

## **LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA**

AUTORES: Alfredo Méndez Leyva<sup>1</sup>

Carlos Pérez Ganfong<sup>2</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: Universidad de Guantánamo. Carretera a Santiago de Cuba Km 2 ½. Provincia Guantánamo. Cuba. Código Postal 95100. E-mail: mendez@cug.co.cu

### RESUMEN

A partir del análisis de las invariantes del desarrollo de la Ciencia y el proceso productivo se establecen criterios para la selección del contenido en las asignaturas del ciclo correspondiente a las Ciencias naturales (ciencias básicas) en la formación del ingeniero sobre la base de la relación inter- materia.

Se presentan algunas herramientas para la elaboración de la red lógica como elemento fundamental en el logro de la interdisciplinariedad en la organización y ejecución del proyecto curricular. Se plantea un enfoque interdisciplinar que tiende a la integración de la visión ingenieril con la científica con un enfoque humanista en el estudio de los factores que se dan en el proceso de producción y que señalan la necesidad de valorar epistemológicamente la aplicación del enfoque modular: la formación del profesional a partir de una interacción mas estrecha entre el sujeto y el objeto de transformación profesional.

PALABRAS CLAVE: INTERDISCIPLINARIEDAD, INGENIERÍA, CIENCIAS

"Sobre la nueva generación recae la tarea de encontrar los caminos para utilizar correctamente los dones que nos transmitieron. Únicamente resolviendo esta tarea, la nueva generación será digna de esa herencia y en realidad será más feliz que las generaciones pasadas".

Albert Einstein

### INTRODUCCIÓN

El incremento de las facultades de ingeniería en las Instituciones de Educación Superior de nuestro país, necesidad impostergable a la luz de las transformaciones económicas y sociales que se experimentan desde el triunfo de la Revolución Cubana, originó un movimiento de profesores de Ciencias Naturales de la Enseñanza General o con otra formación profesional hacia el sistema de Educación Técnica Superior. Este movimiento ha provocado que a este tipo de enseñanza se traslade la concepción del trabajo, propia para una escuela que prepara para la vida en general, pero que no tiene un carácter

---

<sup>1</sup> Docente de la Universidad de Guantánamo. Guantánamo. Cuba.

<sup>2</sup> Miembro de Centro de Estudios de Educación Superior de la Universidad de Guantánamo. Cuba.

nítidamente profesional o de especialistas en una disciplina universitaria no técnica o sin formación docente lo que ha incidido en que los resultados alcanzados por las disciplinas comprendidas en ciclo de las Ciencias Naturales para diferentes especialidades técnicas no sean los óptimos.

La valoración de la situación mencionada en este tipo de Enseñanza y considerando que entre las tendencias actuales que se manifiestan en la Sociedad como resultados de la Revolución Científico Técnica son:

- Impetuosa producción de conocimientos científicos y tecnológicos y su incidencia directa en la actividad cotidiana del hombre;
- Interdisciplinariedad y Multidisciplinariedad en el estudio de los fenómenos y procesos biotecnológicos, de la cibernética, de la bioquímica, de la cosmonáutica, etc.

Por otro lado, la concepción curricular cubana se sustenta en tres ideas básicas:

- La unidad entre la instrucción y la educación
- El vínculo entre el estudio y el trabajo
- La sistematicidad

Además, en los últimos años se ha logrado introducir en el diseño de los planes de estudio una disciplina que genéricamente se ha denominado “Disciplina Principal Integradora” como soporte fundamental de la actividad investigativo-laboral del estudiante de primero a quinto año.

Las ideas rectoras mencionadas constituyen el basamento del modelo pedagógico, que en Cuba se ha denominado Modelo del “Perfil Amplio”, que aborda la solución de otra contradicción esencial que existe entre la formación general y la especialización durante el proceso de formación del profesional.

Desde el punto de vista formal los planes de estudio presentan una adecuada coherencia e integración entre los diferentes componentes del sistema. Sin embargo, durante el desarrollo de diferentes actividades metodológicas se ha constatado la existencia de inadecuada aplicación de algunos principios de la enseñanza. Estos no se están materializando de la manera adecuada durante el proceso de formación. No se puede obviar que uno de los principios del enfoque sistémico establece que: Si cada parte del sistema se pone a funcionar con el máximo de efectividad, el sistema como un todo no funcionará de la misma forma.

Además, este hecho también se pudo observar durante los controles a clase y en entrevistas efectuadas a profesores de Biología, Química, Física y otras disciplinas del plan de estudio, así como durante la realización de ejercicios de evaluación integradores, donde, los alumnos manifiestan insuficiente desarrollo de habilidades en la generalización y la sistematización del material factual de los diferentes cursos y en la aplicación adecuada de un enfoque dialéctico materialista en los trabajos de curso y de diploma.

El principio que menos se materializa es el Principio de la relación ínter materia y desde el punto de vista metodológico el mayor problema se presenta en la elaboración de la red lógica por parte de los docentes, tal como expresaron algunos profesores durante la entrevista desarrollada.

La integración entre las disciplinas científicas, tecnológicas y humanísticas en la solución de los problemas profesionales, y de la práctica social en general, nos obliga a buscar vías para perfeccionar la labor de nuestros docentes en el desarrollo del proceso de enseñanza de las Ciencias Naturales, y a manera de una pequeña contribución a su solución, en el trabajo se presentan algunas ideas, abordadas por los autores en las clases de Metodología de la Enseñanza de la Física y en el tratamiento de algunos elementos del Diseño Curricular. Su objetivo se ha dirigido al establecimiento de algunos criterios para la selección y estructuración del contenido de los cursos de Química, Física, Biología y otras ciencias naturales en la Enseñanza de la ingeniería que garantice la Interdisciplinariedad en la concreción de los principales elementos curriculares.

Los criterios, opiniones, así como las sugerencias presentadas en el trabajo constituyen el resultado de un estudio sistemático de una amplia bibliografía, de la realidad educacional de nuestro entorno profesional y de la aplicación de diferentes métodos e instrumentos de investigación.

Las ideas presentadas en el trabajo han sido intercambiadas con los alumnos del Curso Regular Diurno del ISP, profesores en ejercicio y del Dpto. de Ciencias Básicas de la facultad donde laboramos y en otros centros politécnicos del territorio guantanamero, existiendo buena comprensión y asimilación, así como una adecuada aplicación durante el desarrollo del análisis metodológico de algunos temas de las diferentes disciplinas del Ciclo de Ciencias Naturales, incluyendo las matemáticas.

## DESARROLLO

La Revolución Científico Técnica (RCT) que experimenta la humanidad en la época actual constituye un reflejo fiel de la fusión ocurrida entre la ciencia y la técnica, de la ciencia con la producción material en general y la conversión de la ciencia en fuerza productiva. Este hecho hace que la enseñanza politécnica media y superior se convierta en una de las vías fundamentales para acelerar el desarrollo económico de los países del tercer mundo.

La conversión de la ciencia en fuerza productiva, es decir, la producción, se convierte en la plasmación práctica de los logros de la ciencia. Gracias a este hecho, a las experiencias y habilidades de los trabajadores, el conocimiento científico pone a disposición del hombre fuentes inagotables de riquezas. Por eso, en el proceso de enseñanza de las Ciencias Naturales, del Ciclo básico, en la formación del ingeniero el estudiante debe comprender y asimilar, ante todo, el vínculo esencial que hay entre la ciencia, la tecnología y la producción y sobre esta base dominar los conocimientos y habilidades generales que le permitan orientarse libremente en las diferentes ramas de la producción en una profesión dada.

También se observa como desde la segunda mitad del siglo XIX, la aparición y profundización de nuevas interrelaciones entre los tres grupos fundamentales de ramas de las ciencias – sociales, naturales y técnicas- está predeterminado por las demandas de la práctica histórico-social. La ciencia contemporánea se caracteriza por la complejidad de su objeto por lo que resulta imprescindible valorar todas sus facetas simultáneamente y en su interrelación. Tal visión del mundo se debe formar a plenitud en las Instituciones de Educación Superior (IES).

Sin embargo, como se puede identificar del análisis de algunos programas, la base de la estructuración de los planes y programas de estudio en la Educación Superior Cubana es el principio de su construcción por objetos. Tal enfoque, como se conoce, refleja el camino evolucionista del desarrollo de las ramas de determinada ciencia, correspondientes a distintas formas del movimiento de la materia (física, química, biológica, entre otras), y al nivel del progreso social. Es decir, la investigación de los procesos y fenómenos naturales y sociales se realiza por la descomposición de estos objetos en diferentes subsistemas, conjunto equipotente, con el de los objetos de estudio de las diferentes ciencias particulares. Con eso, las bases del contenido científico, que representan una descripción y generalización de los hechos, fenómenos y procesos que se presentan en la realidad, concordadas con los principios didácticos se convierten en las asignaturas o disciplinas docentes.

El enfoque disciplinar tiene aspectos positivos. Garantice el nivel de actualidad de los conocimientos para los nuevos especialistas y la homogeneización del contenido para todos. Sin embargo, este tiene cierta limitación didáctica, ya que cada disciplina estudia los hechos y fenómenos del mundo real de manera un poco unilateral, según sus propios objetivos y desde sus posiciones.

La separación de algunos aspectos del material de estudio y su hiperbolización unilateral pueden ser justificadas, por cuanto contribuyen a organizar y ordenar de manera orientada y profunda el conocimiento del mundo circundante. No obstante, tal visión unilateral del material dentro del marco de una disciplina puede conducir a la formación de conceptos erróneos acerca de las propiedades y cualidades aisladas de los objetos y fenómenos naturales que se dan en su objeto de transformación profesional, a la aparición del hábito de ver las cosas y los procesos naturales en su aislamiento, fuera de su gran interrelación general.

Como resultado se manifiestan serias dificultades en la formación de una concepción dialéctico-materialista y en su preparación para una actividad profesional creadora. Por tal motivo el cumplimiento de la demanda social, en cuanto a la formación de un especialista integral y creador requiere del perfeccionamiento continuo del proceso de formación del profesional. Una de la vía para resolver esta tarea tan importante como compleja es lograr la interdisciplinariedad del currículo y su implementación práctica.

La interdisciplinariedad en la formación del ingeniero en la escuela superior cubana adquiere una importancia singular, ante todo, por que los futuros

ingenieros deben saber aprovechar las relaciones ínter materias no sólo para su formación durante el estudio del material docente, la asimilación de los planteamientos fundamentales de las Ciencias, sino a fin de dominar / apropiarse de los procedimientos y métodos que brindan una adecuada interdisciplinariedad en el enfrentamiento de los problemas de su práctica profesional.

Sin embargo, en la práctica de la Educación Superior el problema de la interdisciplinariedad no se ha resuelto de manera eficiente, ni suficiente. En la mayoría de los programas de las disciplinas esta no se refleja de manera adecuada, no sólo de las Ciencias Naturales, sino y del resto de las disciplinas del ciclo de básica específica y del ejercicio de la profesión.

Consciente de la enorme interrelación entre las Ciencias sociales, naturales y técnicas y en especial la inmensa interrelación entre el estilo de pensamiento tecnológico y el científico natural y que podemos sustentar en que el pensamiento tecnológico ha influido en el pensamiento científico natural por cuanto el científico al establecer un problema e identificar vías de solución por lo general tiene una representación previa acerca del resultado final y de las posibles consecuencias de sus acciones, etc. Un ejemplo se tiene en la interpenetración entre la Pedagogía y la Tecnología Educativa o la gestión por proyectos en el sector empresarial.

Una aproximación a la solución óptima de esta tarea en el proceso de formación de técnico-profesional se debe buscar a partir del establecimiento de la relación existente entre el desarrollo de la ciencia y la actividad práctica-productiva de los hombres.

En Dialéctica de la naturaleza Federico Engels caracterizó el desarrollo sucesivo de las distintas ramas de la ciencia de la naturaleza con las siguientes palabras: "Primeramente, la Astronomía, cuyo conocimiento era absolutamente necesario para los pueblos pastores y agricultores, aunque sólo fuese por el cambio de las estaciones. /... /. Enseguida, al llegar a una cierta fase de la agricultura, en ciertas regiones (elevación del agua para el riego, en Egipto), y sobre todo con la aparición de las ciudades, con las grandes construcciones y con el desarrollo de la industria, la mecánica, /...../. Estas palabras sirven para ilustrar la idea de que, ya desde el primer momento se hallaron el nacimiento y desarrollo de las ciencias condicionados por la producción." (4, 155).

En esta misma obra y en otros trabajos [1, 6, 7, 8, 9] se revela el desarrollo de las ciencias y se destaca que desde la prehistoria el hombre pasa paulatinamente de la observación y utilización de los materiales que lo rodea al conocimiento de su esencia, paso a paso va descubriendo nuevas propiedades de los objetos materiales y procedimientos para su utilización en aras de satisfacer sus necesidades materiales y espirituales. De esta manera, la primera etapa en el desarrollo de los conocimientos y de la actividad práctica del hombre consiste en el reconocimiento del papel de los objetos y fenómenos del medio que lo rodea en su vida cotidiana.

La próxima etapa en el desarrollo social es el reconocimiento y establecimiento de la generalidad de las cualidades características y sus diferencias cuantitativas en diferentes objetos y fenómenos. Esto conduce inevitablemente a la comparación cuantitativa según uno u otro rasgo. De esta manera en la actividad práctica del hombre se forma el concepto cantidad y en las Ciencias Factuales - la magnitud -, que es una característica numérica de las propiedades de los objetos reales, obtenida mediante mediciones. Como resultado de la interacción de los diferentes objetos naturales sus estructuras y sus estados cambian, es decir, varían sus propiedades.

El reconocimiento de estos enlaces y dependencias provocan la necesidad de utilizar magnitudes más complejas. En cada concepto utilizado por el hombre están fijadas y generalizadas las experiencias acumuladas por la humanidad.

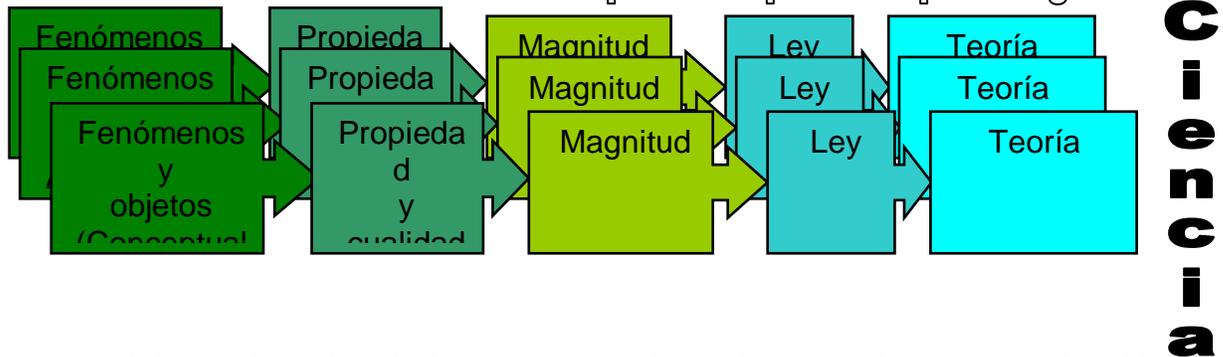
Cualquier propiedad de los objetos materiales desempeña un papel contradictorio en la actividad práctica del hombre, unas posibilitan y otras obstaculizan el logro del objetivo. Un ejemplo elocuente lo constituye el dominio adquirido por el hombre del Cro-Magñon, en el tratamiento de la piedra sílice y como esta actividad caracteriza toda una etapa histórica de la humanidad o el papel desempeñado por la biotecnología en la actualidad y su papel transformador en diferentes ramas de las ciencias y las tecnologías.

La búsqueda de modos de cambiar de manera cuantitativa y cualitativa las propiedades de los objetos materiales y fenómenos, así como las formas de controlarlas constituye una de las tareas fundamentales de la actividad científico-práctica del hombre. La solución de las contradicciones y el deseo de comprender la naturaleza de los fenómenos despertó en el hombre el estudio de las condiciones de surgimiento de los procesos, revelar las relaciones causales entre ellos, esto le permitió el descubrimiento de las leyes de la realidad objetiva.

El conjunto de conocimientos acerca de determinadas propiedades del objeto, el sistema de conceptos y leyes, unidos por una idea o principio común y que están relacionados con algún aspecto de la realidad objetiva, conforman una u otra teoría y la suma de conocimientos sistematizados que reflejan determinada faceta del mundo material, en correspondencia con el objeto de investigación, y los métodos de estudio, constituyen una rama del conocimiento social, es decir, una ciencia.

El análisis y la estructura revelada aplicados a cualquiera de las Ciencias Naturales posibilita mostrar la estructura y la génesis del conocimiento científico mediante el siguiente esquema:

## Proceso del conocimiento: enfoque disciplinar o por asignatura



La repetición del núcleo de la teoría constituye la expresión de que las Ciencias Naturales no estudian un sólo fenómeno, sino las diversas formas del movimiento de la materia, su desarrollo histórico se puede representar con una repetición del núcleo o sus diferentes etapas, pero, aplicado a otros objetos.

Del esquema presentado es evidente que en cada etapa del desarrollo de cualquier Ciencia Natural los elementos estructurales y su orden de consecutividad se repiten y permanecen constantes independientemente de la naturaleza del objeto o fenómeno, es decir, son las invariantes en el proceso de obtención y sistematización del conocimiento. Sólo varía el fenómeno, el proceso o una de las cualidades del objeto en estudio.

Otro aspecto que se debe tener presente para precisar el papel de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la carrera de ingeniería es el análisis de la estructura y la génesis de la producción considerando que: La enseñanza superior tiene la función de proporcionar a la economía del País la fuerza de trabajo calificada de nivel superior que requiere para su desarrollo en las distintas ramas de la producción y los servicios, y por lo tanto sus características, como Sistema de enseñanza, están condicionadas por tener un carácter netamente profesional.

El trabajo, como actividad útil, representa un proceso dirigido a cambiar o preparar los objetos que brinda la naturaleza o elaborados por el propio hombre para satisfacer sus necesidades. En determinada etapa del desarrollo social la actividad laboral y el proceso del conocimiento estaban unidos. En la actividad laboral del hombre, ante todo, le interesan las vías y los modos de alcanzar el objetivo.

En cualquier actividad práctica se necesita un análisis abstracto del objeto y durante su ejecución sólo se utilizan algunas propiedades inherentes a los objetos, el resto queda fuera de su acción transformadora. Sin embargo, el reconocimiento del carácter general de algunas propiedades para diferentes objetos, y sus diferencias cuantitativas, transcurre durante un período largo de tiempo. A muchas generaciones le correspondió realizar las mismas operaciones en diferentes condiciones y con diferentes materiales. Las soluciones más efectivas se materializaron en los instrumentos de trabajo y en los productos y se transmitían de generación en generación en formas de:

tradiciones, descripciones orales o escritas de las operaciones y dispositivos. La acumulación de muchos hechos permitió al hombre pasar a un nivel superior de generalización y al establecimiento de conceptos técnico-productivos.

Entre los conceptos técnico-productivos más importantes tenemos: Principio de acción o de funcionamiento y Tecnología de la producción. El primero de ellos se fundamenta en la aplicación dirigida de determinadas propiedades de los objetos materiales y de las leyes que determinan su variación. De esta manera las propiedades de los objetos y fenómenos de la naturaleza constituyen el elemento primario en relación con el principio de acción y lo condicionan. El reconocimiento del principio de funcionamiento permite la creación de un conjunto de dispositivos semejantes que se aplican en diferentes esferas de la actividad práctica de los hombres.

La idea expresada se puede ilustrar mediante el análisis del siguiente ejemplo: para satisfacer diferentes necesidades el hombre necesita cortar determinados productos o materiales y en dependencia de la naturaleza de estos últimos escoge un cuchillo, un hacha, una navaja o una sierra eléctrica y aunque esta acción se realiza de manera automática y pocas veces se piensa en ello cuando se realizan actividades domésticas, constituye el punto de partida para hablar de Tecnología de la Producción.

La tecnología de la Producción está condicionada por las propiedades del objeto de trabajo y los instrumentos utilizados. Un mismo resultado se puede alcanzar con diferentes procedimientos y estos determinan el carácter del proceso tecnológico.

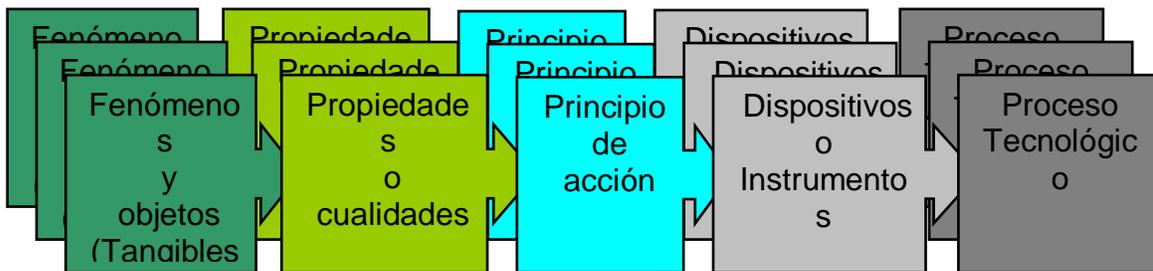
Con otras palabras, el conocimiento de las propiedades de los materiales y el nivel de desarrollo de la técnica determinan la tecnología de la producción y las características de las acciones de trabajo.

La actividad productiva, relacionada con un determinado grupo de propiedades de diversas formaciones materiales, constituye una u otra rama de la producción y los servicios y todas ellas juntas conforman la producción social y no podemos obviar que es hacia ella que preparamos en la ETP.

El análisis anterior permite revelar, de manera esquemática, los elementos estructurales y el desarrollo histórico de la producción. Pero, como en la actividad práctica del hombre, de manera constante, se conoce e incluye en el proceso productivo un número mayor de fenómenos, propiedades y leyes de los objetos a transformar hay un crecimiento constante de los dispositivos tecnológicos utilizados: nuevas tecnologías. De manera que el desarrollo de la producción se puede representar mediante una repetición del esquema # 2.

Del esquema resulta evidente que en el desarrollo lógico e histórico de la producción existen elementos estructurales, al igual que su orden de consecutividad que permanecen invariantes en cualquier proceso de producción.

De los resultados del análisis y la comparación de los invariantes del desarrollo de cualquier ciencia y de la producción se deriva el fundamento objetivo de la condicionalidad mutua existente entre la actividad científica y la actividad práctica del hombre, así como la necesidad de conocer los procedimientos de la aplicación dirigida de las propiedades de los objetos materiales y las leyes de la naturaleza.



## Proceso productivo o de servicio: enfoque de actividad

Esta relación no siempre se pone de manifiesto, ni se utiliza de manera consciente en la planificación y organización de los diferentes cursos de las Ciencias Naturales, ni en las disciplinas del ciclo básico-específico y del ejercicio de la profesión. Sin embargo, estos invariantes constituyen un elemento imprescindible en el perfeccionamiento del contenido, su estructuración de este en correspondencia con los invariantes presentados. Su uso permite mostrar a los alumnos el fundamento científico de la producción contemporánea de manera natural y pasar de una ilustración aislada de algunas aplicaciones de los conocimientos en la actividad práctica a formar un procedimiento único para analizar los fenómenos productivos y la comprensión dialéctico-materialista del papel cognoscitivo-transformador de las Ciencias Naturales.

Estas ideas se manifiestan de una u otra forma en los cursos de Física, Biología, Química, etc. en las diferentes carreras de Ingeniería, aunque no de una manera óptima. No existe sistematicidad en el tratamiento que debe recibir el estudio de las propiedades de los objetos materiales, como elemento primario en relación con las aplicaciones, no se asimilan, de manera adecuada, los conceptos de propiedad y fenómeno así como el concepto de magnitud se abordan formalmente. Esto se pudo constatar durante la observación de clases realizadas a diferentes docentes, así como la realización de conversatorios con estudiantes de ingeniería. Estas deficiencias se manifiestan en los diferentes cursos lo que se agudiza por la no-utilización adecuada de los invariantes antes señalados en la estructuración y organización del proceso de enseñanza, elaboración del currículo, de las Ciencias Naturales en las carreras de Ingeniería para el logro de la interdisciplinariedad.

De la comparación de los invariantes del desarrollo de la ciencia y la producción y considerar los objetivos de la formación del ingeniero se puede plantear la siguiente idea: El principio de la relación inter materia como expresión en la Didáctica de uno de los principios fundamentales de la gnoseología marxista: El principio de la concatenación universal indica la necesidad de estudiar todos los objetos y fenómenos en sus nexos internos e interdependencias y nos indica que la compleja pluralidad de los tipos de relaciones que se manifiestan en un objeto de la profesión dado no puede ser descrito y explicado por una sola ciencia y cuya aplicación en la concepción del diseño curricular no se puede excluir. El currículo es un proyecto multidisciplinar que debe tener carácter interdisciplinario y como tal debe proyectarse en la organización, ejecución y control del proceso de enseñanza de las Ciencias Naturales.

El carácter politécnico y profesional de la enseñanza de las Ciencias naturales en las carreras de ingeniería, que se deriva de un principio general: el principio de la vinculación de la teoría con la práctica, en este tipo de enseñanza se debe comprender para su adecuada aplicación de la siguiente manera: la estructura, el contenido y demás aspectos del proceso docente-educativo deben estar dirigidos a la formación de técnicos de nivel superior en la rama de la producción y los servicios previstos en el plan de estudio correspondiente.

De esta forma se hace evidente que en la determinación de que y como enseñar se debe tener presente que cualquier vía, método o procedimiento a utilizar en la organización del proceso se debe colocar el principio de la relación intermateria como una de las vías más efectiva para la elevación del interés hacia el estudio en este tipo de centros de acuerdo con el perfil ocupacional previsto en el modelo del especialista.

El principio del carácter profesional se realiza a través del refuerzo de la atención a los aspectos, temas y asignaturas que constituyen el fundamento científico de los diferentes dispositivos y procesos tecnológicos relacionados con su futura esfera de actuación profesional, es decir, aquellos elementos que sirven de soporte a la formación y desarrollo de las habilidades rectoras en su desempeño profesional.

Durante el estudio de las Ciencias Naturales en las carreras de Ingeniería el principio de la relación inter materia adquiere el rango de principio rector en la estructuración del contenido, pero, subordinado al CARÁCTER PROFESIONAL en la determinación de las habilidades y capacidades a desarrollar en el proceso pedagógico en las carreras de Ingeniería.

La interdisciplinariedad se puede concebir desde dos puntos de vista en dependencia de su función:

- I. Crear el sistema general de conocimientos de los alumnos acerca de la realidad circundante y sus leyes objetivas sobre la base de la unidad

material del mundo y de una representación integral del mismo y los fenómenos que lo caracterizan. No resulta extraño que las tendencias actuales del conocimiento tiendan a la integración y que en el campo de la didáctica se manifiesta en la existencia del enfoque modular en el diseño curricular.

- II. Ofrecer la posibilidad de formar en los alumnos habilidades, hábitos, intereses, aspiraciones y convicciones individuales, etcétera que garantice un desempeño técnico-profesional con calidad.
- III. Con relación al primer grupo adquieren un valor significativo los invariantes presentados por el carácter interdisciplinario de los problemas de la práctica social

Esto es posible ya que posibilita una estrategia general sobre la base de la relación inter materia en el planteamiento de problemáticas comunes, en especial las técnico-profesionales para la percepción, el reconocimiento, la valoración de los fenómenos, para el análisis, la generalización y la abstracción en el estudio de los conceptos y en la realización de ejercicios de aplicación y creación teórico- prácticos, los cuales constituyen un factor importante en la elevación de la eficiencia y la eficacia de proceso de enseñanza-aprendizaje. La selección de aspectos del enfoque modular se fundamenta en los elementos aportados por la información contenida en el siguiente esquema y sustentado en el carácter interdisciplinario de la práctica social.

Durante el análisis, por ejemplo, de los programas de Botánica, Suelos, Riego y Drenaje en la Facultad de Agronomía donde laboramos, así como los de Física, Química, Biología se revelaron las siguientes dificultades:

- En los programas no existen orientaciones precisas de como realizar el principio de la relación inter materia en las diferentes asignaturas que reciben los alumnos y en tal medida, se manifestó en los diferentes programas analizados y por lo tanto predomina la interrelación por lo singular.
- Se puede apreciar que el curso de cualquiera de las Ciencias Naturales es una adaptación del curso dado en las carreras de Ciencias. No es de extrañar que centremos la atención en la demostración experimental de una ley y no en su aplicación en la solución de los problemas de su práctica profesional, ni en el desarrollo de habilidades generalizadoras.
- El principio del carácter profesional de la enseñanza en nuestra práctica pedagógica contemporánea no se toma como tal, sino como expresión del principio de la vinculación de la teoría con la práctica, lo que resulta natural cuando se habla del proceso pedagógico en su nivel más abstracto. Debe tenerse presente que, al analizar el Sistema de Educación Superior del cual se habla, por las características del proceso en este tipo de enseñanza, por sus objetivos y tareas este debe adquirir el rango de principio independiente.

En relación con la enseñanza de las Ciencias Naturales en las carreras de ingeniería la materialización de los principios didácticos adquieren determinadas particularidades en comparación con el proceso de enseñanza en otro tipo de enseñanza o carreras.

Así los principios: del carácter científico, del carácter consciente, de la solidez de la asimilación, etcétera, se mantienen constantes en su concepción. No ocurriendo así con relación a los principios; de la sistematicidad, la asequibilidad y del politecnismo. Los cuales se deben materializar de otras maneras.

Debido a las características del sistema de ingreso a la enseñanza superior y en los politécnicos, y en particular en las carreras de agronomía, nuestra base empírica, los alumnos que ingresan a esta última no tienen el mismo nivel de entrada, ni tienen los mismos niveles de motivación. Esto se agudiza por el gran volumen de información que reciben de acuerdo al plan de estudio. Con respecto a esto, el principio de la asequibilidad plantea algunas exigencias al contenido y a los métodos de enseñanza y entre estas se destaca la necesidad de seleccionar el contenido en correspondencia con la estructura y la génesis de la Ciencia Natural, es decir, este no debe hacerse de manera mecánica, sino con un enfoque sistémico.

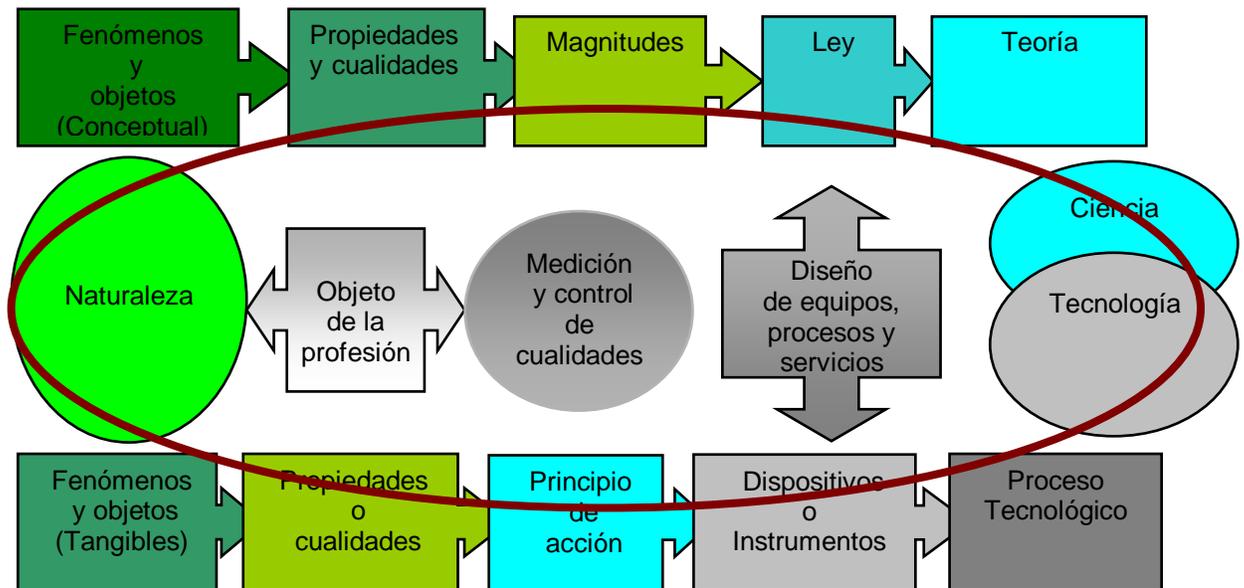
Durante la materialización del principio del politecnismo en la Enseñanza Superior se debe tener presente que los estudiantes se preparan para el ejercicio de profesiones técnicas y por eso determinado material politécnico puede ser excluido del curso de la asignatura del ciclo de Ciencias naturales y presentarse en otras asignaturas y por otro lado, es necesario revelar de manera completa el fundamento científico de la técnica y la producción contemporánea.

En este sentido conviene recordar que en la E.G.P.L el análisis de las cuestiones de la técnica y la tecnología de las diferentes producciones sirve, no como objetivo propio, sino como ilustración del valor práctico del conocimiento de los fenómenos y leyes estudiadas. Tal concepción, aplicada de manera automática, conduce a una disminución del interés hacia las diferentes Ciencias Naturales y de manera indirecta hacia la profesión en las carreras de ingeniería.

Como se señaló anteriormente para la selección y estructuración de los diferentes cursos de Ciencias naturales el principio del carácter profesional de la educación superior tiene un significado especial y el mismo cambia el sentido del politecnismo.

En las carreras de ingeniería los Cursos de Ciencias Naturales constituyen el fundamento para el estudio de las disciplinas y asignaturas técnicas o del ejercicio de la Profesión.

## Proceso del conocimiento: enfoque disciplinar o por asignatura



## Proceso productivo o de servicio: enfoque de actividad

Considerando la especificidad de la Enseñanza Técnica Superior y por ende la materialización de los diferentes principios didácticos resulta natural el siguiente planteamiento:

A las carreras de ingeniería no se puede trasladar la concepción de los diferentes cursos de Ciencias Naturales de otras carreras universitarias o cualquier variante de éste y por lo tanto en ellas, como subsistema del nivel superior, debe tener sus propios cursos.

Los Cursos de las Ciencias Naturales para la ETP deben satisfacer lo siguiente:

- Conservar su carácter general, es decir, contribuir a formar en los alumnos la concepción científica del mundo, el desarrollo del pensamiento lógico y el desarrollo de capacidades sobre la base de la asimilación de los fundamentos de las Ciencias.
- Satisfacer los principios didácticos en correspondencia con las características de la Educación Superior
- Enfatizar el principio del carácter profesional de la enseñanza en éste sistema.

La satisfacción de estas exigencias para cualquiera de los cursos de las Ciencias naturales en las carreras de ingeniería y en especial lo relacionado con el principio del carácter profesional requiere de un arduo trabajo por parte de profesores y especialistas, ya que, la observación de éste de manera plena,

parece implicar la elaboración de tantos cursos como carreras de ingeniería se estudian en la Educación Superior.

Sin embargo, la propia organización de este sistema muestra que es posible cierto agrupamiento según las carreras, y por ende de la posibilidad de elaborar cursos básicos y contemplar las particularidades de cada carrera.

Por cuanto en el trabajo no se presentan programas elaborados, no era el objetivo del mismo, resulta conveniente señalar que las ideas expresadas se han aplicado en la elaboración de recomendaciones metodológicas para los Cursos de Matemática, Física y Química en la Carrera de Ingeniería Agrónoma en la Facultad de Agronomía de Sabaneta y en algunos Centros politécnicos de la provincia de Guantánamo.

Una de las tendencias modernas con relación a la enseñanza profesional, ya sea en la formación de técnicos medios o superiores, es la fundamentalización de la enseñanza, que consiste, no en darles a los estudiantes sólo lo que necesitan en estos momentos histórico-concreto, sino aquellos que tienen importancia metodológica, que cambian con relativa lentitud y no envejecen durante un tiempo bastante largo de tiempo.

Las ideas centrales presentadas en éste trabajo han sido utilizadas en el desarrollo de actividades metodológicas con profesores y cursillistas durante el análisis de clases prácticas del Diseño Curricular y los resultados han sido satisfactorios. En estos momentos se ha proyectado su aplicación en la elaboración de sistemas de ejercicios y de actividades prácticas de laboratorio donde los estudiantes apliquen los conocimientos en los tres niveles siguientes:

- Cuando conoce el principio científico y no tiene conocimiento de la especialidad; en este caso las preguntas y problemas se vinculan a la especialidad a partir del contenido correspondiente al objeto o propiedad. Se desarrollan habilidades para caracterizar el objeto de transformación. (I Nivel)
- Cuando tiene cierto nivel de conocimiento de la especialidad y puede dar solución a variantes de aplicación del fenómeno en la técnica; cuando se da esta situación es recomendable la utilización de tareas teórico-prácticas a resolver en estrecha relación con las asignaturas técnicas. Sobre la base del análisis del principio de funcionamiento de los dispositivos tecnológicos relacionados con la especialidad técnica y el desarrollo de habilidades en el manejo de los instrumentos de medición de las propiedades de los objetos. (II Nivel)
- Cuando conoce el nivel técnico y puede realizar aplicaciones de los fundamentos de las Ciencias Naturales en la técnica; aquí es recomendable utilizar las diferentes variantes de trabajos investigativo, dirigidos a resolver problemas técnicos. En este nivel el alumno no recibe ninguna de las asignaturas relacionadas con las Ciencias Naturales, pero requiere de sus fundamentos para resolver problemas técnicos que se dan en su práctica profesional y en la ejecución del Trabajo de

Diploma. Aplicación de los principios y leyes en el diseño y elaboración de nuevas tecnología (III Nivel)

## CONCLUSIONES

Aunque en el trabajo no se presentan resultados cuantificables resulta necesario recordar que, el objetivo del mismo consiste en mostrar algunas ideas a considerar durante el diseño de los cursos del área de Ciencias naturales en las Carreras de ingeniería y que su desarrollo ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- La aplicación de un enfoque didáctico basado en el vínculo existente entre el desarrollo lógico-histórico de las Ciencias Naturales y el de la producción brinda amplias perspectivas para el perfeccionamiento de su estudio en las carreras de ingeniería
- La observación del principio del carácter profesional de las carreras de ingeniería indica la necesidad de explotar y materializar de manera adecuada la interdisciplinariedad a durante la exposición de las diferentes disciplinas del ciclo de Ciencias Naturales o Básico.
- La búsqueda de la interdisciplinariedad o la observación del principio de la relación Intermateria no debe conducir a una reducción automática del contenido, sino a una fundamentización sobre la base de un vínculo estrecho entre el sistema de conocimientos científicos (fenómenos, propiedad, magnitud, ley y teoría con las diferentes asignaturas técnicas de manera que se traten hasta el nivel de generalización y aplicación en correspondencia con el perfil profesional, propio de las carreras de ingeniería.
- La aplicación del principio de la relación ínter materia en subordinación al del carácter profesional de la enseñanza superior requiere de la utilización de métodos y procedimientos que respondan a sus exigencias y se posibilite un movimiento bidireccional. Es decir, que exista una flexibilidad, sobre una base conceptual sólida, para pasar de la especialidad a las Ciencias Naturales y de estas a la profesión. De manera que se revele, en todo el curso, y se interiorice por los estudiantes, que sólo el conocimiento de los fundamentos científicos de los diferentes dispositivos permite la selección del procedimiento o instrumento más efectivo para la realización de la actividad productiva en correspondencia con el objetivo y las condiciones existentes.

## BIBLIOGRAFÍA

ARBATOV, A y Otros. Ecología; APN. Moscú; 1989, 86p.

BUGAEV, A.I. Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media. Editorial Pueblo y Educación, La Habana. 1989. 332p.

BUNGE, M. La investigación científica. Editorial de Ciencias Sociales; La Habana. 1972. 955p.

ENGELS, F. Dialéctica de la naturaleza. Editora Política, La Habana. 1979. 348 p.

HORRUITINER, P. El modelo curricular de la educación superior cubana. En: 2da Convención Internacional de Educación Superior. Programa/ Resúmenes. Editorial "Félix Varela" La Habana, 2000

KOPNIN, P.V. Lógica dialéctica. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1983, 560p.

Las ideas básicas de la Física. Redacción de A.T. Grigorian y L.S. Polak. Ediciones Pueblos Unidos S.A. Montevideo, Uruguay, 1962.

MARINKO, G. ¿Qué es la Revolución Científico Técnica? Editorial Progreso, Moscú. 1989. 311p.

Metodología del conocimiento científico. A. C. de Cuba. A.C. de la URSS. Editorial de Ciencias Sociales; La Habana. 1975. 445p.

MIGDAL, A.B. ¿Cómo surgen las teorías físicas? Editorial MIR. Moscú.