de la disciplina que presentan nodos potenciales de articulación interdisciplinaria y clasificación de los mismos	37
2.2.3 Desarrollo de la dinámica de la interdisciplinariedad a través de los nodos potenciales de articulación de la disciplina	40
2.2.4. Rediseño del sistema didáctico de la disciplina y perfeccionamiento del macro diseño curricular de la carrera	44
2.3 Aplicación de la estrategia desde la disciplina Matemática.....	45
2.3.1 Aplicación de la estrategia a la carrera de Ingeniería en Automática desde la disciplina Matemática	46
2.3.2 Análisis de la viabilidad y efectividad de la metodología aplicada para el perfeccionamiento de la carrera de Ingeniería en Automática desde la disciplina Matemática	58
Capítulo 3: Estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular desde un semestre o año académico.....	61
3.1 Concepción de la estrategia de perfeccionamiento curricular para un semestre o un año académico	63

3.2 Metodología general para la aplicación de la concepción propuesta	65
3.2.1. Caracterización del año o semestre	67
3.2.2. Constitución del grupo de investigación-acción	67
3.2.3. Dinámica del grupo en el perfeccionamiento interdisciplinario	69
3.2.4 Capacitación de los actores. Trabajo con vías no formales de superación pedagógica de los profesores	74
3.2.5 Análisis, síntesis y evaluación colectiva del proceso desarrollado	75
3.3 Aplicación de la estrategia desde el primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática.....	77
3.3.1 Análisis del primer ciclo de trabajo del grupo de I/A	81
3.3.2 Análisis del segundo ciclo de trabajo del grupo de I/A.....	89
3.3.3 Análisis del tercer ciclo de trabajo del grupo de I/A.....	99
Capítulo 4: Estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas.....	105
4.1. Concepción integral de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas.....	105
4.2 Análisis de la aplicación de los presupuestos planteados en la estrategia propuesta.....	109
Conclusiones	112
Recomendaciones.....	114
Bibliografía.....	115
Anexos.....	124

Introducción

Los resultados que se defienden con esta tesis culminan una etapa de la investigación educativa desarrollada por esta autora desde 1989 a través de una secuencia particular de ciclos de investigación-acción en la temática del perfeccionamiento del diseño curricular.

Considerando que el **objeto de la investigación** lo constituye el diseño curricular de carreras de ciencias técnicas, en el **campo específico** del perfeccionamiento de planes y programas de estudio de tipo disciplinar, se planteó el siguiente problema:

Problema: ¿Sobre qué bases es posible desarrollar una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas que involucre a sus actores fundamentales?

Para dar solución al problema planteado se propuso la siguiente hipótesis:

Hipótesis: La interdisciplinariedad puede servir de base para el desarrollo de una estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas con un modelo curricular de tipo disciplinar.

El **objetivo general** de la investigación es:

- Demostrar la factibilidad de llevar a cabo una estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular para carreras de ciencias técnicas con *currículum* de tipo disciplinar basada en la interdisciplinariedad.

Los **objetivos específicos** son:

1. Desarrollar una metodología que permita el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera a partir de la aplicación de la estrategia desde una disciplina del Plan de estudio.
2. Desarrollar una metodología que permita el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera a partir de la aplicación de la estrategia desde un semestre o un año académico de su Plan de estudio.
3. Lograr un perfeccionamiento del diseño curricular de la carrera de Ingeniería en Automática a partir de la aplicación de la estrategia propuesta, desde una disciplina y desde un semestre de un año académico de su Plan de estudio.

Para desarrollar la investigación se concibió integralmente en la misma la utilización de métodos cualitativos, teóricos y empíricos. Los primeros con el objetivo de profundizar en el conocimiento de las regularidades y cualidades esenciales del diseño curricular así como de las potencialidades de la interdisciplinariedad para servir de base a una estrategia de

perfeccionamiento del diseño curricular y los segundos para proveer la retroalimentación necesaria que permitiera caracterizar de la manera más integral posible los fenómenos analizados y confirmar la hipótesis planteada.

Entre los métodos teóricos utilizados se destacan el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción y el enfoque de sistema y con relación a los métodos empíricos se emplearon en la investigación-acción: análisis de documentos, entrevistas, encuestas, observaciones, trabajo por pares y diarios, entre otras variantes.

El desarrollo de la investigación se concibió por etapas con las siguientes tareas, aunque estas se desarrollaron de una manera flexible con fronteras difusas en todo el transcurso de la misma:

1. Búsqueda bibliográfica, estudio, análisis y conceptualización de la interdisciplinariedad y el perfeccionamiento del diseño curricular en carreras de ciencias técnicas.
2. Concepción inicial de una estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular basada en trabajar la interdisciplinariedad en el perfeccionamiento del nivel meso del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas.
3. Concepción de una metodología que permita el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera a partir de la aplicación de la estrategia desde una disciplina del Plan de estudio y enriquecimiento de la misma a partir de su aplicación a la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería en Automática.
4. Concepción de una metodología que permita el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera a partir de la aplicación de la estrategia desde un semestre de un año académico de su Plan de estudio y enriquecimiento de la misma a partir de su aplicación al primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática en el curso 1999-2000.
5. Enriquecimiento de la concepción integral de la estrategia planteada a partir de su aplicación en la dirección “vertical” de una disciplina y en la dirección “horizontal” de un semestre de un año académico de un Plan de estudio.

En esta tesis se presenta una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera universitaria de ciencias técnicas con un *currículum* de tipo disciplinar basada en trabajar la interdisciplinariedad desde el nivel de la asignatura y del profesor que la imparte, reconociendo a la asignatura como célula base del trabajo en este tipo de *currículum* y como componente a su vez de dos sistemas diferentes de mayor nivel de integración que ella, como son la disciplina y el año o semestre académico, cuyas características propias deben ser tomadas en

cuenta en la elaboración y el diseño de dicha estrategia de perfeccionamiento, incluso en la definición de sus concepciones de investigación y de la metodología a emplear para trabajar en cada uno de estos niveles, sin perder por ello su necesaria interacción e integración en el macro diseño curricular de todo el Plan de estudio, así como el carácter iterativo de dicho perfeccionamiento donde macro y meso diseño curricular se relacionan dinámicamente.

En la estrategia que se aborda en esta tesis para realizar el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera universitaria de ciencias técnicas, basada en trabajar las posibilidades de la interdisciplinariedad en el *currículum*, se reconoce el carácter de proyecto y proceso de este, y se exige que dicha estrategia considere de forma integral el perfeccionamiento de ambos.

La estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular que se ha concebido y desarrollado en esta tesis *se apoya en el estudio de las potencialidades interdisciplinarias de una asignatura vista esta de manera simultánea, tanto como parte componente de una disciplina del Plan de estudio en una cierta dirección “vertical” o secuencial con relación a la ejecución temporal del Plan de estudio*, en la que predominan los elementos más estructurados de la ciencia o la profesión que le dieron base al surgimiento de la disciplina, y donde el perfeccionamiento parece afectar primero a algunos aspectos del proyecto sobre el proceso de ejecución del *currículum*, y *vista la asignatura conjuntamente con el profesor que la imparte, como parte componente de un semestre de un año académico, en la dirección “horizontal” o de cierta simultaneidad de ocurrencia y/o concomitancia con otras asignaturas*, en la que pueden predominar para la interdisciplinariedad los elementos menos estructurados o previamente definidos de la ciencia o la profesión, y donde, de acuerdo a las características temporales de este nivel de integración, puede predominar en cierta medida la interacción en el proceso sobre una etapa de análisis y síntesis que permita llevar los resultados de este al proyecto, cuando la finalidad es diseñar una estrategia para el perfeccionamiento del *currículum* que tenga en cuenta su doble carácter de proyecto y proceso.

La caracterización en estas dos “direcciones” del meso diseño curricular permitió investigar la posibilidad de construir una estrategia integrada para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera, basada en la interdisciplinariedad, con dos enfoques de investigación diferentes, que se adecuan a las características de ambas “direcciones” del nivel meso del diseño curricular y que concluyan cada ciclo de trabajo con resultados concretos articulados e integrados entre sí que tributen de conjunto al perfeccionamiento del macro diseño curricular de todo el Plan de estudio de la carrera, con una participación e incidencia adecuada sobre sus actores fundamentales (profesores y estudiantes), que son quienes regulan en fin de cuentas el proceso y

a través de los cuales se materializan los cambios concretos en el diseño de los sistemas didácticos de cada una de las asignaturas, como las células básicas en que converge el carácter de proyecto y de proceso del diseño curricular, y a través de las cuales se produce la articulación “vertical” (secuencial) de la disciplina a la que pertenecen y la articulación “horizontal” (simultánea) del semestre en la que se imparten las asignaturas en un Plan de estudio de carácter disciplinar.

Una característica fundamental de la estrategia es su dinámica, ya que se desarrolla en un proceso permanente e ininterrumpido que va transcurriendo por ciclos o iteraciones en el que interactúan simultáneamente los dos enfoques metodológicos que se proponen para los diferentes años y para las diversas disciplinas.

Son varias las razones que justifican la búsqueda de estrategias y vías adecuadas para realizar un perfeccionamiento curricular con carácter permanente en las carreras de ciencias técnicas, entre las que se destacan (sin que con ello se pretenda establecer un orden jerárquico para las mismas) las siguientes: la constante actualización que demanda el desarrollo tecnológico y científico técnico de la sociedad, las exigencias en la formación humanista de los egresados, la necesaria presencia de la interdisciplinariedad en los planes de estudio con enfoque disciplinar, la necesidad de una superación sistemática de los profesores de esta rama en aspectos fundamentales de la pedagogía y particularmente en los campos de la didáctica y el diseño curricular que no formaron parte de los contenidos de la formación universitaria de la mayor parte de ellos, y la necesidad de plantear estrategias viables que motiven e involucren a todos los actores, ya que este proceso se realiza de manera natural solo en casos particulares, pero que no se hace extensivo de forma espontánea a toda la masa de profesores que participan en el proceso docente-educativo de una manera sistémica, consciente y comprometida.

El tema del perfeccionamiento del diseño curricular de las carreras universitarias y especialmente en las carreras de ciencias técnicas es un tema de mucha actualidad por los retos que impone a la sociedad el impetuoso desarrollo tecnológico y en particular el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (NTIC) que obligan a la universidad a desarrollar en sus estudiantes una sólida formación básica unida a la capacidad de resolución de los problemas profesionales básicos y frecuentes de su profesión con una nueva óptica y con la capacidad de asimilar, dominar y desarrollar la tecnología que en su momento formará parte de sus esferas de actuación.

Por otro lado, vinculado a la formación de los egresados está también la realidad contemporánea determinada por el vínculo universidad-sociedad que demanda de la universidad, cada día con

mayor fuerza, de profesionales con una alta formación sociohumanista (Valdés, 1999:21) incorporada como parte del sistema educativo (Arana, s/f) en todo el proceso de formación de los estudiantes como una exigencia de la sociedad, que se sustente en el reconocimiento del valor de la vida humana, que ame y proteja al medio natural en que vive y que desarrolle una economía eficiente, sustentable y competitiva.

La necesidad de desarrollar la interdisciplinariedad en las carreras universitarias con diseños curriculares de tipo disciplinar se fundamenta en la oportunidad real que existe asociada al carácter interdisciplinar que poseen los fenómenos de la vida real. Ella es intrínseca a los problemas que se presentan en las actividades académicas, laborales o investigativas relacionadas con la práctica profesional que los estudiantes tienen que enfrentar y resolver desde los primeros años de la carrera, aún en los diferentes grados de complejidad de estas tareas, y que demanda, no solo la participación en proyectos interdisciplinarios, sino conjuntamente con ello, alcanzar de forma integrada y articulada con este objetivo un diseño de las asignaturas del año que responda en forma de sistema a objetivos integradores interdisciplinarios de mayor nivel de complejidad y calidad que el que pueden lograr muchas veces cada una de las asignaturas de forma aislada de las restantes. Ello por supuesto exige respetar las precedencias necesarias de las diferentes materias, lograr la debida articulación entre los contenidos y entre todas las componentes de los sistemas didácticos de las asignaturas del año y de las disciplinas logrando la eliminación de vacíos y de solapes entre los contenidos de diferentes asignaturas y disciplinas y el logro de habilidades interdisciplinarias y transdisciplinarias en el año, entre otras condicionales, las que solo pueden ser alcanzadas si se convierten en un propósito o fin claro para todos los actores del proceso y en particular para los profesores que lo dirigen y lo llevan a cabo, y si se crean las condiciones para alcanzarlas no como resultado de una simple suma o adición de elementos sino como una integración real que crea cualidades nuevas en el proceso docente a partir de ocurrir esta integración de manera previa y consciente en la mente de todos sus actores.

La formación de los profesores en temas de la didáctica y el diseño curricular en el caso de las carreras de ciencias técnicas resulta de particular interés en este trabajo, pues la formación precedente de la mayoría de ellos, independientemente de los años de experiencia docente y de la categoría científica obtenida, es bastante ajena a la preparación alcanzada en este campo, sin desconocer que una parte no poco significativa de los profesores del claustro de estas carreras tiende a rechazar y subestimar, muchas veces por su desconocimiento, el tratamiento y estudio de estos temas, por lo que se requiere encontrar vías y métodos que los acerquen a los problemas

de la pedagogía y la didáctica a través de la práctica profesional, como sucede con la interdisciplinariedad, que brinda buenas perspectivas para alcanzar resultados en esta dirección de una manera bastante efectiva.

La estructura de esta tesis está dada en una introducción, cuatro capítulos que recogen el contenido fundamental de la tesis, conclusiones y recomendaciones, anexos, bibliografía y un glosario de términos. El primer capítulo está dedicado a analizar el Estado del Arte de los aspectos fundamentales relacionados con el tema de la tesis y definir los referentes teóricos en los cuales se sustenta el trabajo presentado. El segundo y tercer capítulo se dedican específicamente a desarrollar los aspectos conceptuales y metodológicos para el perfeccionamiento del diseño curricular de una disciplina y de un semestre o año de la carrera respectivamente, a partir de trabajar la interdisciplinariedad en cada uno de estos niveles de integración, así como desarrollar la aplicación de la estrategia propuesta al caso de la carrera de Ingeniería en Automática. El cuarto y último capítulo de la tesis integra y sintetiza los resultados del segundo y tercer capítulo en una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas a partir de trabajar la interdisciplinariedad en cada uno de estos niveles para un *currículum* de tipo disciplinar.

La actualidad de la investigación y de sus resultados radica en la necesidad que aún tiene la enseñanza universitaria de encontrar procedimientos viables y conceptualmente fundamentados para resolver dos situaciones diferentes en las que se reconoce que **el problema fundamental** no estriba en aceptar su necesidad e importancia sino en *cómo hacer efectiva, cómo llevar a la práctica*:

- La interdisciplinariedad en la enseñanza universitaria.
- El perfeccionamiento del diseño curricular que involucre y comprometa a sus actores fundamentales.

La novedad de los resultados que se presentan se resume en:

- Concebir y aplicar una estrategia que aporta una vía a través de la interdisciplinariedad para la solución de manera integral de un problema importante en la enseñanza universitaria, el perfeccionamiento continuo y sistemático del diseño curricular que involucre y comprometa a sus actores fundamentales y mejore sensiblemente el *currículum*.
- Desarrollar metodologías adecuadas a las características del meso diseño curricular en las direcciones “vertical” (disciplina) y “horizontal” (semestre o año académico) del Plan de estudio que permitan el perfeccionamiento del diseño curricular de la carrera a partir de la

aplicación de una estrategia única basada en la utilización de las posibilidades que brinda la interdisciplinariedad desde una disciplina o desde un semestre de un año académico para el perfeccionamiento de su Plan de estudio.

- Desarrollar el método de los nodos como uno de los ejes de la estrategia propuesta.

La **significación práctica** de los resultados obtenidos consiste en el perfeccionamiento del diseño curricular de la carrera de Ingeniería en Automática a partir de la aplicación de la estrategia propuesta, desde una disciplina y desde un semestre de un año académico de su Plan de estudio, comprobando así la factibilidad y efectividad de la misma.

Capítulo 1: Estado del Arte

1.1 La interdisciplinariedad

La interdisciplinariedad está presente en el universo en todos los fenómenos de la naturaleza, que son esencialmente interdisciplinarios, y son por tanto interdisciplinarios también los problemas de la práctica social, entendiendo al hombre como un sujeto particular de la naturaleza. La división y clasificación en materias o asignaturas con contenidos aislados, agrupados por disciplinas, solo la establece el hombre como una vía para el estudio y análisis a profundidad de las partes constitutivas que integran esa realidad con el compromiso de integrarlas nuevamente para el análisis de los fenómenos en sí, recuperando de esta forma todos los nexos interdisciplinarios, multidisciplinarios y transdisciplinarios de los mismos. Por lo tanto, todo el estudio y discusión que se promueve en la enseñanza universitaria acerca de la interdisciplinariedad¹ no es más que la necesidad de regresar al nivel de integración interdisciplinaria que presentan en la realidad los problemas de la práctica profesional de cualquier carrera universitaria y de la actividad humana en su carácter más general y completo.

Acerca de su surgimiento y desarrollo tal y como plantea Teófilo Rodríguez² la interdisciplinariedad ha disfrutado de momentos intensos de máxima atención y de situaciones menos consideradas, casi de olvido, lo que ha sido consecuencia de dos tendencias opuestas en la sociedad, las que se han puesto de manifiesto, por una parte, por la división del trabajo y la especialización que exigió el desarrollo y el crecimiento científico para dominar los aspectos de un campo determinado de la realidad, pero que por otro lado, han conducido a la búsqueda de conexiones y relaciones para atender a la solución de los problemas en un contexto más amplio, con una visión más integral y completa de la situación analizada. Así, mientras el primer momento desoye la interdisciplinariedad, el segundo momento la potencia y reclama (Rodríguez N., 1997).

Indudablemente uno de los aspectos de la actualidad del tema que se trata en esta tesis está dada por el reclamo que se hace en estos momentos a la universidad de promover una enseñanza

¹ Mattei Dogan refiere en el artículo ¿Disciplinas? que la palabra interdisciplinariedad aparece por primera vez en 1937, y su inventor es el sociólogo Louis Wirtz; con anterioridad la Academia Nacional de Ciencia de los Estados Unidos había empleado la expresión “cruce de disciplinas”, y el Instituto de Relaciones Humanas de la Universidad de Yale había propuesto el término “demolición de las fronteras disciplinarias (Dogan, s/f).

² Director del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo en 1997.

interdisciplinaria lo más integral posible, que acerque a los futuros graduados a la realidad de los problemas profesionales que tendrán que resolver, lo que será considerado en la estrategia propuesta y aplicada, en los capítulos 2 y 3 de la tesis.

¿Qué es la interdisciplinariedad?

La interdisciplinariedad es frecuentemente mencionada en nuestros días; así lo demuestran las revisiones realizadas por Internet a través de los buscadores Yahoo, Altavista, Alltheweb, Infoseek, entre otros, que reportan cientos de artículos que contienen este vocablo, pero no todos utilizan este término con una misma significación.

Una definición del significado de este término atendiendo a la relación que se establece entre dos o más ciencias y a los diversos niveles de complejidad que puede alcanzar esta relación aparece en el Diccionario de ciencias de la Educación (García, 1984:97). Otro grupo de autores asume una acepción de la interdisciplinariedad que le da mayor peso a las relaciones que se establecen entre los sujetos que la llevan a efecto, que al objeto de estudio; ellos coinciden en una actitud de las personas ante la interdisciplinariedad que implica mutua apreciación y respeto recíproco entre las disciplinas y competencias, así como la tolerancia hacia los distintos métodos y procedimientos utilizados (Damiano, 1977:84), y cuyo objetivo es lograr un enriquecimiento a través del intercambio recíproco, que no pretende atenuar las diferencias, sino por el contrario lograr la colaboración real entre inteligencias (Scurati, 1977). Entre ellos Guy Michaud³ resume una serie de características atendiendo a cómo se manifiesta la interdisciplinariedad entre las personas que la asumen, como una forma de vida, esencialmente una práctica colectiva con un trabajo en equipo que requiere de una activa colaboración, donde los representantes estén dispuestos a dialogar abiertamente y sean capaces de reconocer lo que les falta y lo que podrían aprender de otros (Apostel, 1975: 379-380), que no se aprende, que se ejercita, ya que es el fruto de una formación continua, de una flexibilización de las estructuras mentales.

Luego de 27 años de realizado el “Seminario sobre la pluridisciplinariedad y la interdisciplinariedad en las universidades”⁴, Teófilo Rodríguez le da una interpretación más

³ En las conclusiones del “Seminario sobre la pluridisciplinariedad y la interdisciplinariedad en las universidades”, celebrado en la universidad de Niza en Francia, del 7 al 12 de septiembre de 1970.

⁴ Este Seminario fue organizado conjuntamente por el Centro para la Investigación e Innovación de la Enseñanza (CERI) y el Ministerio Francés de Educación con la participación de 43 delegados y 14 expertos de 21 países miembros de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD) entre los que se destacan Reino Unido, Francia, Alemania, Canadá, Estados Unidos, Japón, Bélgica, Austria, Turquía, Suecia, Países Bajos y Finlandia entre otros.

dinámica al problema, que en cierto sentido facilita su interpretación y establece pautas para seleccionar las vías para su ejecución, analizándolo de la siguiente manera (Rodríguez, 1997:19):

Disciplinariedad e interdisciplinariedad son dos momentos de un mismo proceso. Es un movimiento de doble dirección que se puede resumir en una regla general: trabajar separados, trabajar la separación, a fin de conocer mejor las distintas partes del universo; trabajar unidos, trabajar la unificación y la interacción, a fin de descifrar el universo al que esas partes pertenecen y poder, de esta manera, dominarlas más eficazmente.

En este mismo sentido se refiere Jurjo Torres cuando expresa (Torres, 1995:64):

Para que haya interdisciplinariedad es necesario que haya disciplinas: la riqueza de la interdisciplinariedad está supeditada al grado de desarrollo de la disciplina y estas a su vez se van a ver afectadas positivamente como fruto de sus contactos y colaboraciones interdisciplinarias.

Estos planteamientos de Michaud, Rodríguez y Torres sirvieron de base a la concepción de interdisciplinariedad que asume esta autora con relación al campo específico de la investigación que se ha desarrollado, considerando la **interdisciplinariedad** como el proceso significativo de “enriquecimiento” del *currículum* y de “aprendizaje” de sus actores que se alcanza como resultado de reconocer y desarrollar los nexos existentes entre las diferentes disciplinas de un Plan de estudio, a través de todas las componentes de los sistemas didácticos de cada una de ellas y que convergen hacia una reciprocidad de intercambios que dan como resultado un enriquecimiento mutuo.

Este concepto se enmarca dentro de la acepción brindada por (Jacobs, 1989:8) donde se interpreta la interdisciplinariedad como “una visión del conocimiento y un enfoque del *currículum* que conscientemente aplica metodología y lenguaje desde más de una disciplina a examinar un tema central, asunto, problema, tópico o experiencia”.

Debido a la diversidad de definiciones con relación a la interdisciplinariedad y los puntos de vista de los diferentes autores que sobre ella se han manifestado se puede verificar la amplitud de alcances y de significados del término que nos ocupa, lo que ha dado lugar a que algunos artículos recientes se refieran a la confusión que se muestra en el tratamiento de este término. En los trabajos (Rugarcía, 1997) y (Méndez, 1998) se abunda detenidamente en este tema.

Las distintas definiciones acerca de las disciplinas y los diferentes tipos de interdisciplinariedad planteadas por varios autores, en ocasiones contradictorias, en dependencia de las esencias, la interacción y el campo de aplicación de las disciplinas; así como un conjunto de nuevas definiciones como son la multidisciplinariedad, la pluridisciplinariedad y la transdisciplinariedad aparecen en el glosario de términos de la tesis.

Para los efectos de la investigación desarrollada en el marco del perfeccionamiento del diseño curricular se asumió la definición de **Disciplina** establecida por Guy Michaud y reformulada por C. C. Abet (Apostel, 1975:6):

Disciplina: Conjunto específico de conocimientos susceptible de ser enseñado y que tiene sus propios antecedentes en cuanto a educación, formación, procedimientos, métodos y áreas de contenido.

La interdisciplinariedad en las universidades

La preocupación de un grupo de expertos del Centro para la Investigación e Innovación de la Enseñanza (CERI) acerca de las disímiles concepciones, desarrollo y aplicación de la interdisciplinariedad en las universidades promovió, en 1969, el “Seminario sobre la pluridisciplinariedad y la interdisciplinariedad en las universidades” al que ya se ha hecho referencia, cuyas memorias aparecen en (Apostel, 1975). Con vistas a la realización del seminario se elaboró un cuestionario del que se obtuvieron más de 230 respuestas de 12 países. Un análisis preliminar de estas respuestas de los países latinos y Europa (salvo el Reino Unido) fue reflejado en el cuadro antinómico (Apostel, 1975:52) que se muestra en anexo 1.1, en el que se destacan diferencias importantes entre la universidad tradicional y la universidad interdisciplinaria, las que ponen de manifiesto la necesidad de incorporar la interdisciplinariedad en la enseñanza universitaria.

El enfoque de Guy Berger acerca de la interdisciplinariedad en la enseñanza (Apostel 1975:379-380) abarca desde “una nueva relación entre el estudiante y el profesor” que implica “un profundo cambio en los hábitos de enseñanza” hasta la formación de los profesores en el trabajo interdisciplinario, “que deberá asociar estrechamente la teoría con la práctica, lo que contribuirá a crear nuevas estructuras, nuevos contenidos y nuevos métodos de enseñanza”. Sin embargo, refiriéndose a su objeto de estudio plantea, que la interdisciplinariedad todavía no ha sido cimentada, y que solo un acercamiento bien pensado y riguroso podría ser capaz de superar el desconcierto que han suscitado algunos de los experimentos discutidos en las diferentes universidades sobre este asunto (Apostel, 1975:75-78), dificultad que sigue estando presente aún en nuestros días, en los que se reconoce que **el problema fundamental** no estriba en aceptar la necesidad y la importancia de la interdisciplinariedad, sino en *cómo hacerla efectiva, cómo llevarla a la práctica*. (en línea) [<http://www.parkcce.org/id/3/intgr.html>].

Por la importancia y la vigencia que tienen las conclusiones del mencionado Seminario y la precedencia que establece para el análisis que posteriormente se desarrolla por esta autora en esta

investigación, se destacan los planteamientos de Guy Berger que señalan (Apostel; 1975:75-78) que la perspectiva práctica de la interdisciplinariedad requiere *que la gente aprenda a comunicarse*, lo que supone una modificación total del profesor universitario *que deberá estar dispuesto a ser algo más que un experto en una disciplina; alguien que además de enseñar, se convierta en un formador de sujetos o personalidades*. Esta autora coincide con Berger al considerar como rasgos característicos de la interdisciplinariedad en las universidades la unidad de la persona, que integra en sí misma, con sus vivencias, experiencias, sentimientos y motivaciones, la unidad de la práctica y la unidad de los Conocimientos *en un contexto histórico-social determinado*.

En 1984 fue de nuevo convocada por el (CERI) una Conferencia Internacional en la universidad de *Linkoping*, en Suecia, en la que se señalaron un conjunto de problemas que estaban relacionados con la enseñanza interdisciplinaria, (Klein, 1985) entre los que se señalaron: La *cooperación* entre facultades, la *comunicación* y la *toma de decisiones*, los *enfoques interdisciplinarios en el marco de la universidad tradicional* y la *sensibilidad para cambiar*; aspectos se mantienen aún como retos al iniciar esta investigación.

Un trabajo más reciente acerca de la interdisciplinariedad en Matemática y ciencias (Hurley, 1999) fue realizado por *Marlene Hurley* en el que es examinada la interdisciplinariedad en dos dimensiones: la dimensión filosófica y la pedagógica, en la búsqueda de una mayor comprensión de las definiciones, formas, características y efectos desde los estudios de matemáticas y ciencias interdisciplinarias, para lo que se revisaron e investigaron exhaustivamente, en los Estados Unidos, treinta y cuatro estudios, comprendidos entre los años 1935 y 1997.

Como consecuencia de esta investigación *Hurley* presentó un resumen de las “Demandas” y “Críticas” a la interdisciplinariedad (Hurley, 1999:39) desde la dimensión filosófica y desde la dimensión pedagógica (Hurley, 1999:66-67) (ver Anexos 1.2 y 1.3 respectivamente).

Como se destaca en este resumen (anexo 1.2) tanto los aspectos ventajosos y positivos asociados a la interdisciplinariedad como las críticas que aún se plantean son sin dudas de una gran magnitud, de lo que se infiere que las acciones a realizar para lograr adecuadamente las ventajas que desde la dimensión filosófica ofrece la interdisciplinariedad, requieren aún de un importante proceso de elaboración, a través de nuevas experiencias que impliquen de manera comprometida a todos, permitiendo así simultáneamente a lograr sus ventajas, el poder rebasar y darle solución a la mayoría de los problemas que a ella se asocian.

Si los aspectos analizados en el anexo 1.2 desde la dimensión filosófica demuestran la necesidad de profundizar en la interdisciplinariedad, mucho más incidencia tienen en la dimensión pedagógica todos los elementos considerados, que ofrecen una visión del nuevo paradigma en la educación que tanto se discute actualmente en los diversos escenarios que tratan acerca de la Pedagogía y de las ciencias de la Educación, de forma tal de superar la gran mayoría de las críticas que se han planteado hasta el momento desde la enseñanza tradicional. Tanto las demandas, como las críticas fundamentales planteadas a la interdisciplinariedad en esta dimensión están muy relacionadas con los presupuestos y propósitos de la investigación desarrollada en esta tesis, lo que se trata detalladamente en el capítulo 3 y sus anexos.

Con los elementos aportados ha quedado ratificado para la autora de esta tesis la actualidad del problema que se pretende resolver y la necesidad de haber abordado en la misma que la interdisciplinariedad tenía que pasar primero por la manera de pensar y de actuar de los profesores, para servir de base a una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular en las carreras de ingeniería, con la intención de despejar un poco el camino en la solución de un problema, sin dudas complejo, en el que se ha trabajado en muchos países y universidades y se trabajará aún por mucho tiempo.

1.2 El diseño curricular

Tomando como punto de partida que es el diseño curricular el objeto de estudio de esta investigación, se hace necesario discutir y asumir un conjunto de definiciones y concepciones relativas a este aspecto.

Con relación a los fundamentos teóricos del *currículum* se destacan dos enfoques fundamentales: un *currículum* centrado en el objeto (Tyler, 1949), (Taba, 1962), entendiéndose por objeto el contenido o la materia que se pretende enseñar y un *currículum* centrado en los sujetos: estudiantes, profesores y expertos que se ha promovido a través de diferentes experiencias⁵ (Stenhouse, 1991) con la introducción de metodologías cualitativas.

A continuación se resumen algunos aspectos distintivos del segundo enfoque (Stenhouse, 1991) que permiten destacar el contraste entre estas dos propuestas curriculares:

- La necesidad de un marco flexible para la experimentación e innovación del *currículum*.
- El concepto de *currículum* como proyecto a experimentar en la práctica.

⁵ William Stenhouse dirigió en Inglaterra entre 1967 y 1972 el “*Humanities Curriculum Project*”.

- El proceso de desarrollo del *currículum* en un marco estimulante de energías creadoras y de compromiso de los profesores.
- La diferenciación entre programas curriculares ceñidos a una selección y secuencia de contenidos a diferencia de proyectos curriculares como una síntesis de posiciones epistemológicas, psicológicas y educativas.
- El *currículum* como palanca de transformación y de formación del profesorado.
- El *currículum* como el instrumento inmediato que condiciona la actividad didáctica.
- El *currículum* como el medio por el que el profesor se capacita para probar ideas en la práctica, gracias más a su propio discurso personal que al de otros.

Esta experiencia curricular en contraste con las anteriores pone el énfasis en dos cuestiones fundamentales que resultaron significativas para la autora de esta tesis y para la estrategia que se propone en la misma; ellas fueron: *La necesidad de transformar, desarrollar y validar el currículum como proyecto, a través de la práctica curricular*; y la segunda, no menos importante: *La posibilidad que ofrece el currículum, desde la práctica curricular, para la formación y desarrollo de los profesores que lo ejecutan*.

Sin embargo se hace necesario señalar en qué se diferencia la concepción que asume la autora de esta tesis de la concepción planteada por *Stenhouse*:

- Aunque este autor reconoce y diferencia el carácter de proyecto y de proceso del *currículum*, en la práctica le dio una alta prioridad al carácter de proceso con relación a su carácter de proyecto. Sin embargo en la posición que asume esta autora, aunque le atribuye gran importancia al proceso no se desconoce el papel del proyecto, y el objetivo de la investigación es encontrar vías que permitan potenciar de una manera integral y dialécticamente relacionada ambos aspectos del *currículum*.
- La perspectiva integradora de *Stenhouse* es crítica al modelo curricular de objetivos, sin embargo la posición que se asume en esta investigación parte de establecer y considerar la jerarquía en el diseño curricular, en el que se refuerza el carácter rector de los objetivos a partir del Modelo del profesional y del Plan de estudio que se tome como referencia, aunque considerando siempre el carácter dinámico y flexible del diseño curricular.

Por estas dos razones fundamentales la propuesta de *Stenhouse* aunque imprescindible, no resulta suficiente para la investigación acerca del diseño curricular que se desarrolla en esta tesis y constituye por tanto, un complemento importante de otra concepción (González, 1994b) que considera el:

Currículum como un *proyecto* sistematizado de formación y un *proceso de realización*, a través de una serie estructurada y ordenada de *contenidos y experiencias de aprendizaje*, articulados en forma de propuesta político-educativa que propugnan diversos sectores sociales interesados en un tipo de

educación particular, con la finalidad de producir *aprendizajes significativos* que se traduzcan en *formas de pensar, de sentir, valorar y actuar frente a los problemas complejos* que plantea la vida social y laboral en un país determinado.

El *currículum*, desarrollado en dos planos fundamentales: el estructural-formal y el procesual-práctico, que consiste para la universidad de tres momentos fundamentales: el perfil profesional, el Plan de estudio y el programa docente.

A partir de esta concepción, basada en los presupuestos teóricos de la escuela Histórico-Cultural, se refuerza la actualidad que tiene (González, 1994 b) la búsqueda de la necesaria interrelación dialéctica entre la teoría, el diseño y el desarrollo en la práctica de un *currículum* y cómo es aún una necesidad el fortalecimiento de las investigaciones en este campo de modo que se alcance una mayor comprensión de las particularidades de su ejecución en las diferentes carreras, niveles educativos y modalidades, así como la elevación del nivel académico de los profesores y funcionarios que enfrentan la problemática de formación. Esta tesis responde de cierta manera a esta solicitud para el caso de las carreras de ciencias técnicas.

La decisión de la autora de esta tesis de considerar simultáneamente dos enfoques que aparentan ser diametralmente opuestos, se basa para ello en la posición dos autores reconocidos con relación al desarrollo del *currículum*; *George Posner* se refiere al eclecticismo reflexivo (*Posner, 1998*) asociado a la habilidad de evaluar críticamente las alternativas y las propuestas que los expertos desarrollan (*Schwab, 1971*), que es al fin y al cabo, el corazón de los estudios curriculares, lo que corrobora (*Castañeda, 1997*) cuando expresa la necesidad de identificar, sintetizar y armonizar las concepciones teóricas del diseño curricular que se dan en una institución como un formidable instrumento para la realización exitosa de todo programa de diseño curricular.

Con estos elementos presentes, que se han ido integrando y complementando, se utilizará en este trabajo la siguiente definición de diseño curricular en el marco de la enseñanza universitaria (*Castañeda, 1998*):

El diseño curricular constituye en esencia un sistema de acciones, mecanismos y formulaciones que para una profesión específica y en un momento y lugar determinado *permiten elaborar y materializar los objetivos de un proceso formativo* que permite dar respuesta a una necesidad social e individual para otro período de formación determinado.

Acerca de la relación entre la enseñanza y el *currículum* esta autora coincide con *Stenhouse*, al utilizar el término de estrategia de enseñanza que alude más a la planificación de la enseñanza y del aprendizaje sobre la base de principios y concede más importancia al juicio del profesor e implica por tanto el desarrollo y puesta en práctica de una línea de conducta, cuando afirma que: “*Han de ser elaboradas nuevas estrategias por grupos de profesores que colaboren dentro de un marco de investigación y desarrollo (Stenhouse, 1991)*”.

Se consideran referentes para esta investigación la concepción de estrategia y el método de investigación-acción que emplea *Stenhouse* con el objetivo de propiciar un marco de investigación y desarrollo del *currículum* que promueva significativamente la transformación en la forma de pensar y actuar de los sujetos participantes (profesores y estudiantes de una carrera de ciencias técnicas). Sin embargo, resulta necesario señalar que en el epígrafe 1.4 se discuten los fundamentos filosóficos del método de investigación-acción utilizado por esta autora en la estrategia que se defiende, lo que no es óbice para distinguir cuáles aspectos generales están asociados a la aplicación de la estrategia propuesta, cuáles son particulares del primer semestre del tercer año en el que la misma se aplicó y cuáles son singulares del colectivo de profesores y estudiantes que realizaron la experiencia de perfeccionamiento del diseño curricular. De esta forma se puede diferenciar qué es replicable y qué no lo es en una experiencia de perfeccionamiento del *currículum* que utiliza el método de investigación-acción.

Como el diseño curricular que es objeto de análisis se ha en marcado a las carreras de ciencias técnicas, a continuación se analizarán los presupuestos del *currículum* para este tipo de carreras en la República de Cuba.

Presupuestos del currículum para las carreras de ingeniería en Cuba

Un aspecto que se ha considerado en esta investigación se refiere a los requerimientos del diseño curricular para las carreras de ingeniería, determinados por los rasgos esenciales que deben caracterizar en nuestros tiempos *la formación de los ingenieros* (Castañeda, 2000). Ellos son:

- *Potenciar el aprendizaje* del sujeto por encima de la transmisión de conocimientos por parte del profesor.
- Prestar especial atención al *desarrollo de la independencia, la capacidad de autopreparación y el desarrollo de habilidades profesionales generales* en el estudiante.
- *Priorizar la formación básica* por encima de la formación especializada.
- Ser capaz de brindar una sólida formación teórica en las ciencias básicas y los aspectos básicos de la actividad profesional, ligados al *desarrollo de un pensamiento lógico bien desarrollado*.
- Desarrollar *habilidades y destrezas profesionales en la solución de problemas estructurados y no estructurados*.
- Desarrollar *la flexibilidad de pensamiento, el pensamiento divergente, lateral o creativo*, que permita desarrollar la capacidad de obtener diversidad de soluciones a un mismo problema y poder evaluar los puntos fuertes y las debilidades de unas y otras.
- Desarrollar *capacidades para el trabajo grupal, interdisciplinario y multidisciplinario*.
- Estimular el *desarrollo integral de la personalidad* de los educandos y su formación sociohumana.

Los planes de estudio “C” perfeccionados, que están en vigor para las carreras de ingeniería en Cuba desde el curso 1990-1991 presentan como característica (MES, 1987), (Castañeda, 1998) una *estructura de disciplinas y de asignaturas* que garantiza la formación básica y científica y que favorece simultáneamente el aprovechamiento de las ventajas del *sistema modular o globalizado* al establecer ciertas jerarquías y diferencias entre las disciplinas y las asignaturas, lo que se manifiesta al desarrollar todo el Plan de estudio alrededor de una Disciplina Principal Integradora que tiene una asignatura que la representa a lo largo de cada uno de los años académicos, que desarrolla toda su actividad alrededor de la concepción y ejecución de un Proyecto de Curso, que como problema profesional no estructurado presenta condiciones favorables para desarrollar la motivación de los estudiantes al estudio y al trabajo. Esta asignatura (Castañeda, 1998) permite potenciar los aspectos relativos a la construcción personal del conocimiento por parte de los estudiantes y propiciar en ellos el logro de *aprendizajes significativos y el desarrollo de un individuo independiente y creativo*. De esta forma, el desarrollo de la interdisciplinariedad se ve favorecido por una concepción del Plan de estudio que incorpora al diseño curricular “vertical” de las materias concebidas en cada una de las disciplinas de dicho Plan, un enfoque “horizontal” del mismo a nivel de cada semestre y año académico.

Sin embargo queda abierto el tema relativo a las interrelaciones que deben tener lugar en el proceso, entre el macro diseño curricular de una carrera concebida enfoque disciplinar y cuyo diseño se apoya en una fuerte concepción interdisciplinaria, y los principios y métodos utilizados en el nivel intermedio (meso) de su diseño curricular, es decir en los niveles de disciplinas, semestres y años en los que intervienen otros grupos humanos y donde debe producirse un perfeccionamiento coherente y armónico de todo el *currículum* el cual es abordado más adelante como parte de este trabajo de tesis.

La interdisciplinariedad en el nivel meso del diseño curricular de las carreras de ingeniería

El nivel meso del diseño curricular comprende (considerando proyecto y proceso) el diseño y la implementación de los programas de las disciplinas, en el sentido “vertical”, y de los años o semestres en el sentido “horizontal” del Plan de estudio.

Como ya fue comentado, en la aplicación que se hizo en Cuba de esta metodología (MES, 1987) para la formación de los ingenieros en el período 1988-1998 se le prestó atención al desarrollo de la interdisciplinariedad en el nivel meso del diseño curricular dándole un *mayor peso a la definición y el uso de los objetivos por semestre, años y niveles* que el que se le daba a estos componentes del diseño curricular en procesos anteriores de cambio, lo que es fundamental

(Castañeda, 1998) para definir la acción conjunta de dos o más materias en el logro de objetivos generales integradores que tengan implícitos desde el diseño curricular la formación de valores (Arana, s/f) con una adecuada integración de las actividades de carácter académico, laboral y de investigación en cada momento de la carrera.

Bajo estos prepuestos quedó establecido que tanto las disciplinas y asignaturas en su organización “vertical”⁶, como los niveles, años y semestres en la organización “horizontal” deben definir durante la elaboración del Plan de estudio, a través de la metodología propuesta, las formas más generales a través de las cuales se puede dar respuestas a la integración de estos tres tipos de actividades en la carrera, lo que contribuye considerablemente a lograr la sistematicidad de la enseñanza en la misma.

Otro aspecto de particular importancia en las carreras de ingeniería es el hecho que aún persiste en algunos profesores que piensan que *su asignatura y su materia es lo más importante y en función de ello establecen los requisitos de estudio y de trabajo docente de cada estudiante*, incidiendo en el proceso con igual jerarquía y *sometiendo al estudiante a un esfuerzo muy disperso y poco armonizado*.

En la práctica a nivel meso del diseño curricular, en el *currículum* oculto, pueden ocurrir dos cosas:

1. Que la interdisciplinariedad no esté presente en el diseño de las disciplinas (meso diseño curricular) independientemente de que este se encuentre perfectamente concebido y articulado sistémicamente en el Plan de estudio de la carrera (macro diseño curricular).

En este caso hay que hacer un análisis de la interdisciplinariedad en la dirección “vertical”, en el diseño de las disciplinas y asignaturas a partir del Plan de estudio, como condición necesaria para lograr los objetivos propuestos.

2. Que estando perfectamente concebida la interdisciplinariedad en el Plan de estudio (macro diseño curricular) y en el diseño de las disciplinas y asignaturas, esta no tenga el efecto previsto en la práctica curricular *si no está en la manera de pensar y de actuar de todo el colectivo de profesores y estudiantes* (meso diseño curricular), donde la disciplina principal integradora juega un papel fundamental como elemento integrador esencialmente interdisciplinario a este nivel.

Es la interdisciplinariedad en el diseño del año y de su sistema didáctico, con sus componentes de proyecto y de proceso, la que permite articular realmente el diseño curricular a ese nivel, integrando en sus células básicas que son las asignaturas del año, y a través de sus actores fundamentales (profesores y estudiantes) el diseño en la dirección “vertical” de cada una de las disciplinas, con el diseño en la dirección “horizontal” a nivel de año. En ello hay que tener en cuenta que los sistemas de objetivos, de conocimientos, de habilidades y de valores, el sistema de tareas y el sistema de evaluación del año, por mencionar solo algunas de las componentes del sistema didáctico pretenden metas integradoras de un nivel superior a las que pretenden todas y cada una de las asignaturas individualmente, y no es la suma de cada una de ellas la que determina los objetivos del año y su sistema de evaluación, por lo que hay que diseñar todo el sistema didáctico del año integralmente para que se pueda lograr el cumplimiento de los objetivos generales planteados. Si la carrera está bien concebida a partir de estos referentes no puede existir una asignatura que no aporte de alguna manera a los objetivos del año y a su sistema didáctico.

La aplicación práctica de la experiencia curricular en cada año y carrera no se corresponde solamente con el diseño curricular que esta tenga, sino que en ello juega un papel importante cómo se concibe el funcionamiento de las estructuras institucionales creadas para llevarlo a cabo, como es por ejemplo el colectivo de año, organización básica utilizada en Cuba, con grandes posibilidades para lograr la interdisciplinariedad en este nivel.

El *programa de una disciplina* es un elemento importante y relativamente novedoso del nivel meso del diseño curricular de una carrera universitaria. Ya se ha hecho referencia al papel de las disciplinas y asignaturas en el diseño curricular en la dirección “vertical”. Algunos aspectos básicos de este diseño pueden valorarse a partir del referente que establece el programa de una asignatura o disciplina (Castañeda, 1998) y que aparece definido en el glosario de términos.

En cuanto a la estructura y composición del programa de una disciplina como objeto de estudio de esta tesis, el mismo está enmarcado en las definiciones contenidas en el libro “Bases metodológicas para el desarrollo de Planes de estudio “C” en la República de Cuba” (MES, 1987). Todo ello queda hasta el momento en el plano del diseño curricular en su carácter de proyecto o *currículum* pensado, lo que se lleva a la práctica en cada carrera por colectivos

⁶ George Posner define la organización “vertical” como el aspecto de la organización curricular que describe el orden secuencial del contenido y la organización “horizontal” como el aspecto que describe la correlación o la integración del contenido enseñado de forma simultánea (Posner, 1998).

específicos de profesores y estudiantes para los que necesariamente no llega en igual medida al plano de *currículum* vivido si no es con un intenso y sistemático trabajo del colectivo de disciplina, que debe estar guiado por una estrategia metodológica bien concebida y dinámica que se perfeccione constantemente con la participación de todos los profesores, lo que constituye uno de los aspectos de atención de esta tesis. Pero aún así, de lograrse en la práctica lo que se ha concebido en el diseño de las disciplinas y asignaturas en función del Plan de estudio en la dirección “vertical”, este debe y tiene que estar integrado “horizontalmente” con el diseño del año, que está regido fundamentalmente por los objetivos del año, en el que juega un papel fundamental *la asignatura principal integradora*.

En este sentido esta autora coincide con Castañeda cuando expresa que el diseño curricular es también un proceso de comunicación, de gestión y de liderazgo que en su práctica docente solo puede ser sostenido por la riqueza de su diversidad y de su integridad y requiere de los elementos de voluntad, capacidad y decisión de las personas e instituciones que se propongan llevarlo a cabo, pero especialmente de los profesores y los estudiantes, por lo que cada día más se corrobora que: “El profesor es el alma del diseño curricular y de él depende que el Proyecto concebido se lleve exitosamente a la práctica como un proceso real (Castañeda, 1998)”.

Por ello es importante dar respuesta a la pregunta: ¿Qué se debe tener en cuenta para concebir una estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ingeniería?

Julián Betancourt en “Pensar y Crear” define (citado en Mitjans, 1995) la *estrategia*:

como una acción humana, orientada a una meta intencional, consciente y de conducta controlada, con la que se relacionan conceptos tales como plan, tácticas y reglas. Es decir que a partir de una meta trazada se debe determinar cómo actuar y cómo controlar dichas acciones.

En este sentido es que se trabajarán las potencialidades de la interdisciplinariedad para perfeccionar el diseño curricular en una carrera de ciencias técnicas.

Por tanto, acotando la concepción que se asume en esta investigación, ***se concibe la interdisciplinariedad en el perfeccionamiento del diseño curricular*** esencialmente ***como un proceso***, caracterizado de la siguiente manera:

- Es una vía de desarrollo y actualización del *currículum*.
- Se lleva a cabo por los propios actores del *currículum* (profesores, estudiantes y expertos, en cada caso) e incluye y presupone un proceso de formación y cambio de ellos mismos.
- Se planifica y desarrolla conscientemente a partir del interés y la motivación de la mayoría de los involucrados, aunque el mismo está regulado y regido por el Plan de estudio y el Modelo del Profesional de la carrera de que se trate.

- Es un proceso de carácter sistemático y permanente.
- Es un proceso significativo, es decir que deja huella y que tiene un significado y un sentido personal para todos sus actores.
- Que converge a la formación en el sentido más amplio y humano de un profesional dado.
- Que se establece y se condiciona a partir de las necesidades y exigencias de un contexto socio-histórico determinado.

Luego de asumir esta concepción de la interdisciplinariedad el problema queda reducido a encontrar las vías de ***cómo llevarla a la práctica y comprobar la viabilidad y efectividad de sus resultados en el perfeccionamiento del diseño curricular***, cuestión esencial de la que trata esta tesis.

¿Cuál es el papel de los actores en el perfeccionamiento del diseño curricular?

A pesar del proceso de formación pedagógica básica de todos los profesores universitarios que se ha desarrollado en Cuba durante años, aún subsiste en los claustros de algunas carreras de ingeniería la esencia de las formas de enseñanza tradicional, pues como se afirmaba por algunos profesores: *“esta había sido capaz de formar buenos profesionales durante muchos años”*.

La formación pedagógica del profesorado de las carreras de ciencias técnicas es un tema bastante discutido, incluso en reuniones de organismos internacionales, pero ello no queda solo en este aspecto, sino que se va más allá, está dirigido también a la atención a la personalidad del profesor (Valdés, 1999:22):

El profesor del presente tiene el reto del conocimiento y dominio de las nuevas tecnologías de la información y sus ventajas para la educación, de la ruptura con el tradicionalismo en la enseñanza, requiere de un aprendizaje permanente y de un permanente desarrollo como personalidad.

La dificultad fundamental que se presenta para lograr este propósito es *encontrar las vías mediante las cuales se logre realizar esta transformación*, sobre todo en el caso particular de los profesores de las carreras de ciencias técnicas que cuenta con profesionales destacados de su especialidad con escasa formación pedagógica y limitado interés por estos temas, limitación que se hace extensiva a la necesaria presencia de *la interdisciplinariedad* en el diseño curricular, concebido como proyecto y proceso, para la que el profesorado también debe ser formado (Miranda, 1978). Cuestión esta que será tratada y resuelta en el capítulo 3 de esta tesis.

Otro aspecto a señalar es que aunque la participación de los estudiantes en la confección del Plan de estudio fue concebida y llevada a la práctica en toda la experiencia cubana desde hace algunos años, es conocido que en algunos casos carece aún de la sistematicidad y el compromiso necesarios para el continuo perfeccionamiento del mismo. Toda la experiencia acumulada de los

últimos años de la década de los 90 con el desarrollo de los Proyectos Educativos y el trabajo mancomunado de profesores y estudiantes en los colectivos de año ha fortalecido la presencia y el protagonismo de los estudiantes en el perfeccionamiento del diseño curricular de los Planes de estudio. En este sentido se plantea (Castañeda, 1998) que debe ser una preocupación constante de los directivos de las comisiones de carrera el realizar contactos directos con toda la comunidad estudiantil para incentivarlos, comprometerlos e incorporarlos al proceso de transformación y tener en cuenta sus opiniones y experiencias en el mismo, con independencia de que estos estudiantes sean o no los que van a recibir directamente el efecto del *currículum* que se diseña.

Tal y como se ha declarado se hace necesario encontrar una estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular que permita materializar este compromiso de los estudiantes con el desarrollo y perfeccionamiento del *currículum*, así como con la calidad de la formación que están recibiendo ellos mismos o que recibirán otros egresados.

1.3 Los aprendizajes significativos

La inclusión de este epígrafe en la tesis está dada por dos razones:

La primera, por la importancia que tienen los “aprendizajes significativos” debido a la cualidad que los caracteriza con relación al significado y al sentido personal en el sujeto que “aprende”, lo que permite proponerse y concebir el diseño curricular con un enfoque integral del aprendizaje que considere la formación sociohumanista de la ciencia que se enseña (Arana, s/f), en la que los valores estén realmente implícitos en el sistema de conocimientos y dejen de ser un componente añadido en los Planes de estudio, como todavía sucede en algunas carreras de ciencias técnicas.

La segunda razón es que la autora de esta tesis se propone producir en los profesores “aprendizajes significativos” acerca de la estrategia planteada y en determinados temas importantes de la pedagogía y de la interdisciplinariedad relacionados con el diseño curricular, por la cualidad que caracteriza a estos aprendizajes.

Además de ello, el propio perfeccionamiento del diseño curricular no debe ser abordado sin tratar el tema de los aprendizajes significativos tal y como se desprende de la cita de *Stenhouse* cuando se refiere a que “*el currículum no puede apartarse de las concepciones de aprendizaje de los psicólogos si de verdad se quieren conseguir resultados en este proceso que impliquen al estudiante en su totalidad como sujeto, como ser humano*”, lo que por su parte menciona también (González, 1994) cuando expresa que ...“*producir aprendizajes significativos que se*

traduzcan en formas de sentir, valorar y actuar frente a los problemas complejos que plantea la vida social y laboral en un país determinado es la finalidad del currículum”.

Los referentes teóricos sobre “los aprendizajes significativos” para el objeto de esta tesis se limitarán al análisis de dos grupos de autores o tendencias sobre este tema. El primero se refiere a diferentes planteamientos acerca del aprendizaje significativo realizados por algunos importantes Psicólogos Cognitivos que centran su propuesta en el proceso del conocimiento, y el segundo, a otro grupo de autores que ponen el énfasis del aprendizaje en el papel y la importancia de los sujetos y particularmente en el sujeto que aprende.

La concepción de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular para carreras de ciencias técnicas que se presenta en esta tesis, se propone involucrar a los profesores, de forma tal de alcanzar en ellos los “aprendizajes” necesarios para que la interdisciplinariedad y el perfeccionamiento del diseño curricular tengan lugar primero en la mente de sus actores con una real significación para ellos.

Liliana Morenza expresa la posición de la Psicología Cognitiva cuando refiere que “aprender supone una actualización adecuada de las bases de conocimientos y una integración del conocimiento nuevo a una estructura preexistente (Morenza, 1996)”, lo que sin lugar a dudas sienta las bases de la posición de estos psicólogos a la hora de considerar los aprendizajes significativos. Bajo estos presupuestos generales *David Ausubel* (1968, 1973) expresa la necesidad de que el nuevo material de aprendizaje se relacione de manera sustancial con lo que el alumno (profesor) ya sabe para lograr que este sea “asimilado” en su estructura cognoscitiva.

Como se puede analizar desde la posición de *Ausubel* y de otros psicólogos cognitivistas (Novak, 1988), sus planteamientos refuerzan, la necesidad de relacionar el “aprendizaje de los profesores” en los temas pedagógicos, con aspectos significativos presentes en su estructura cognitiva como lo es el perfeccionamiento de sus asignaturas a través de la interdisciplinariedad, cuando la misma está asociada a la solución de problemas profesionales en la que ellos son expertos.

César Coll se refiere al aprendizaje significativo de hechos, de conceptos, de procedimientos y de actitudes que son muy cercanos a los efectos que por su naturaleza produce la interdisciplinariedad en el colectivo de profesores y estudiantes cuando esta se trabaja dinámicamente en el perfeccionamiento del diseño curricular, y establece para ello una serie de condiciones como son que el contenido de aprendizaje sea potencialmente significativo en la doble vertiente lógica y psicológica (Coll, 1990), sin descuidar además otro aspecto de suma importancia que es la funcionalidad del aprendizaje teniendo en cuenta que mientras más

complejas y numerosas sean las conexiones establecidas entre el nuevo material de aprendizaje y los elementos ya presentes en la estructura cognoscitiva, mayor sea el grado de significatividad del aprendizaje realizado y tanto mayor será también su funcionalidad.

Todas estas conexiones numerosas y complejas que menciona Cesar Coll están presentes en la esencia misma de la interdisciplinariedad en el diseño curricular desde el momento en que *la interdisciplinariedad, en todas sus dimensiones, ayuda a salvar las diferencias entre los límites de cada disciplina y la realidad misma, contribuyendo a dar significado y sentido al currículum en el nivel meso del diseño curricular, y a motivar a partir de ello a los profesores a estudiar aspectos específicos de la didáctica y de la pedagogía en general que pueden propiciar a mediano plazo una elevación significativa de la calidad en los procesos que realizan* logrando así la significatividad del aprendizaje en su doble vertiente lógica y psicológica y la funcionalidad de lo aprendido.

Proponerse lograr aprendizajes significativos cambia radicalmente el enfoque acerca de qué es lo que debe aprenderse y lleva por tanto a discutir otros aspectos tales como el “aprender a aprender” y las estrategias de aprendizaje. Teniendo en cuenta que “aprender a aprender” (Díaz Barriga, 1998) implica “la capacidad de reflexionar en la forma en que se aprende y de actuar en consecuencia, autorregulando el propio proceso de aprendizaje mediante el uso de estrategias flexibles y apropiadas que se transfieran y adapten a nuevas situaciones”, la labor de los profesores (convertidos en sujetos de aprendizaje) a través de la ejecución de procesos de investigación-acción en la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular crea condiciones propicias para el desarrollo de estas capacidades y se asocian a la obtención de aprendizajes significativos en estos temas pedagógicos por parte de dichos profesores.

La interdisciplinariedad tiene en sí misma las potencialidades para propiciar en profesores y estudiantes el enfoque a profundidad (Marton, 1981, 1983, Entwistle y Ramsden, 1983; Entwistle, 1987) con relación a los enfoques estratégico o superficial, por las posibilidades que la misma ofrece con relación a buscar y establecer conexiones con los conocimientos previos y experiencias personales, por lo que permite desarrollar al máximo estas potencialidades en aquellos sujetos que están involucrados en el proceso de perfeccionamiento del diseño curricular y por el efecto que esta produce cuando es “trabajada” *por el colectivo profesores y estudiantes del año como movilizadora del cambio tanto del diseño curricular como de sus propias concepciones.*

Indudablemente todos estos aspectos centran su atención en el proceso del conocimiento, investigando qué se aprende, cómo se aprende y cómo actuar para producir aprendizajes

significativos, pero la autora de esta tesis considera imprescindible incorporar en este análisis al individuo como ser humano, en sus relaciones con todo y con todos los que le rodean, con sus sentimientos, preocupaciones, necesidades y motivaciones. En este sentido resulta importante la posición de los autores que le dan prioridad al papel de los sujetos, a las relaciones que se establecen entre los sujetos, y al contexto en el que se produce el proceso de aprendizaje.

En este sentido se considera que “Un aprendizaje es más significativo mientras mayor sea su relación con la personalidad y con la vida toda del individuo (Zarzar, 1983)” o se identifica este tipo de aprendizaje con un proceso de transformación mutua: “la persona cambia por la influencia del grupo y este se modifica por la acción de sus miembros (Santoyo, 1981)”.

En un contexto más amplio hay autores que defienden la importancia de la experiencia histórico-social en el proceso de aprendizaje a través de todas las relaciones y las interacciones que se producen en el individuo a partir de su actividad con todo lo que lo rodea (Pampliega, 1994). Ana Victoria Castellanos, destaca que el aprendizaje como proceso psicológico aparece significado en la obra de *Vigotsky* y de *Pichón Riviére* como condición necesaria del desarrollo (Castellanos, 1999:131-134) en un proceso el que el sujeto “incorpora y se apropia, configura su mundo interno” destacando, entre otros aspectos, el carácter social de este proceso, así como la interacción y la comunicación que se establece entre los sujetos.

La concepción de aprendizaje de *Vigotsky* es mucho más amplia que todas las analizadas hasta el momento en este epígrafe, ya que lleva a un análisis acerca de la educación, del desarrollo, de la cultura, de la formación de los procesos psíquicos superiores, entre otros, de manera integral, como sentencia *Jerome Bruner*, su teoría educacional es una teoría de transmisión cultural como también una teoría del desarrollo. Ya que “educación” no solo implica para *Vigotsky* el desarrollo del potencial del individuo sino también la expresión y el conocimiento histórico de la cultura humana de la que surge el hombre. (*Bruner*, 1993).

La idea esencial de la obra de *Vigotsky* establece que la determinación de los procesos psíquicos debe buscarse en el carácter histórico-social de la naturaleza humana (*Vigotsky*, 1987), en la sociedad, en primer lugar, como factor determinante en la conducta del hombre. Por esta razón cuando en esta tesis se propone elaborar una estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas, basada en trabajar la interdisciplinariedad, y se destaca entre los rasgos característicos de este proceso que debe ser “sistemático y permanente”, se está asociando el mismo a la transformación de una cultura de trabajo de todos los involucrados que, apoyada firmemente en la realidad sociohistórica en que se lleva a cabo, se

enriquece con elementos nuevos y reconstruye las formas de hacer y de pensar de los participantes.

¿Cuál es la posición de Vigotsky con relación a los aprendizajes significativos?

Aunque son los constructivistas los que sacaron a la luz pública el término aprendizaje significativo, no se puede más que reconocer y señalar que (citado en Ojalvo, 1996) los orígenes de los términos *significado* y *sentido* (ver en el glosario) se deben a *Lev Semionovich Vigotsky*, con su interpretación del lenguaje y la cultura como herramientas para la *construcción de significados*, lo abre sin dudas el espectro desde el enfoque Histórico-Cultural al aprendizaje significativo anteriormente referido.

Este enfoque se basa esencialmente en el carácter social del aprendizaje que se establece a través de la comunicación en la actividad práctica interactiva que realizan las personas (*Vigotsky*, 1987), en la que juega un papel importante la zona de desarrollo próximo (*Vigotsky*, 1989), lo que se ha concebido en esta investigación al utilizar las potencialidades de “trabajar” la interdisciplinariedad por el colectivo de profesores y estudiantes de un semestre de un año como factor de movilización y transformación, para promover en ellos y a través de ellos el cambio, de una manera consciente pero a su vez significativa. La estrategia planteada utiliza las ventajas que ofrece la zona de desarrollo próximo convirtiendo en *fortaleza* lo que pudiera constituir una *debilidad*, al trabajar la interdisciplinariedad en un colectivo de año heterogéneo, integrado por profesores de diferentes disciplinas, con distintos intereses, motivaciones, experiencias y formación pedagógica.

A partir de todos estos elementos y basado en las definiciones de *Vigotsky* la autora de esta tesis considera como *significativos aquellos aprendizajes que han dejado una huella sensible con un significado y un sentido personal en el sujeto que aprende*.

1.4 La investigación-acción

En este epígrafe se tratarán aquellas cuestiones fundamentales de la investigación-acción que justifican su presencia en la investigación desarrollada por esta autora. Este modelo de investigación debe sus orígenes a *Kurt Lewin*. Sin embargo, la autora de esta tesis coincide con Beatriz Castellanos al afirmar que a pesar de la trascendencia y utilidad de sus concepciones no puede obviarse que *Lewin* ha sido fuertemente criticado por emplear la investigación-acción con fines integracionistas, encaminados al sostenimiento y no a la verdadera transformación social,

lo que quedó puesto de manifiesto al trabajar en aras de adaptar a grupos de obreros a las condiciones de trabajo asalariado en las fábricas.

Como vía alternativa a esta posición de *Kurt Lewin* se han desarrollado un gran número de corrientes y variantes entre las que se destaca, en América Latina, la *investigación-acción-participativa* (IAP) (*Fals*, 1977), (Colectivo de autores, 1989) (*De Schutter*, 1989:242-243), (Díaz, 1989), (Castellanos, 1996). Sin embargo no son estos los antecedentes directos para la investigación que se ha realizado, sino que la misma se acerca más a otras corrientes en el desarrollo de la **investigación-acción** que están asociadas a los trabajos de *William Stenhouse*, *John Elliot*, *Robert Carr*, *Stephen Kemmis* y *Robert McTaggart* entre otros. Estas modalidades de la investigación-acción también se caracterizan por la participación, implicando a las personas involucradas en el mejoramiento de sus propias prácticas a través de la acción críticamente informada y comprometida (*Kemmis*, 1992:30-34) en un proceso sistemático de aprendizaje que se desarrolla siguiendo una espiral de ciclos de planificación, acción, observación, reflexión.

Al comparar y distinguir la investigación-acción de otros tipos de investigación (*Kemmis*, 1992:132-138) *Kemmis* y *McTaggart* señalan un conjunto de rasgos importantes que la caracterizan, como son el hecho de que se realiza por determinadas personas acerca de su propio trabajo con el fin de mejorar aquello que hacen, incluyendo el modo en que trabajan con y para otros; que implica el planteamiento de problemas y no tan sólo su solución en un proceso que sigue una evolución sistemática, en el que se recogen datos sobre los que se basa una rigurosa reflexión de grupo, a partir de la cual se planifican las acciones a realizar y *de cuyo resultado se produce el cambio tanto del investigador como las situaciones en que este actúa*.

Indudablemente todas estas características de la investigación-acción ofrecen las mejores posibilidades para utilizarla en la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular cuando se quiere perfeccionar desde la acción, tanto el proyecto como el proceso, simultáneamente con una transformación significativa de sus actores fundamentales. Tal y como plantea *Beatriz Castellanos* la *investigación-acción se identifica con la Investigación Educativa* (Castellanos B., 1998) al ser los investigadores los mismos profesores y estudiantes que participan como sujetos y objetos de la investigación y cuyo objetivo es la transformación de la realidad educativa del profesor, de los estudiantes y del propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Es además una investigación abierta, con métodos flexibles, que se produce por la acción consciente y comprometida de todos, en un proceso basado en el diálogo, la confianza, el compromiso y la colaboración, a través de la unidad entre la praxis investigativa y la praxis docente.

Sin embargo todo este enfoque debe tener presente que es, en última instancia, la realidad objetiva y la capacidad del grupo de utilizar métodos correctos que le permitan acercarse a ella, interpretar las esencias que ella encierra, y transformarla correctamente, lo único que garantiza que las conclusiones y los resultados que se alcancen en la misma conduzcan a los fines deseados. La naturaleza de los fenómenos no puede separarse de los elementos esenciales que lo caracterizan y determinan aunque puedan disimularlos y/o esconderlos por las más diversas causas; a ello que se refiere *Vigotsky* como máximo exponente del Enfoque Histórico-Cultural, quien estableció pautas que se han considerado en las bases de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular que se presenta en esta tesis. *Vigotsky* señala que el análisis psicológico científico (Castellanos M. V., 1999) solo es posible como análisis objetivo dirigido a descubrir no aquello que el hecho nos parece, sino lo que es en realidad, por lo que la verdadera tarea consiste en descubrir lo que se oculta detrás de los indicios externos, aquello que los condiciona, convirtiéndose así el análisis en el medio fundamental de la explicación científica, lo que no quiere decir que se rechace la explicación de las particularidades externas, sino que hay que situarlas en relación con su origen real porque (*Vigotsky, 1987*):

la esencia de las cosas, es decir, la relación cierta y real de ellas y la forma de sus manifestaciones exteriores no coincide directamente, y por esto es obligado analizar estos procesos con la ayuda del análisis, poner al descubierto lo que hay debajo de sus manifestaciones: la relación verdadera que existe en la base de estos procesos.

Se hace necesario, como señala *Vigotsky*, no solo identificar estos procesos, sino penetrar en su esencia, la que solamente se descubre en la dinámica de su movimiento. En este sentido no debe dejar de señalarse que la investigación-acción según el criterio de *Kurt Lewin* se asocia desde el punto de vista filosófico a una posición idealista subjetiva donde se pretende hacer corresponder la realidad con el pensamiento del individuo o del grupo de individuos, lo que se trabaja en los ciclos de investigación-acción a partir de las interpretaciones de los participantes y del consenso a que llega el grupo, en contraposición con la posición que asume el materialismo dialéctico que no subordina la realidad a las interpretaciones de los participantes, pero que sí identifica en las etapas concebidas en cada ciclo de investigación-acción una metodología adecuada de acercamiento a la realidad.

Esta posición es algo así como la asumida entre la dialéctica hegeliana y la dialéctica materialista donde como dijera Marx al referirse a Hegel (Marx, 1962: XXXI-XXXII).

Lo que ocurre es que la dialéctica aparece en él invertida, puesta de cabeza. No hay más que darle la vuelta, mejor dicho ponerla de pie, y enseguida se descubre bajo la corteza mística la semilla racional.

La posición asumida en esta tesis utiliza el método de investigación-acción desde una posición materialista dialéctica donde “la práctica” entendida como categoría filosófica “es el criterio de la verdad” y donde el conocimiento transcurre a través de “verdades relativas” en un acercamiento y búsqueda constante de “la verdad” a través de la “práctica humana”. En este sentido la aplicación de un método investigativo que utilice los cuatro pasos de la investigación-acción en un acercamiento a través de iteraciones sucesivas, no solo de la obtención de interpretaciones, sino incluso de la obtención de soluciones efectivas para resolver problemas concretos, resulta evidentemente consecuente con los principios epistemológicos del materialismo dialéctico para la realización de las investigaciones educativas. En este proceso es esencial tener en cuenta los criterios de *Vigotsky* y *Marx* sobre las relaciones entre las categorías de esencia y fenómeno, causa y efecto, casualidad y necesidad y tantas otras en que se manifiesta la realidad objetiva.

En la investigación desarrollada ha sido necesario utilizar un método de investigación que permita el intercambio de experiencias y la transformación simultánea del diseño curricular y de los sujetos involucrados. Tal y como se planteó hasta el momento, la interdisciplinariedad que se trabaja en esta investigación se concibe esencialmente como proceso, y con ella se moviliza la transformación de los sujetos, con un objetivo determinado: *el perfeccionamiento del diseño curricular y de sus actores fundamentales a partir de la motivación, el interés y el compromiso de todos.*

Con relación a la categoría desarrollo Vigotsky expresó (Vigotsky, 1987) que la exigencia fundamental del método dialéctico exige abarcar en la investigación el proceso de desarrollo de del objeto en todas sus fases y cambios -desde que surge hasta que desaparece- descubrir su naturaleza, descubrir su esencia, ya que solo en movimiento el cuerpo muestra lo que es. Este análisis del aporte de la categoría desarrollo en el proceso de investigación ha sido base también del análisis dialéctico realizado en el capítulo tres de esta tesis a partir de lo que fue ocurriendo en el colectivo de investigación para sacar a la luz las esencias y regularidades del método que se utilizó, basado en la interdisciplinariedad, y determinar lo general para su aplicación al perfeccionamiento del diseño curricular en carreras de ciencias técnicas, lo particular que corresponde al tercer año de la carrera de Automática y lo singular y específico del colectivo y el semestre que participó en la experiencia.

A partir de todos estos referentes (*currículum*, interdisciplinariedad, estrategia, investigación-acción, aprendizaje significativo, entre otros) es que ha sido concebida y estructurada la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas basada

en el análisis de las relaciones interdisciplinarias que se presenta en los Capítulos 2, 3 y 4 de esta tesis y que ha sido aplicada en la Carrera de Ingeniería en Automática del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE) a través del análisis de la disciplina Matemática y del trabajo del colectivo de profesores y estudiantes del tercer año de esta carrera en el curso 1999-2000.

Capítulo 2: Estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular desde una disciplina del Plan de estudio

Es objetivo de la investigación desarrollar y aplicar una estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas basada en la interdisciplinariedad. En este capítulo se presentará la estrategia a través de trabajar la interdisciplinariedad en el nivel meso del diseño curricular desde los programas de disciplinas partiendo de la lógica de cada disciplina y su inserción en la lógica de las restantes disciplinas y de la profesión en general.

En el mismo se realizará un estudio de la interdisciplinariedad en la dirección “vertical” de una disciplina del Plan de estudio, es decir en el diseño curricular de una disciplina para una carrera dada a partir del Modelo del profesional, derivando incluso a partir de ello determinados ajustes y correcciones a estos documentos rectores de orden superior, previa consulta a los grupos encargados de su elaboración e implementación (Comisiones Nacionales de Carrera en el caso de la experiencia cubana).

La estrategia propuesta demuestra su viabilidad y efectividad a través de su aplicación en el perfeccionamiento del diseño de la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería en Automática, lo que se presenta posteriormente en este capítulo.

Se ha concebido la estructura de este capítulo de forma tal de presentar los tres aspectos fundamentales de dicha estrategia que son: la concepción con la que se propone resolver el problema planteado, exponer la generalidad de la metodología y “su transferibilidad” a otras situaciones semejantes y por último, presentar los resultados específicos del perfeccionamiento curricular de la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería en Automática como comprobación de la aplicabilidad de la misma.

La concepción propuesta para resolver el problema planteado se basa en los siguientes presupuestos para el diseño de la estrategia:

1. *Considerar en la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular el carácter de proyecto y proceso del currículum (Stenhouse, 1990), (González, 1994) abordando en el mismo tanto sus aspectos conceptuales y metodológicos generales como los aspectos particulares y singulares de la propia práctica curricular a través de una situación dada.*
2. *Considerar que por su propio carácter, el proceso de perfeccionamiento del diseño curricular es continuo, creativo e iterativamente perfectible, por tanto al presentarse la*

propuesta de solución al problema planteado (estrategia) esta debe responder en su metodología al carácter de dicho perfeccionamiento abordado desde una perspectiva dinámica y no como una solución acabada y “exacta”.

3. *Debe respetarse el carácter sistémico del diseño curricular* considerando los principios de jerarquía, integridad y diversidad de descripciones (Fdez. de Alaiza, 1998) entre *el meso y el macro diseño curricular del Plan de estudios de la carrera* estructurado por disciplinas y años, que tiene lugar fundamentalmente en las asignaturas como células básicas y en sus profesores como principales ejecutores, reconociendo a su vez el carácter no absolutamente unidireccional de dicho proceso de diseño.

2.1 Concepción de la estrategia desde una disciplina del Plan de estudio

La concepción de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular basada en la interdisciplinariedad, atendiendo al caso de una disciplina, se ha diseñado alrededor de cuatro ejes fundamentales a través de los cuales se intenta resolver el problema planteado y dar respuesta así a los presupuestos establecidos. **Estos ejes son:**

- Escoger un **modelo de investigación** cualitativo, con un enfoque hipotético-deductivo, que se apoye fundamentalmente en el nivel de preparación y motivación de sus actores sobre el problema a resolver, y en el conocimiento previo que estos tengan de la metodología a utilizar para ello.
- **Trabajar la interdisciplinariedad** para el caso del perfeccionamiento desde una disciplina a partir de buscar o determinar, desde la estructuración de los contenidos de la misma en temas, de la lógica propia de la disciplina y de sus relaciones **intradisciplinarias**, las posibilidades para desarrollar las relaciones **interdisciplinarias** con contenidos de otras asignaturas de las restantes disciplinas del Plan de estudio, aprovechando las fortalezas de sus actores en el dominio de la lógica interna de la ciencia estructurada a la que responde cada disciplina y la mayor homogeneidad del colectivo de profesores de una disciplina con relación al conocimiento, en extensión y profundidad, del objeto de estudio, con relación al colectivo de profesores de un semestre o año de la carrera en un Plan de estudio con un diseño de tipo disciplinar.
- Desarrollar las interacciones necesarias entre el perfeccionamiento del macro diseño curricular del Plan de estudio estructurado previamente por disciplinas y años, y el perfeccionamiento del nivel meso del diseño curricular de una disciplina como parte de una real

concepción sistémica de dicho Plan, considerando los principios de jerarquía, integridad y diversidad de descripciones (Fdez. de Alaiza, 1998).

- Utilizar como vía o procedimiento para el perfeccionamiento del diseño curricular de una disciplina la identificación, selección y utilización de **los nodos potenciales de articulación interdisciplinaria** obtenidos desde el análisis íntegro de la disciplina objeto del perfeccionamiento.

Las razones por las cuales han sido seleccionados estos ejes para dar respuesta a los presupuestos de esta investigación pueden resumirse en los siguientes términos:

1. La utilización de este método de investigación aprovecha las ventajas de la definición de disciplina, la cual encierra la existencia de ciertas regularidades como conjunto específico de conocimientos susceptible de ser enseñado que tiene sus propios antecedentes en cuanto a educación, formación, procedimientos, métodos y áreas de contenido (Apostel, 1975:6), así como la mayor homogeneidad en cuanto a la preparación conjunta del colectivo de profesores de las asignaturas de una misma disciplina, que permiten la elaboración previa de propuestas metodológicas a verificar en la práctica, y determinadas cualidades en su preparación por la tradicional correspondencia entre las estructuras organizativas de la universidad y la estructura de disciplina, como por ejemplo sucede con el departamento de Matemática y la disciplina de Matemática, el departamento de Física y la disciplina Física, lo que brinda formas específicas para la realización de dicha preparación y la ejecución de la investigación.

Asimismo responde como investigación cualitativa al necesario carácter creativo del diseño curricular desde el momento en que se apoya fundamentalmente en el nivel de preparación y motivación de sus actores sobre el problema a resolver, en el conocimiento de la metodología a utilizar en un contexto histórico-cultural determinado en el que se produce el perfeccionamiento.

3. El trabajar la interdisciplinarietà en la concepción de esta estrategia de perfeccionamiento se justifica por dos razones. La primera de ellas está relacionada con el antecedente que representa para la Educación Superior Cubana, y en particular para las carreras de ciencias técnicas, el haber desarrollado, desde finales de la década de los años 80, un acercamiento, una valoración reflexiva y algunas experiencias sobre interdisciplinarietà en este tipo de carreras universitarias donde este término alcanzó una determinada significación para los profesores de este claustro.

La segunda está asociada a la triple condición de la interdisciplinariedad:

1. Como factor que moviliza y motiva a trabajar por el perfeccionamiento del *currículum* a un claustro de profesores cuyos intereses y motivaciones potencian los aspectos relacionados con los contenidos específicos de la profesión, a partir de su sólida formación disciplinaria, para ver más allá de los límites de la disciplina la razón de ser de la misma en la carrera, a través de una realidad que es eminentemente interdisciplinaria.
2. Por el hecho de entender la disciplinariedad y la interdisciplinariedad como un proceso de doble dirección (Rodríguez, 1997) y reconocer que para que exista una verdadera y efectiva interdisciplinariedad es necesario que existan primero disciplinas y que estas sean lo suficientemente desarrolladas y estén sólidamente estructuradas para que la interdisciplinariedad pueda fundamentarse en ellas de manera efectiva (Torres, 1995:64) y responder así a los requerimientos de los problemas que esta pretende resolver. La interdisciplinariedad así considerada parte de la potencialidad de una disciplina desde lo interno hacia o desde las restantes disciplinas y se sustenta para ello en la fortaleza que tiene la disciplina para extraer de sí todo lo que su estructura, sus métodos y su contenido puede brindar a la interdisciplinariedad, lo que de la misma manera se corresponde con el enriquecimiento que se produce a través de ella, desde las relaciones con las restantes disciplinas de la carrera, y que permite el perfeccionamiento del diseño curricular de las disciplinas y la formación interdisciplinaria de sus profesores.
3. Por la condición de que la interdisciplinariedad tiene que pasar primero por la mente de los sujetos: profesores y estudiantes para que resulte una cooperación real, integrada y efectiva de sus participantes (SEFI, 1988), pero esto puede alcanzarse de manera previa a través de la superación, la calificación, la correspondencia de la estructura, la homogeneidad y vínculos del claustro en su composición desde la disciplina.

3. El tercer eje de la estrategia se refiere al carácter sistémico del diseño curricular lo que se manifiesta particularmente desde la jerarquía y desagregación necesaria de los contenidos desde el Plan de estudio en el macro diseño curricular hacia las disciplinas en el nivel meso del diseño curricular, lo que puede realizarse con cierta previsión y planificación con relación a la articulación interdisciplinaria que se produce en el tiempo con aquellos contenidos precedentes, simultáneos, o que se presentan con una interdisciplinariedad oculta que tiene lugar posteriormente a la impartición de los mismos, lo que no excluye sino que presupone también, el perfeccionamiento del macro diseño curricular a partir de trabajar la interdisciplinariedad en el nivel meso del diseño curricular. Por ello las acciones de perfeccionamiento que se realicen o

pretendan realizar en el nivel meso del diseño curricular desde cualquier punto de vista, incluida la interdisciplinariedad, requieren ser validadas y/o incorporadas al macro diseño curricular de todo el Plan de estudio sin crear deformaciones en el Modelo del Profesional elaborado.

4. El cuarto eje de la concepción de la estrategia es la búsqueda, identificación, selección y utilización de los nodos potenciales de articulación de cada disciplina, entendiendo por ellos aquellos contenidos (conocimientos, habilidades, valores) que van a servir desde la propia disciplina para desarrollar y materializar la interdisciplinariedad en el Plan de estudio. Estos nodos de articulación interdisciplinaria surgen a partir de la estructura temática previa de cada una de las asignaturas y de toda la disciplina en su conjunto, la que se apoya a su vez en la estructuración previa de su contenido. Estos nodos parten de la naturaleza y el contenido interno de cada disciplina para buscar sus relaciones potenciales con el modelo y las restantes disciplinas del Plan de estudio, analizando y ajustando todos los elementos de los sistemas didácticos en los aspectos interrelacionados para lograr una mayor efectividad en los aprendizajes de los estudiantes.

A partir de estos cuatro ejes se concibió la metodología a utilizar para trabajar el perfeccionamiento del diseño curricular desde una disciplina de la carrera, de forma tal de dar cumplimiento a los presupuestos planteados.

2.2 Metodología general para la aplicación de la concepción propuesta

Establecida la finalidad de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera cuando se trabaja la interdisciplinariedad desde una disciplina del Plan de estudio, sus presupuestos y su concepción se hace necesario instrumentarla, precisando cómo se materializa su desarrollo metodológico y las interrelaciones que se producen entre el macro y el nivel meso del diseño curricular de la carrera.

La propuesta metodológica de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera a partir de trabajar la interdisciplinariedad desde una disciplina del Plan de estudio puede resumirse de la siguiente manera:

1. *Determinación de la estructura temática de la disciplina.*
2. *Identificación de los temas de la disciplina que presentan nodos potenciales de articulación interdisciplinaria y clasificación de los mismos.*
3. *Desarrollo de la dinámica de la interdisciplinariedad a través de los nodos potenciales de articulación de la disciplina.*

4. *Rediseño del sistema didáctico de la disciplina y perfeccionamiento del macro diseño curricular de la carrera.*

Para aplicar la metodología general planteada se utilizan los siguientes documentos básicos:

- El Modelo del profesional, sus campos de acción y sus modos de actuación.
- El Plan de estudio de la carrera, que incluye el diseño de todas las disciplinas y de los programas sintéticos de todas las asignaturas de la carrera (macro diseño curricular).
- El programa de la disciplina y los programas analíticos de las asignaturas que la componen.

Además es necesario conocer:

- La lógica interna de la disciplina y sus particularidades para la carrera dada.
- La lógica de la profesión y del diseño de la carrera en su conjunto así como de las restantes disciplinas que la integran.

A continuación se desarrollarán cada uno de estos aspectos de la estrategia:

2.2.1 Determinación de la estructura temática de la disciplina

En un *currículum* de carácter disciplinar la definición de la estructura temática de cada asignatura constituye un elemento fundamental para el desarrollo de la interdisciplinariedad, destacando la idea que dicha estructura temática pueda ser una componente flexible del diseño curricular de una carrera, y que bajo determinadas condiciones del régimen académico de una institución, o de un grupo de instituciones dadas, como es el caso del Ministerio de Educación Superior de Cuba, la misma puede ser reconstruida y perfeccionada cada año por el profesor o el grupo de profesores que impartan la misma en cada Centro de Educación Superior del país.

Para determinar la estructura temática de la disciplina, teniendo en cuenta su razón de ser y los requerimientos establecidos en el Plan de estudio y el Modelo del profesional para la carrera objeto de perfeccionamiento, se procederá a realizar el análisis del contenido de cada una de las asignaturas que la integran, a partir de considerar cuáles son los conocimientos, habilidades y valores que pueden servir de base a la identificación de cada uno de los temas de la misma, considerando como temas *aquellos núcleos esenciales contenido (conocimientos, habilidades y valores) de una disciplina o asignatura que ha sido estructurada sistémicamente atendiendo a la lógica de la ciencia, para que responda integralmente a las necesidades de la carrera en la que está inmersa* (Fdez. de Alaiza).

Esta concepción de la estructura temática de cada asignatura debe llevar consigo el propósito de reducir al mínimo necesario el número de temas de cada asignatura de forma tal que cada tema disponga del mayor número de horas lectivas posibles para desarrollar estrategias didácticas propias que incluyan, no solo la formación completa de los conocimientos, habilidades y valores previstos desde el punto de vista científico o profesional y de otras habilidades profesionales de carácter general necesarias a todo egresado universitario en una época y contexto histórico-cultural determinado, sino para que permita además un desarrollo adecuado de las relaciones interdisciplinarias de cada asignatura, de forma tal que pueda establecerse con claridad para cada estudiante, la finalidad o finalidades últimas de cada tema en el Plan de estudio de una carrera dada.

Es necesario para ello realizar un análisis de *la lógica interna de la disciplina*, de su estructura temática y de los contenidos que ella encierra para *revelar la forma en que estos se relacionan con la carrera* en su conjunto (relaciones y contenidos interdisciplinarios) vista la carrera a partir de sus documentos rectores: el Modelo del profesional y el Plan de estudio.

Desde el punto de vista metodológico debe señalarse que este proceso lo ejecutan los profesores de las asignaturas dentro del colectivo de la disciplina y que toda la información utilizada, que se obtiene de los documentos rectores de la carrera, puede complementarse de manera significativa con el intercambio directo con profesores de las restantes disciplinas incluyendo a los miembros de la Comisión de carrera, lo que resulta de gran utilidad para precisar exactamente en qué y a cuáles de las restantes disciplinas de la carrera tributa la disciplina objeto de análisis, teniendo en cuenta las restantes disciplinas de la carrera de acuerdo a su importancia en las relaciones interdisciplinarias con la disciplina objeto del perfeccionamiento.

2.2.2 Identificación y clasificación de los temas de la disciplina que presentan nodos potenciales de articulación interdisciplinaria y clasificación de los mismos

Para revelar, identificar y clasificar los nodos potenciales de articulación de la disciplina se parte de la estructura temática ya establecida en ella y en sus asignaturas, a partir de la cual se procede a identificar todos aquellos temas cuyos contenidos presentan o tienen posibilidades de articulación interdisciplinaria con contenidos de las restantes disciplinas, los que aparecen referidos o mencionados, explícita o implícitamente en los programas de cada una de las disciplinas del Plan de estudio. Para la identificación y futura clasificación de los nodos potenciales de articulación resulta conveniente considerar la siguiente caracterización.

Caracterización de los nodos potenciales de articulación interdisciplinaria

Se entiende por “nodo potencial de articulación interdisciplinaria” a aquel contenido de un tema de una disciplina o asignatura, que incluye los conocimientos, las habilidades y los valores asociados a él, que puede ser identificado a partir de su estructura temática, su lógica interna y las relaciones **intradisciplinarias** porque tiene la posibilidad de servir de base a un proceso de articulación interdisciplinaria en una carrera dada para lograr una formación más completa de determinados objetivos previstos en alguno de sus documentos rectores, ya bien sea por su condición de ser un contenido altamente estructurado que sirve de base, fundamento o medio para el desarrollo de otros contenidos en diversas disciplinas, o porque posee un carácter fuertemente no estructurado y puede ser el punto de convergencia y/o aplicación de contenidos de otras disciplinas, e incluso porque tenga la posibilidad de integrarse con otros nodos potenciales de otras disciplinas para constituir de conjunto con ellos un nodo potencial de una cualidad superior al de cada uno de ellos de forma independiente.

Entre las características de estos nodos potenciales de articulación se encuentran las siguientes:

1. Revela el carácter interdisciplinario de los problemas de la práctica profesional y sus relaciones esenciales con los aspectos básicos, básico-específicos y de formación general de las disciplinas de una profesión dada.
2. Una vez identificados los nodos potenciales de articulación de una disciplina es posible realizar una valoración de las transformaciones necesarias en los sistemas didácticos de las disciplinas relacionadas con dichos nodos con vistas a materializar la interdisciplinariedad y determinar los cambios y ajustes necesarios para garantizar un aprendizaje continuo y adecuadamente estructurado en los estudiantes, eliminando vacíos, incongruencias, entre otros.
3. El desarrollo de la dinámica de la interdisciplinariedad, a partir de la identificación de los nodos potenciales de articulación interdisciplinaria, contribuye a desarrollar la motivación del estudiante desde la disciplina hacia la carrera y viceversa.
4. La base de determinación de los nodos de articulación interdisciplinaria no se corresponde con los principios de determinación de los “nodos cognitivos” (Hernández, 1995, 2000), pues los nodos de articulación tienen otros orígenes y fines, lo que no excluye la posibilidad de coincidencia de un nodo de articulación que pueda ser considerado también como un nodo cognitivo.

Los **nodos potenciales de articulación de una disciplina o asignatura** pueden clasificarse de acuerdo al carácter de la articulación interdisciplinaria que se puede establecer, como:

- **Nodo Potencial Tipo 1:** Cuando el contenido de un tema de una disciplina o asignatura tiene la posibilidad de llevar a cabo un proceso de articulación interdisciplinaria en una carrera dada por su condición de ser un contenido altamente estructurado que sirve de base, fundamento o medio para el desarrollo de otros contenidos identificados en otras disciplinas.
- **Nodo Potencial Tipo 2:** Cuando un contenido de un tema de una disciplina o asignatura tiene la posibilidad de llevar a cabo un proceso de articulación interdisciplinaria en una carrera dada por su condición de contenido fuertemente no estructurado y puede ser el punto de convergencia y/o aplicación de contenidos de otras disciplinas.
- **Nodo Potencial Tipo 3:** Cuando un contenido de tema de una disciplina o asignatura no tiene la posibilidad de establecer por sí mismo un nodo Tipo 1 o Tipo 2 y sin embargo tiene la posibilidad de integrarse con otros nodos potenciales, perfectamente definidos e identificados en otras disciplinas, y constituir con ellos un nuevo contenido de mayor nivel de integración o generalidad profesional alrededor del cual puede desarrollarse la articulación interdisciplinaria.

Un aspecto que se considera conveniente destacar es la característica que presentan los nodos potenciales de articulación de una disciplina con relación a su **dinámica**. A partir de la flexibilidad con que están concebidos en la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular planteada, la dinámica de los nodos potenciales de articulación de una disciplina está dada por el *nivel de desarrollo de la interdisciplinariedad en la carrera* y por el *papel de los sujetos y su preparación*⁷ para este proceso, entre otros factores, razón por la cual para una misma carrera, *en situaciones de desarrollo diferentes, se identificarán y clasificarán distintos tipos de nodos de articulación interdisciplinaria* según se consideren las potencialidades de los contenidos de cada uno de los temas en el perfeccionamiento del diseño curricular de la carrera, de ahí la *importancia* que le reconoce la estrategia *al contexto histórico-cultural* en el que se realiza el perfeccionamiento.

⁷ Cuando se hace referencia a la preparación de los sujetos se está considerando tanto la preparación psicopedagógica de los profesores en los aspectos fundamentales de la didáctica y el diseño curricular, como el dominio general que posean de los temas de la disciplina y de toda la carrera, incluyendo en ello la terminología utilizada en la misma, que sin dudas se presenta como una de las barreras más importantes en la identificación y clasificación de los nodos potenciales de articulación de una disciplina.

Una vez revelado un nodo potencial de articulación interdisciplinaria es necesario identificar aquellos objetivos y contenidos (conocimientos, habilidades y valores) que resultarán perfeccionados por el desarrollo de las “relaciones interdisciplinarias” asociadas a él.

2.2.3 Desarrollo de la dinámica de la interdisciplinariedad a través de los nodos potenciales de articulación de la disciplina

Una vez identificados y clasificados los nodos potenciales de articulación se procede a desarrollar la dinámica de la interdisciplinariedad en estos contenidos de la disciplina con las restantes disciplinas de la carrera identificadas en la etapa anterior.

Esta tercera etapa de la estrategia se inicia con un primer período, muy importante para lograr los objetivos planteados, que consiste en desarrollar todo un proceso de socialización e intercambio de información entre los profesores de las diferentes asignaturas y disciplinas, incluyendo en él a los profesores principales de las correspondientes disciplinas, de forma tal que permita no solo determinar las potencialidades del nodo, sino además, propiciar un nivel de comunicación y de relaciones entre los profesores involucrados para establecer las bases de confianza, información y respeto mutuo que facilitarán el estudio de las posibilidades del nodo y la factibilidad de trabajar las relaciones interdisciplinarias asociadas al mismo.

Una vez logrado ello, para desarrollar la dinámica de la interdisciplinariedad a partir de los nodos identificados y de la estructura temática alcanzada en la disciplina, se deben tener en cuenta las siguientes acciones:

➤ ***Recopilar toda la información necesaria para evaluar las posibilidades reales de desarrollo del nodo*** (factibilidad e interés por el desarrollo del nodo), para lo cual se deben:

1. Analizar **los objetivos, el sistema de conocimientos, el sistema de habilidades y los valores** de cada una de las disciplinas involucradas en el nodo de articulación según aparecen declarados en el Plan de estudio de la carrera a partir de las características y posibilidades del nodo.
2. **Complementar la información** obtenida de los documentos anteriores mediante encuestas y entrevistas a **profesores de experiencia** en la impartición de estas asignaturas y a los profesores principales de las disciplinas correspondientes, en las que además se establecen *relaciones de intercambio* que a partir de este momento deben ser *sistemáticas*, para lograr una mejor comprensión de las posibilidades y dificultades que tendría el desarrollo de dicho nodo y materializar la interdisciplinariedad con estas disciplinas.

Además pueden desarrollarse *seminarios, grupos de trabajo o grupos de discusión* por vías presenciales o electrónicas con los profesores de las distintas disciplinas involucradas en el nodo, con el objetivo de esclarecer los objetivos de la interdisciplinariedad, precisar informaciones con relación a los contenidos que se pretende articular en ese nodo y las características de los sistemas didácticos de las asignaturas en que los mismos se insertan, y aumentar así la sensibilidad, motivación y compromiso de todos con el desarrollo de la interdisciplinariedad en esta disciplina con vistas al perfeccionamiento del diseño curricular de la carrera.

En estos seminarios se pueden exponer, analizar y discutir soluciones en aquellos aspectos comunes a las disciplinas involucradas con relación al nodo de articulación y se comienza el mutuo conocimiento sobre las particularidades de todas las componentes del sistema didáctico en las diversas asignaturas involucradas en el nodo. En ellos pueden quedar aclaradas cuestiones importantes sobre la precedencia entre los contenidos, el tratamiento teórico y el alcance que se le da al tema en las distintas disciplinas, la nomenclatura utilizada, así como las redundancias, los vacíos, los solapes, las posibles contradicciones, la bibliografía más conveniente; en fin, alcanzar un cierto dominio por las partes involucradas de todos aspectos del sistema didáctico de cada una de las asignaturas que resultan afectadas a partir de la trabajar la interdisciplinariedad en ese nodo potencial de articulación y brindar a la disciplina que está evaluando el nodo potencial toda la información necesaria para ello.

- ***Evaluar los cambios que en todas las componentes del sistema didáctico de la disciplina que se perfecciona puede provocar el desarrollo de cada nodo potencial y sus implicaciones en el logro de los objetivos asociados a dicho nodo***

Esta parte de la metodología implica analizar todas las incompatibilidades, solapes y/o posibilidades que brindan todas y cada una de las componentes del sistema didáctico de las disciplinas involucradas en el nodo potencial de articulación y, a partir de los fines del nodo, determinar todos los cambios que deben realizarse en el sistema didáctico de la disciplina objeto de perfeccionamiento, materializando los mismos de una manera concreta.

Entre las operaciones que más aportan a este proceso se encuentran:

- Analizar cuáles son los **objetivos** de las otras disciplinas involucradas en el nodo que pueden determinar si procede o no la realización de las relaciones interdisciplinarias de ese nodo, teniendo en cuenta que porque existan relaciones y nexos entre temas y asuntos con más de una asignatura, esto no quiere decir que el Modelo del Profesional, el Plan de estudio

y otros documentos rectores previstos para esa carrera consideren que estas deben ser desarrolladas en su totalidad como nodos de articulación, pues **esto queda determinado en última instancia** por el alcance de los objetivos definidos para cada una de las disciplinas involucradas en el nodo en la carrera que se analiza, teniendo en cuenta que dicho alcance es el que establece los límites en que debe desarrollarse la relación interdisciplinaria.

Un primer nivel del perfeccionamiento del macro diseño curricular de la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería en Automática basado en la interdisciplinariedad se llevó a cabo en el período 1995-98 y concluyó con la defensa de la tesis de Maestría (Fdez. de Alaiza, 1998) en la cual se propuso el programa de la disciplina Matemática para esta carrera, Plan “C” perfeccionado (ver anexo 2.1). La base de este programa fue la identificación de todos los nexos y relaciones interdisciplinarias sin establecer los niveles de jerarquía entre ellos, y sin delimitar adecuadamente los cambios que correspondían a una u otra disciplina del Plan de estudio, lo que conllevó a una primera propuesta de nodos de articulación (Fdez. de Alaiza, 1998) que no reunía todos los requisitos para el desarrollo del perfeccionamiento del diseño curricular y que confundía las áreas de acción de las distintas disciplinas.

Sin embargo, el programa de la disciplina no implica la definición de su estructura temática, ni la profundización de las posibilidades de la interdisciplinariedad para integrar contenidos, habilidades y valores en correspondencia con los requerimientos del perfil profesional.

La estrategia y la metodología que se desarrolla en este capítulo toma como punto de partida la existencia de un programa previamente definido, y comienza con la definición de dicha estructura temática

- En cuanto a los **contenidos** las acciones más importantes se relacionan con tres aspectos:
 1. Identificar qué contenidos de la disciplina son **prerrequisitos para el desarrollo del nodo** y pueden influenciar en el desarrollo de la interdisciplinariedad entre las disciplinas involucradas con vistas a analizar sus posibilidades de desplazamiento dentro de la propia disciplina sin alterar el orden lógico de la misma, así como otros aspectos relacionados con la estructuración del contenido.
 2. Determinar **solapes, incompatibilidades o vacíos de contenido** sobre el tema en cuestión entre las diferentes disciplinas que intervienen en el nodo para poder integrar los diversos aspectos de este y para que los estudiantes puedan realizar los procesos de

reconstrucción y construcción de sus nuevos conocimientos sobre la base de una estructura de conocimientos adecuadamente compatibilizada desde todas las disciplinas.

3. Analizar pormenorizadamente los aspectos relativos a toda la **nomenclatura y simbología** con que se tratan los contenidos de las diversas asignaturas asociados al nodo, de manera tal de poder identificar los términos equivalentes, explicar las causas que provocan diferentes formulaciones de un mismo contenido a partir de las necesidades de cada ciencia y recodificar toda la información haciéndola congruente y clara para profesores y estudiantes.

- Identificar las **deficiencias que presentan los estudiantes** en cuanto a la adquisición y desarrollo de los conocimientos, las habilidades y valores previstos en los aspectos involucrados en el nodo por parte de cada disciplina y analizar los cambios que deben producirse en los métodos de enseñanza de estos, teniendo en cuenta las nuevas posibilidades creadas por la interdisciplinariedad para adecuar los mismos dentro de la disciplina objeto de perfeccionamiento.

- Realizar la **revisión bibliográfica** de los textos más actualizados de la disciplina (y/o asignatura) y de las restantes disciplinas asociadas al nodo potencial identificado, con el objetivo de precisar y ampliar toda la información obtenida, encontrar *ejemplos, referencias, ejercicios y problemas propios de la carrera* en los que se utilizan los contenidos (conocimientos, habilidades y valores) asociados al nodo de articulación de que se trata, de forma tal de ir precisando con toda la información recopilada las siguientes cuestiones: *enfoque metodológico, nomenclatura, conceptos, definiciones, terminología*, entre otros.

Para cada nodo de articulación es conveniente recoger en una ficha: las precedencias, las interrelaciones, la base conceptual, las habilidades y valores incluidos en el nodo, la terminología propia de la carrera, la bibliografía, los ejemplos, los ejercicios y los problemas de los textos de la carrera relacionados con el nodo en cuestión.

➤ ***Analizar y proponer, de conjunto con los profesores de las restantes asignaturas y disciplinas asociadas a cada nodo, los cambios que se requieran en los sistemas didácticos de todas las asignaturas y disciplinas involucradas***

Esta parte de la metodología implica analizar todas las incompatibilidades, solapes y/o posibilidades que brindan todas y cada una de las componentes del sistema didáctico de las disciplinas involucradas en el nodo potencial de articulación y, a partir de los fines del nodo, identificar todos los **posibles cambios a realizar en el sistema didáctico de las restantes**

disciplinas que participan en él, proponiendo vías para materializar los mismos de una manera concreta.

Entre las operaciones que más aportan a este proceso se encuentran:

1. **Conciliar**, para cada una de las asignaturas involucradas en este proceso, desde la lógica de sus disciplinas y a partir de su objetivo para la carrera, la incidencia de todas las **transformaciones analizadas y propuestas hasta el momento en la disciplina objeto de perfeccionamiento** (ver todas las operaciones de la acción anterior).
2. Incorporar la **valoración de todas las posibles soluciones propuestas** por los profesores de las restantes asignaturas y los profesores principales de las disciplinas que intervienen en el nodo potencial de articulación y determinar sus implicaciones con relación a la disciplina objeto de perfeccionamiento.
3. Precisar **cuáles de las transformaciones** realizadas al trabajar la interdisciplinariedad en ese nodo potencial de articulación **afectan solo al sistema didáctico de las asignaturas** (micro diseño curricular), **cuáles al diseño de los sistemas didácticos de las disciplinas** (meso diseño curricular) y **cuáles problemas detectados por la interdisciplinariedad trascienden al macro diseño curricular en el Plan de estudio de la carrera**.
4. Realizar una **retroalimentación sistemática con la Comisión de carrera** de toda la información que se va procesando con el objetivo de evitar posibles deformaciones que pudiera provocar la interdisciplinariedad en el perfeccionamiento del diseño curricular si no se respeta adecuadamente el principio de jerarquía del enfoque sistémico, que queda regido por el Modelo del profesional y el Plan de estudio vigente para esa carrera en el período de que se trata.

2.2.4. Rediseño del sistema didáctico de la disciplina y perfeccionamiento del macro diseño curricular de la carrera

A partir de desarrollar la dinámica de la interdisciplinariedad a través de los nodos potenciales de articulación para una disciplina y con toda la información obtenida y procesada para cada nodo es necesario regresar al punto de partida en un proceso que se produce en espiral (*intradisciplinariedad-interdisciplinariedad-intradisciplinariedad*) y que regresa con un nivel superior de desarrollo para analizar de nuevo, integralmente, la lógica de la disciplina teniendo en cuenta ahora la lógica de la carrera que ha sido ratificada al trabajar la interdisciplinariedad desde los nodos potenciales de articulación. De esta forma se regresa a perfeccionar las **articulaciones intradisciplinarias** a partir de las cuales se inició la aplicación de la estrategia y

se consideran las afectaciones que las mismas producen en todas las categorías del sistema didáctico de las asignaturas y de la disciplina.

Esto permite, entre otros aspectos, proponer una bibliografía actualizada que se adecue lo más posible a las necesidades de la disciplina y de la carrera, incluyendo la bibliografía complementaria de la misma, así como incluir en las orientaciones metodológicas de las asignaturas las indicaciones necesarias para llevar a la práctica la interdisciplinariedad, haciendo referencia a las componentes del sistema didáctico y en particular a las actividades y las tareas interdisciplinarias que surgieron del análisis realizado facilitando toda la información posible que permita hacerla efectiva.

Las propuestas de rediseño de la disciplina deben ser discutidas y aprobadas por el departamento al que pertenece la disciplina antes de ser presentadas a la Comisión de carrera, de forma tal que sean discutidas por los propios profesores que las van a implementar en la práctica, y luego de la debida retroalimentación y evaluación, las mismas trascienden como propuestas al programa de la disciplina en el Plan de estudio de la carrera.

De esta forma la estrategia planteada no concibe un perfeccionamiento del diseño curricular impuesto desde afuera, que no comprometa a los profesores, y para los que ellos, como principales ejecutores del programa no se encuentren debidamente preparados, ni hayan interiorizado las transformaciones que se plantean, sino todo lo contrario.

2.3 Aplicación de la estrategia desde la disciplina Matemática

La comprobación de la factibilidad y efectividad de la metodología propuesta se realizó a través de su aplicación al programa de la disciplina Matemática. Plan “C”, para la carrera de Ingeniería en Automática, siendo esta una de las disciplinas, que por su carácter en la formación de los ingenieros, puede ser más representativa para el desarrollo de una estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular

La disciplina que se analiza, Matemática para ingenieros en Automática, cuyo diseño ha pasado por las distintas versiones de planes de estudios, se mantuvo en los planes A y B con un diseño general único aplicado a las carreras de perfil eléctrico. La carrera de Ingeniería en Automática desde el punto de vista de la enseñanza de la Matemática surge con personalidad propia con el Plan “C” (curso 1990-1991) integrando los perfiles de las carreras de Control Automático y Máquinas Computadoras y es a partir de este Plan de estudio que se lleva a cabo la aplicación de la estrategia propuesta.

Con relación al estudio de la interdisciplinariedad en esta disciplina se pueden mencionar un conjunto de autores cubanos, que de forma independiente han ido trazando pautas a partir de los resultados de sus investigaciones. En la dirección de la interdisciplinariedad en el diseño de la Matemática para ingenieros se destacan (Pérez, 1989), (Pérez, 1997), (Scull, 1997) en el ISPJAE; debe señalarse que no fue objeto de sus investigaciones abordar la problemática de esta disciplina integralmente, lo que sí realizaron (Castro, 1989) y (Rodríguez H., 1992) (Rodríguez H., 1997, 1998) aunque con una concepción diferente a la planteada en esta tesis.

También se han realizado otras investigaciones en el nivel medio superior como es el caso de Duchene Ortiz, cuyo trabajo de relación intermaterias de la Matemática con las restantes asignaturas técnicas⁸ tiene un gran valor práctico en la búsqueda y realización de estas relaciones (Ortiz, 1997) aunque no es el propósito de esta autora el perfeccionamiento de los sistemas didácticos de las asignaturas y disciplinas atendiendo a la articulación “vertical” y “horizontal” de su Plan de estudio, a partir de una estrategia como la concebida en esta tesis.

A continuación se presenta la aplicación de la estrategia propuesta en el caso de la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería en Automática, lo que conllevó a la reestructuración de los sistemas didácticos de la disciplina y de sus asignaturas a partir de un análisis integral de los nodos potenciales de articulación y de las relaciones interdisciplinarias con las consideraciones de la lógica de la ciencia (Matemática), para proponer y discutir las transformaciones a realizar en el diseño de estas y otras disciplinas, como condición necesaria para el cumplimiento de las exigencias del profesional que se quiere formar.

2.3.1 Aplicación de la estrategia a la carrera de Ingeniería en Automática desde la disciplina Matemática

En la fundamentación de la disciplina Matemática para esta carrera se establece como objetivo general (MES, 1989):

Lograr que los ingenieros dominen el aparato matemático que lo haga capaz de *modelar y analizar los problemas* técnicos, económicos, productivos y científicos utilizando en ello tanto *métodos analíticos como aproximados* y haciendo uso eficiente de las técnicas de cómputo.

La aplicación de la estrategia para el perfeccionamiento de esta carrera desde la disciplina Matemática comenzó por determinar la estructura temática de cada una de las asignaturas de la disciplina partiendo para ello de los documentos rectores (MES, 1989:2, 5, 6, 8) en los que se

⁸ Desarrollado en el Instituto de Farmacia Industrial, Química Industrial y procesos Biológicos “Mártires de Girón”.

declara el objeto fundamental de trabajo del profesional y los siguientes objetivos para primero y segundo año respectivamente:

Aplicar a un nivel productivo, los conceptos básicos del cálculo diferencial e integral y del álgebra lineal...

Interpretar y aplicar a un nivel productivo los conceptos de ecuación diferencial, series, variables complejas, transformada de *Laplace* y los métodos numéricos...

Este profesional tiene una *fuerte base matemática*, en circuitos eléctricos, en electrónica analógica y digital, en control de procesos y en computación que le permitirá enfrentar las disímiles tareas que se presentan en sus esferas de actuación.

Como se puede observar, se precisa desde las primeras páginas de los documentos rectores que debe aportar la disciplina Matemática para esta carrera y cuál es su razón de ser en el Plan de estudio de la misma.

Determinación de la estructura temática de la disciplina

Con estas informaciones preliminares y atendiendo a la lógica de la ciencia para el caso particular de la carrera de Ingeniería en Automática, se analizó la estructuración temática de las asignaturas de la disciplina, considerando para ello, con un enfoque sistémico, aquellos conocimientos, habilidades y valores más generales asociados a los núcleos esenciales de contenido, como sucede por ejemplo con las series, las ecuaciones diferenciales, el álgebra lineal o el cálculo diferencial e integral, quedando finalmente determinados como temas de la disciplina, los mismos que aparecían referidos en los objetivos generales del Plan de estudio para primero y segundo año: Tema 1: Cálculo diferencial de una y varias variables (funciones, límite, continuidad, derivadas, diferencial y problemas de optimización), Tema 2: Cálculo integral (geometría analítica, integrales, integrales múltiples, integrales de línea, integrales de superficie, integrales impropias), Tema 3: Álgebra Lineal (espacios vectoriales, aplicaciones lineales, diagonalización), Tema 4: Series (series de *Taylor*, series de *Fourier*), Tema 5: Ecuaciones diferenciales (ecuaciones diferenciales, sistemas de ecuaciones diferenciales, ecuaciones en derivadas parciales), Tema 6: Matemática numérica (errores, solución numérica de ecuaciones, solución numérica de sistemas de ecuaciones lineales, interpolación, ajuste de curvas, integración numérica, solución numérica de ecuaciones diferenciales y de sistemas de ecuaciones diferenciales), Tema 7: Variable compleja y el Tema 8: Transformada de *Laplace*.

Identificación de los temas de la disciplina que presentan nodos potenciales de articulación interdisciplinaria y clasificación de los mismos

Para revelar los nodos potenciales de articulación interdisciplinaria se determinaron las relaciones existentes entre todos y cada uno de los temas de la disciplina con los contenidos de

las restantes disciplinas de la carrera, en un análisis detallado y profundo de sus documentos oficiales (Modelo del profesional, Plan de estudio y programas de otras disciplinas), lo que se complementó en el intercambio con profesores de experiencia y con miembros de la Comisión de carrera, con los que se determinaron como disciplinas principales del Plan de estudio las disciplinas de: Instrumentación, Sistemas de Control y Computación.

En esta etapa de revelar los temas de la disciplina con nodos potenciales de articulación fueron muchos los contenidos de Matemática que se identificaron como contenidos precedentes para las restantes disciplinas; ellos son los contenidos del cálculo diferencial e integral que aparecen implícitos en una gran mayoría de las disciplinas de la carrera, pero que no constituyen nodos potenciales de articulación interdisciplinaria para el perfeccionamiento de su diseño curricular.

Partiendo de la estructura temática de la disciplina y del análisis de los programas de todas las disciplinas de la carrera, los que aparecen referidos en el Plan de estudio, se revelaron nodos potenciales de articulación interdisciplinaria en siete de sus temas, los que se resumen en la Tabla 1, en la que se identifican las asignaturas a las que pertenecen los contenidos de estas disciplinas que tienen posibilidades de desarrollar la interdisciplinariedad. El primer tema que presenta un nodo potencial de articulación es el tema Ecuaciones Diferenciales, que tiene siete articulaciones, con cinco asignaturas de tres disciplinas, el segundo nodo potencial de articulación aparece en el tema Transformada de *Laplace*, que presenta seis articulaciones, con cinco asignaturas de dos disciplinas; el tema Variable Compleja tiene 2 articulaciones, con dos asignaturas de dos disciplinas, y los últimos cuatro temas con nodos potenciales de articulación interdisciplinaria son los temas: Álgebra Lineal, Series, Matemática Numérica y Cálculo Integral los que presentan cada uno una articulación, con una asignatura de una disciplina.

Es importante destacar, de acuerdo a la concepción de la estrategia, que la identificación de estos nodos potenciales de articulación se realiza desde los temas de la disciplina objeto de perfeccionamiento, aunque en ellos se presenten simultáneamente articulaciones con distintos contenidos de diferentes asignaturas y disciplinas, lo que se tendrá en cuenta al desarrollar la dinámica de la interdisciplinariedad en la tercera etapa de la estrategia con cada una de las articulaciones, para finalmente conciliar, desde la disciplina objeto de análisis, las transformaciones necesarias en los sistemas didácticos de las asignaturas y disciplinas correspondientes, teniendo siempre en cuenta la lógica de cada una de ellas para la carrera de que se trata y el nivel de jerarquía entre las mismas, con la debida aprobación de los niveles correspondientes.

Tema	Contenido de la otra asignatura	Asignatura
Ecuaciones diferenciales	Movimiento oscilatorio armónico simple, amortiguado, forzado. Resonancia.	Física I
	Resonancia en circuitos RLC, serie y paralelo.	Circuitos Eléctricos II
	Análisis de circuitos eléctricos lineales.	Circuitos Eléctricos II
	Modelación matemática. Sistemas lineales en el dominio del tiempo.	Modelación y Simulación.
	Modelos matemáticos para sistemas de control SESS y MEMS ⁹ en el espacio de estado y transformados.	Teoría de Control II
	Modelos matemáticos para sistemas no lineales	Teoría de Control II
	Ecuaciones de Maxwell en forma integral y diferencial. Ley de Gauss. Potencial electrostático.	Física II
Transformada de Laplace	Análisis de circuitos eléctricos lineales	Circuitos Eléctricos II
	Resonancia en circuitos RLC, serie y paralelo.	
	Método operacional en la solución de circuitos dinámicos.	Circuitos Eléctricos III
	Método operacional.	Modelación y Simulación.
	Sistemas lineales. Método frecuencial	Teoría de Control I.
	Relación y equivalencias entre modelos frecuenciales y modelos en el dominio del tiempo para sistemas lineales.	Teoría de Control II
Variable Compleja	Diagrama de polos y ceros.	Circuitos Eléctricos II
	Sistemas lineales. Método frecuencial.	Teoría de Control I
Matemática Numérica	Modelación matemática. Sistemas lineales en el dominio del tiempo.	Modelación y Simulación
Álgebra Lineal	Modelos matemáticos para sistemas de control SESS y MEMS en el espacio de estado y transformados.	Teoría de Control II
Series	Espectro de frecuencias para señales periódicas.	Circuitos Eléctricos II
Cálculo Integral	Ecuaciones de Maxwell en forma integral y diferencial. Ley de Gauss. Potencial electrostático.	Física II

Tabla 1: Temas de la disciplina Matemática que presentan nodos potenciales de articulación interdisciplinaria

En estos siete temas de la disciplina se han revelado nodos potenciales de articulación interdisciplinaria, todos de **Tipo 1**, desde el momento en que los mismos corresponden a contenidos de las asignaturas de la disciplina que tienen la posibilidad de llevar a cabo un proceso de articulación interdisciplinaria en la carrera, con las características señaladas para este tipo de nodo.

⁹ Sistemas de control de simple entrada-simple salida (SESS) y sistemas de control de múltiple entrada-múltiple salida (MEMS).

En este proceso se identificaron un grupo de temas de otras disciplinas de la carrera que no presentan en la disciplina Matemática los contenidos correspondientes para realizar la articulación interdisciplinaria, pero atendiendo al principio de jerarquía del enfoque sistémico, no es la disciplina Matemática, como disciplina básica en esta carrera, la indicada para proponer los mismos, sino que son las correspondientes disciplinas a las que pertenecen estos temas, las que a partir de aplicar la estrategia planteada, y como consecuencia de realizar el perfeccionamiento del diseño curricular desde su disciplina, pueden solicitar a la disciplina Matemática la incorporación o no de nuevos contenidos o temas, previa aclaración de su papel e importancia dentro de la disciplina para la carrera, y luego de determinar los conocimientos, las habilidades y los valores asociados a los mismos. En este caso se encontraron en la asignatura Teoría de Control II: los Modelos Matemáticos correspondientes a los distintos tipos de Sistemas de Control en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia, destacándose entre ellos los *Modelos matemáticos para sistemas de control lineales de datos muestreados y las Relaciones y equivalencias entre los diferentes Modelos Matemáticos para Sistemas de control lineales, continuos y muestreados, en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia*. Los contenidos “Ecuaciones en diferencias finitas” y “Transformada Zeta” no se impartían en la disciplina Matemática hasta que se decidió incluirlos como consecuencia del perfeccionamiento de la disciplina Sistemas de Control, luego de la correspondiente aprobación de la Comisión nacional de la carrera de Ingeniería en Automática.

Desarrollo de la dinámica de la interdisciplinariedad a través de los nodos potenciales de articulación de la disciplina

Como es imposible por su magnitud, reflejar todo el trabajo desarrollado para los siete nodos potenciales de articulación identificados desde la disciplina Matemática al considerar íntegramente la aplicación de la estrategia, se analizará a modo de ejemplo, un caso representativo, correspondiente al tema Transformada de *Laplace*, en el que identifica, en este caso con el mismo nombre, el contenido “Transformada de *Laplace*” como nodo potencial de articulación interdisciplinaria, que incluye los conocimientos, las habilidades y los valores asociados al mismo.

Debe señalarse que esta etapa de desarrollo de la dinámica de la interdisciplinariedad no se produce con fronteras precisas para cada nodo potencial de articulación interdisciplinaria, sino que se va produciendo en la práctica un enriquecimiento mutuo de la información obtenida desde cada uno de ellos, lo que está implícito en el tratamiento de cada nodo.

Todo el proceso se produjo atendiendo a los aspectos planteados para desarrollar la dinámica de la interdisciplinariedad. Para realizar ***la recopilación de toda la información necesaria para evaluar las posibilidades reales de desarrollo del nodo*** se procedió a una amplia revisión de los planes y programas de estudio con sus textos de referencia lo que se llevó a cabo conjuntamente con un sistemático intercambio entre los profesores de las disciplinas Electrotecnia, Sistemas de Control y Matemática, que incluyó la realización de seminarios, consultas y discusiones sobre el nodo en los departamentos docentes correspondientes y con los expertos de la Comisión de carrera. A continuación se traerán los principales aspectos discutidos desde las distintas disciplinas y los resultados a los que se arribó.

- ***Información más importante obtenida del intercambio realizado con los profesores de ambas disciplinas y de la revisión de la documentación correspondiente para evaluar las posibilidades reales de desarrollo del nodo potencial de articulación Transformada de Laplace.***

Desde los primeros intercambios realizados entre los profesores de las asignaturas de ambas disciplinas y especialmente con sus profesores principales se encontró sorprendentemente que las asignaturas identificadas en el nodo potencial de articulación, que están tan relacionadas porque los problemas que resuelven requieren por su propia naturaleza de un enfoque interdisciplinario, y que dos de ellas se imparten simultáneamente en el segundo año de esta carrera, presentaban incongruencias importantes, por lo que se procedió de inmediato al análisis en detalle de los programas analíticos de estas asignaturas, a la revisión de sus textos y se realizaron varias sesiones de discusión acerca de las dificultades encontradas.

Entre todos los aspectos analizados se destacan las siguientes cuestiones:

1. La utilización de diferentes nomenclaturas para designar un mismo objeto. Por ejemplo: $u(t)$ es la notación utilizada por Matemática para denotar el paso unitario y en Circuitos se utilizaba $\delta(t)$, porque $u(t)$ era la notación utilizada para el voltaje, asimismo los teoremas planteados en el libro de Circuitos Eléctricos con el nombre de la similaridad, de la atenuación y de la traslación no eran otros que los teoremas de cambio de escala, del desplazamiento en S y del desplazamiento en t respectivamente.
2. La poca profundidad en el estudio de las funciones especiales: la función rampa, el tren de pulsos, el tren de impulsos, las funciones periódicas, la convolución y de sus aplicaciones, en Matemática, no se correspondía con la que necesitaba Circuitos Eléctricos, siendo estas funciones tan frecuentemente utilizadas en esta disciplina. Sin embargo se incluían entre los ejercicios de Matemática funciones de un nivel de complejidad mayor al requerido y se dedicaba algún tiempo a la discusión de la función Gamma, cuyo uso en esta carrera es muy limitado.
3. El nivel de las aplicaciones de la Matemática a Circuitos Eléctricos era muy elemental, comparado con las posibilidades de los estudiantes para resolver problemas interdisciplinarios de mayor complejidad, vinculados a los objetivos del segundo año de Ingeniería en Automática que están dirigidos al perfil eléctrico.

4. Los profesores de Circuitos se quejaron de dificultades que presentaban los estudiantes en elementos básicos de los números complejos, tan necesarios para sus asignaturas y que no estaban contenidos explícitamente en el programa de la disciplina Matemática. Los estudiantes debían ubicar mentalmente de manera inmediata un número en el plano complejo, expresado en cualquiera de sus formas o notaciones, determinando de manera aproximada el módulo y su ángulo, su parte real y su parte imaginaria, y su posición relativa respecto a los ejes coordenados. Además era necesario que Matemática introdujera el uso de la calculadora desde sus asignaturas para que los estudiantes aprendieran a trabajar con destreza la aritmética de los números complejos necesaria en la solución de problemas de Circuitos Eléctricos, lo que estaba influyendo en los resultados de las evaluaciones de esta asignatura por falta de tiempo al resolver los problemas.
5. Con relación al tratamiento conceptual se presentaron algunas contradicciones. La primera surgió desde la propia definición de la transformada unilateral de *Laplace*, que en Matemática plantea el límite inferior de integración desde cero y que en Circuitos Eléctricos se consideraba desde un instante antes de cero (0^-), por la necesidad de incluir la función Impulsiva o Delta de Dirac, definida por una integral entre 0^- y 0^+ . La propia Delta de Dirac no se trabajaba con los límites 0^- y 0^+ sino entre $-\infty$ y $+\infty$. El teorema de la traslación o del desplazamiento en t aparecía en el texto de Circuitos sin incluir en la función objeto el paso unitario $u(t-c)$.
6. Con relación a las antitransformadas, Matemática establecía condiciones suficientes que Circuitos no exigía, por lo que no se realizaban ejercicios en los que las fracciones racionales fueron impropias, que Circuitos sí las trabajaba. Otro tanto sucedía con la utilización de las fórmulas para el cálculo de las antitransformadas que Matemática utilizaba, tanto para polos simples como para polos múltiples, en los que Circuitos utilizaba un método de evaluación directa o el método de los residuos.

En esta etapa de la investigación participaron profesores de las dos disciplinas en seminarios de intercambio, en la búsqueda de información; en la elaboración y en la aplicación de encuestas a los estudiantes y a los profesores para el diagnóstico de la articulación interdisciplinaria.

- ***Aspectos más importantes tenidos en cuenta para evaluar los cambios que en todas las componentes del sistema didáctico de la disciplina Matemática podía provocar el desarrollo del nodo y sus implicaciones en el logro de los objetivos asociados al mismo***

El intercambio realizado con los profesores de las asignaturas y con los profesores principales de ambas disciplinas se complementó con nuevas sesiones de discusión y una revisión profunda de los textos correspondientes. En este proceso de evaluación del **alcance de los objetivos** de las disciplinas relacionadas con el nodo se reveló la importancia de este tema para esta carrera desde las dos disciplinas a las que la Matemática tributa en este nodo, ya que la transformada de *Laplace* aporta tanto la base conceptual para el análisis de los circuitos eléctricos, como la base conceptual de los fundamentos de la dinámica del proceso y del diseño de los sistemas de control.

A continuación se señalan los aspectos fundamentales de la utilización de la Transformada de *Laplace* desde la disciplina Sistemas de Control (Ogata, 1990) que son también comunes a las asignaturas de Circuitos Eléctricos pertenecientes a la disciplina Electrotecnia.

- Permite convertir muchas funciones tales como las funciones sinusoidales, las funciones exponenciales, las sinusoidales amortiguadas en funciones algebraicas de una variable compleja s .
- Mediante la Transformada de *Laplace* se reemplazan las operaciones de diferenciación e integración por operaciones algebraicas en el plano complejo.
- Transforma una ecuación diferencial lineal en una ecuación algebraica de una variable compleja.
- La Transformada de *Laplace* permite usar técnicas gráficas para predecir el comportamiento del sistema sin resolver realmente las ecuaciones diferenciales.
- La Transformada de *Laplace* puede obtener simultáneamente la componente transiente y la componente de estado estable de la solución.

Indudablemente este análisis dejaba claro la necesidad de profundizar y desarrollar las relaciones interdisciplinarias desde el nodo Transformada de *Laplace* para lograr el perfeccionamiento del diseño curricular a través de las posibles transformaciones de los sistemas didácticos de las asignaturas que lo contienen.

Con relación a los **contenidos** se analizaron todos los aspectos planteados en la metodología aunque las fronteras de estos análisis fueron difusas y se llevaron en algunos casos simultáneamente. Las cuestiones más importantes evaluadas con relación a los contenidos y a la bibliografía fueron las siguientes:

La teoría de control clásica que se basa en el concepto de la función transferencial es un enfoque en el dominio de s y/o en el dominio de la frecuencia; por tanto, la estructuración de los contenidos asociados al nodo Transformada de *Laplace* está íntimamente relacionada con la estructuración de la asignatura Matemática IV que contiene a los temas Transformada de *Laplace* y Variable Compleja, determinándose con ello la necesaria precedencia del tema Variable Compleja con relación al tema Transformada de *Laplace* en dicha asignatura.

Para proceder a comparar y evaluar los intereses y necesidades de las dos disciplinas a las que tributa la Matemática con relación al nodo Transformada de *Laplace* se procedió al **análisis de dos textos básicos de la carrera**: “Ingeniería de Control Moderna” de la disciplina Sistemas de Control e “*Engineering Circuit Analysis*” que es el texto de las asignaturas de Circuitos Eléctricos.

En ambos textos el tema Transformada de *Laplace* aparece desarrollado en un capítulo independiente como una función de una variable compleja que contiene los ejemplos, los ejercicios y los problemas de aplicación, destacando entre los contenidos que desarrolla: los teoremas de valor inicial y valor final, las funciones periódicas, la integral de convolución para el análisis de la respuesta al impulso y la función paso unitario entre otros. Además con la revisión de la bibliografía utilizada se seleccionaron los ejercicios y problemas de Circuitos Eléctricos y de Sistemas de Control necesarios para la articulación.

• ***Entre las recomendaciones planteadas y discutidas en ambos departamentos docentes y aprobadas por la Comisión de Carrera se pueden destacar las siguientes:***

1. Unificar criterios en cuanto al tratamiento de la Transformada de *Laplace* y los límites de integración a considerar, especialmente por la necesidad de trabajar con la Delta de Dirac.
2. Tratar los teoremas de desplazamiento en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia indistintamente con los nombres que le dan ambas disciplinas, justificando el por qué de los mismos.
3. Incluir ejemplos de antitransformadas en que aparezcan fracciones impropias.
4. Utilizar el método de los residuos para el cálculo de las antitransformadas y utilizar el método directo para obtener los coeficientes en el caso de las fracciones simples siempre que los estudiantes hubiesen demostrado como ejercicio la justificación de este proceder.

Un aspecto que no constituyó acuerdo, pero que resultó influenciado por el trabajo interdisciplinario realizado desde sus primeros momentos fue el cambio de texto de Circuitos Eléctricos por el “Engineering Circuit Analysis”.

Los resultados fueron discutidos por los profesores en los departamentos docentes correspondientes, participando estos en el análisis, en la toma de decisiones y en la implementación de las propuestas, las que fueron extendidas a las tres carreras de perfil eléctrico.

Indudablemente que estos elementos conjuntamente con la toda la información obtenida permitieron concebir las transformaciones necesarias en el sistema didáctico de la asignatura Matemática IV a la que pertenece este tema y de la disciplina en su conjunto, así como de las restantes asignaturas y disciplinas involucradas en el nodo a partir de lo cual se tomaron las decisiones necesarias para llevar a la práctica la interdisciplinariedad, quedando comprometidos los programas de las asignaturas y los profesores involucrados.

• ***Rediseño del sistema didáctico de la disciplina y perfeccionamiento del macro diseño curricular de la carrera***

Debe señalarse que todas las transformaciones que aparecen reflejadas en el sistema didáctico de este tema responden integralmente a la asignatura Matemática IV de la disciplina Matemática para esta carrera, con una concepción sistémica totalmente nueva, a la que se arribó como consecuencia de la aplicación de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular desde esta disciplina.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente señalados, luego de una amplia revisión, intercambio y consulta sobre el tema en los departamentos de Matemática y Electrotecnia, y previa consulta y aprobación por la Comisión de carrera, se hizo la propuesta que aparece en el aspecto No. 1 que se desarrolla a continuación, la que se llevó a efecto de manera experimental y posteriormente se extendió a las carreras de perfil eléctrico.

Con relación a la **estructuración y organización del contenido** se decidió:

1. Invertir la secuencia de impartición de los Temas Variable Compleja y Transformada de *Laplace* en la asignatura Matemática IV, quedando el tema de Variable Compleja como precedente al tema Transformada de *Laplace*, como condición necesaria para un diseño sistémico de la asignatura que permitiera impartir esta como una aplicación de la Variable Compleja, y utilizar los fuertes vínculos teóricos que relacionan estos contenidos, fundamentando así con la integral de inversión y el método de los residuos la transformada inversa de *Laplace*. Debe señalarse que de esta manera se diferencia notablemente la impartición de este tema en estas carreras de perfil eléctrico con su impartición en otras carreras como son: Ingeniería Informática, Ingeniería Química, o Ingeniería Civil, atendiendo especialmente a los requerimientos interdisciplinarios que se revelaron como consecuencia de trabajar la interdisciplinariedad en el perfeccionamiento del diseño curricular desde esta disciplina para esta carrera. Asimismo, se consideró necesario dedicar las 4 primeras horas de la asignatura Matemática III para garantizar la precedencia del contenido de Números Complejos en las restantes asignaturas de la carrera.

Con relación a la **bibliografía** se decidió:

2. Incluir en la Matemática IV, adicionalmente al texto Transformada de *Laplace*: El capítulo 19 del actual texto de las asignaturas de Circuitos Eléctricos (Engineering Circuit Analysis), que presenta un adecuado rigor y nivel teórico y se ajusta perfectamente a los intereses de la carrera, especialmente en los ejercicios y problemas de aplicación, destacando entre los contenidos: los teoremas de valor inicial y valor final, las funciones periódicas, la integral de convolución para el análisis de la respuesta al impulso, y la función paso unitario, entre otros; y el capítulo 2 del texto de la disciplina de Sistemas de Control (Ingeniería de Control Moderna) que aporta ejercicios y problemas de la carrera vinculados a este nodo.

Con relación al **sistema de habilidades**:

3. Se declaró y propició el desarrollo de las habilidades generales matemáticas¹⁰ y particularmente la habilidad de recodificar que cobra una gran significación en las relaciones interdisciplinarias, y se concibió trabajar desde el propio contenido las estrategias heurísticas¹¹ más importantes necesarias para resolver problemas matemáticos.

Con relación a los **métodos de enseñanza** se decidió:

4. Incorporar en la asignatura el tratamiento metodológico que sigue el texto anteriormente señalado al considerar la Transformada de *Laplace* como un par de transformación, lo que propicia estudiar todos los teoremas una sola vez, en el sentido directo e inverso, y aplicarlos según se requiera, ya que con este enfoque se puede mantener el rigor necesario y permite dedicar más tiempo a desarrollar los conceptos y habilidades interdisciplinarias en las cuestiones que realmente son de interés de la carrera, de forma tal de ir incorporando paulatinamente los nuevos recursos teóricos según lo requieran los nuevos problemas planteados, conjuntamente con la formación de valores asociados a este nodo de articulación.

¹⁰ Se refiere al Sistema de Habilidades Generales Matemáticas establecido originalmente por Herminia Hernández y que aparece en su versión ampliada por Raúl Delgado en “Habilidades Generales Matemáticas” (Hernández, 1998).

¹¹ Ver (Shoenfeld, 1985).

Con relación a las **formas de enseñanza:**

5. Se realizó una nueva organización de las formas de enseñanza de la asignatura aumentando significativamente la cantidad de actividades en las que predomina el trabajo independiente de los estudiantes, tanto individual como grupal, en la que tienen un gran peso los seminarios.

Con relación al **sistema de evaluación de la asignatura**

6. Al concebir integralmente un sistema didáctico que se complementa sistémica y armónicamente fue posible sustituir las traumáticas evaluaciones parciales de la asignatura Matemática IV por evaluaciones “a libro abierto” realizando un mayor número de evaluaciones sistemáticas de diversos tipos que en el período anterior.

Con relación al **sistema tareas:**

7. El nuevo sistema de tareas incluye ejercicios y problemas seleccionados de tres fuentes fundamentales: el texto Transformada de *Laplace*, del capítulo 19 del texto de Circuitos Eléctricos (*Engineering Circuit Analysis*) y del capítulo 2 del texto de la disciplina de Sistemas de Control (Ingeniería de Control Moderna) en los que los estudiantes tienen que realizar adecuadas interpretaciones para aplicar los conceptos¹² y la teoría estudiada a situaciones nuevas vinculadas a la carrera, lo que produjo una mayor motivación e interés de la asignatura hacia la carrera y de esta hacia la asignatura.

Con relación a la **formación de valores:**

8. El nuevo sistema didáctico en su conjunto propició y permitió desde distintos ángulos e influencias la formación de valores en los estudiantes: Al sustituir los métodos expositivos más tradicionales por métodos participativos se desarrollaron las relaciones interpersonales y la comunicación entre los estudiantes y de ellos con el profesor, se desarrolló la valoración y el respeto por el trabajo de otros y la responsabilidad ante las tareas encomendadas; asimismo la evaluación “a libro abierto” permitió elevar la seguridad en sí mismo, la autoestima y la honestidad; por su parte el sistema de tareas y actividades interdisciplinarias de diversa índole, planteadas y desarrolladas por los estudiantes permitió aumentar la identificación y el sentido de pertenencia de los estudiantes con la carrera, y atendiendo a las características del tipo de ejercicio o problema del sistema de tareas, se propició que desde el propio contenido se pudieran desarrollar algunos rasgos de la personalidad tales como la reflexión, la criticidad ante las situaciones presentadas, la diferenciación de aspectos esenciales y secundarios, y de condiciones necesarias y/o suficientes para la toma de decisiones ante una situación dada; los estudiantes trabajaron algunas cuestiones de la historia de la Matemática vinculadas al nodo, entre otros.

Con relación a los **aprendizajes significativos**

9. Indudablemente que la influencia del sistema didáctico concebido integralmente y complementado con la voluntad de establecer por todas las vías posibles las conexiones e interrelaciones entre los contenidos, de forma tal de propiciar aprendizajes con un enfoque de profundidad, sentó las bases, desde el diseño curricular, para lograr aprendizajes de una mayor amplitud y calidad que dejan huellas con un significado y un sentido personal de lo aprendido.

¹² En este sentido se profundizó en el trabajo relacionado con el aprendizaje y la significación de los conceptos (Novak, 1988:62-120), buscando que a través de un adecuado sistema de tareas el estudiante pueda llegar a sus esencias (Vigotskii, 1934).

Con relación a los **recursos informáticos**:

10. A consecuencia de la estrategia aplicada, particularmente asociado al desarrollo de este nodo y respondiendo a los objetivos generales de la disciplina para esta carrera, se concibió la introducción (como contenido y como medio de enseñanza) del asistente matemático *Matlab* para esta asignatura y tema (MES, 1998), aunque no fue hasta el actual curso 1999-2000, que al revelar el nodo NTIC como nodo potencial de articulación para la disciplina, se introdujo en la práctica este asistente matemático respondiendo a una concepción integral de la disciplina para esta carrera, cuestión a la que se hace referencia al final de este capítulo.

De esta forma la **Transformada de Laplace** cobra gran importancia no solo desde el punto de vista conceptual, sino también por sus potencialidades de acuerdo a la magnitud y el alcance de las transformaciones realizadas en el perfeccionamiento del diseño curricular de la asignatura y la disciplina, que surgieron al aplicar la estrategia planteada.

Se han reflejado en apretada síntesis los resultados concretos más importantes en el macro, el meso y el micro diseño curricular. Los cambios con mucho mayor nivel de detalle se produjeron a nivel del sistema didáctico de la asignatura.

Los resultados más generales obtenidos de la aplicación de la estrategia desde la disciplina Matemática aparecen en el programa de esta disciplina para el Plan de estudio “C” perfeccionado (MES, 1998), aunque debe señalarse que los objetivos generales planteados por la disciplina en este documento que está actualmente en vigor, así como el Modelo Educativo propuesto, resultan excelentes en teoría pero contradictorios en la práctica, en una disciplina de tan alto número de horas y de tan alta carga docente para los estudiantes, lo que ha sido discutido recientemente por el colectivo de profesores, que ha revelado a partir de la aplicación de la estrategia propuesta **un nuevo nodo de articulación** a desarrollar (el número ocho) de **Tipo 3**, asociado a la utilización de las NTIC en la disciplina Matemática como plataforma interdisciplinaria que permite el perfeccionamiento del diseño curricular de todas las asignaturas y de la disciplina en su conjunto, concebido y desarrollado hasta el momento en dos aspectos, el primero *como contenido*, lo que se manifiesta en el uso integral del *Matlab* con una concepción sistémica a través de todas las asignaturas de la disciplina durante los dos primeros años académicos con objetivos y contenidos precisos a desarrollar en cada una de ellas, y el segundo en la utilización de las NTIC como medio de enseñanza-aprendizaje que pudiera darle solución a la incompatibilidad de tiempo disponible para el cumplimiento de los objetivos generales educativos e instructivos que se ha planteado la disciplina.

2.3.2 Análisis de la viabilidad y efectividad de la metodología aplicada para el perfeccionamiento de la carrera de Ingeniería en Automática desde la disciplina Matemática

Para realizar el análisis de la viabilidad y efectividad de la estrategia concebida y propuesta para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas desde una disciplina del Plan de estudio y aplicada para el caso del perfeccionamiento del diseño curricular de la carrera de Ingeniería en Automática desde la disciplina Matemática, se ha dividido el mismo en dos grupos: En el primero (A) se destacan aquellos aspectos relacionados con los resultados obtenidos atendiendo a las particularidades de la disciplina y de la carrera en la que se aplicó la experiencia y en el segundo grupo (B) se reflejan aquellos aspectos de carácter metodológico relacionados con la estrategia propuesta y aplicada.

A) Desde el punto de vista de los problemas específicos de la aplicación de la estrategia a la disciplina Matemática de la carrera de Ingeniería en Automática puede señalarse que:

- De la aplicación de la estrategia planteada desde la disciplina Matemática en esta carrera se obtuvieron resultados concretos relacionados con el perfeccionamiento a nivel meso del diseño curricular del Plan de estudio de esta carrera, los que pueden resumirse en:
 - La organización sistémica del contenido de la asignatura Matemática IV que contiene el tema de Transformada de *Laplace* y como consecuencia de ello, la transformación y perfeccionamiento del sistema didáctico de esta asignatura en el programa de la disciplina Matemática para esta carrera, lo que se refleja fundamentalmente en los sistemas de conocimientos y de habilidades, en la bibliografía y en las indicaciones metodológicas que aparecen contenidas en el Plan de estudio de esta carrera (MES, 1998).
- El perfeccionamiento que tuvo lugar a nivel micro del diseño curricular del Plan de estudio de esta carrera se produjo en prácticamente todas las componentes del sistema didáctico de la asignatura que involucran a este tema como son los sistemas de conocimientos, de habilidades, de tareas y actividades interdisciplinarias, el sistema de evaluación, la bibliografía, los métodos los medios, las formas de enseñanza, las que se reflejan en las orientaciones metodológicas que aparecen reflejadas en el programa analítico de la Matemática IV, de la disciplina Matemática para la carrera de Automática, para el caso del ISPJAE.
- Un ejemplo de la connotación que tuvo la aplicación de la estrategia desde la disciplina Matemática en el perfeccionamiento del diseño curricular con relación a otras disciplinas de la carrera que trabajaron la dinámica de la interdisciplinariedad desde este nodo potencial de articulación se evidenció en la influencia que tuvo el proceso desarrollado en la decisión del

cambio texto para la disciplina Electrotecnia (en Plan “C” perfeccionado se identifica como Circuitos Eléctricos).

- Otro elemento importante que resultó de la aplicación de la estrategia fue la detección de algunos temas de Matemática que no estaban contenidos en el programa de la disciplina para la carrera y que como resultado de la aplicación de la estrategia por la disciplina Sistemas de Control se decidió que fuera incluido en la Matemática IV el tema de Transformada Zeta, lo que conllevó a una nueva estructuración temática de la disciplina y con ello una nueva aplicación de la estrategia en una segunda iteración cuyos resultados aparecen reflejados en el programa de la disciplina (MES, 1998).

B) Desde el punto de vista de la comprobación de la concepción, los fines y la metodología propuesta para el desarrollo de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular planteada debe señalarse que:

- Se demostró la viabilidad de la concepción propuesta al considerar los cuatro ejes de la estrategia planteados:
 - El método de investigación hipotético-deductivo se utilizó en la estrategia cuando a partir de determinar la estructuración temática del contenido de la disciplina se procedió a revelar los siete nodos potenciales de articulación de la disciplina (en otra iteración se revelaron las NTIC como nodo número ocho) que posteriormente se desarrollaron en la dinámica de la interdisciplinariedad con cada una de las asignaturas con las cuales articuló cada nodo y con todas ellas en su conjunto; particularmente con relación a la Transformada de *Laplace* como nodo potencial de articulación se revelaron los problemas asociados al diseño curricular (repeticiones, vacíos incompatibilidades, entre otros), se propusieron y aprobaron las transformaciones en los departamentos docentes de Matemática, Circuitos Eléctricos y Sistemas de Control y finalmente se realizaron las transformaciones en los sistemas didácticos de cada una de las asignaturas y disciplinas relacionadas con el nodo de articulación.
 - La interdisciplinariedad como segundo eje de la estrategia ha estado presente desde su concepción misma y tal como se propuso resultó una vía fundamental para desarrollar la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular a través de cada una de las etapas planteadas en la estrategia, pues demostró (en el caso de la disciplina Matemática) las potencialidades que tiene el “trabajar la interdisciplinariedad” desde una disciplina del Plan de estudio para fortalecer el diseño de la misma en la carrera, además de mostrar en la práctica las grandes ventajas de la interdisciplinariedad como movilizadora del claustro de profesores en una

carrera de ciencias técnicas como la que se utilizó para verificar la efectividad de la estrategia, lo que quedó demostrado en las múltiples acciones desarrolladas por los profesores de las tres disciplinas mencionadas en el caso del nodo potencial de articulación “Transformada de Laplace”.

— La consideración del enfoque sistémico en la aplicación de cada una de las etapas de la metodología que garantiza el cumplimiento de los principios de jerarquía, de integridad y de la multiplicidad de descripciones respondieron a las necesidades del perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera desde una disciplina del Plan de estudio respetando el carácter rector de la Comisión de carrera y del Plan de estudio como documento oficial frente a los restantes niveles que participan en la estrategia, aunque se ratificó en la práctica el carácter no unidireccional de este proceso en el que también se enriqueció el macro diseño curricular a partir de la aplicación de la estrategia.

— El método de los nodos considerado como cuarto eje en la estrategia que se analiza resumió un conjunto de acciones que resultaron muy objetivas para desarrollar la misma y que demostraron finalmente su *viabilidad* en el perfeccionamiento del diseño curricular, como se pudo comprobar en el caso de su aplicación desde la disciplina Matemática para la carrera de Automática.

• La *eficacia* de la estrategia planteada se puede verificar a partir de los resultados obtenidos de su aplicación para el caso de la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería en Automática, los que se resumieron anteriormente en el grupo A).

Capítulo 3: Estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular desde un semestre o año académico

El tercer capítulo de la tesis está dedicado a trabajar la interdisciplinariedad en el nivel del año académico como parte de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera.

En este caso, al igual que en el segundo capítulo de la tesis, se ha concebido su estructura de forma tal de presentar los tres aspectos fundamentales de dicha estrategia que son: la concepción con la que se propone resolver el problema planteado, exponer la generalidad de la metodología y “su transferibilidad” a otras situaciones semejantes, y expresar los resultados específicos de su aplicación al caso de la carrera Ingeniería en Automática en su doble carácter de demostrar la viabilidad y efectividad de la metodología y de resultado propio y transformador para esta carrera.

El problema planteado de lograr el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas a partir de trabajar las potencialidades de la interdisciplinariedad en un semestre de un año académico tiene rasgos específicos, al intervenir en el mismo profesores de diversas disciplinas, departamentos e incluso de diversas facultades como unidades de dirección administrativa y docente-metodológica que le brinda importantes diferencias para su integración en el trabajo a nivel del año.

La concepción propuesta para resolver el problema planteado se basa en los siguientes presupuestos para el diseño de la estrategia:

- *Considerar en la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular el carácter de proyecto y proceso del currículum, tal y como se planteó en el capítulo 2.*
- *Considerar que por su carácter el proceso de perfeccionamiento del diseño curricular es continuo, creativo e iterativamente perfectible, tal y como se planteó en el capítulo 2.*
- *Debe respetarse el carácter sistémico del diseño curricular considerando los principios de jerarquía, integridad y diversidad de descripciones desarrollando las interacciones necesarias entre el perfeccionamiento del macro diseño curricular del Plan de estudio y el perfeccionamiento del meso diseño curricular en el nivel de un semestre o año, como parte de una real concepción sistémica de dicho plan, que tenga en cuenta la relatividad del principio de jerarquía (tema, asignatura, disciplina) en las relaciones interdisciplinarias de un semestre o año, donde un contenido de un tema en una asignatura de una disciplina dada puede representar una habilidad o conocimiento de un nivel de integración superior a*

asignaturas completas de otra disciplina o a las disciplinas mismas que le sirven de precedencia, convirtiéndose así, este principio del enfoque sistémico para la interdisciplinariedad, en un elemento de jerarquía relativa en el nivel de semestre o año. Respetar el nivel de jerarquía entre el macro y el meso diseño curricular a nivel de disciplina, semestre o año, reconociendo a su vez el carácter no unidireccional del proceso de diseño curricular.

- Tomar en cuenta en la estrategia que se diseñe, para *trabajar la componente interdisciplinaria del Plan de estudio de una carrera de ciencias técnicas elaborada sobre la base de un currículum no modular (disciplinar), las particularidades que establece en el caso cubano la definición de las asignaturas principales integradoras*, a partir de la concepción de la disciplina principal integradora, como tronco central del diseño de la carrera que da respuesta a la solución de problemas no estructurados de carácter profesional y que introduce de por sí un primer nivel de interdisciplinariedad en el diseño curricular de la carrera (Castañeda, 1998).
- *Considerar en el diseño de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular las particularidades del claustro de profesores de las carreras de ciencias técnicas*, caracterizado en general por una escasa preparación pedagógica y mayoritariamente desinteresado por estos temas a partir de falsas concepciones de índole profesional (*debilidad*) y el hecho de que en el año convergen profesores con distintos grados de desarrollo como son los profesores de asignaturas básicas, de asignaturas de formación general, de formación profesional, con diferentes historias e intereses en general y en los aspectos de formación pedagógica (*oportunidad*).
- Plantear una estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular que *conservé y potencie el carácter sociohumanista de la educación* (Arana, s/f), (Valdés, 1999), asumiendo un enfoque dialéctico del aprendizaje que considere el carácter holístico y complejo del sistema educativo (Arana, s/f), *dirigido al desarrollo de aspectos fundamentales de la personalidad de los estudiantes* (González, 1996) y *de sus profesores* (Valdés, 1999), los que manifiestan en las distintas actividades y relaciones auténticas que se establecen entre los sujetos, para lo cual la comunicación juega un papel fundamental (Vigotsky, 1987) teniendo en cuenta para ello la importancia de la práctica y de la actividad que en ella se genera (Leontiev, 1979), por la alta carga de valores subjetivos que están presentes en los hechos humanos, que condicionan el sentimiento, la conducta y el pensamiento de los hombres, lo que sin dudas influye en la calidad de la enseñanza (Pérez, s/f). En este sentido se considera que la

educación es un proceso orientado al desarrollo pleno de la persona, que estimula la expresión auténtica, franca e interesada de los participantes, dentro del cual estos construyen conocimientos y se desarrollan en planos diversos como personas (González, 1995:2).

3.1 Concepción de la estrategia de perfeccionamiento curricular para un semestre o un año académico

La concepción de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular para un semestre de un año académico se ha diseñado alrededor de cuatro ejes fundamentales a través de los cuales se intenta resolver el problema planteado y dar respuesta a los presupuestos establecidos. **Estos ejes son:**

- Escoger **un modelo de investigación** que permita no solo la transformación del problema dado sino también de sus actores, preferiblemente un modelo de investigación-acción.
- **Trabajar la interdisciplinariedad** en la base de esta investigación por las posibilidades que la misma brinda para superar las debilidades del medio y motivar a sus actores.
- Desarrollar en la estrategia las interacciones necesarias entre el macro diseño curricular y el meso diseño curricular en el nivel de año o semestre, a través del planteamiento del problema desde la realidad de asignaturas y profesores de asignaturas que han tenido y tienen diferentes grados de participación y pertenencia con el proyecto elaborado, y poseen capacidades y experiencias diversas para llevar a cabo su perfeccionamiento, además de tener en sus manos el proceso de ejecución de un Plan de estudio como parte de una real **concepción sistémica** del mismo.
- Utilizar como vía o procedimiento para el perfeccionamiento del diseño curricular la identificación, selección y utilización de los **nodos de articulación interdisciplinaria** en las diversas asignaturas que conforman el semestre, y buscar una forma de integración de los mismos en una plataforma o base unificada para ese semestre o año.

Las razones por las cuales han sido seleccionados estos ejes para dar respuesta a los presupuestos de esta investigación puede resumirse en los siguientes términos:

1. La utilización del método de investigación-acción. Indudablemente las características de este método resultan ventajosas y son las que han decidido asumirlo en la estrategia que se quiere desarrollar, teniendo en cuenta que la investigación-acción ha de ser un proceso de crítica y transformación, de carácter dialéctico y reflexivo (Kemmis, 1992), que es por su esencia

eminentemente creativo e iterativamente perfectible, lo cual se corresponde con los presupuestos referidos que consideran: la intervención directa de los profesores a partir de las particularidades de su práctica diaria en el perfeccionamiento del diseño curricular (como proyecto y proceso) del año y carrera de que se trate, teniendo en cuenta que es objetivo de la estrategia transformar no solo el diseño sino a sus principales actores (profesores y estudiantes), el hecho de que el perfeccionamiento del diseño curricular es un proceso que se produce por etapas, que es creativo y sistemático que necesita del compromiso e implicación de los sujetos involucrados en el diseño del año para revelar las esencias de la interdisciplinariedad en su perfeccionamiento, y que la investigación será desarrollada por el colectivo de profesores y estudiantes del año.

El trabajar la interdisciplinariedad, se justifica por las mismas razones planteadas en el capítulo 2, reforzando en este caso la esencia de un proceso que pretende interrelacionar los resultados de un perfeccionamiento en los niveles de disciplina (“vertical”) y de año (“horizontal”).

Esta necesidad de fortalecimiento de las disciplinas a través de la interdisciplinariedad se corresponde también con los intereses y motivaciones de una buena parte de este claustro que potencia los aspectos relacionados con los contenidos y habilidades específicas de cada materia. Por la condición de que la interdisciplinariedad tiene que pasar primero por la mente de los sujetos: profesores y estudiantes para que resulte una cooperación real, integrada y efectiva de sus participantes (SEFI, 1988), condición que refuerza y complementa la utilización de la investigación–acción con este fundamento u objeto de trabajo.

3. El tercer eje de la estrategia se refiere al carácter sistémico del diseño curricular y tiene en cuenta que no son los mismos colectivos humanos los que trabajan a cada uno de los niveles del diseño curricular, que comprende en el nivel macro a la Comisión de carrera y a los especialistas que trabajan en el diseño del Plan de estudio, en el nivel meso del diseño curricular se presentan dos colectivos diferentes: en la dirección “vertical” la primacía la tiene el profesor principal de la disciplina con su colectivo de disciplina, que responde a un departamento docente y a una facultad, sin embargo, en la dirección “horizontal” del nivel meso del diseño curricular se integra el colectivo de profesores del año, los que responden al coordinador de año, siendo finalmente el profesor de la asignatura, un elemento común entre ambos colectivos y niveles, y es al mismo tiempo el responsable de materializar en la práctica el *currículum*. Indudablemente a través de una integración participativa de los elementos que ejecutan el proceso se pudieran disminuir notablemente las diferencias entre el *currículum* pensado y el vivido cuya articulación y armonía para un Plan de estudio no es problema de documentos sino de proceso de integración

humana. Trabajar desde la base el carácter sistémico del diseño curricular con la dinámica necesaria que el mismo requiere repercute en el interés y el nivel de motivación de los profesores por su ejecución.

4. El cuarto eje de la concepción de la estrategia es la búsqueda, identificación, selección y utilización del nodo de articulación interdisciplinaria, entendiendo por ello aquel contenido (conocimientos, habilidades, valores) que va a servir a nivel de año o semestre para desarrollar y materializar la interdisciplinariedad en el mismo. Este nodo o nodos de articulación interdisciplinaria pueden surgir de una asignatura o de un aspecto particular de ella que por su importancia, en una forma u otra, permita la articulación e integración de la mayor parte de las asignaturas del año; y puede ser el resultado de relacionar los nodos de diferentes asignaturas en un nodo nuevo de carácter más general que los específicos que le dieron origen, o quizás un nodo que surja propiamente en el año como plataforma interdisciplinaria, pues él realmente puede servir de base a todos y cada uno de los nodos de articulación de las diversas asignaturas, como sucede en algunos casos de ingeniería con el tema de las NTIC para la articulación de las asignaturas del año.

3.2 Metodología general para la aplicación de la concepción propuesta

Establecida la finalidad de la estrategia, sus presupuestos y su concepción se hace necesario instrumentarla, precisando cómo se materializa su desarrollo metodológico en el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera desde el trabajo en el nivel de un año o semestre, y las interrelaciones que se producen entre el macro y el nivel meso del diseño curricular de la misma.

La metodología está concebida de forma tal que el trabajar la interdisciplinariedad a través de un grupo de investigación-acción integrado por los actores fundamentales que intervienen en su ejecución, que son los profesores y los estudiantes de un mismo semestre o año, y muy directamente vinculados a ellos los expertos y asesores que interaccionen en el momento necesario con el grupo, como son los miembros de la comisión de carrera, jefes de disciplinas, directivos, entre otros, permite y promueve que se produzcan conscientemente múltiples e irrepetibles relaciones entre los sujetos, que dirigidas al perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera desde el nivel de un año académico provoca un cambio relevante y significativo en todos los factores y elementos que intervienen en el *currículum*.

Esta propuesta metodológica y la estrategia que ella conlleva adecua los rasgos generales de un paradigma de investigación-acción a los requerimientos específicos del perfeccionamiento del

diseño curricular de una carrera en el caso que se está desarrollando. Ello no desconoce sino al contrario presupone, que dado el método de investigación-acción que utiliza la estrategia, su implementación tiene que ser abierta y flexible, de manera tal que permita todas las adecuaciones y transformaciones que proporciona la riqueza de las particularidades y singularidades de cada colectivo de año en una carrera determinada.

La propuesta metodológica de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera a partir de trabajar la interdisciplinariedad desde el nivel de año puede resumirse de la siguiente manera:

1. Caracterización del año o semestre.
2. Constitución del grupo de investigación-acción.
3. Dinámica del grupo en el perfeccionamiento interdisciplinario.
 - Búsqueda del nodo o de los nodos de articulación del año.
 - Desarrollo del trabajo en la interdisciplinariedad.
 - Perfeccionamiento, actualización y enriquecimiento del macro y meso diseño curricular de la carrera.
4. Capacitación de los actores. Trabajo con vías no formales de superación pedagógica de los profesores.
5. Análisis, síntesis y evaluación colectiva del proceso desarrollado.

Esta metodología no debe ser interpretada como un proceso secuencial, dicotómico, ni como etapas rigurosamente diferenciadas en el tiempo una de otra, sino que deben operar dentro de un proceso único e integrado, como corresponde a una investigación-acción con fronteras y límites difusos entre las distintas fases de su espiral, pero donde el proceso en su conjunto debe garantizar, para alcanzar sus fines, la presencia en una u otra forma, de cada una de ellas.

La estrategia propuesta tiene en cuenta la posibilidad de que este proceso de perfeccionamiento pueda realizarse simultáneamente en uno o varios años de una misma carrera por parte de colectivos diversos, los que posteriormente compartirían informaciones y experiencias con vistas a armonizar y potenciar los resultados parciales que obtenga cada uno de ellos para integrarlos de una manera única en el perfeccionamiento del diseño curricular de la carrera.

Se expondrán a continuación algunos de los rasgos fundamentales que deben ser tenidos en cuenta como referentes para el desarrollo de esta metodología en un año o semestre en específico.

3.2.1. Caracterización del año o semestre

Esta parte del proceso se refiere a la recopilación y constatación de toda la información existente sobre el proyecto curricular de ese año y las experiencias de procesos anteriores de impartición del mismo desde el punto de vista didáctico, así como de aquellos cambios que han sido valorados y propuestos para su perfeccionamiento por parte de colectivos anteriores u otras fuentes adecuadas. Además, esta etapa del proceso incluye la caracterización de los actores para cada nueva impartición de este semestre: profesores, estudiantes y directivos.

3.2.2. Constitución del grupo de investigación-acción

La constitución del grupo de investigación-acción se obtiene de dos fuentes diferentes: el colectivo en pleno de profesores del año o semestre en que se aplica la experiencia y una parte del grupo de estudiantes del año seleccionados aleatoriamente o a partir de otros criterios (motivación, rendimiento académico, desarrollo integral, u otros). El resto del grupo de estudiantes del año participarán aportando información sobre cómo transcurre el proceso docente-educativo en el año, con reflexiones y criterios acerca de ello y servirán de controladores externos sobre el desarrollo del proceso a los que se podrá recurrir para realizar consultas específicas en cualquier momento.

Un aspecto muy importante en esta actividad es la obtención de un líder o un pequeño colectivo que asuma el rol de dinamizar y facilitar el trabajo del grupo. Este líder o pequeño colectivo de liderazgo deberá ser obtenido preferiblemente dentro del propio colectivo del año y solo en casos en que no se disponga de ello debe procederse a su introducción a partir de otra fuente, en cuyo caso debe garantizarse que el mismo reúna todas las condiciones (humanas, técnicas, pedagógicas, profesionales, entre otras) necesarias para esta labor.

Entre las funciones del facilitador o líder del grupo se destacan las siguientes:

- Aportar los elementos mínimos acerca del método de investigación-acción, sus principios éticos y las reglas de trabajo en grupo (ver anexo B).
- Introducir al grupo en el uso de instrumentos metodológicos propios de la investigación-acción (guías de observación, entrevistas, encuestas, trabajos grupales, entre otros).
- Debe conocer y encontrar soluciones creativas para cumplimentar dentro de la I-A los aspectos contemplados en la propuesta metodológica de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera, a partir de trabajar la interdisciplinariedad desde el nivel de año.

Estas soluciones pueden ser obtenidas por técnicas participativas y grupales dentro de la actividad de la I-A.

- Asignar funciones y tareas específicas a los diferentes miembros del grupo y lograr su aceptación por los participantes. Entre estas tareas se encuentran las relacionadas con la caracterización del año, las labores de capacitación de los actores, la búsqueda y circulación en el grupo de materiales relacionados con las temáticas ya mencionadas u otras de interés del grupo, posibles eventos en los que se pudieran participar para la preparación del colectivo en temas vinculados al perfeccionamiento del diseño del año o a la preparación pedagógica de los profesores que enriquezcan y movilicen el trabajo del grupo, así como otras funciones asociadas a la dinámica de funcionamiento del grupo. Propiciar por las más diversas vías, el compromiso y sentido de pertenencia de todos los integrantes del grupo con la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular del año o semestre en que están involucrados.
- Discutir las vías y métodos que se van a utilizar para la comunicación estable y sistemática del grupo. Entre estas vías y métodos pueden incluirse hoy en día todos los aspectos relacionados con la utilización de los recursos informáticos y la combinación del uso de estos recursos con los métodos tradicionales de trabajo en grupo. Iniciar y propiciar la realización de intercambios y entrevistas para facilitar la constante retroalimentación en la dinámica del grupo utilizando todos los recursos e instrumentos necesarios para obtener toda la información de estudiantes y profesores acerca del proceso docente-educativo en el año que movilice a la acción del grupo, logrando identificar aquellos períodos de inmovilización y buscando diferentes formas para activar la dinámica del grupo.
- Guiar al grupo en la utilización de este método de investigación en las cuatro etapas de la espiral de su desarrollo (*Kemmis*, 1992). Es necesario tomar en cuenta que estos momentos, que *Kemmis* y *Mc Taggart* distinguen como pasos, se producen con cierta simultaneidad destacándose que los momentos de observación reflexión juegan un papel muy importante en la espiral cíclica de la investigación-acción (*Braga*, 1994) en los que la observación se dirige a la identificación de las contradicciones surgidas durante todo el proceso y los momentos de reflexión se dedican a racionalizar esas contradicciones buscando explicaciones y estrategias de actuación superadoras a las anteriores, debiendo distinguir aquellas contradicciones que son estructurales al problema y aquellas que son casuales o puntuales.

El grupo de investigación-acción debe contar además, con una serie de especialistas de apoyo y colaboradores externos para determinadas actividades a los que se asignarán determinados roles según las necesidades que surjan en la actividad de la propia I-A.

3.2.3. Dinámica del grupo en el perfeccionamiento interdisciplinario

La dinámica del grupo para lograr el perfeccionamiento del diseño curricular a través de trabajar la interdisciplinariedad en el año tiene tres momentos fundamentales:

- La determinación de los nodos de articulación del año.
- Todo el trabajo de articulación interdisciplinaria que se lleva a cabo a partir de la definición de estos nodos y las transformaciones que se realizan en el proceso de impartición de las asignaturas a partir de ello.
- Todas las reflexiones y los cambios que se producen en el proyecto del macro y meso diseño curricular del año y en los sistemas didácticos de las asignaturas y disciplinas con vista a los próximos períodos de impartición de este año.

3.2.3.1 Búsqueda del nodo o nodos de articulación del año o semestre

Debe señalarse que la búsqueda del nodo o de los nodos de articulación del año o semestre se realiza en tres fases fundamentales que se interrelacionan entre sí:

En la primera cada profesor parte de una concepción sistémica de su asignatura y una estructura temática que se corresponda a esta concepción a partir de lo cual determina los nodos potenciales de articulación de la asignatura con relación al año o semestre de que se trata, tal y como está establecido en la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular desde una disciplina o asignatura (ver capítulo 2). Para realizar esta acción cada profesor debe enriquecer su experiencia con el estudio de toda la documentación incluida en el proyecto del *currículum* y las particularidades de esta para el año o semestre en que se está haciendo el perfeccionamiento, y de los documentos rectores de la disciplina a la cual pertenece su asignatura desde el Plan de estudio de la carrera, la que será punto de partida para que realice individualmente un análisis crítico y reflexivo de la misma que presentará a consideración del grupo.

En la segunda fase los profesores socializan el estudio realizado por ellos y las propuestas hechas desde cada asignatura para comprender mejor, de forma colectiva, las posibilidades y limitaciones de cada uno de estos posibles nodos y de las asignaturas en su conjunto en la determinación del nodo o de los nodos de articulación del año.

En la tercera y última fase el colectivo determina el nodo o los nodos de articulación sobre la base de los cuales construirán la transformación y el perfeccionamiento del año, los que en general pueden tener un origen diferente (de forma similar al caso del perfeccionamiento de una disciplina).

La búsqueda de los nodos de articulación a nivel de año o semestre parte de la estructura por temas de cada una de las asignaturas y está determinada por tanto, en última instancia, por la calidad y objetividad de dicha estructuración temática. Quiere esto decir que son elementos favorecedores como punto de partida para la aplicación del método propuesto, que las asignaturas estén diseñadas con una estructuración sistémica, donde sus estructuras temáticas hayan sido diseñadas con temas bien estructurados y debidamente entrelazados que respondan desde la lógica de la ciencia a los requerimientos y necesidades de la carrera de que se trate.

Partiendo de la composición temática de cada una de las asignaturas y tomando los temas como unidad de análisis se describe a continuación el procesamiento de la información para la determinación del nodo y/o los nodos de articulación del año a partir de los siguientes criterios:

Criterio 1: Encontrar un tema de una de las asignaturas del año que contenga aquel contenido que por sí mismo pueda considerarse el nodo de articulación del año, porque permite establecer las articulaciones con contenidos de las otras asignaturas que tributan a él, sin embargo el mismo se mantiene como nodo de articulación del año desde la asignatura fundamental que contiene este tema.

Criterio 2: Construir o determinar el nodo de articulación del año a partir de la integración de dos o más contenidos de diferentes asignaturas en otro contenido o asunto que pueda constituir por sí mismo, de forma clara y precisa un nodo de articulación (conocimientos, habilidades, valores, o contenidos en general), con cualidades superiores, fácilmente identificables y relacionables con los contenidos de las asignaturas que lo constituyeron, que no estaban implícitas en cada uno de ellos por separado, con independencia de que el nuevo nodo tenga que situarse en el marco de una u otra asignatura debido a la característica de modelo disciplinar del Plan de estudio. Este caso se encuentra en muchas ocasiones en el contenido de las asignaturas principales integradoras, que al abordar un problema profesional de carácter eminentemente no estructurado y en condiciones reales o simuladas del proceso productivo, permite realizar alrededor de él todo el proceso de perfeccionamiento interdisciplinario.

— **Criterio 3:** Determinar un contenido o asunto que pueda encontrarse en la base o fundamento de uno o varios contenidos de las diferentes asignaturas y que tenga una forma clara

y precisa de instrumentarse en el estudio y/o las aplicaciones de cada uno de ellos, produciendo una mejoría ostensible en los mismos. En este tipo de nodo el elemento integrador no queda incluido en ninguna asignatura, va a actuar sobre todas ellas y puede estar vinculado a uno o más objetivos del año si estos han sido formulados realmente de una forma integrada., como sucede con el caso de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el idioma inglés, la formación ecológica y medio ambiental y otros, que pueden servir de base para la transformación y/o el desarrollo de muchos nodos potenciales de las diferentes asignaturas. En este caso, a pesar de haberse identificado el nodo de articulación del año en un aspecto diferente a todos y cada uno de los nodos propuestos por las asignaturas, todas ellas pueden verse sensiblemente afectadas y/o beneficiadas en su estudio a partir de la utilización de este nuevo nodo en el año, por su mayor nivel de generalidad o implicación social.

Debe señalarse que todo este análisis reflexivo, promovido y enriquecido por el colectivo de año, se va produciendo en pequeños ciclos en los que se recorren cada una de las asignaturas hasta encontrar el nodo o los nodos de articulación del año o semestre que sirva como plataforma para hacer efectiva la interdisciplinariedad en el año y no como un proceso lineal y en un solo sentido donde una fase sea linealmente dependiente de los resultados de la otra.

3.2.3.2 Desarrollo del trabajo en la interdisciplinariedad

El objetivo central de esta etapa es el perfeccionamiento sistemático del *currículum* vivido por todos los actores en el año o semestre seleccionado, sobre la base de la ejecución de un proceso de investigación-acción que busca explotar todas las posibilidades de la interdisciplinariedad en el semestre o año para lograrlo.

Toda la investigación-acción transcurre por pequeños ciclos y por etapas para todas y cada una de las asignaturas que conforman el semestre o año y para todas ellas como conjunto. Estos ciclos incluyen acciones de: observación, análisis, reflexión, planificación y ejecución de las decisiones tomadas, y estas acciones van dejando huella y reajustándose poco a poco, una sobre otra, e integrándose en el año por los efectos de la interdisciplinariedad en los resultados concretos de las diferentes asignaturas, lo que produce simultáneamente no solo el cambio en el desarrollo del *currículum* sino sobre todo, introduce y potencia los cambios en la forma de pensar y actuar de los profesores y estudiantes del colectivo de año con relación a los más diversos aspectos didácticos y de diseño curricular del año y sus implicaciones en los fines de un perfeccionamiento del mismo (ver Anexos B, C, D y E).

Esta etapa de trabajo no persigue como objetivo fundamental el perfeccionamiento en la formulación o redacción de un proyecto de diseño curricular para el semestre o año, sino, la ejecución perfeccionada de aquellas transformaciones reales sobre el proceso que se van ejecutando a partir de los referentes conceptuales construidos en todas las etapas anteriores, pero en una acción preñada del sesgo transformador que representa dar respuesta a los requerimientos y particularidades del curso que se va desarrollando, y de las posibilidades e intereses de todos los actores del mismo (profesores, estudiantes, directivos) irrepetibles en su situación temporal y espacial, e irreductibles a ningún modelo ideal.

Para desarrollar este trabajo, el grupo de investigación-acción creado se apoya en la triple condición de la interdisciplinariedad ya discutida: como movilizadora al cambio, como proceso de doble dirección que necesita de la fortaleza de las diferentes asignaturas y disciplinas en sí mismas para garantizar a su vez la fortaleza y el valor real del proceso interdisciplinario en su conjunto, y además por el hecho de que para lograr la interdisciplinariedad esta tiene que pasar primero por la mente de sus participantes para producir una real y efectiva integración interdisciplinaria en la acción conjunta en el semestre o año que contribuya a la construcción de un lenguaje del grupo, a partir de una necesidad práctica real surgida en el trabajo en el año, que incluye las definiciones de las categorías del sistema didáctico, a través de las cuales se materializa la acción de los profesores en el año como son: sistema de objetivos, sistema de conocimientos, sistema de habilidades, sistema de tareas, métodos, medios, formas de enseñanza, y sistema de evaluación.

Independientemente que la labor fundamental de esta etapa de trabajo en la interdisciplinariedad es la transformación y el perfeccionamiento sistemático del *currículum* vivido por el colectivo de profesores y estudiantes durante el proceso desarrollado en el año o semestre en que se está realizando la experiencia, esto no desconoce, sino por el contrario presupone, que los momentos de reflexión y análisis que se van produciendo en el mismo aportan necesariamente consideraciones para modificar y/o perfeccionar el *currículum* pensado que sirve de base al proyecto curricular de este año o semestre, y que están recogidos en el macro y meso diseño curricular de la carrera elaborado previamente.

3.2.3.3 Perfeccionamiento, actualización y enriquecimiento del macro y el meso del diseño curricular de la carrera

El perfeccionamiento, actualización y enriquecimiento del macro y el meso diseño curricular de la carrera es parte también de la dinámica del grupo en el perfeccionamiento interdisciplinario.

Todas las reflexiones y la sistematización de los cambios que se producen en el proceso de perfeccionamiento del año en curso provocan necesariamente cambios, también en el diseño curricular de las asignaturas y del año en su conjunto con vista a otros períodos de impartición. Evidentemente existirán cambios realizados durante el proceso que forma parte de la investigación-acción llevada a cabo por el grupo que provocarán o no los efectos esperados y que requerirán a partir de ello de determinadas consideraciones posteriores para su incorporación o no al perfeccionamiento del proyecto curricular del año.

Se identificarán también durante el proceso otros cambios que no se ejecutan de momento, pues no existen, o no se pueden crear de forma inmediata todas las condiciones (objetivas y/o subjetivas) para llevarlos a cabo, o donde las posibilidades de escaso tiempo disponible durante el proceso en ejecución hicieron recomendable una elaboración o estudio más detallado de ellos que permitan su preparación previa para otro momento o curso, convirtiéndose así en modificaciones al *currículum* pensado (macro y meso diseño curricular) proyectados desde la realidad de un proceso de cambio dado que no los incorporó en su práctica curricular.

Por lo tanto, para poder tener una medida del impacto del trabajo realizado en el proyecto de diseño curricular de ese semestre, año y carrera a partir del trabajo desarrollado en el perfeccionamiento interdisciplinario del mismo, y para poder garantizar la trascendencia de aquellos cambios proyectados para el próximo período de práctica curricular de ese año o semestre en los sistemas didácticos de las asignaturas, disciplinas y del año en su conjunto, será necesario sintetizar y sistematizar de alguna forma por el grupo toda esta información y confrontarla adecuadamente con otros colectivos involucrados en esta labor, tales como colectivo de disciplina, comisiones de carrera, entre otros, con vistas a poder insertar de forma adecuada y armónica los resultados más importantes de este proceso en el proyecto curricular del semestre, año y carrera.

En este proceso se hace necesario que se utilicen diferentes vías e instrumentos que recojan esta información desde diferentes ángulos (ver Instrumentos 1 y 2 en anexo E) para dejar constancia de ello en el proyecto del macro y meso diseño curricular del año y en los sistemas didácticos de las asignaturas y disciplinas con vista a los próximos períodos de impartición y/o perfeccionamiento en ese año académico.

3.2.4 Capacitación de los actores. Trabajo con vías no formales de superación pedagógica de los profesores

La capacitación de los actores y particularmente la superación pedagógica de los profesores es uno de los objetivos de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular que se presenta en esta tesis desde el nivel de integración del año o semestre, pues se acepta y se potencia la idea de que “la interdisciplinariedad tiene que pasar primero por la mente de sus participantes para producir una real y efectiva integración interdisciplinaria en la acción conjunta en el semestre o año”, razón por la cual, la estrategia que se presenta concibe la superación de manera integrada en la complementariedad de tres vías fundamentales que son: la que produce por su esencia el efecto de trabajar la interdisciplinariedad en el nivel del año o semestre, la que produce el método de investigación-acción utilizado y la que se promueve a través de vías no formales de superación pedagógica de los profesores.

La superación pedagógica de los profesores está prácticamente implícita en la propia investigación-acción a partir de demostrar a sus actores, desde el perfeccionamiento de la práctica curricular de las asignaturas del año en que están involucrados, la necesidad, utilidad e importancia de dominar los conceptos, tendencias y principios de la pedagogía contemporánea y particularmente de la didáctica y el diseño curricular, lo que moviliza al grupo y crea el ambiente propicio para aceptar y utilizar vías no formales que permitan su motivación y superación en estos aspectos. Entre los temas generales más importantes asociados al perfeccionamiento del diseño curricular a ese nivel, que son factibles de incorporar de una forma consciente, selectiva y voluntaria por parte de los profesores de estas carreras a través de vías informales durante el desarrollo de la investigación-acción para el trabajo en la interdisciplinariedad, se destacan los siguientes: las concepciones acerca de la interdisciplinariedad, el diseño curricular como proyecto y proceso, el estudio e incorporación de los documentos rectores básicos del *currículum* formal de la carrera en cuestión en los niveles de carrera, año y disciplina, el dominio y uso de la didáctica y sus categorías, los principios del enfoque sistémico y la investigación-acción, así como las concepciones de procesos de enseñanza centrados en el aprendizaje y dirigidos a lograr en los estudiantes aprendizajes significativos, considerando en ellos la importancia de utilizar vías y métodos que consoliden la formación sociohumanista y el desarrollo integral de su personalidad. Todos estos temas pueden ser propiciados e introducidos adecuadamente durante el desarrollo de la investigación-acción en el año, a partir de detectar, evaluar y tratar de dar solución a los problemas que genera la adecuación y/o transformación del *currículum* vivido por estos estudiantes.

Asimismo se debe trabajar la interdisciplinariedad para profundizar la conciencia en el grupo de profesores y estudiantes que el perfeccionamiento del diseño curricular en este año o semestre no se logra con el alto número de horas lectivas presenciales que actualmente tienen la mayoría de las carreras de ciencias técnicas, sino con *un tipo de enseñanza en la que predomine el trabajo interdisciplinario basado en la responsabilidad individual y colectiva de los estudiantes con su proceso de aprendizaje, dirigido a lograr aprendizajes significativos*, entendiendo como tales aquellos que se producen con un significado y un sentido personal de lo aprendido para cada sujeto, lo que requiere una atención más individualizada por parte de los profesores, centrada en su formación y desarrollo, la que logra mayores y mejores resultados en la medida que se materialice la acción interdisciplinaria de las asignaturas del año en el proceso de perfeccionamiento dado.

Simultáneamente a ello también está concebido en la estrategia que se produzca un dominio elemental de estos conceptos, tendencias y principios por parte de los estudiantes que de una forma u otra participan en la investigación-acción y que a partir de este momento se identifican realmente como actores importantes, con un gran poder de movilización, al ser sus principales evaluadores y los más imparciales jueces de los resultados a los que se arrije al terminar el ciclo de perfeccionamiento curricular (ver Anexos).

3.2.5 Análisis, síntesis y evaluación colectiva del proceso desarrollado

La metodología considera necesario establecer un período o ciclo de la investigación en el que se produzca un proceso de síntesis y de construcción colectiva que retome y extraiga las esencias del proceso de perfeccionamiento del diseño curricular del año que ha tenido lugar (un ejemplo de esto se puede ver en el Informe Final, anexo E) y permita una reconstrucción colectiva de sus principales logros e insuficiencias.

Esta etapa o parte del proceso permite también extraer aquellos aspectos particulares y generales que no forman parte del objetivo específico de la investigación-acción en el grupo y en el semestre o año dado y que por el carácter holístico, total, global del método utilizado requiere buscar la objetividad a partir de verificar en la práctica el cumplimiento de los objetivos propuestos en el grupo de investigación-acción lo que se realiza con el examen cruzado de la información obtenida desde todos y cada uno de los profesores y estudiantes que participan en el mismo.

Este proceso culmina después de haberse realizado el análisis individual de cada uno de los profesores y estudiantes del grupo acerca de las transformaciones que tuvieron lugar en sus

propias concepciones de la interdisciplinariedad, el aprendizaje, entre otros, y una vez definidas las transformaciones realizadas o que se prevén realizar en el perfeccionamiento del diseño curricular y/o el perfeccionamiento didáctico del año que se analiza y que incluye los sistemas didácticos de sus asignaturas y la metodología aplicada en el desarrollo de la investigación (una manera de hacerlo se puede ver en el anexo E).

La identificación y caracterización por el grupo de la actividad realizada permite hacer transferibles los resultados metodológicos más importantes obtenidos en el perfeccionamiento del diseño curricular a otros colectivos de investigación similares.

En esta etapa final se hace necesaria, por las características de la metodología propuesta, un adecuado énfasis en el estudio de los aspectos esenciales que emergen como resultado de la aplicación de la metodología y que caracterizan el proceso a partir de la concepción materialista-dialéctica con que se adopta en este trabajo este modelo de investigación, por haberse seleccionado como método la investigación-acción, cuyo énfasis en determinados aspectos fenomenológicos del problema que se investiga no puede perder de vista la necesidad de esto.

En la valoración final de estos resultados debe tenerse en cuenta que el proceso de promoción, motivación, coordinación y regulación de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera a partir de trabajar la interdisciplinariedad en los niveles de año o semestre con la metodología propuesta en esta tesis es una tarea en la cual los grupos de investigación-acción de un año o semestre tienen que articular y armonizar su trabajo con la labor de las comisiones de carrera en cada institución académica, que son las que tienen a su cargo la dirección del *currículum* de estas. Sin embargo, la ejecución de cada proceso de perfeccionamiento en un año o semestre se considera en la misma como un proceso concebido, dirigido y evaluado de una forma creativa, solo por parte de los miembros de su grupo de investigación-acción, es decir, el colectivo de profesores y estudiantes de ese año o semestre que son los únicos, que por su carácter de actores fundamentales del proceso pueden llevarlo a cabo, en ese momento dado, con toda su integridad. Debe tenerse en cuenta además que estos grupos de investigación-acción creados en años o semestres constituyen grupos cambiantes de curso en curso, y que la estrategia desarrollada debe garantizar que se pueda recopilar y transferir la experiencia alcanzada por ellos, labor que corresponde a las comisiones de carrera y donde estas deben jugar un papel fundamental por su mayor estabilidad en el tiempo.

Al concluir la presentación de la metodología propuesta debe insistirse en el hecho que la misma no puede ser interpretada como un proceso secuencial, ni como una metodología rígida de acciones parciales operacionalizadas de una manera única y separadas entre sí por fronteras

estrictamente definidas, pues está vinculada a la aplicación de una metodología de investigación-acción que por su carácter de construcción colectiva del proceso a que se asocia, debe ser asimilada y personalizada de acuerdo a la visión que sobre ella tengan y la adecuación al problema dado que pueda alcanzar el grupo constituido en cada caso. Sin embargo, la posibilidad que representa para esta labor que el grupo cuente entre sus referentes conceptuales con una metodología como esta, concebida y aplicada previamente en la práctica de un perfeccionamiento curricular, constituye sin dudas una valiosa herramienta de trabajo, como podrá confirmarse en su aplicación al caso del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática en el ISPJAE, realizado en el curso 1999-2000, y que se analizará detalladamente en el siguiente epígrafe.

3.3 Aplicación de la estrategia desde el primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática

La aplicación de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular propuesta a partir de trabajar la interdisciplinariedad en el nivel de año o semestre se llevó a cabo en el tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática, en el curso 1999-2000, y la misma se presenta en este epígrafe a través de un informe de investigación-acción cuyas características corresponden a los paradigmas de este tipo de investigación.

El informe de la investigación se desarrollará cronológicamente, presentando en su discusión como anexos muchos de los documentos que se concibieron y utilizaron durante la ejecución de la experiencia. Por las características de la investigación participativa este epígrafe aparece redactado en primera persona del plural como corresponde a los registros de dicha investigación.

La experiencia que se relata se desarrolló por un colectivo de seis profesores y treinta y dos estudiantes del primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática del curso 1999-2000, en un período comprendido desde el mes de Mayo de 1999 hasta Julio del 2000. La autora de esta Tesis, graduada de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la especialidad de Control Automático en 1977, Master en Docencia Universitaria e Investigación Educativa del CEPES de la universidad de la Habana desde 1998 y profesora de la disciplina Matemática en esta carrera desde 1985 actuó como facilitadora y líder de este grupo de investigación que se propuso alcanzar un perfeccionamiento del diseño curricular de este año y esta carrera, visto como proyecto y proceso, a partir de trabajar la interdisciplinariedad con la metodología y las concepciones previamente desarrolladas en este trabajo.

La experiencia de aplicación de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de Ingeniería a partir de trabajar la interdisciplinariedad en el nivel de año y/o semestre comenzó el viernes 19 de Marzo de 1999 con una reunión de trabajo en el Departamento de Ingeniería en Automática del ISPJAE en la cual participamos el Jefe del Departamento de Automática, los miembros de esta Comisión de Carrera en el centro, la autora de este trabajo y algunos profesores que se prepararían para impartir clases en diversos años de esta carrera en el período comprendido entre septiembre de 1999 y febrero del 2000 en que se valoró que podría realizarse la misma. En esta reunión se manifestó la disposición y el interés de todos en participar en una experiencia como esta para el perfeccionamiento del diseño curricular a partir de trabajar la interdisciplinariedad en un semestre de la carrera de Automática y se trataron algunos aspectos necesarios para la formación de un grupo inicial de trabajo para ello.

La fase inicial de la experiencia incluyó casi simultáneamente: el decidir cuál podría ser el elemento motivacional capaz de aglutinar a un colectivo de profesores y estudiantes de un año de esta carrera y comprometerlo con el perfeccionamiento de su diseño curricular en un grupo de investigación-acción, cuál era el año y el semestre más representativo para ello, y cuáles serían los profesores que participarían en la experiencia.

Los primeros pasos realizados durante los meses de marzo y abril de 1999 se dirigieron a intercambiar y recoger criterios acerca de lo que nos proponíamos hacer en la investigación y confrontar estas ideas con otros profesores de los diversos años de la carrera, con los miembros más activos de la comisión de carrera en el centro, con el Jefe del Departamento de Automática, con los compañeros del Centro de Referencia para la Educación de Avanzada (CREA) y con los estudiantes de segundo y tercer año de dicha carrera en aquel momento. De todos estos intercambios surgió la idea de concebir y ejecutar una experiencia piloto para trabajar la interdisciplinariedad en el perfeccionamiento del nivel meso del diseño curricular de esta carrera, sobre la base de intensificar el uso de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (NTIC) en un año de la misma, como nodo de articulación interdisciplinaria, pero esto tendría que ser validado o rechazado posteriormente a partir de la aplicación de la metodología propuesta.

Al aprobarse la ejecución de la investigación había que decidir el año y el semestre en que sería más conveniente desarrollar la experiencia, definir el alcance de la misma y determinar qué profesores estarían dispuestos a incorporarse a una investigación de este tipo, a la que por demás no estábamos acostumbrados. Los meses de marzo y abril de 1999 sirvieron para alcanzar estas definiciones. En el anexo A se brinda una descripción detallada de este proceso.

En relación con este proceso debe señalarse que el mismo no es parte de la estrategia ni de la metodología propuesta, pues ella está concebida para ejecutarse en cualesquiera de los años y semestres de una carrera de ciencias técnicas, pero en este caso era necesario seleccionar aquel semestre y año que más elementos representativos pudiesen introducir en el análisis a la hora de interpretar los resultados para verificar la viabilidad y efectividad de la metodología planteada. Entre estos elementos pueden señalarse por la autora de esta tesis los siguientes:

- La posibilidad de existencia en el semestre seleccionado de nodos de articulación de diferente carácter para desarrollar la interdisciplinariedad (de una asignatura, contruidos a partir de la unión de los nodos aportados por diferentes asignaturas o tomados a partir de elementos básicos o subyacentes en los nodos de articulación de diversas asignaturas) como resulta evidente de la información aportada por cada disciplina que aparece reflejada en el anexo A.
- La existencia no solo de elementos de interdisciplinariedad implícita en el macro diseño curricular entre las asignaturas del semestre y año seleccionado, sino además de interdisciplinariedad oculta, entendiendo por tal a la interdisciplinariedad que se presenta en un semestre de un año académico con contenidos pertenecientes a temas de otras asignaturas (de disciplinas básicas o de otro tipo) que actúan como precedentes, sin tener presencia directa en ese momento de ejecución del *currículum* para la carrera.
- Una alta presencia, en el semestre seleccionado para la experiencia, de profesores de limitada formación pedagógica e interés por estos temas, así como de asignaturas de carácter profesional de diferentes disciplinas y orígenes.
- La posibilidad de escoger un año donde existiera una cierta homogeneidad en cuanto a la preparación técnica y profesional de los alumnos que lo componen y a la comprensión e identificación de los mismos con los objetivos y fines de su carrera, como resulta con alumnos de un tercer y cuarto año de cualquier carrera universitaria.
- Seleccionar un semestre que posea asignaturas con diferentes potencialidades de establecer relaciones interdisciplinarias con las restantes asignaturas de dicho semestre para el desarrollo de la interdisciplinariedad en el mismo.
- Por otro lado se decidió utilizar y respetar la estructura de la asignatura como célula base de todos los análisis a realizar en la metodología de selección del año o semestre para verificar la viabilidad y efectividad de la estrategia, teniendo en cuenta su doble condición de componente de una disciplina y de un año académico en cada momento del proceso docente, como

característica propia de un *currículum* de tipo disciplinar con enfoque interdisciplinario que es el tema que se aborda en esta tesis.

El proceso de selección del semestre (ver anexo A) para los fines planteados permitió profundizar en el hecho de que la búsqueda de un semestre con evidentes posibilidades de trabajo interdisciplinario entre sus diversas asignaturas no representa necesariamente una situación favorable y atípica para el desarrollo de esta investigación.

Toda la concepción del diseño curricular de los planes de estudio de las carreras de ingeniería en Cuba a partir del Plan “C” tuvo en cuenta el establecimiento de condiciones propicias para el desarrollo de la interdisciplinariedad en todos los años y semestres de las carreras de ciencias técnicas. Sin embargo esto no se produce en muchos casos porque no existe una verdadera apropiación por parte de uno de los actores fundamentales del proceso: los profesores, de la necesidad de realizarlo, y estos carecen muchas veces de una metodología adecuada para llevarlo a cabo, lo que se ve perjudicado por la estructura disciplinar del Plan de estudio, por la poca preparación pedagógica de una gran parte de los profesores de las disciplinas propias de la profesión, y por las más diversas tradiciones de trabajo metodológico dentro de cada una de estas disciplinas con diferentes referentes conceptuales, muchas veces no suficientemente sintetizados y validados. Esto provoca, en muchos casos, la existencia de situaciones pluridisciplinarias sin una verdadera integración entre las disciplinas en lugar de las deseadas situaciones de aprendizaje interdisciplinario. Por todo ello la selección para esta experiencia de un semestre de la carrera de Ingeniería en Automática en la cual intervienen un gran número de disciplinas de carácter profesional y donde la presencia de profesores de las asignaturas del ciclo básico es escasa, representa una de las condiciones de trabajo más desfavorables para el desarrollo de esta investigación y conllevó a la selección para ello del tercer año de dicha carrera.

A partir de la definición del semestre y el año para la realización de esta experiencia quedó definida la constitución del grupo de investigación-acción con el cual se desarrollaría la misma. Este grupo se constituyó en mayo de 1999.

El trabajo del grupo se llevó a cabo a través de tres ciclos de trabajo de la investigación-acción y en cada uno de ellos se cumplieron las cuatro etapas de la espiral de desarrollo de la investigación-acción, aunque todos ellos en su conjunto representan un solo ciclo de la estrategia completa de perfeccionamiento de un semestre o año académico propuesta en esta tesis:

Primer ciclo: Del 14 de mayo al 19 de julio de 1999.

Segundo ciclo: Del 30 de agosto de 1999 al 10 de febrero del 2000.

Tercer ciclo: Del 10 de febrero al 14 de julio del 2000.

Los Anexos B, C, D y E de esta tesis son una prueba documental de este trabajo a través de la síntesis de la actividad desarrollada por el grupo en todo este período de tiempo.

3.3.1 Análisis del primer ciclo de trabajo del grupo de I/A

Este primer ciclo de trabajo del grupo de investigación-acción que se desarrolla desde el 14 de mayo al 19 de julio comprende fundamentalmente dos de las etapas planteadas en la metodología: Se continúa la *Caracterización del año o semestre*, que ahora la realiza el grupo de investigación-acción para sí, con el reconocimiento de cada uno sus miembros y de las asignaturas del primer semestre de tercer año, lo que se produce a través de la comunicación e intercambio que se establece en el colectivo a partir de la caracterización que realiza cada profesor acerca de su asignatura y de sus valoraciones con relación a las posibilidades de desarrollo de la interdisciplinariedad en el año, en base a su experiencia anterior. Simultáneamente con esta etapa de la metodología se realiza en este primer ciclo de trabajo del grupo la primera parte de la *Capacitación de los actores y el trabajo con vías no formales de superación pedagógica de los profesores*.

Una vez definido el semestre y el año para la experiencia, y determinado así de manera indirecta el grupo de investigación-acción para el desarrollo de la misma, nos reunimos una parte de este (la facilitadora, seis de los siete profesores que impartirían clases en ese semestre, el presidente de la Comisión nacional de la carrera de Ingeniería en Automática en Cuba, un asesor del CREA y cuatro estudiantes del futuro grupo de tercer año que participarían de la experiencia) el día 14 de Mayo a la 1:30 p.m., realizando de esta manera la constitución formal del grupo. En esta ocasión se decide como objetivo de trabajo iniciar la captación de información sobre las características del proceso docente en este año en cursos anteriores y revisar las definiciones que establecen los documentos rectores sobre ello (Modelo del profesional, Plan de estudio y programas de disciplinas) como proyecto a ejecutar en el mismo, para podernos situar adecuadamente en el problema a resolver. Para el desarrollo de estas acciones el grupo que se reunió ese día se propone constituir dentro de él dos subgrupos más operativos que permitieran salvar las dificultades en los horarios y las diversas condiciones de trabajo de todos los participantes: un subgrupo de estudiantes y otro de profesores, tratando de asignarle y asignarse por sí mismos tareas específicas en función de sus posibilidades y del objetivo trazado en la investigación de trabajar la interdisciplinariedad para perfeccionar el *currículum* del año. La actividad de estos dos subgrupos se complementaría, de una manera sistemática, a través de diversas reuniones de trabajo con representantes de ambos subgrupos para conciliar las acciones

y construir las estrategias. Además, se valoró la necesidad de estimular todas las vías de comunicación informal entre los integrantes del grupo de una manera permanente y sistemática, lo que se logró durante los casi quince meses de desarrollo de la experiencia.

Las actas que resumen las diferentes acciones realizadas por el grupo en este primer ciclo de trabajo aparecen reflejadas en el anexo B de esta tesis. La estrategia para la acción acordada por el grupo para esta primera etapa de trabajo se caracterizó por tratar de lograr la mayor objetividad de la información obtenida a través de cruzar toda la información en tres fuentes o vías fundamentales: la visión del profesor acerca de su asignatura, la visión del colectivo de profesores y estudiantes en su conjunto acerca de las posibilidades de la asignatura para el desarrollo de la interdisciplinariedad en el año, teniendo en cuenta la evaluación de las posibilidades de la asignatura integradora como eje transversal de todo el diseño curricular de la carrera para el desarrollo de esta labor, y la visión del estudiante, en la que debían considerarse tanto a los estudiantes que acababan de cursar este año y semestre como a los que estudiantes que comenzarían el tercer año el próximo curso y que serían los que participarían en el grupo de investigación-acción.

Para llevar a cabo la captación primaria de información sobre el año se acuerda realizar en esta primer ciclo las siguientes acciones:

- Realizar varias reuniones de trabajo del colectivo de profesores con la presencia de algunos representantes estudiantiles en las cuales cada profesor de asignatura presentase al resto del colectivo todo el contenido, la estructura y la concepción didáctica de la asignatura que imparte, así como las posibilidades que aprecia para el desarrollo en ese semestre de la interdisciplinariedad desde la óptica de su asignatura, sin seguir para ello ningún otro método en específico que el que la experiencia y la visión previa de cada uno de ellos pudiera aportarle.
- Aprovechar esas mismas reuniones de trabajo para desarrollar un primer ciclo de actividades dirigidas a la superación de los profesores, que incluyese la presentación detallada a todos los participantes de las características del método de investigación-acción, el análisis y discusión de aspectos conceptuales sobre la interdisciplinariedad, la multidisciplinariedad, la pluridisciplinariedad y otros aspectos pedagógicos fundamentales, realizar el estudio y análisis colectivo de los documentos rectores del año sobre la base del Modelo del profesional y el Plan de estudio de esta carrera y sus proyecciones para el año seleccionado, así como presentar y preparar al colectivo en el conocimiento y uso del método de los nodos de articulación interdisciplinaria que se propone en esta tesis para proyectar la estrategia de trabajo del grupo

para el próximo ciclo sobre una base conceptual y unos referentes teóricos compartidos y conciliados previamente por todos los miembros del colectivo.

- Obtener información de primera mano sobre las experiencias del primer semestre de ese año el curso anterior (1998-1999) a través de los estudiantes, profesores y colectivo de año que en ese momento cursaban el segundo semestre del tercer año del curso 1998-99, con vistas a adecuar las exigencias del proyecto curricular a las realidades del último proceso docente realizado en ese año. Para ello el subgrupo de profesores del grupo de I/A debería propiciar una serie de reuniones de trabajo con todos ellos, mientras que el subgrupo de estudiantes pretendería alcanzar esa misma información por vías informales a través de las relaciones interpersonales y de los representantes de las organizaciones estudiantiles en cursos anteriores.
- Profundizar en las posibilidades de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (NTIC) como base para el desarrollo del trabajo interdisciplinario en ese año.

Del resultado de todas las acciones realizadas en este primer ciclo de trabajo del grupo de investigación-acción que comprende del 14 de mayo al 19 de julio y que aparecen detalladamente reflejadas en el anexo B, la autora de esta tesis pudo resumir los siguientes aspectos que luego fueron aprobados y reconocidos por el colectivo en su informe final de evaluación de la I/A en este primer ciclo:

Resumen del primer ciclo

Para comprender el desarrollo de este ciclo debe revisarse el diario de trabajo del grupo resumido en el anexo B de la tesis.

A partir de él pueden señalarse los siguientes aspectos:

A) Desde el punto de vista de los problemas específicos de la aplicación desde el tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular propuesta en esta tesis, puede señalarse que:

- Este ciclo de I/A comenzó con la pretensión de estructurar la interdisciplinariedad sobre la base de una transformación simultánea del *currículum* hacia fines semipresenciales de enseñanza con el apoyo de las NTIC. Los resultados del trabajo del grupo identificaron la necesidad de trabajar solamente la interdisciplinariedad, para los fines de esta investigación, y mantener el modelo de enseñanza presencial existente.
- Los intercambios con los estudiantes del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática en el curso 1998-99 aportaron elementos muy importantes con relación a lograr la

caracterización del proceso docente en ese año (ver anexo B, Actividad del 25 de mayo y Actividad del 10 de junio de 1999). Desde el primer momento los estudiantes de este año se mostraron a favor de la experiencia a pesar de que no recibirían directamente los beneficios de la misma, realizando sugerencias importantes y manteniendo una actitud muy crítica con diversas situaciones del diseño curricular del primer semestre de tercer año que acababan de cursar y que los afectaron directamente. En ese proceso analizaron espontáneamente diversos aspectos de las componentes del sistema didáctico de algunas de las asignaturas aunque no los llamaran por ese nombre, se refirieron a problemas en la organización del contenido y a sus precedencias, a la formación de habilidades prácticas necesarias al ingeniero y a su relación con las habilidades que a ellos se les habían exigido y por las cuales se les había evaluado, a las formas de enseñanza, a los métodos, a los medios y a diferentes aspectos del sistema de evaluación. Esta fue la primera vez que los estudiantes se refirieron a estas cuestiones en esta experiencia y su análisis franco y abierto resultó muy útil al trabajo del perfeccionamiento del diseño curricular de este año. Esta información fue punto de partida para el análisis y la reflexión individual de los profesores y colectivamente en todo el grupo de investigación (ver anexo B, Actividad del 30 de junio). Esto ratifica una vez más, desde otra arista, el carácter activo y transformador de los estudiantes en su proceso de formación.

— En la presentación de las asignaturas al colectivo de investigación por parte de los diversos profesores de carrera participantes en la misma, se denotaron problemas de insuficiencia y de falta de un enfoque conceptual sistematizado y unificado desde el punto de vista pedagógico (ver anexo B: actividades del 1º, 24 y 30 de junio y 7 de julio), a pesar de la riqueza en diversidad de experiencias docentes que encerraban estas informaciones. El rasgo más común a todas ellas fue la existencia de un enfoque fundamentalmente tradicional en la enseñanza con el énfasis puesto en la transmisión y reproducción de conocimientos, y donde se esperan y se reclaman de los estudiantes aquellos rasgos de personalidad, humanismo, compromiso, pertenencia y profesionalidad que no se estimulan, ni se desarrollan suficientemente a través del proceso docente diseñado.

— Los intercambios realizados entre los profesores denotaron que la interdisciplinariedad resultó ser uno de aspectos que mayor interés, convergencia y riqueza de participación espontánea logró entre todos los participantes, pues la misma siempre se asocia al desarrollo de capacidades para resolver problemas profesionales de mayor complejidad que los problemas simples de las diferentes disciplinas aisladas, como se pudo comprobar en la reunión del 30 de junio (anexo B) en la que a través de toda su intervención el profesor de Mediciones Eléctricas

reconoce, desde su primera exposición, que el desarrollo de una experiencia de perfeccionamiento del diseño curricular del año basado en la interdisciplinariedad debe conllevar a profundas transformaciones en la concepción de esta asignatura y en su estructura didáctica, y la profesora de Microprocesadores I explica que esta transformación solo es posible si se lleva a cabo la experiencia de trabajo interdisciplinario prevista en el año, que le permita, desde la óptica de su asignatura, aprovechar las posibilidades que crean las asignaturas de Automática III y Electrónica Digital I en el mismo, para poder abordar los problemas de montaje y diseño en el campo del *hardware*. En la reunión del 7 de julio (anexo B) se plantea desde los primeros momentos, por el profesor de Automática III, que el proyecto de curso que deben realizar los estudiantes en el primer semestre de esta asignatura es ideal para desarrollar la interdisciplinariedad en el año, que este es en esencia un proyecto interdisciplinario, en el que pueden converger las asignaturas de Electrónica III, Electrónica Digital I y Mediciones Eléctricas.

— La revisión de los documentos rectores, las entrevistas y reuniones grupales realizadas y la presentación de los contenidos de las diferentes asignaturas del año en las reuniones de trabajo del grupo, van corroborando que las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (NTIC) tienen un papel muy importante en el desarrollo de esta carrera, como *un elemento clave para el desarrollo de la interdisciplinariedad en el año*, lo que está dado por el *propio perfil de la carrera*, no solo en la utilidad de la computadora como elemento imprescindible en el lazo de control, sino también *como herramienta insustituible en el análisis, el diseño y la simulación de dispositivos, circuitos, y lazos de control*, constituyendo además un fuerte elemento motivacional para la realización de transformaciones curriculares por sus profesores y estudiantes, y tiene por tanto, desde el punto de vista de los contenidos, buenas perspectivas como un *posible nodo de articulación en el año* (ver anexo B).

B) Desde el punto de vista de demostrar la validez de la concepción, los fines y la metodología propuesta para el desarrollo de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular, debe señalarse que:

— Las NTIC constituyeron un medio idóneo para llevar a cabo una interactividad sistemática entre todos los miembros del grupo de I/A y para facilitar la labor del líder o coordinador del grupo con un asincronismo en la participación desde el punto de vista del espacio (lugar) y del tiempo (momento de ejecución), que elevó considerablemente la efectividad del trabajo y la integración de los miembros del grupo con un menor número de “barreras” al adecuarse

flexiblemente a las posibilidades de todos los participantes, sin interferirlos significativamente en otras actividades de sus diversos intereses.

- El interés mostrado por los profesores en este ciclo para trabajar la interdisciplinariedad confirma la hipótesis de que un acercamiento al perfeccionamiento del diseño curricular y a los temas pedagógicos para profesores de carreras de ingeniería a través de la interdisciplinariedad tiene buenas perspectivas de desarrollo, y no es un resultado privativo de la experiencia de este año y carrera.
- El análisis de la interdisciplinariedad desde la óptica de cada asignatura puso en evidencia la existencia de un conjunto de habilidades (ver anexo E) cuya formación requiere del trabajo interdisciplinario pues no pueden ser logradas en el marco de una sola asignatura.
- La capacitación de los actores y en particular la superación de los profesores por vías no formales constituye un factor clave y de permanente presencia para lograr la integración del grupo y su identificación consciente con los fines de su labor. La capacidad del líder del grupo de motivar esta superación, dosificarla y seleccionar los materiales más adecuados para cada momento del trabajo del grupo tiene una considerable importancia en los resultados alcanzados; los miembros del grupo que no lograron motivarse e integrarse conscientemente a este proceso de capacitación tienen una participación muy limitada y poco significativa en el perfeccionamiento, como sucedió en el caso de los profesores de las asignaturas Electrónica II y Modelación y Simulación, sin embargo, aquellos profesores que tienen una mayor participación en este proceso lograron resultados más relevantes, como es el caso de los profesores de las asignaturas Microprocesadores I, Mediciones Eléctricas y Electrónica Digital I.
- La existencia de un sistema de capacitación diseñado específicamente para las necesidades del grupo, de un sistema de trabajo regular y colaborativo que recoge datos sobre los que estructura la reflexión del grupo y el planteamiento de los problemas como parte del conocimiento y la comprensión de los mismos, como paso previo a su transformación, sitúa este primer ciclo dentro de los paradigmas de la investigación-acción (ver anexo B, actividades del 3, 8 y 24 de junio).
- La obtención de información para lograr la caracterización del año con vista al desarrollo de un proceso de perfeccionamiento como este, requiere del uso de diversas técnicas de diagnóstico y de la integración y cruce de informaciones desde diferentes ángulos y perspectivas, como se evidencia en las diversas actividades que se reflejan en el anexo B.

- La identificación y el compromiso de participación de todos los actores: estudiantes, directivos y profesores con la realización del perfeccionamiento y las vías adoptadas para ello, constituyen un elemento fundamental para el logro de los fines de la misma, lo que puede verificarse en los reportes de las actividades del 25 y 27 de mayo y del 1º y 3 de junio en el anexo B. Las posibilidades de perfeccionamiento de la asignatura de Microprocesadores I que están condicionadas al desarrollo o no de las relaciones interdisciplinarias entre las restantes asignaturas del año es una prueba puntual de las posibilidades de esta vía (ver anexo B, Actividad del 30 de junio).
- Cuando se unen al dominio conceptual, teórico y práctico de una disciplina que posee el profesor de la misma la intención y la motivación por desarrollar la interdisciplinariedad, la determinación de los nodos de articulación se alcanza casi de forma inmediata y con buena calidad (ver anexo B, actividades del 24 y 30 de junio).
- Resulta de gran importancia para la comprensión del concepto sobre los nodos de articulación interdisciplinaria en este año, el análisis y la construcción grupal realizada por la facilitadora del grupo y autora de esta tesis y que se refleja en el resumen de la Actividad del 19 de julio, anexo B de la tesis, en la que se ejemplifica de forma precisa los distintos tipos de nodos y se realiza de forma tal en que se lleve a cabo la primera parte del aprendizaje de esta metodología por parte de los profesores involucrados en el grupo de I/A; motivación, etapa materializada y posteriormente (anexo C) materialización y generalización fueron concebidos en el proceso de capacitación de los profesores para esta labor y los resultados de este aprendizaje aparecen reflejados en el análisis del tercer ciclo (y en el anexo E), donde se comprueba la magnitud de las acciones de perfeccionamiento del diseño curricular de este año que fueron alcanzadas a partir de la aplicación de la metodología propuesta (ver aspectos cuantitativos en anexo E).
- Las reuniones y otras actividades del grupo en este primer ciclo revelan cómo el trabajo en la búsqueda de relaciones interdisciplinarias para el perfeccionamiento del diseño curricular de un año, incluso cuando no se ha definido un método estructurado para su implementación como el método de los nodos que se define posteriormente (ver resumen del 20 de junio y del 7 de julio en el anexo B) permiten identificar puntos de contacto y promover acciones de perfeccionamiento, aunque estas no se presenten sistemáticamente y no permitan validar de inmediato todas sus implicaciones y efectos en todas los componentes del sistema didáctico de las asignaturas implicadas. Muchas veces se identifican previamente por estos métodos

empíricos y no estructurados puntos del contacto en los componentes de menos jerarquía de estos sistemas (tareas, medios, entre otros) que entre los componentes principales (objetivos, contenidos, métodos).

La aplicación de métodos estructurados como el de los nodos de articulación interdisciplinaria propuesto en esta tesis, como puede comprobarse en los Anexos C, D y E, permiten desarrollar las relaciones interdisciplinarias de forma sistemática, aunque no desconoce la importancia de este primer ciclo no estructurado para la constitución del grupo, la caracterización del año, la primera etapa de la capacitación de los actores y los aspectos asociados al conocimiento humano, confianza y sentido de pertenencia que dan razón de ser al grupo de investigación.

Nótese que el concepto de nodo de articulación y la metodología propuesta se le hace explícita y se discute con el grupo de I/A en el resumen del 19 de julio (anexo B) cuando ya el grupo ha recorrido un primer ciclo de trabajo y se ha introducido en el mismo.

- En las reuniones de trabajo del grupo de I/A que aparecen reflejadas en el anexo B (actividades del 8, 24 y 30 de junio y 7 de julio) se evidencia que la interdisciplinariedad tiene que ocurrir primeramente en la mente de los profesores y estar presente en su intencionalidad, pues solo así se pueden producir intercambios en el análisis de una asignatura desde diversas ópticas sin que el profesor se sienta invadido en la interioridad de la materia que explica y sin cometer actos de intrusión profesional.
- Al final de la reunión del grupo del 7 de julio de 1999 (anexo B) se llegó a la conclusión de que es necesario un perfeccionamiento pedagógico en la estructura temática de las asignaturas, con implicaciones en aspectos del diseño curricular y de la didáctica que no son tradicionalmente de interés para profesores de perfil profesional de carreras técnicas, pero que aquí se revelan como una necesidad provocada por el trabajo en la interdisciplinariedad acercando así a estos profesores a estas temáticas.
- Por haber sido este primer ciclo un período previo a la impartición del semestre los elementos del proyecto del diseño curricular fueron potenciados y se intervino en los actores como manifestación del diseño curricular en el proceso.

Al concluir esta etapa de trabajo el grupo se encontraba preparado para la determinación del nodo o de los nodos de articulación del año, temática para la cual habían procedido previamente al estudio de determinados materiales que precisaban sus características procesuales.

La facilitadora del grupo de I/A resume la situación del trabajo del grupo en este ciclo de la siguiente forma (ver Actividad del 7 de julio, anexo B):

“Hemos hecho un recorrido por cinco de las siete asignaturas del tercer año, ya que no ha sido posible hacerlo aún en Electrónica II ni en Circuitos Eléctricos III, pero con la presentación de estas cinco asignaturas y el análisis que realizamos se han detectados un grupo de insuficiencias en el diseño curricular del tercer año que han promovido ya un grupo de acciones, la mayor parte de ellas de carácter interdisciplinario; por tanto creo que hemos cumplimentado esta primera etapa de presentación de las asignaturas para conocimiento de todo el colectivo y estamos en condiciones de trabajar la interdisciplinariedad en el perfeccionamiento del diseño curricular del año con más sistematicidad a través de la aplicación de un método, como pudiese ser el método de los nodos, que parte de encontrar los nodos potenciales de articulación en cada una de sus asignaturas y proponer a partir de ellos los posibles nodos de articulación del año; de todos los nodos de articulación propuestos el grupo decidirá cuáles son los nodos fundamentales y cuáles los secundarios que nos permitirán realizar las transformaciones esenciales en el diseño curricular del año a partir de trabajar la interdisciplinariedad entre todas estas asignaturas.

3.3.2 Análisis del segundo ciclo de trabajo del grupo de I/A

En este período de trabajo que aparece referido en los Anexos C y D (ver estos Anexos) que comprende desde el 30 de agosto de 1999 hasta el 10 de febrero de 2000 se desarrollaron fundamentalmente y de manera simultánea dos etapas de la metodología propuesta, ellas son: *La dinámica del grupo en el perfeccionamiento interdisciplinario* conjuntamente con la continuación del proceso de *Capacitación de los actores a través de vías no formales de superación pedagógica de los profesores*.

De la primera etapa se desarrollaron los aspectos de *Búsqueda de los nodos de articulación del año y el Desarrollo del trabajo en la interdisciplinariedad*, y en alguna medida se inician las etapas del *perfeccionamiento, actualización y enriquecimiento del macro y meso diseño curricular de la carrera*, y el *Análisis, síntesis y evaluación colectiva del proceso desarrollado*.

La etapa de *búsqueda de los nodos de articulación del año* culmina con la identificación y/o construcción, selección y clasificación de los nodos de articulación del año en reunión efectuada el 30 de agosto de 1999 (anexo C). Este proceso se realizó a partir de los criterios definidos previamente para los tres tipos de nodos de articulación.

En esta reunión (anexo C) se determinaron por el colectivo de investigación-acción, a partir del análisis previo realizado por los profesores de cada una de las asignaturas, un total de siete nodos

de articulación interdisciplinaria para el primer semestre del tercer año de esta carrera, clasificados de la siguiente manera: cinco nodos de tipo 1 (incluyendo dos nodos con interdisciplinariedad oculta), un nodo de tipo 2 y un nodo de tipo tres.

Los **Nodos Tipo 1** identificados y/o contruidos fueron los siguientes:

1. En el tema “Modelos de sistemas dinámicos” de la asignatura Modelación y Simulación se identificó un nodo de interdisciplinariedad oculta con contenidos de los temas de la disciplina Matemática: “Ecuaciones diferenciales” (de la asignatura Matemática III que se imparte en el primer semestre de segundo año), “Métodos numéricos” y “Transformada de *Laplace*” (de las asignaturas Matemática Numérica y Matemática IV respectivamente, que se imparten en el segundo semestre de segundo año).
2. En el tema “Aplicación del método operacional a circuitos dinámicos” de la asignatura Circuitos Eléctricos III se identificó un nodo de interdisciplinariedad oculta con el nodo potencial de articulación denominado “Transformada de *Laplace*”, de la disciplina Matemática, que fue analizado en el capítulo 2 de esta tesis.
3. En el tema “Amplificadores operacionales” de la asignatura Electrónica II se identificó un nodo de articulación con contenidos de los temas “Instrumentos electrónicos” y “Filtros activos” de las asignaturas Mediciones Eléctricas y Circuitos Eléctricos III respectivamente.
4. La habilidad “Implementar físicamente aplicaciones sencillas diseñadas con microprocesadores de 8 bits” incluyendo los conocimientos y valores asociados a ella, de la asignatura Microprocesadores I, se reveló como nodo de articulación con contenidos de los tres temas de la asignatura Electrónica Digital I¹³: “Circuitos integrados SSI y PLD”, “Circuitos integrados MSI y PLD” y “Memorias ROM”, y con contenidos del tema “Instrumentos electrónicos” de la asignatura Mediciones Eléctricas.
5. La habilidad “Programar con *Labview*” (en particular Instrumentación Virtual) incluyendo los conocimientos y valores asociados a ella, de la asignatura Automática III, se reveló como nodo de articulación con contenidos de los temas “Instrumentos Electrónicos”, “Osciloscopios”, “Generadores” y “Medición de frecuencia, fase y tiempo” de la asignatura Mediciones Eléctricas.

El **Nodo Tipo 2** contruido fue:

6. La habilidad “Desarrollar aplicaciones con *Labview*” incluyendo los conocimientos y valores asociados a ella, de la asignatura Automática III, se reveló como nodo de articulación con contenidos de los temas “Instrumentos Electrónicos”, “Osciloscopios”, “Generadores” y “Medición de frecuencia, fase y tiempo” de la asignatura Mediciones Eléctricas, con contenidos del tema “Simulación” de la asignatura Modelación y Simulación, con habilidades desarrolladas en la asignatura Electrónica Digital I y con habilidades precedentes de Electrónica, incluyendo en ambos casos los conocimientos y valores correspondientes.

El **Nodo Tipo 3** construido fue:

7. Los contenidos asociados a las NTIC para este año y semestre fueron revelados como un nodo de articulación con las habilidades “Simular” y “Diseñar” (incluyendo los conocimientos y valores asociados a ellas) que desarrollan todas las asignaturas del año, así como con las habilidades “Modelar” y “Programar” que desarrollan las asignaturas “Modelación y Simulación” y “Automática III”. Este nodo denominado NTIC se revela como nodo de articulación como contenido, pero también como medio de enseñanza (a través de software, tutoriales, demos, entre otros) y facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje (a través de todos los recursos informáticos que aporta).

Sin embargo, considerando que el Nodo NTIC es un nodo de mayor jerarquía y que el mismo tiene implícito a los Nodos: “Programar con *Labview*” (Instrumentos Virtuales), de tipo 1, y al nodo “Desarrollar aplicaciones con *Labview*”, de tipo 2, las acciones que se desarrollen con estos dos nodos (que son esencialmente acciones con las NTIC) serán consideradas de ahora en adelante como acciones del Nodo NTIC, por lo que se considerarán en total cinco nodos de articulación interdisciplinaria en este año, entre los cuales se seleccionó a las NTIC como nodo de articulación fundamental del año, por su importancia y relevancia en el mismo, ya que es un nodo de articulación de tipo 3 que establece una plataforma sobre la cual la interdisciplinariedad permite desarrollar un perfeccionamiento del diseño curricular del año que involucra a todas las asignaturas, y que conjuntamente con los restantes nodos de articulación permite lograr los objetivos generales, educativos e instructivos planteados para el primer semestre de este año con mayor significado y sentido, en todos y cada uno de los estudiantes y profesores.

Desarrollar una relación interdisciplinaria sobre un nodo identificado representa trabajar sus relaciones de precedencia y potenciar esos nexos a través de todas las componentes del sistema

¹³ SSI: Baja escala de integración, MSI: Media escala de integración, PLD: Dispositivos lógicos programables, ROM: Memorias de lectura solamente.

didáctico, por las posibilidades que esto brinda para fortalecer la formación de determinados conocimientos, habilidades y valores de los estudiantes en los aspectos científicos, profesionales educativos y otros.

A continuación se señalan algunos **aspectos del primer ciclo** que resultaron **de mucha importancia para el proceso de identificación y selección de los nodos de articulación del año** por el grupo de investigación-acción en este segundo ciclo:

- Se destaca todo el trabajo de capacitación pedagógica realizado por el grupo de I/A en el primer ciclo, (ver anexo B) en el que influyó el manejo de los documentos rectores así como de los conceptos y de la terminología básica relacionada con el diseño curricular, pudiéndose apreciar al concluir este período algunos cambios en la dinámica del grupo en este sentido, en el que se distinguen aplicaciones específicas en las diferentes asignaturas, y singularidades y diferencias en la conceptualización y el lenguaje utilizado (anexo B, 7 de julio), que inicia su tránsito de un plano externo a un plano interno, lo que se logrará con diferentes matices en este segundo ciclo a través de la ejecución en la práctica de las acciones interdisciplinarias previstas.
- La presentación e intercambio en el grupo de I/A acerca de la concepción de cada una de las asignaturas y de las posibilidades de la interdisciplinariedad en su perfeccionamiento, así como el análisis de toda la información del tercer año el curso anterior (proyecto y proceso) preparó el terreno para llegar sin dificultades y de manera muy natural a la búsqueda e identificación de los nodos de articulación interdisciplinaria del año (ver anexo B: actividades del 24 y 30 de junio y el 7 de julio).
- Se demostró la viabilidad del método propuesto y discutido en la reunión del 19 de julio (anexo B) para la búsqueda, selección e identificación de los nodos de articulación del año a partir de los tres criterios planteados y de los resultados alcanzados en la reunión del 30 de agosto (ver anexo C).

A partir de la determinación de los nodos de articulación del año y de la selección en este caso de las NTIC como nodo fundamental de articulación del primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática *se proyectaron, en un proceso de construcción colectiva en el grupo: los objetivos, la estrategia y las acciones para el segundo ciclo de trabajo de la investigación-acción* que se desarrolló desde el 30 de agosto hasta mediados de febrero de 2000, quedando los mismos definidos como sigue:

Objetivos:

- Desarrollar la estrategia de perfeccionamiento del *currículum* en el primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática en el curso 1999-2000 sobre la base de desarrollar las relaciones interdisciplinarias del año, en torno a las NTIC como nodo de articulación fundamental y a los restantes nodos de articulación identificados, materializadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de los contenidos (conocimientos, habilidades y valores) y especialmente en las habilidades prácticas que se deben desarrollar a través de los proyectos interdisciplinarios.
- Prestar atención preferente a la solución de las insuficiencias del año encontradas durante el diagnóstico realizado en el primer ciclo.

Estrategia:

Como estrategia de trabajo se acordó atender preferentemente a dos aspectos:

1. Identificar y operacionalizar todas las habilidades nuevas o que deben alcanzar un perfeccionamiento a raíz de trabajar los nodos de articulación interdisciplinarios y concretar los cambios en los sistemas didácticos que modifiquen las operaciones del proceso de formación anterior y que tributan al logro de la habilidad (Pueden ser también “conocimientos” y “valores”).
2. Dar prioridad a la instrumentación y ejecución de aquellos cambios aprobados por el grupo que se identifiquen entre los diferentes miembros del mismo para el cumplimiento de los objetivos, e ir realizando el análisis y la síntesis de las implicaciones de estos en el proyecto curricular del año (proyecto de disciplina, Plan de estudio y Modelo del profesional) a partir de evaluar, por el criterio de todos los participantes, los efectos que los mismos han ido provocando en el *currículum* del tercer año de esta carrera.

Acciones:

Las acciones fundamentales en las que decidió trabajar el grupo están relacionadas con los nodos de articulación que se identificaron (ver anexo C) y con la solución de los problemas detectados en el diseño de tercer año que ya han sido discutidos en el grupo de I/A. Estas acciones brindaron un amplio espectro de posibilidades de perfeccionamiento del *currículum* en este semestre y año a partir de las posibilidades de la interdisciplinariedad. Ellas fueron fundamentalmente:

- Realizar las acciones necesarias para llevar a la práctica la interdisciplinariedad en el año desde cada uno de los nodos de articulación identificados (fundamentalmente los nodos “NTIC” e “Implementar físicamente aplicaciones sencillas diseñadas con microprocesadores de 8 bits” de

la asignatura Microprocesadores I) y que se producen al *desarrollar las relaciones interdisciplinarias* con una nueva concepción integral y sistémica de cada de las asignaturas involucradas, realizando los cambios esenciales concebidos y planificados en las mismas y que se hacen efectivos en el proceso, con las transformaciones concretas que se producen en todas las componentes del sistema didáctico de cada una de las asignaturas afectadas por la articulación interdisciplinaria.

- Continuar la capacitación de los profesores por vías informales fortaleciendo en este período el trabajo con los recursos informáticos, por las facilidades que los mismos brindan (participación en eventos virtuales, superación por vías no formales y asincronismo de tiempo y espacio) para lograr esta capacitación con el mínimo de actividades físicas presenciales.
- Obtener información del estado inicial de preparación de los profesores del grupo de I/A acerca de las “concepciones de aprendizaje” y lograr con ello motivar y despertar el interés en la preparación pedagógica acerca de este tema y particularmente de los aprendizajes significativos.

La autora de la tesis desea señalar a continuación los aspectos más importantes del segundo ciclo de trabajo del grupo de investigación-acción que se inicia el 30 de agosto de 1999 y se extiende hasta el 10 de febrero de 2000, del cual se recoge, en el anexo D, un resumen de los registros de las diferentes acciones desarrolladas por el grupo.

Resumen del segundo ciclo

A) Desde el punto de vista de los problemas específicos de la aplicación al tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular propuesta en esta tesis, puede señalarse que:

- El proceso desarrollado con los profesores para lograr la interiorización de aspectos de la metodología planteada para la obtención de los nodos de articulación del año y su materialización en cada una de sus asignaturas arrojó “un aprendizaje significativo” demostrado en el caso del profesor de Electrónica Digital I (ver anexo C) al transformar la estructura temática de esta asignatura con relación a la del curso anterior, lo que implicó un cambio en el nivel meso del diseño curricular de la disciplina Electrónica (ver anexo D).
- El estado de opinión de los estudiantes de este curso, recogido en el anexo D muestra, a diferencia de los criterios de los estudiantes del tercer año del curso pasado, la satisfacción del grupo evidenciada fundamentalmente a través de la superación de las principales insuficiencias planteadas el curso anterior: la integración de las asignaturas, la motivación

por la carrera, la demostración palpable de la necesidad y suficiencia de todas y cada una de las asignaturas del año y especialmente la revalorización que ocurrió en la práctica de la necesidad y utilidad de las mediciones eléctricas en la formación de habilidades prácticas necesarias al ingeniero, lo que se constató en los dos proyectos interdisciplinarios que por primera vez se realizaron en este año, como fueron: el desarrollo de aplicaciones prácticas con *Labview* y la implementación con el *hardware* de los diseños de las aplicaciones desarrolladas con microprocesadores de ocho bit.

- Como consecuencia de trabajar el nodo de articulación NTIC en la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular del primer semestre de la carrera de Automática se logró la formación de nuevas y más completas habilidades que las logradas anteriormente y una utilización integral de los recursos informáticos en el año, tales como:
 - Diseño, implementación y uso de instrumentos virtuales.
 - Realización de mediciones electrónicas con instrumentos virtuales.
 - Programación en lenguajes de alto y bajo nivel.
 - Diseño, implementación y uso de microcontroladores.
 - Operar con convertidores análogo digitales.
 - Diseñar y programar en *Labview* e implementar controladores de flujo, de nivel, de temperatura, de velocidad, control de robots, entre otros.
 - Búsqueda y selección de información en Internet para algunos temas previamente determinados (hacer FTP y bajar Demos de programas de Internet).
 - Operaciones básicas de uso de *software* de carácter general, *Word*, correo electrónico, entre otros.
 - Operar con *software* profesionales y diseñar *software* para probar y evaluar diseños de microprocesadores.
- Entre las transformaciones realizadas desde el Nodo NTIC se pueden señalar aquellas que tienen que ver con el fortalecimiento de las disciplinas en el concepto de que no existe interdisciplinariedad sin fortalecimiento de las disciplinas. Entre ellas se destacan las siguientes:
 - El trabajo en la asignatura Microprocesadores I con *software* profesionales y *software* diseñados por los propios estudiantes permitió que los estudiantes pudieran contar con herramientas que podían llevar en un disquete, que les permitirían probar cada uno de los programas realizados en clase o dejados de estudio individual y arreglar los errores de

sintaxis y de corrida, lo que logró aumentar significativamente la motivación por realizar los ejercicios al poder conocer ellos mismos si el programa que acababan de realizar funcionaba o no, desarrollando simultáneamente la independencia y permitiendo su autoevaluación en la asignatura (ver anexo D).

- En las asignaturas de Electrónica se utilizaron los programas de simulación para el análisis y diseño de los circuitos: *Electronic Workbench* en “Electrónica Digital I” y *Spice* en “Electrónica II”; sin embargo, a partir de este nodo de articulación y de la necesidad de incluir la habilidad de simular los dispositivos y circuitos estudiados, en las mismas, el profesor de esta última asignatura considera que hay que analizar para el próximo curso las transformaciones integrales necesarias en ella para lograr desarrollar esta habilidad, lo que incluye la distribución de horas por formas de enseñanza de la asignatura, pues él considera que de dos laboratorios que actualmente tiene deben pasar a cinco laboratorios (dos de trabajo práctico y tres con el programa de simulación *Spice*).
- El uso de diversos recursos informáticos como medio de enseñanza en las asignaturas tales como: un tutorial y el uso de programas demostrativos (demos) en Electrónica Digital I, el uso de variados *software* para la simulación utilizados según las necesidades y las particularidades de los mismos, tales como: *Electronic Workbench*, *Spice*, *Matlab*.
- El desarrollo de los proyectos interdisciplinarios permitió trabajar desde diferentes asignaturas la formación de conocimientos y habilidades interdisciplinarias, como es el caso de la utilización y desarrollo de instrumentos virtuales entre Mediciones Eléctricas y Automática III; implicó un cambio en la concepción de las prácticas de laboratorio con un papel preponderante en el trabajo independiente del estudiante (lo que se logró en las asignaturas de Microprocesadores I y Automática III); el desarrollo de habilidades prácticas en el diseño e implementación del *software* y el *hardware* necesarios para implementar aplicaciones sencillas con microcontroladores de 8 bits (en Microprocesadores, con Electrónica Digital I, Mediciones Eléctricas, Automática III y Mediciones Industriales), así como propició aprovechar en una asignatura las posibilidades que tiene utilizar laboratorios de otras disciplinas en el desarrollo de nuevas habilidades, como sucedió con los medios del laboratorio de instrumentación del departamento de Automática en el se pueden explotar muchas posibilidades para la asignatura de Mediciones Eléctricas con el uso de *Labview*.
- Las relaciones interdisciplinarias desarrolladas fundamentalmente desde el nodo “NTIC” y el nodo “Implementar los diseños para aplicaciones sencillas con microprocesadores de 8 bits”,

que involucraron a cinco de las siete asignaturas asociadas a estos nodos de articulación, implicaron transformaciones esenciales en las concepciones de tres de estas asignaturas, que se materializaron en el proceso, en un gran número de cambios en sus sistemas didácticos, desde las componentes de mayor nivel de jerarquía (objetivo, contenido, método) hasta las de menor nivel de jerarquía (medios, formas de enseñanza, sistema de evaluación, sistema de tareas y bibliografía) los que se fueron reflejando en los tres períodos analizados en el anexo D.

- Fue importante la precisión que se fue logrando, durante este período, desde cada uno de los profesores acerca de las transformaciones que como consecuencia de la estrategia aplicada se fueron ejecutando o que preveían ejecutar el próximo curso en el sistema didáctico de cada una de las asignaturas, para tener claridad acerca del cambio realizado, si este se produjo a nivel de la asignatura, de la disciplina o del año, de forma tal de poder reflejar al finalizar la experiencia también en el proyecto, los cambios que se realizaron en el proceso, y que pueda transferirse a otros cursos el resultado del perfeccionamiento del diseño curricular que a través de la interdisciplinariedad se han realizado en las asignaturas y disciplinas del primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática (ver anexo D).
- La evaluación de este segundo ciclo de trabajo del grupo de I/A se produjo con buenos resultados según el criterio de los profesores y estudiantes participantes (ver anexo D), tal y como fue concebida simultáneamente al proceso de desarrollar la dinámica en la interdisciplinariedad, a través de una retroalimentación sistemática de lo que iba ocurriendo en el proceso, en el que tuvo un papel importante la visión de los estudiantes (ver opiniones de los estudiantes en el anexo D) para cruzar esta información con el criterio de los profesores e ir realizando ágilmente los ajustes necesarios.
- Se pudo obtener información de los estudiantes acerca de la interdisciplinariedad oculta para el caso de la disciplina Matemática con las restantes disciplinas del año (ver opiniones de los estudiantes en el anexo D) en las que se ratifican y dinamizan las articulaciones interdisciplinarias desarrolladas desde la aplicación de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular, en la dirección “vertical”, que se trabajó en el capítulo 2 de esta tesis para esta disciplina.
- Se incrementó en este ciclo el uso de los recursos informáticos en la capacitación de los profesores, promoviendo la misma en una lista de discusión y en dos eventos internacionales no presenciales por correo electrónico e Internet, sobre temas pedagógicos y acerca de la

utilización de las NTIC en la educación respectivamente, además, se realizaron ciclos de discusión en otros temas de interés (ver anexo D).

- Se destaca en todo el ciclo la importancia de las NTIC en la simulación, desde la óptica de todas las asignaturas del año, y la posibilidad que brindan estos recursos para que los estudiantes sean capaces, a través de la simulación, de evaluar sus propios diseños y tomar las decisiones pertinentes (ver opiniones que sobre ello ofrecieron los estudiantes en anexo D).
- Se identificó que los objetivos del año y el sistema de evaluación son una suma de los objetivos y de la evaluación de cada una de las asignaturas independientemente y que sin embargo ellos tienen posibilidades de integrarse a nivel de año.
- Los resultados del trabajo interdisciplinario realizado a partir de los dos nodos de articulación que están relacionados con los proyectos indican que la decisión de pasar la asignatura de Mediciones Industriales del segundo semestre de tercer año al primero (lo que se hace efectivo el próximo curso con la ejecución del Plan ‘C’ perfeccionado) es una decisión muy acertada que ofrece una nueva posibilidad de seguir trabajando la interdisciplinariedad en el perfeccionamiento del diseño curricular de este semestre del tercer año de la carrera.

B) Desde el punto de vista de la validación de la concepción, los fines y la metodología propuesta para el desarrollo de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular, debe señalarse que:

- Se demostró en la práctica que la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular aplicada desde el nivel de un semestre o año académico está íntimamente relacionada con el perfeccionamiento de la estructura temática porque tanto en el enfoque de la disciplina, como de las asignaturas dentro del año, este es el primer paso del proceso de perfeccionamiento, lo que se pudo comprobar para el caso de “Electrónica Digital I”, en la que el análisis de la estructuración temática de la asignatura, con una concepción integral y sistémica de la misma y la búsqueda e identificación de sus nodos potenciales de articulación a partir de ello, fue una condición necesaria para desarrollar la estrategia del perfeccionamiento del diseño curricular desde el nivel de este semestre de tercer año, para lo cual fue necesario que el profesor de la asignatura tuviera dominio no solo de la lógica de la asignatura en particular sino de la lógica de la disciplina en su conjunto (ver anexo C, Actividad del 30 de agosto) y que sus implicaciones pueden tener impacto en el nivel meso del diseño curricular, en este caso en el diseño de una disciplina del Plan de estudio.

- Tal y como se muestra en el anexo C, el desarrollo de este segundo ciclo de trabajo del grupo de I/A que se produjo simultáneamente al proceso de impartición de las asignaturas del primer semestre del tercer año del curso 1999-2000 demostró en la práctica la viabilidad de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular aplicada y desarrollada por el grupo de I/A y las transformaciones que la misma produjo en los profesores y en el perfeccionamiento del diseño curricular de este año, a través de todos los cambios concebidos, planificados y realizados en los sistemas didácticos de cinco de las siete asignaturas del semestre.

3.3.3 Análisis del tercer ciclo de trabajo del grupo de I/A

En este tercer y último ciclo de trabajo del grupo de investigación-acción que comprende desde el 10 de febrero hasta el 14 de julio de 2000 se realizó *el análisis, la síntesis y la evaluación colectiva* de todo el proceso de perfeccionamiento del diseño curricular desarrollado en el primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática, culminando también con ello la etapa de *perfeccionamiento, actualización y enriquecimiento del macro y meso diseño curricular de esta carrera* (en el que se consideran fundamentalmente los cambios en el proyecto) a partir de trabajar la interdisciplinariedad en la dirección “horizontal” con la aplicación de la estrategia concebida y propuesta por esta autora.

En este ciclo de la investigación-acción se realizaron las siguientes acciones:

La primera acción está dirigida a aplicar instrumentos al grupo, por los miembros del propio grupo, que le permitieran levantar una información lo más detallada posible, para lo cual se discutieron, concibieron y aplicaron los siguientes instrumentos: Encuesta a los profesores (instrumento 1) y tres instrumentos elaborados para los estudiantes: Encuesta (instrumento 2), entrevista grupal (instrumento 3) y PNI aplicado al grupo de estudiantes (instrumento 4).

La **segunda acción** estuvo dirigida a procesar por una parte de un colectivo del grupo, bajo la dirección de la autora de esta tesis, los resultados de la encuesta y de toda la información obtenida de los instrumentos aplicados a los estudiantes (con los cruces de información correspondientes) y elaborar a partir de ello el “Informe final” que aparece en el anexo E.

La **tercera y última acción** es la acción resumen donde se somete a consideración de todo el grupo el informe final, se transforma, perfecciona y modifica según aparece en el “Resumen de la reunión final de evaluación del trabajo” (anexo E) a partir de lo cual la autora de esta tesis plantea las siguientes consideraciones:

Resumen del tercer ciclo

A) Desde el punto de vista de los problemas específicos de la aplicación al tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular propuesta en esta tesis, puede señalarse que:

- La experiencia desarrollada demostró que: *Trabajar la interdisciplinariedad en el colectivo profesores de tercer año como investigación-acción*, en la que tuvieron una buena representación los estudiantes, resultó un factor de movilización para realizar transformaciones en los programas de las asignaturas y disciplinas, tal y como se ha constatado en las entrevistas realizadas (ver anexo E) y ha sido recogido en el informe (ver Informe final en anexo E), dirigidas al perfeccionamiento tanto del proyecto como del proceso del diseño curricular para esta carrera, mejorando la precisión y redacción de los programas de las asignaturas, se estrecharon más los vínculos entre las asignaturas afines para perfilar mejor el trabajo a realizar, se mejoró en varios aspectos el desarrollo del semestre, eliminándose las repeticiones, lográndose arreglar los problemas de precedencia, se lograron integrar algunas asignaturas en el año y la carrera, con una mayor interacción entre las distintas disciplinas, aunque aún sus efectos no llegaron a cristalizar en un diseño integral del sistema didáctico del año.
- Tal y como se concibió conscientemente en la estrategia con el método de investigación utilizado, la experiencia influyó en la transformación de la manera de pensar los profesores la interdisciplinariedad, aunque se han dado solo los primeros pasos en ello como se recoge en el primer punto del informe (ver Informe final en anexo E) dado el tiempo que se requiere para lograr madurar estas ideas, reiterando la convicción de la mayoría de los profesores del colectivo (el 83%) consideró que “el trabajo interdisciplinario tiene que tener lugar primero en las mentes de los participantes, si de verdad va a constituir una cooperación real e integrada y no simplemente una más o menos coexistencia efectiva de varias disciplinas (SEFI, 1988)” y que “Disciplinariedad e interdisciplinariedad son dos momentos de un mismo proceso. Es un movimiento de doble dirección (Rodríguez, 1997)”.
- El proceso de conceptualización de la interdisciplinariedad se inició en los profesores desde el comienzo mismo de la investigación, a través del reconocimiento y análisis del término, y se materializó al encontrar las incongruencias e insatisfacciones que el mismo presentaba en su aplicación práctica en el año de estudios y al haberse apropiado de métodos y concepciones que permiten su aplicación en la práctica curricular de un semestre y haberlos sabido aplicar a una situación concreta (ver anexo E).

- Una vez concluido este ciclo de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de este año, sobre la base de trabajar el factor “interdisciplinariedad” se puede destacar que hay coincidencia entre la proyección de los cambios para las diferentes componentes del sistema didáctico de las asignaturas vistas por sus propios profesores y por los restantes profesores del año: en los objetivos, en el sistema de conocimientos, en el sistema de habilidades, en los métodos y en los medios de enseñanza (ver anexo E, Informe Final).
- En cuanto al sistema de tareas, a la bibliografía, al sistema de evaluación y a las formas de enseñanza, la mayor parte de los profesores no tienen criterios para manifestarse con relación a las posibles proyecciones de cambio en estas componentes del sistema didáctico fuera de su asignatura, lo que se corresponde con los antecedentes existentes en cuanto al nivel de trabajo interdisciplinario que existía anteriormente en este año y que posiblemente sea una situación que se transforme en una aplicación posterior (ver anexo E, Informe final).
- Según expresan los profesores en la encuesta (ver Informe final en el anexo E) se logró en muchos estudiantes un gran interés por la carrera y por la integración de varias asignaturas del año a los proyectos interdisciplinarios de la asignatura Automática III, aumentó la motivación de los estudiantes por las asignaturas y su convencimiento de que sus criterios son importantes en estos análisis, y fue mejor la preparación que adquirieron en todas las asignaturas como resultado de trabajar los proyectos interdisciplinarios en Microprocesadores I y Automática III (ver instrumentos 3 y 4 en anexo E).
- Se comprobó que para este año y carrera las NTIC constituían el nodo fundamental de articulación del año para trabajar la interdisciplinariedad. Desde el punto de vista cualitativo debe precisarse que, como parte del nodo de articulación NTIC realizado en este año, un aspecto particular de este que se revela en el proceso como de gran importancia para la integración del mismo fue el problema de la Simulación de instrumentos, procesos, circuitos, dispositivos, entre otros, a través de las nuevas tecnologías (ver en anexo E).
- Se destaca el contraste manifiesto entre los criterios expresados por los estudiantes de tercer año del curso anterior en igual período, en el que solo se señalaron críticas e insuficiencias (ver anexo B, actividad del 10 de Junio) con los criterios expresados en la entrevista grupal y el PNI aplicado a todos los estudiantes de tercer año del actual curso 1999-2000 (ver Instrumentos 3 y 4 en anexo E) en el que resaltan entre los aspectos positivos planteados (la motivación, la integración e interrelación de las asignaturas del año, los proyectos interdisciplinarios y la visión práctica del año); los aspectos negativos planteados no se reiteran con relación a los del curso

pasado, los principales criterios negativos se plantean en asignaturas que tuvieron muy poca o ninguna participación en la aplicación de la estrategia.

— Una dificultad que surgió en las encuestas (ver anexo E) fue que no se logró que todos los profesores del año participaran en la experiencia (no se integró a ella, a pesar de todos los esfuerzos realizados, el profesor de Circuitos Eléctricos III), así como las diferencias que hubo con relación al compromiso e implicación de los profesores con las acciones a realizar, como se demostró en la desigual participación en las actividades del grupo de I/A y en la calidad de los resultados obtenidos en el perfeccionamiento del diseño curricular desde las diferentes asignaturas del año.

B) Desde el punto de vista de demostrar la viabilidad y efectividad de la concepción, los fines y la metodología propuesta para el desarrollo de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular, debe señalarse que:

— Con relación a la comparación entre la *magnitud de los cambios* que se produjeron *durante la experiencia interdisciplinaria* y los que tradicionalmente se producían en este año sin una experiencia de este tipo, la mayoría de los profesores reconoce que no se hubieran producido los cambios realizados en los sistemas de objetivos, de conocimientos, de habilidades, de tareas y en los métodos de enseñanza si no se hubiera revisado la concepción del año y los sistemas didácticos de las asignaturas desde una óptica general y externa como la “interdisciplinariedad”. Sin embargo, consideran que sí se hubieran producido algunos cambios en la bibliografía, los sistemas de evaluación, los medios y las formas de enseñanza, aunque estos hubieran sido de menor magnitud a los logrados (ver Informe final en anexo E).

— Como se pudo comprobar, los estudiantes del tercer año se manifestaron de nuevo de manera muy franca y abierta, aportando sus criterios acerca del diseño y del proceso docente-educativo del primer semestre de tercer año. Ellos hicieron un conjunto de proposiciones en las que demostraron un alto nivel de análisis y reflexión acerca de su proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que corrobora algo que está planteado pero que pocas veces se logra realmente y es *la participación activa y comprometida del colectivo de estudiantes en el perfeccionamiento del diseño curricular y en la toma de decisiones en el año*, proceso que se produce fundamentalmente desde la práctica curricular y solo es posible a través de relaciones e intercambios sistemáticos que los hagan partícipes tanto de los problemas como de sus soluciones (ver anexo E).

- Todos los aspectos planteados por los estudiantes como negativos y los pendientes a resolver desde la visión de los profesores, reiteran la necesidad de mantener el perfeccionamiento continuo y sistemático iniciado con este proceso, en el que se logró, a través de la interdisciplinariedad y con la aplicación de la estrategia propuesta, identificar los problemas fundamentales del diseño curricular del año, dando solución a todas aquellas cuestiones que no es posible resolver desde el macro diseño curricular sino que solo se logra a través del compromiso y participación activa de todos los implicados en el nivel meso del diseño curricular desde un semestre de un año académico, las que tienen que ir ajustándose en calidad y profundidad a medida que se produzcan nuevos ciclos de investigación-acción de acuerdo a la estrategia planteada (ver Instrumentos 3, 4 y 5 en anexo E).
- Como satisfacciones y aspectos positivos se señalaron: El estrechar aún más los vínculos en las asignaturas afines para perfilar mejor el trabajo a realizar. Se mejoró en varios aspectos el desarrollo del semestre eliminándose las repeticiones, lográndose arreglar problemas de precedencias, entre otros. Se logró una mayor interacción entre las distintas asignaturas del año y una mayor participación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje; como manifestó un profesor del colectivo: “El trabajo realizado me permitió integrar mi asignatura en el año y la carrera”.
- Un tema que fue el objeto de la investigación por la relación que tiene con la interdisciplinariedad en el perfeccionamiento del diseño curricular es el de las concepciones de los profesores acerca del aprendizaje. La razón de iniciar el trabajo en esta dirección como condición imprescindible del perfeccionamiento del diseño curricular fue que la formación pedagógica de los profesores del grupo, todos ingenieros, el 50% de ellos con diez años o más impartiendo la asignatura, es en su mayoría empírica e intuitiva, con un arraigado enfoque tradicionalista, pero se necesitaba por ello un período de maduración mayor, ya que no era suficiente el trabajo en este ciclo de la investigación, aplicado a un semestre de un año académico para producir cambios significativos, tal y como lo demuestra la no correspondencia de los criterios que expresaron algunos de los profesores en la encuesta con las transformaciones que realizaron en la práctica curricular en determinadas categorías del sistema didáctico de sus asignaturas, como lo manifestaron en las entrevistas y el trabajo por pares con relación a su concepción de la enseñanza y el aprendizaje. Ello quedó demostrado en los resultados de la encuesta (ver Informe final, anexo E) con la opinión de cada profesor con relación a si se propuso o no lograr en su asignatura que los aprendizajes de sus estudiantes fueran significativos, y en qué grado considera que lo logró, llama la atención que la totalidad de los

profesores se propuso alcanzar estos aprendizajes en la mayoría de los estudiantes y que el 85% considera que lo logró. Algunos resultados que reflejan un avance en este aspecto, aunque solo en la tercera parte de los profesores, fueron los cambios que se realizaron en los programas analíticos de las asignaturas Microprocesadores I y Automática III y por tanto en su práctica curricular en el proceso docente-educativo en este semestre (ver anexo E).

Capítulo 4: Estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas

La estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas que se propone en esta tesis está concebida de una manera dinámica, abierta y flexible, lo que se justifica por varias razones: La primera está dada por las características del *currículum* en algunas de estas carreras, como sucede en el caso de la Ingeniería en Automática, que está fuertemente influenciado por el desarrollo de la *tecnología*, razón por la cual hay que conciliar la lógica de las *ciencias* para la carrera de que se trate con la lógica de la *profesión* y prever el desarrollo de *currículum* en un corto período de tiempo, teniendo en cuenta además, que este debe responder a las características y particularidades de un contexto histórico y social determinado. La segunda razón es la naturaleza variable del factor humano al que está indisolublemente ligado el diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas en Cuba, determinada tanto por el colectivo de estudiantes de cada año académico como por el colectivo de profesores que dictan clases en cada uno de estos semestres en cada curso lectivo, lo que provoca de hecho la necesaria flexibilidad en la estrategia que se propone, de forma tal que se ajuste a la disposición e interés que muestren estos colectivos y especialmente sus profesores para aplicar la misma, que son los principales actores y ejecutores del *currículum*, incluyendo en este aspecto la necesidad de mantener una formación pedagógica del claustro de profesores de la carrera a partir de la motivación que los mismos tengan para ello. La tercera razón es la necesidad implícita que tiene el diseño curricular de transformarse sistemáticamente e ir escalando en cada una de las etapas de su perfeccionamiento fases superiores de desarrollo del *currículum* que partan del estadio anterior logrado, y que están determinadas en última instancia por la pertinencia del diseño curricular y el vínculo entre la *universidad* y los constantes y crecientes requerimientos que exige la *sociedad* a los futuros egresados y particularmente a los ingenieros.

4.1. Concepción integral de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas

La estrategia que se propone consiste en lograr el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas a partir del efecto cruzado y entretelado (a manera de tela de araña) que se va produciendo constantemente como resultado de aplicar la misma desde una o varias disciplinas del Plan de estudio y desde uno o varios semestres o años académicos de dicho Plan para una carrera dada como se muestra, de una manera sintetizada, en el siguiente esquema.

En el mismo se destaca que la célula básica de todo este proceso es la **asignatura** que resulta ser la intersección entre la disciplina, en la dirección “vertical” del Plan de estudio, y el semestre o año académico en su dirección “horizontal”.

La *flexibilidad* de la estrategia está dada al concebir que la misma se aplica en la medida que un colectivo de profesores conjuntamente con las direcciones institucionales de los departamentos, facultades y de la Comisión de carrera esté en disposición de hacerlo y establezcan las condiciones mínimas necesarias para llevarla a efecto.

Su *carácter abierto* está dado por el hecho de que su aplicación puede comenzar indistintamente en la dirección “vertical” del Plan de estudio desde una o varias disciplinas y/o en la dirección “horizontal” del mismo desde uno o varios semestres o años académicos.

Su *dinámica* se desarrolla en el proceso interactivo e iterativo que se produce desde cada una de las aplicaciones que pueden tener lugar en la dirección “horizontal” y/o “vertical” del Plan de estudio y que se van nutriendo y enriqueciendo constantemente, cerrando así de manera arbitraria una malla de interrelaciones que se irá incrementando en la medida en que se aplique la estrategia desde nuevos semestres o años o desde nuevas asignaturas o disciplinas del Plan de estudio de la carrera de que se trate.

El procedimiento a seguir pudiera ser el siguiente:

1. Si se comienza por aplicar la estrategia en la dirección “vertical” de una o más disciplinas del Plan de estudio con ello quedarían determinados la *estructura temática sistémica* de todas las asignaturas de la disciplina y sus *nodos potenciales de articulación interdisciplinaria*, que desarrollados en la *dinámica de la interdisciplinariedad* en esta dirección lograrían un primer resultado en el perfeccionamiento del diseño curricular de la carrera desde el nivel meso del diseño curricular, que tiene lugar fundamentalmente en los sistemas didácticos de cada una de las asignaturas de la o las disciplinas y en la concepción de la implementación práctica de los mismos, lo que puede servir como *motor impulsor* para desencadenar el “trabajar la interdisciplinariedad” *directamente en el proceso* con la aplicación de la estrategia desde la dirección “horizontal” en uno o más semestres o años académicos a los que pertenecen las asignaturas de esta o estas disciplinas.
2. Si se comienza por aplicar la estrategia atendiendo a la dirección “horizontal” en uno o más semestres y/o años académicos se constituirían uno o más grupos diferentes de investigación-acción que al aplicar la estrategia planteada desde esta dirección del Plan de estudio podrían lograr el perfeccionamiento de la carrera al “trabajar la interdisciplinariedad” en el nivel

meso del diseño curricular de este Plan de estudio, comenzando por la propia disposición de los profesores que la ejecutan de *transformarse* a través de la superación pedagógica por vías no formales simultáneamente a la decisión de *transformar el diseño curricular de esta carrera*, para lo cual se realizaría el análisis y determinación de la *estructuración temática* de cada una de las asignaturas, la determinación de los *nodos potenciales de articulación interdisciplinaria* de las asignaturas del semestre o año en que se aplica la estrategia, la propuesta desde cada una de las asignaturas de los nodos de articulación del año, la determinación por parte del colectivo de los *nodos fundamentales de articulación interdisciplinaria en el año* y su implementación en la práctica curricular en ese semestre o año por el colectivo de investigación-acción al *desarrollar la dinámica de la interdisciplinaria a través de cada uno de estos nodos*, lo que termina con el proceso de análisis, síntesis y evaluación colectiva del trabajo del grupo de investigación-acción en el que se concluyen finalmente los resultados logrados en el perfeccionamiento del diseño curricular de la carrera, lo que se manifiesta en la práctica curricular a través del propio proceso docente-educativo del año o semestre, en las transformaciones realizadas y propuestas en los sistemas didácticos de cada una de las asignaturas y disciplinas perfeccionadas y del año en su conjunto, y en la manera de pensar y actuar de los sujetos involucrados en el proceso y particularmente de los profesores que ejecutaron la aplicación de la estrategia. Este proceso puede entonces enriquecerse al promoverse a partir de él la aplicación de estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular ahora en la dirección “vertical” desde una o más de las asignaturas o disciplinas del año en la carrera de que se trate.

3. Pudiera también realizarse la aplicación de la estrategia partiendo de trabajar simultáneamente en su aplicación desde una o más disciplinas del Plan de estudio y desde uno o más semestres o años académicos, complementando y enriqueciendo la misma con nuevas aplicaciones que tomen de referencia como punto de partida los resultados anteriores.

Debe señalarse que la estrategia propuesta concibe todo el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera basado en “trabajar la interdisciplinaria” en el nivel meso del diseño curricular desde las dos direcciones del Plan de estudio planteadas a partir del consentimiento, la participación, la debida retroalimentación y la aprobación, en todas y cada una de las etapas consideradas, de los miembros de la Comisión de la carrera de que se trate, así como de los distintos niveles institucionales involucrados como son las facultades, los departamentos y/o los colectivos de profesores del año.

A continuación se realizará un análisis integral, para la estrategia propuesta, de la aplicación de los presupuestos que fueron presentados por separado en los capítulos 2 y 3 de esta tesis al discutir su concepción desde una disciplina del Plan de estudio y desde el nivel de un semestre o año académico para una carrera dada.

4.2 Análisis de la aplicación de los presupuestos planteados en la estrategia propuesta

La experiencia de la aplicación de la estrategia desde la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería en Automática y desde el primer semestre del tercer año de esta carrera, como vía de comprobación de la factibilidad de la misma y de verificación de la hipótesis, permite afirmar lo siguiente:

1. Tal y como se muestra en el esquema, se produjo un efecto de tela araña, en que las asignaturas se convierten en las células básicas de este proceso, como se pudo verificar en el caso de la aplicación de la estrategia en la dirección “horizontal” desde el primer semestre del tercer año, con la asignatura Electrónica Digital I, en la que el análisis de su estructuración temática provocó cambios en la organización del contenido para la disciplina Electrónica a la que esta asignatura pertenece, en la dirección “vertical”.
2. Las particularidades de la metodología de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular, desde la disciplina, producen interacciones evidentes en el perfeccionamiento de otras disciplinas y asignaturas, como se verifica en el caso de la aplicación desde la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería en Automática, con las asignaturas de Circuitos Eléctricos y particularmente con la influencia que ello tuvo en el cambio de texto de esta disciplina.
3. Las particularidades de la metodología de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular desde el semestre o año demuestran que se producen interacciones importantes con las asignaturas de otras disciplinas y de otros años de las propias disciplinas presentes en el semestre. Un análisis cuantitativo de las tablas No. 1 y No. 2 del Informe final, que se presentan en el anexo E, permite comparar que de los cambios totales proyectados por los profesores en el sistema de objetivos, el sistema de conocimientos, el sistema de habilidades, el sistema de tareas, la bibliografía y el sistema de evaluación, como consecuencia del trabajo interdisciplinario desarrollado, el 50%, el 44%, el 58%, el 41%, el 44% y el 55% se corresponden respectivamente, con cambios totales que los profesores consideran que es necesario realizar en otras asignaturas de su disciplina y/o en otras disciplinas del Plan de

estudio en estas componentes del sistema didáctico, y los efectos que esto provocó quedan demostrados por los resultados de las entrevistas, encuestas y el Informe final que aparecen en el anexo E.

4. Las diferencias conceptuales y metodológicas en la aplicación de la estrategia desde el nivel de disciplina y desde un año o semestre no están dadas solo, por la aplicación de dos concepciones investigativas diferentes (método *hipotético-deductivo* versus investigación-acción) sino en identificar que la secuencia de etapas para el perfeccionamiento en ambas situaciones es diferente. En la disciplina se desarrolla un esquema tipo A y en el semestre o año un esquema tipo B, los que de conjunto convergen al perfeccionamiento de todo el diseño curricular. Ambos esquemas se representan a continuación:

Esquema tipo A

Proyecto → Proyecto perfeccionado → Proceso → Proceso perfeccionado

Esquema tipo B

Proyecto → Proceso → Proceso perfeccionado → Proyecto perfeccionado

La estrategia planteada ha considerado tanto *el carácter de proyecto* como *el carácter de proceso del currículum* y más aún, ha revelado con su aplicación la dinámica con la que interactúan estas dos componentes del *currículum*. Aunque ambas situaciones consideran el *currículum* en su integridad, la aplicación de la estrategia desde una disciplina del Plan de estudio parte y trabaja fuertemente la componente de proyecto del *currículum*, cuyos resultados se complementan en el proceso, como se puede verificar de su aplicación al caso de la disciplina Matemática en el capítulo 2; por otro lado, la aplicación de la estrategia desde un semestre o año académico parte del proyecto, con el estudio y análisis de los documentos rectores, trabaja fuertemente la componente de proceso del *currículum*, y como consecuencia de su perfeccionamiento realiza y propone cambios en el proyecto, lo que se puede verificar de su aplicación desde el primer semestre de tercer año para esta carrera lo que aparece ampliamente desarrollado en el epígrafe 3.3.

5. Se verifica el carácter abierto de la estrategia y su flexibilidad desde el momento en que no es excluyente la aplicación a una parte u otra de la misma; un ejemplo de ello fueron las experiencias de aplicación en la carrera de Ingeniería en Automática, desde la disciplina Matemática y desde el primer semestre del tercer año de la misma.

6. Su condición de ser iterativamente perfectible se ejemplifica con su aplicación para el caso del tercer año, en el que se pueden revisar: “Aspectos recogidos en el tercer ciclo que quedan aún pendientes de perfeccionar en el primer semestre de tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática” en el que queda explícito el compromiso hacia nuevas mejoras a partir de nuevas aplicaciones de la estrategia.
7. Con la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular propuesta se logró *potenciar el carácter sociohumanista de la educación dirigido al desarrollo de la personalidad de los estudiantes y de sus profesores*, lo puede verificarse por los resultados que en este sentido se obtuvieron de su aplicación desde la disciplina Matemática (ver Rediseño del sistema didáctico de la disciplina y perfeccionamiento del macro diseño curricular de la carrera, en el capítulo 2) y de su aplicación desde el primer semestre de tercer año, lo que se refleja en los instrumentos 3, 4 y 5 del anexo E.

Conclusiones

- En esta tesis se dio solución al problema planteado al *concebir, presentar y desarrollar una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas a partir de trabajar la interdisciplinariedad en el nivel meso del diseño curricular* de la misma que *considera tanto el proyecto como el proceso y que involucra a sus actores fundamentales: los profesores y estudiantes.*
- Ha sido demostrada la hipótesis al considerar la *interdisciplinariedad como base de la estrategia planteada* para el caso de las carreras de ciencias técnicas con modelos curriculares de tipo disciplinar que ha tenido en cuenta tanto las particularidades de este diseño como las características más generales de su claustro.
- De la aplicación de la estrategia de perfeccionamiento del diseño curricular a la carrera de Ingeniería en Automática para el caso de la disciplina Matemática en la dirección “vertical” y del primer semestre del tercer año en la dirección “horizontal” se demostró que la misma:
 1. Permite el perfeccionamiento de los niveles meso y micro del diseño curricular desde el análisis de la interdisciplinariedad en la dirección “vertical” para una disciplina del Plan de estudio, lo que aparece referido para el caso de la disciplina Matemática en el capítulo 2 de esta tesis, con resultados concretos y articulados entre sí en el diseño e implementación de las asignaturas de esta disciplina.
 2. Permite el perfeccionamiento de los niveles meso y micro del diseño curricular (entendido este como proyecto y proceso) desde el análisis de la interdisciplinariedad en la dirección “horizontal” en un semestre de un año académico, lo que aparece referido para el caso del primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática en el capítulo 3, con resultados articulados e integrados entre sí con una participación e incidencia adecuada sobre sus actores fundamentales (profesores y estudiantes) a través de los cuales se materializaron los cambios concretos en el diseño de los sistemas didácticos de cada una de las asignaturas como células básicas en que converge el carácter de proyecto y de proceso del diseño curricular (ver “Cambios realizados en los sistemas didácticos de las asignaturas del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática”, en el anexo E).
 3. Permite el perfeccionamiento del macro diseño curricular de un Plan de estudio desde el análisis de la interdisciplinariedad en el nivel meso del diseño curricular a partir de las interacciones y la complementación que se va produciendo iterativamente con la aplicación

simultánea o consecutiva de la estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular desde una disciplina en la dirección “vertical” y desde un semestre o un año académico en la dirección “horizontal” del Plan de estudio.

4. Permite conciliar y llevar a la práctica el perfeccionamiento del proyecto y del proceso del diseño curricular de una carrera a través de los sujetos que participan en el mismo y particularmente de los profesores que son los que finalmente lo llevan a efecto, disminuyendo así la separación entre el *currículum* pensado y *currículum* vivido y acercando al profesor al ejercicio de sus responsabilidades en el sistema de formación del estudiante más allá de los límites estrechos de la transmisión de conocimientos en el marco de la asignatura que imparte y desde donde no resulta posible alcanzar los resultados deseados (ver Informe final en el anexo E).
5. Permite transformar no solo el diseño curricular sino también a sus actores fundamentales y especialmente a los profesores en aspectos importantes de su formación pedagógica, como se demuestra no solo en el proceso de superación pedagógica por vías informales que se llevó a cabo a través de la I/A (sesiones de discusión, participación en eventos presenciales y virtuales por Internet y correo electrónico, referidas en los anexos B y D), sino en la elevación de la cultura pedagógica de estos profesores y su mayor formación conceptual en este campo para el análisis de su asignatura (ver “Cambios realizados en los sistemas didácticos de las asignaturas del primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática”, en AnexoE).
6. Mantiene el carácter continuo, abierto, permanentemente perfectible del perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas a partir de la aplicación sistemática de la estrategia planteada; no se aborda el problema como un resultado acabado, sino como un proceso permanente de acercamiento a resultados también cambiantes en sí (ver “Aspectos recogidos en el tercer ciclo que quedan aún pendientes de perfeccionar en el primer semestre de tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática”, en el anexo D).
7. Integra y da vida al diseño curricular como proyecto y en la dinámica de este como proceso, y establece entre ellos una unidad indisoluble a un mayor nivel de integración (ver esquema del capítulo 4) teniendo en cuenta las particularidades de cada uno de ellos (ver Informe final).

Recomendaciones

1. Se recomienda continuar la aplicación de la estrategia al perfeccionamiento de la carrera de Ingeniería en Automática desde otras disciplinas y años.
2. Sería conveniente y necesario aplicar la estrategia propuesta a otras carreras de ciencias técnicas para poder enriquecerla a partir de su generalización con nuevas experiencias en su aplicación.

Bibliografía

- de Alba, A.** Del discurso crítico al mito del *currículum*. Perfiles educativos, CESU-UNAM, México, 1993.
- de Alba, A.** El *currículum* universitario de cara al nuevo milenio. CESU-UNAM, México, 1993.
- ABET** (Accreditation Board for Engineering and Technology) *Criteria for Accrediting Programs in Engineering in the United States*, 1996-97.
- Alarcón, R. y Álvarez de Zayas, C.** Revolución y Educación Superior en Cuba, MES, 1995.
- Alonso, H.** Apuntes sobre las investigaciones interdisciplinarias. Revista Cubana de Educación Superior, Vol. 14, No. 2, 1994.
- Álvarez de Zayas, C.** La Escuela en la vida. Ed. Félix Varela, La Habana, 1992.
- Álvarez, I.** Determinación de las habilidades principales y los objetivos instructivos para las asignaturas de Circuitos Eléctricos. Taller Internacional sobre la Educación Superior y sus perspectivas. CEPES, Ciudad de la Habana, 1992.
- Álvarez, J. M.** Ponencia presentada al Simposium “Hacia un nuevo *Currículum* en la enseñanza del francés”. universidad Complutense de Madrid, 1985.
- Álvarez, J. M.** Dos perspectivas contrapuestas sobre el currículo y su desarrollo. Revista de Educación. No. 282, Madrid, 1987.
- Angulo, J. F. y Blanco, N.** Teoría y Desarrollo del *Currículum*. Aljibe, Málaga, 1994.
- Apostel, L.; Berger, G.; Briggs, A.; Michaud, G.** interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades. Asociación Nacional de universidades e Institutos de Enseñanza Superior, México, 1975.
- Ausubel, D.; Novak, J.; Hasnesian, H.** Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas, México, 1991.
- Arana, M.** La Renovación de la Formación Sociohumanista básica del ingeniero. Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencias Pedagógicas. ISPJAE, 1995.
- Arana, M y Batista, N.** La educación en valores: Una propuesta pedagógica para la formación profesional. (en línea) [http: www.oei.ciencia tecnología y sociedad/formación en valores], s/f.
- Baldoquín, G. y Fdez. de Alaiza, B.** La integración de asistentes matemáticos en la disciplina de Matemática para la carrera de Ingeniería Eléctrica. International Conference on Engineering and Computer Education, ICECE 2000, Sao Paulo, Brasil, 2000.
- Best, J.** Cómo investigar en educación. Ediciones Morata, Madrid, 1972.
- Bonilla, R.** Información para analizar y elaborar planes de estudio. universidad Autónoma de Guerrero, 1986.
- Braga, M. G.** Desarrollo profesional e investigación-acción en la enseñanza universitaria: Un estudio de caso. Tesis doctoral. universidad de Oviedo, España, 1994.
- Bruner, J.** Citado en: El sujeto grupal en la actividad de aprendizaje: Una propuesta teórica. Castellanos, A. V. Tesis doctoral, CEPES-UH, 1999.
- Calderón, R. M.** La enseñanza del Cálculo Integral. Una alternativa basada en el Enfoque Histórico-cultural y de la Actividad. Tesis de Doctor en ciencias Pedagógicas. CEPES-UH, 1997.
- Carnota, O.** Proyección de sistemas automatizados de dirección. Academia de ciencias. Cuba, 1985.
- Carr, W y Kemmis, S.** La teoría crítica de la enseñanza. Martínez Roca, Barcelona, 1987.

Carretero, M. y otros Psicología Cognitiva y Ciencia Cognitiva. universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, 1986.

Castañeda, A. E. Principios metodológicos y experiencias obtenidas en el perfeccionamiento de planes y programas de estudios de Ingeniería en la República de Cuba y su aplicación a la Carrera de Ingeniería Civil. ISPJAE, Ciudad de la Habana, 1993.

Castañeda, A. E. *Currículum*: teoría, diseño, evaluación. Maestría en Docencia Universitaria. universidad Nacional de Misiones, Argentina, 1997.

Castañeda, A. E. Enfoque Sistémico del diseño curricular. Síntesis metodológica. Conferencia sobre diseño curricular del II Taller IGLU-Caribe. universidad Simón Bolívar, Venezuela, 1998.

Castañeda, A. E. Aspectos Conceptuales Básicos vinculados al *Currículum* y al diseño curricular, Curso de diseño curricular y Nuevas Tecnologías al comienzo del Nuevo Milenio, ISPJAE, 2000.

Castellanos, A. V. El sujeto grupal en la actividad de aprendizaje: Una propuesta teórica. Tesis doctoral, Centro de perfeccionamiento para la Educación Superior-universidad de la Habana, 1999.

Castellanos, B. La investigación en el campo de la educación: Retos y alternativas. Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", La Habana, 1996.

Castellanos, B. Material del curso de Investigación Educativa. Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", La Habana, 1998.

Castro, N. La relación entre las asignaturas en la enseñanza de la Matemática superior para los ingenieros militares. Resumen de la tesis de Dr. en ciencias Pedagógicas, La Habana, 1989.

Castro, N. La relación entre las asignaturas en el proceso docente educativo. Escuela Interarmas de las FAR "General Antonio Maceo", No. 1, La Habana, 1990.

Castro, O y otros Competitividad del *Currículum*. Proyecto MEIED, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 1996.

CEAAL IV Seminario Latinoamericano de Investigación Participativa. Brasil, Septiembre de 1988.

Colás, M. P. y Buendía, L. Investigación Educativa. Ediciones ALFAR, Sevilla, 1992.

Colectivo de autores. Investigación Participativa. Cuarto Seminario Latinoamericano CEAAL, Ediciones CEAAL, Santiago de Chile, 1989.

Colectivo de autores. Tendencias Pedagógicas Contemporáneas. universidad de la Habana, CEPES y Corporación Universitaria Ibagué, Colombia, 1996.

Coll, C. Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento. Paidós, México, 1990.

de la Cruz, R. Propuesta metodológica para la enseñanza de la Variable Compleja en Carreras de Ingeniería Eléctrica, organizada mediante nodos cognitivos y resaltando el papel en la formación de conceptos. Tesis de Maestría en Matemática Avanzada para Ingeniería. ISPJAE, 1997.

El Correo de la Unesco. Aprender a Aprender, Abril de 1996.

Davídov, V. y Slobódchikov, V. La enseñanza que desarrolla en la escuela del desarrollo. La Educación y la enseñanza: una mirada al futuro. Editorial Progreso, 1991.

Damiano, E. Afectividad e interdisciplinaridad. En Scurati y Damiano: Interdisciplinaridad y didáctica. Ed. Adara, La Coruña, 1977.

D'Atellis, C.E. Acerca de la enseñanza de matemática en carreras de ingeniería. Revista Iberoamericana de enseñanza de ingeniería. UPADI. Número único, 2do. Semestre, 1993.

Delgado, J. R. La enseñanza de y a través de la Resolución de Problemas. Décima Reunión Centroamericana y del Caribe sobre formación de profesores e Investigación en Matemática Educativa, Puerto Rico, 1996.

- Delgado, J. R.** La enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Dos elementos fundamentales para lograr su eficacia: la estructuración sistémica del contenido de estudio y el desarrollo de las habilidades generales matemáticas. Tesis doctoral, La Habana, 1999.
- De Schutter, A.** La investigación participativa: una opción metodológica para la educación de adultos. CREAAL, México, 1989.
- De Zubiría, M y De Zubiría, J.** Biografía de pensamiento. Estrategias para el desarrollo de la inteligencia. Colección Mesa Redonda. Cooperativa Editorial Magisterio, Colombia, 1992.
- Díaz, J. E.** La sociedad participativa. Revista Chasqui, No. 32, Ecuador, 1989.
- Díaz Barriga, A.** Ensayos sobre la problemática curricular. Editorial Trillas, México, 1991.
- Díaz Barriga, A. y otros.** La investigación Educativa en los Ochenta, Perspectiva para los Noventa. Estados de Conocimiento, Fascículo 1, Cuaderno 14. 2do. Congreso Nacional de Investigación Educativa, México, 1994.
- Dogan, M.** ¿Interdisciplinas? Revista al tema del hombre. S/f. (en línea)
[<http://www.uyweb.com.uy/relaciones/9706/interdisciplinas>].
- Douglas, C.** Algunos factores que influyen en la construcción de significados del lenguaje simbólico de la Física por los estudiantes de primeros años de la carrera de ingeniería. Tesis de Maestría. Centro de perfeccionamiento para la Educación Superior-universidad de la Habana, 1999.
- Duchene, F.** El trabajo de integración intermaterias en el Instituto Politécnico de Farmacia Industrial, Química Industrial y Procesos Biológicos “Mártires de Girón”. Pedagogía’97, Ciudad de la Habana, 1997.
- Elliot, J.** La investigación-acción en educación. Ediciones Morata, Madrid, 1990.
- Elliot, J.** El cambio educativo desde la investigación-acción. Ediciones Morata, Madrid, 1993.
- Enciso, M. C.** interdisciplinariedad en las escuelas de ingeniería. Revista Cubana de Educación Superior, Vol. 12, No. 2, 1992.
- Escotet, M. A.** Tendencias, misiones y políticas de la universidad, UNESCO, 1993.
- Escudero, J. M.** Tendencias actuales en la investigación educativa: los desafíos de la investigación crítica. Revista QURRICULUM, No. 2, 1990.
- Fals, O., Mariño, G. y otros** Investigación-acción participativa. Editorial Dimensión Educativa, Colombia, 1990.
- Fariñas, G.** La pedagogía y la psicología en el modelo interdisciplinario para la educación. Revista Educación y Ciencia. Vol. 2, No. 8, 1993.
- Fedorova, V. y Kiriushkin.** Monografía “Relaciones Intermaterias”, Moscú, 1971.
- Fernández, V. y otros** Educación Matemática para no matemáticos. Proyecto EMCI (Educación Matemática en Carreras de Ingeniería). Editorial Fundación universidad de San Juan, Argentina, 1999.
- Fernández de Alaiza, B.** La articulación interdisciplinaria en la enseñanza de la Matemática para ingenieros. I Taller sobre la enseñanza de la Matemática para ingeniería y arquitectura, VIII Conferencia Científica del ISPJAE, 1994.
- Fernández de Alaiza, B.** El vínculo entre el perfil profesional, el Plan de estudio y el programa de la disciplina Matemática para el ingeniero en Automática. Trabajo de Curso de Teoría y diseño curricular, Maestría en ciencias de la Educación Superior, CEPES, 1995 a.
- Fernández de Alaiza, B.** Una propuesta de estructuración sistémica de los contenidos para la disciplina Matemática en la carrera de Automática. Trabajo de Curso de Didáctica, Maestría en ciencias de la Educación Superior, CEPES, 1995 b.

Fernández de Alaiza, B. Los nuevos retos para la formación del ingeniero en el contexto latinoamericano contemporáneo. Trabajo de Curso de Educación y Desarrollo, Maestría en ciencias de la Educación Superior, CEPES, 1996 a.

Fernández de Alaiza, B. perfeccionamiento del programa de una disciplina para una carrera dada, sobre las bases metodológicas de la articulación interdisciplinaria. Memorias de la Décima Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa. Puerto Rico, 1996 b.

Fernández de Alaiza, B. Resultados del perfeccionamiento de la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería en Automática. Pedagogía' 97, PES-12, Centro Nacional de Documentación e Información del MINED, La Habana, 1996 c.

Fernández de Alaiza, B. La Investigación-acción en el perfeccionamiento curricular para la Educación Superior. Memorias del III Taller Internacional sobre la enseñanza de la Matemática para Ingeniería y Arquitectura, ISPJAE, 1998.

Fernández de Alaiza, B. El enfoque sistémico versus investigación-acción en una estrategia de diseño curricular. En: Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. Vol. 13, Grupo Editorial Iberoamérica, México, 2000.

Fernández de Alaiza, B.; Garcini, H.; Laborí, B.; Fernández, F. La búsqueda de aprendizajes significativos. Una experiencia interdisciplinaria en tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática. Convención Internacional de Educación Superior universidad 2000, MES, Ciudad de la Habana, 2000.

Fdez. de Alaiza, B. Transformada de Laplace. Un nodo potencial de articulación interdisciplinaria para la carrera de Ingeniería en Automática. Trabajo presentado y aprobado al IV Taller Internacional sobre la enseñanza de la Matemática para Ingeniería y Arquitectura. ISPJAE, 2000.

Ferrández, A. y Sarramona, J. Interdisciplinaridad En: Didáctica y Tecnología de la Educación. Diccionario ciencias de la Educación. Ediciones Anaya, pp (257-261), 1987.

Fiallo, J. El perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación y las Relaciones Intermaterias en la Educación Laboral Politécnica y laboral. Pedagogía' 90. Centro Nacional de Documentación e Información del MINED, La Habana.

Flores, D. La Relación intermateria y su influencia en la formación de habilidades profesionales en los estudiantes. Pedagogía' 90. Centro Nacional de Documentación e Información del MINED, La Habana, 1990.

Forquín, J. C. La sociología del Currículum de Gran Bretaña, un nuevo enfoque de los retos sociales de la escolarización. Revista Educación, No. 282, España, 1987.

García, J. (coord.) interdisciplinariedad y ciencias de la Educación En: Teoría de la Educación. Diccionario de ciencias de la Educación. Ediciones Anaya, pp (97-98), 1984.

García, M. L. Modelo teórico-funcional del método científico. Facultad de Pedagogía, Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona (ISPEJV).

García del Portal, J. Sobre la enseñanza de la Ingeniería. El informe TECHNION. Revista Cubana de Educación Superior. No. 1. Vol. X, 1990.

Garcini, H. J. Paquete de Programas de Teoría de Control. Informática 92. La Habana, Cuba, 1992.

Garcini, H. J. Aplicación del MATLAB en la enseñanza de la disciplina Sistemas de Control. X Forum Municipal de Ciencia y Técnica. La Habana, Cuba, 1995.

Garcini, H. J. Desarrollo de Tutores empleando Sistemas Expertos. Su aplicación en Simulación. IX Conferencia Científica de Ingeniería y Arquitectura. La Habana, Cuba. 1996.

Gimeno-Sacristán, J El currículum: una reflexión sobre la práctica. universidad de Valencia. Morata, Madrid, 1989.

Glaser, R. El conocimiento experto y el proceso de pensamiento. CHEMTECH, Julio, 1990.

- Gómez, G.** universidad e interdisciplinariedad (conferencia). universidad Autónoma de Xochimilco, México, 1976.
- González, F. y Mitjans, A.** La personalidad. Su educación y desarrollo. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1989.
- González, F.** Comunicación, personalidad y desarrollo. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1995.
- González, M.** Modelo de investigación en la acción. Centro de perfeccionamiento para la Educación Superior (CEPES), 1994.
- González, M.** Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria. UH-CEPES, Imprenta universidad de Matanzas, 2000.
- González, O.** El enfoque Histórico-Cultural como fundamento de una concepción pedagógica. Tendencias Pedagógicas Contemporáneas. ENPES. La Habana, 1988.
- González, O.** El *currículum* en el marco del planeamiento y la Administración institucional. III Curso Internacional sobre Planeamiento y Administración de Instituciones de Educación Superior, La Habana, 1994 a.
- González, O.** Currículo: Diseño, práctica y evaluación. CEPES, universidad de la Habana, 1994 b.
- Guba, E.** *Toward a Methodology of Naturalistic Inquiry in Educational Evaluation*. CE, Los Ángeles, 1978.
- de Guzmán, M.** Tendencias Innovadoras en Educación Matemática, 1992.
- Hernández, A.** Algunas reflexiones sobre una alternativa para el desarrollo de procedimientos lógicos del pensamiento. El razonamiento deductivo. Revista de la UTN, No. 7, Julio, 1994.
- Hernández, H.** El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática Superior Cubana. Experiencias en el Álgebra Lineal. Tesis de Doctor en ciencias Pedagógicas. MES, Ciudad de la Habana, 1989.
- Hernández, H.** Nodos cognitivos. Recurso eficiente para el pensamiento temático. Conferencia Magistral RELME-9, La Habana, 1995.
- Hernández, H. y otros.** Didáctica de la Matemática. universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires, 1997.
- Hernández, H. y otros.** Cuestiones de Didáctica de la Matemática. Conceptos y procedimientos en la Educación Polimodal y Superior. Homo Sapiens. Rosario, Argentina, 1998.
- Hernández, H.** Nodos cognitivos: Currículo y evaluación. Tercer Taller internacional. Enseñanza de la Matemática en la Educación Superior, universidad de la Habana, 2000.
- Hierrezuelo, J.** Las ideas previas de los alumnos. La ciencia de los alumnos. Laia (Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, 1988.
- Hovson.** La Matemática como Asignatura de Servicio, 1987.
- Hurley, M.** *Interdisciplinary Mathematics and Science: Characteristics, forms, and related effect sizes for student achievement and affective outcomes. A Dissertation in Partial Fulfillment of requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. School of Education, University of Albany, New York, 1999.*
- IEEE Control System** On History of Control, Junio, 1996.
- Jacobs, H. H.** *The growing need for interdisciplinary curriculum content.* En *Interdisciplinary Curriculum Design and Implementation* (pp 1-12). Jacobs (Eds.), Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA., 1989.
- Jantsch, E.** Hacia la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en la enseñanza y la innovación. Revista de la Asociación Nacional de universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), No. 34, México, 1980. (en línea) [<http://www.anui.es.mx/anui.es>].

Klein, J. T. *The interdisciplinary concept: Past, present, and future.* En *Interdisciplinarity Revisited: Re-Assessing the Concept in the Light of Institutional Experience*. Pp (104-122). L. Levin & I. Lind (Eds.). OECD/CERI, Linköping, Suecia, 1985.

Klein, J. T. *Interdisciplinarity: history, theory and practice.* Wayne State University Press, Detroit, 1990.

Klingberg, L. y otros. *Introducción a la Didáctica General.* Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1972.

Kemmis, S. y Mc Taggart, R. *¿Cómo planificar la investigación-acción?*, Editorial Laertes, Barcelona, (primera edición 1988) 1992.

Leff, E. (comp.) *interdisciplinariedad y sistemas complejos* En: ciencias Sociales y Formación Ambiental Editorial gedisa, Barcelona, 1994.

Leontiev, A. N. *La Actividad en la Psicología.* Editorial de Libros para la Educación. La Habana, 1979.

Leontiev, A. N. *Actividad, conciencia y personalidad.* Pueblo y Educación, La Habana. 1983.

Letelier, M. A. *La enseñanza de las Matemáticas en Carreras de Ingeniería.* Revista Iberoamericana de enseñanza de ingeniería. UPADI. Número único, 2do. Semestre, 1993.

Lucio, R. *El enfoque del constructivismo en la educación.* Colombia, 1994.

Mañalich, R. *Interdisciplinariedad y Didáctica.* Revista Educación, No. 94, Ciudad de la Habana, 1998.

Maxwell, J. A. *Diseño cualitativo de la investigación: un acercamiento interactivo.* Material fotocopiado del CEPES, s/f.

Marx, C. *El Capital* Tomo primero, Postfacio a la segunda edición. Editorial Nacional de Cuba, La Habana, 1962.

Méndez, F. *interdisciplinariedad y multidisciplinariedad en salud mental.* Revista de la Asociación Española de Neurocirugía (AEN), No. 65, 1998.

Ministerio de Educación Superior (MES) *Documento Base para la elaboración de los Planes de Estudio C.* Dirección Docente Metodológica, República de Cuba, Diciembre de 1987.

Ministerio de Educación Superior (MES) *Plan de estudio de la carrera Automática,* Ciudad de la Habana, Cuba, 1989.

Ministerio de Educación Superior (MES) *Plan de estudio de la carrera Ingeniería en Automática,* Ciudad de la Habana, Cuba, 1998.

Mitjans, A. y otros *Pensar y Crear. Estrategias, métodos y programas.* Editorial Academia, La Habana, 1995.

Miranda, M. *interdisciplinariedad de los Estudios Latinoamericanos.*¹⁴ Revista de la Asociación Nacional de universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), No. 28, México, 1979. (en línea) [<http://www.anui.es.mx/anui.es>].

Miranda, M. *Lengua escrita, Enseñanza Superior e interdisciplinariedad.*¹⁵ Revista ANUIES, No. 30, México, 1979. (en línea) [<http://www.anui.es.mx/anui.es>].

Morena, L. *Los niños con dificultades en el aprendizaje. Diseño y utilización de ayudas.* Educa, Lima, 1996.

¹⁴ Ponencia presentada en el Simposio para la Coordinación y Difusión de los Estudios Latinoamericanos. México, 26 de noviembre al 2 de diciembre de 1978

¹⁵ Ponencia presentada en el Tercer Coloquio Nacional sobre Didáctica Universitaria de la Lengua Escrita, desarrollado del 5 al 8 de marzo de 1979 en la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N. L.

Morenza, L. La psicología cognitiva contemporánea y representaciones mentales. Algunas aplicaciones al aprendizaje. Curso 13. Pedagogía' 97, La Habana, 1997.

Nickerson, R.; Perkins, D.; Smith, E. Enseñar y pensar. Aspectos de la aptitud intelectual. Ediciones Paidós y Ministerio de Educación y Ciencia, España, 1990.

Noroña, M. El planteamiento de Problemas como una estrategia Didáctica para lograr un Aprendizaje Significativo en la asignatura de Investigación de Operaciones. Tesis de Maestría. Centro de perfeccionamiento para la Educación Superior-universidad de la Habana, 1999.

Novak, J. El papel fundamental de la teoría del aprendizaje en una teoría de la educación. Teoría y práctica de la educación. Alianza, Madrid, 1988.

Ogata, K. *Modern Control Engineering.* Prentice-Hall Internacional Editions, 1990.

Ojalvo, V. Enfoque interpretativo en las ciencias Sociales. Centro de perfeccionamiento para la Educación Superior (CEPES), 1996.

Ojalvo, V. y otros Comunicación Educativa. CEPES-UH, 1999.

Otero, J. Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de los textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. Enseñanza de los cursos, 1990.

Pampliega, A. Citado en: El sujeto grupal en la actividad de aprendizaje: Una propuesta teórica. Castellanos A. V. Tesis doctoral, Centro de perfeccionamiento de la Educación Superior-universidad de la Habana, 1999.

Pérez, A. I. Calidad de la enseñanza y desarrollo profesional del docente. Fotocopia. S/f.

Pérez, G. metodología para la articulación de dos asignaturas. ISPJAE, 1989.

Pérez, G. Un diseño didáctico para la enseñanza de la Matemática I basado en el Enfoque Histórico-cultural y Cognitivista. Tesis de Maestría en ciencias de la Educación Superior. CEPES, 1996.

Pérez, G. y Nocedo, I. metodología de la investigación pedagógica y psicológica. Editorial pueblo y Educación, 1983.

Pérez, M. G. investigación-acción. Aplicaciones al campo social y educativo. Dykinson, Madrid, 1990.

Pérez, M. y Gallego-Badillo, R. Corrientes constructivistas. De los mapas conceptuales a la Teoría de la Transformación intelectual. Colección Mesa Redonda. Cooperativa Editorial Magisterio, Colombia, 1994.

Posner, G. J. Análisis del currículo Segunda edición, McGraw Hill, 1998.

Pozo, J. I. Teorías cognitivas de aprendizaje. Ediciones Morata, Madrid, 1989.

Reshetova, Z. A. Selección de lecturas "Análisis sistémico aplicado a la Educación Superior", universidad Central de las Villas, 1988.

Resnick, L. y Ford, W. La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos. Ministerios de Educación y Ciencia y Paidós Ibérica, Madrid, 1991.

Rodríguez, A. Consideraciones metodológicas sobre el principio de la relación intermateria a través de los nexos de concepto. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. 5, No.1, 1985.

Rodríguez H., T. Enfoque Sistémico en la dirección de la asimilación de los conceptos básicos de la disciplina Matemática Superior. Tesis de Doctor en ciencias Pedagógicas, 1991.

Rodríguez H., T. Una estrategia didáctica para la elaboración de los objetivos instructivos y la selección de los contenidos de enseñanza. Una propuesta como recurso para la integración interdisciplinaria. Centro Nacional de documentación e Información del MINED, La Habana, 1989.

Rodríguez H., T. Una estrategia de formulación de objetivos como apertura de un diseño curricular. Proyecciones interdisciplinarias. Centro Nacional de documentación e Información del MINED, La Habana, 1994.

- Rodríguez H., T.** y otros. Un diseño curricular sistémico. Momentos de su expresión didáctica. *Pedagogía' 97*, PED-8, Centro Nacional de Documentación e Información del MINED, La Habana.
- Rodríguez H., T.** y otros. La construcción de un currículo bajo el enfoque de la Teoría de la Actividad. Su proyección interdisciplinaria. *Memorias del III Taller Internacional sobre la enseñanza de la Matemática para Ingeniería y Arquitectura*, ISPJAE, 1998.
- Rodríguez N., T.** Interdisciplinariedad: Aspectos Básicos. *Aula Abierta*, No. 69, Instituto de ciencias de la Educación de la universidad de Oviedo, 1997.
- Rojas, R.** investigación-acción en el aula. Enseñanza-aprendizaje de la metodología, Editores Plaza y Valdés, México, 1995.
- Rugarcía, A.** La interdisciplinariedad: El Reino de la Confusión, ANUIES, No. 98, 1997. (en línea) [<http://www.anuiex.mx/anuiex>].
- Ruiz, J. I. e Ispizua M. A.** La descodificación de la vida cotidiana. *Métodos de Investigación Cualitativa*. universidad de Deusto, Bilbao, 1989.
- Sadovsky, V. N.** y otros. Teorías del conocimiento científico. Ciudad de La Habana, 1971.
- Sáez Brezmes M. J. y Elliot, J.** La investigación de la acción en España: un proceso que empieza. *Revista de educación*. No. 287, Madrid, 1988.
- Schoenfeld, A. H.** *Mathematical Problem Solving*. Academic Press, Inc. USA, 1985.
- Scull, J.** estrategia de perfeccionamiento de la Enseñanza de la Asignatura “Elementos Básicos de la Ingeniería” y su articulación con la carrera de Ingeniería Civil. Tesis de Maestría en ciencias de la Educación Superior. CEPES, 1997.
- Scurati, C.** interdisciplinariedad y didáctica: fundamentos, perspectivas realizaciones, En Scurati y Damiano: *Interdisciplinariedad y didáctica*.. Ed. Adara, La Coruña, 1977.
- SEFI** Apuntes extraídos de la Conferencia Anual de la S.E.F.I. (sociedad Europea para la formación de Ingenieros) sobre el tema: “La interdisciplinariedad en la Educación de Ingeniería”, Helsinki, Finlandia, 1988.
- Selltiz, C.** y otros. *Métodos de investigación en las relaciones sociales*. Ediciones Rialp, Madrid, 1971.
- Shuare, M.** La psicología soviética tal como yo la veo. Editorial Progreso, Moscú, 1990.
- Stenhouse L.** Investigación y desarrollo del *currículum*. Tercera edición, Ediciones Morata, Madrid, 1991.
- Talízina, N. F.** Conferencias sobre los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior. CEPES. universidad de la Habana, 1985.
- Taylor, S. y Bogdan, R.** Introducción a los Métodos cualitativos de Investigación. Paidós, Buenos Aires, 1986.
- Tkhorzhovskij, D. A.** Las relaciones intermaterias en el estudio de las disciplinas generales técnicas,. S/f.
- Torres, J.** La globalización como forma de organización del *currículum*. *Revista de Educación* No. 282, enero-abril, Madrid, 1987.
- Torres, J.** Globalización e interdisciplinariedad: el *currículum* integrado. Ediciones Morata, Madrid, 1995.
- UNIVERSITAS 2 000**. Vol. 15, No. 3, 1990.
- Valdés, M.** El maestro y la educación popular. Recopilación realizada por la Dra. Dulce María Escalona. Ministerio de Educación, La Habana, 1950.
- Valdés, N.** El perfeccionamiento de la formación sociohumanista de los estudiantes de ingeniería. Su aplicación al caso de la carrera de Ingeniería Civil en Cuba. Tesis de Maestría, CEPES-UH, 1999.
- del Valle, M.** y otros. Un Proyecto y su aplicación curricular. *Pedagogía' 97*, PES-10, Centro Nacional de Documentación e Información del MINED, La Habana, 1997.

Van Maanen, J. *Qualitative Methodology*, Sage, London, 1983.

Vigotsky, L. S. Pensamiento y Lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas. Edición Revolucionaria. La Habana, 1968.

Vigotskii, L. S. Pensamiento y lenguaje. La Pléyade, Buenos Aires, 1977.

Vigotsky, L. S. El problema de la edad, en: Problemas de la Psicología Infantil. Editorial Pedagógica, Moscú, 1984.

Vigotsky, L. S. Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. Editorial Científico Técnica, La Habana, 1987.

Vigotski, L. S. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. CRITICA. Grupo Editorial Grijalbo, México, 1988.

Vigotsky, L. S. Psicología del Arte, en: El proceso de formación de la psicología marxista. Vigotsky, L. S., Leontiev, A. N., Luria, A. Editorial Progreso, Moscú, 1989.

Villaroel, J y Domínguez, E. La aplicación del método dialéctico estructural de diseño académico. PLANIUC. No. 6, Venezuela, s/f.

Wenzelburger, Nuevas tendencias en la matemática y su enseñanza. Revista SUMA No. 13, Madrid, 1993.

Wertsch, J. V. Vigotsky y la formación social de la mente. Ediciones Paidós, España, 1988.

Zoppi, A. M., Bergomas, G. y Delgado, N. Aplicación de la Investigación-acción al diseño curricular en el ámbito universitario. Organo del Centro de Didáctica. universidad Iberoamericana, Otoño 92.

Anexos