

**UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO  
" HERMANOS SAÍZ MONTES DE OCA "  
GRUPO DE ESTUDIOS DE DIDÁCTICA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

# **UN ENFOQUE DE LA DIDÁCTICA DE LA PETROLOGÍA: MODELO PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LOS CONTENIDOS.**

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias  
Pedagógicas.

Autor: M/C. Arturo Andrés Hernández Escobar.

Tutor: Dr. Cs. Carlos Alvarez de Zayas.

Pinar del Río  
1999

## **INTRODUCCION.**

Los umbrales del tercer milenio conducen inexorablemente a la convivencia en un mundo donde el devenir socioeconómico expone como un imperativo insoslayable, la elevación de la calidad de los sistemas educativos. Por tanto todas aquellas personas que encuentran la maravilla en la cotidianidad de la enseñanza y que se identifican con la noble tarea de educar, se ven comprometidas con todo el quehacer de la Universidad Contemporánea para solucionar las demandas que le hace el avance impetuoso de la ciencia.

El Ministro de Educación Superior Dr. Fernando Vecino Alegret, al referirse a los reclamos de estas instituciones, ha expresado:

“La alta misión asumida por las universidades de graduar profesionales que junto con la consolidación de los valores ciudadanos, tengan una sólida preparación básica que les permita adaptarse con mayor rapidez y eficiencia a los cambios tecnológicos, y a la vez mayor versatilidad para su ubicación laboral, en buena medida ello ha sido posible por las más probadas muestras de responsabilidad y entrega de los profesores universitarios como educadores, por su compromiso incondicional a la función a ellos encomendada (Vecino Alegret, F., 1997b, p. 83).”

La Educación Superior en Cuba es heredera por su origen histórico de una concepción de la enseñanza que marcha acorde con el desarrollo de la ciencia contemporánea.

No puede existir modernización en sus instituciones sin la aceptación de una cultura científica, sin el firme asidero a las principales tendencias de la Didáctica, entendida esta como matriz disciplinaria, donde las exigencias de los objetivos, métodos, sean el conjunto de naturaleza teórico - metodológica que conlleven a un reordenamiento de los planes de estudio, de las distintas formas de organización de la docencia, donde la primordial responsabilidad, más que enseñar la ciencia de manera técnica, sea introducirla propedéuticamente y conducirse por el método de la disciplina, enfatizándose más en los procesos que en los resultados. En correspondencia con estos criterios se inserta la tendencia que exige a la universidad actual la formación de profesionales dueños de la creatividad y de la independencia cognoscitiva, dicho en otras palabras, se impone enseñar a pensar a los estudiantes a que no se apropien solamente de los resultados del pensamiento científico de la época, sino a que hagan suyos, los modos de organización y estructuración del conocimiento, los cuales le permitirán actuar y pensar por sí mismos con sentido creador, lo que sólo puede lograrse sobre la base de una integración armónica y ajustada en el desarrollo de la ciencia entre lo qué se enseña y cómo se enseña, el contenido de las asignaturas y la lógica en cómo se estructura dicho contenido, ya sean en la asignatura, los temas o las tareas docentes.

En esta concepción de la estructura de la asignatura, el tema ocupa un lugar preponderante, ya que en él se desarrolla la habilidad y a través de ella es asimilado el conocimiento y el logro del objetivo, quien es el responsable de integrar a ambos. El desarrollo de habilidades debe concebir la formación del

modo de actuación profesional que exige el encargo social del especialista que se pretende formar.

Este trabajo responde al perfeccionamiento del Proceso Docente Educativo, específicamente al diseño curricular de los contenidos en la asignatura Petrología, a partir de la relación entre los problemas de la profesión, el objeto del profesional de la Geología, y el objeto de estudio de la ciencia Petrología, basado en la relación **ciencia – docencia – profesión**, que contribuya a la formación del modo de actuación profesional desde la asignatura, aplicándose los métodos propios de la ciencia en función de resolver problemas de la profesión.

Teniendo en cuenta la significativa importancia que en el perfeccionamiento del Proceso Docente Educativo se le concede al desarrollo de las habilidades profesionales por parte de las disciplinas básicas específicas, de manera que tributen al logro del modelo del profesional al incorporarlo al ejercicio de la profesión, las deficiencias detectadas en las entrevistas realizadas a expertos y profesionales de la producción, y el análisis de los planes de estudio precedentes e inclusive el plan de estudio “C” en relación con el análisis, selección y estructuración de los contenidos de la Petrología, denotan que el **Problema** de esta investigación radica en que los estudiantes en la asignatura del ejercicio de la profesión no demuestran el dominio del contenido de la Petrología de forma consciente al aplicarlos a la solución de problemas propios de la profesión del Geólogo.

El **objeto de la investigación** es el proceso docente educativo de la Petrología en la carrera de Geología.

El **objetivo** propuesto para darle solución al **problema** es la elaboración de un modelo teórico que fundamente el programa de la asignatura Petrología para ingenieros geólogos, basado en la relación **ciencia – docencia – profesión** para la selección y estructuración de los contenidos, que contribuyan a la formación de modo de actuación en los estudiantes desde una asignatura básica – específica, aplicándose los conocimientos y métodos de la ciencia en la asignatura en función de solucionar problemas profesionales.

El **campo de acción** de la investigación es la **selección y estructuración de los contenidos de la Petrología** en función del modo de actuación del profesional de la Geología.

La **hipótesis** que se defiende en esta investigación consiste en:

Si al estructurar la **Petrología como asignatura** se tiene en cuenta la relación **objeto de la ciencia** (Rocas terrestres y extraterrestres) – **objeto de la profesión** (Corteza Terrestre), lo cual origina una cualidad superior que es el **objeto de estudio** (Principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas), a partir de los **problemas profesionales** (Prospección y exploración de yacimientos minerales, aguas, petróleo y gas, y la construcción de obras ingenieriles necesarias para el desarrollo social con la menor afectación posible al entorno), los cuales determinan los **objetivos del modelo del profesional** (Interpretar los resultados obtenidos al nivel de cada método de investigación e integralmente para dar solución a los problemas Profesionales

del geólogo), y a partir de ellos definiéndose el **objetivo y la habilidad de la asignatura** (reiterada en cada uno de los temas) como: Interpretar los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas, teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales, acorde con la relación general entre el método de la ciencia y el de la profesión para estructurar las acciones de enseñanza y aprendizaje (método de enseñanza y aprendizaje) que conducen a la apropiación del modo de actuación profesional, entonces se podrá diseñar un **modelo teórico para la selección y estructuración de los contenidos** (conocimientos y habilidades) de un programa de Petrología para ingenieros Geólogos capaz de responder a su perfil como ciencia descriptiva y contribuir al perfeccionamiento de su didáctica especial.

La **actualidad y el interés de la investigación** están dados, por cuanto se dirige al perfeccionamiento del proceso docente educativo de la Petrología a partir de que sus contenidos han sido seleccionados de la ciencia, y estructurados en función del Modelo del Profesional, lo que contribuye al desarrollo del modo de actuación desde una asignatura básica específica y a resolver la contradicción dialéctica de la investigación entre el contenido y su estructura. El trabajo constituye un aporte al perfeccionamiento de la didáctica de la Petrología.

El **aporte teórico** consiste en que:

1. La relación entre los **problemas profesionales** (Prospección y exploración de Yacimientos minerales, aguas, petróleo y gas, y la construcción de obras ingenieriles necesarias para el

desarrollo social con la menor afectación posible al entorno) con el **objeto de la ciencia** (Rocas terrestres y extraterrestres) y el **objeto de la profesión** (Corteza Terrestre), permite precisar el **objeto de la asignatura** (Principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas de la corteza terrestre).

2. La relación entre el **objeto de estudio de la asignatura Petrología** (Principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas de la corteza terrestre) y el **método de enseñanza - aprendizaje** (modo de actuación de profesores y estudiantes) es lo que da origen a la **secuenciación de los contenidos** (conocimientos y habilidades) de la asignatura y de cada uno de sus temas, lo cual permite el **diseño de dicho aprendizaje** a partir de la **reiteración de la habilidad** (modo de actuación del alumno), pese a que el **tema** no se identifica solo con la habilidad, sino que se diferencian de acuerdo con el **objeto de estudio** (Tema I, se identifica con los principales grupos de Rocas Ígneas; Tema II, con los principales grupos de Rocas Sedimentarias; y el tema III, con los principales grupos de Rocas Metamórficas),.
3. El **objeto de estudio** llega a identificarse con el tema, pero el alumno aprende de la reiteración de la habilidad (**modo de actuación**) en cada tema de la asignatura, lo que se convierte en una regularidad no solo para el **diseño de la selección y estructuración de los contenidos** de la Petrología, sino para el diseño de las asignaturas descriptivas.

La **significación práctica** es una metodología para la estructuración de los contenidos y el programa elaborado a través de ella para la formación de ingenieros geólogos, lo cual contribuye a la formación de capacidades y valores propios de la profesión a partir de la motivación por ella, dado el acercamiento entre la ciencia y la profesión que se deberá dar en la asignatura Petrología.

En correspondencia con el objetivo se desarrollan en la investigación las siguientes tareas:

**Primera etapa:** Fundamentación del problema o información facta - perceptible.

- 1.1. Se realizó una revisión histórica, análisis epistemológico de la Petrología como ciencia, y

análisis de su enseñanza a través de los distintos planes de estudio a partir de 1961.

1.2. Análisis de los programas de estudio “B” y los nuevos programas de estudio “C” en lo relacionado a los componentes del Proceso Docente Educativo, y específicamente de su contenido.

1.3. Aplicación de entrevistas para recoger la opinión de los mejores expertos del país en la Petrología, así como también de profesionales de la producción.

1.4. Se aprovechó la experiencia pedagógica de más de 15 años del colectivo de profesores que imparte esta asignatura en la Universidad de Pinar del Río.

**Segunda etapa:** Caracterización de la evolución histórica y epistemológica de la Petrología como ciencia y de su enseñanza en el país.

**Tercera etapa:** Elaboración de un modelo teórico de diseño curricular para la asignatura Petrología.

**Cuarta etapa:** Elaboración del programa de la asignatura Petrología.

Para el cumplimiento de estas tareas por etapas se emplearon métodos teóricos y empíricos; estos últimos se trabajaron en el diagnóstico del problema a partir de entrevistas llevadas a efecto a los mejores expertos del país que se dedican a las investigaciones petrológicas; así como también a profesionales de la producción.

Los métodos teóricos utilizados fueron, el histórico y el lógico, en la determinación de las tendencias en la enseñanza de la Petrología; el sistémico estructural, para caracterizar el objeto y campo de investigación, determinar sus componentes, y las relaciones que se establecen entre estos; el dialéctico para determinar las relaciones entre componentes de carácter contradictorio.

El proceso de investigación científica realizado y cuyo resultado es la elaboración de esta tesis ha permitido el acercamiento a una solución viable del problema planteado, estructurado y



fundamentado, donde los aportes señalados y que podrán constatarse en el desarrollo del trabajo pueden contribuir al desarrollo de habilidades en los estudiantes que tributen a la formación del modo de actuación profesional desde la asignatura Petrología.

El trabajo constituye el resultado de una investigación que comenzó en el año 1994 y ha sido presentada de forma parcial en: Primer Taller Internacional de enseñanza de la Geología (1995); para optar por el Título de Magister en Ciencias de la Educación Superior (1996); Evento Provincial de Pedagogía 97'y en el Evento Provincial de la Sociedad Cubana de Geología (1997); Evento Internacional Universidad 98'y el XII Forum de Ciencia y Técnica de la Universidad de Pinar del Río (1998).

De la investigación también surgieron dos publicaciones:

1. El análisis, selección y secuenciación de los contenidos en el tema de las Rocas ígneas. Publicado en la Revista Minería y Geología del Instituto Minero Metalúrgico de Moa (número 1), Holguín, 1999.
2. La Zona de Desarrollo Próximo en el aprendizaje del metamorfismo. Publicado en la Revista Minería y Geología del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (número 2), Holguín, 1999.
3. El aprendizaje de las Rocas Ígneas con un enfoque constructivista. Aprobado para ser publicado en la Revista Española "Enseñanza de las Ciencias de la Tierra". Número 1, 1999.

## **CAPITULO I. LA GEOLOGÍA Y LA PETROLOGÍA COMO CIENCIA. TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA PETROLOGÍA DESPUÉS DE 1961.**

### **1.1. Análisis histórico de la Geología y la Petrología como Ciencia.**

Desde la antigüedad, el hombre sintió la curiosidad por conocer la tierra, la composición de los materiales que en ella se encuentran y los fenómenos que tienen lugar en la misma. Aristóteles (S.IV.a.n.e), fue el naturalista más destacado del mundo griego, y en sus trabajos señaló el origen de los minerales, de los metales, los fósiles, los terremotos y otros fenómenos y procesos (en Díaz, 1995). La palabra Geología comenzó a usarse como una acepción abstracta, en la que se incluían todos los conocimientos terrenales en contraposición con la palabra más antigua y dominante: Teología.

En el Renacimiento y con las ideas de Descartes, Galileo, Kepler, Newton a lo largo de los siglos XVI y XVII es que la Geología comienza a abarcar un campo más limitado del conocimiento, relacionado con el origen y evolución del planeta; nace la ciencia empírica, basada en la observación, la experimentación y la inducción, y con ella aparece el método experimental. Agrícola (1494-1555) y Stenon (1631-1687) comienzan a escribir hipótesis científicas como el principio de superposición de los estratos.

No es hasta el siglo XVIII que la Geología se constituye como ciencia independiente, al quedar establecidos los principios fundamentales que la sustentan, así como una serie de conceptos básicos, incluida la clasificación de fósiles, minerales y rocas. Durante el siglo XIX, y en particular en el siglo XX, la

Geología alcanza un desarrollo inusitado que conduce a un proceso de diversificación y especialización, dando lugar a la aparición paulatina de un conjunto de ciencias geológicas, cada una de ellas con objetivos y métodos diferentes.

La mitad del presente siglo se ha caracterizado por la utilización de nuevas técnicas portadoras de datos extraordinariamente interesantes y provocando el surgimiento de nuevas teorías que han revolucionado el conocimiento geológico existente.

La Petrología es la rama de la Geología que estudia las rocas, entendido por roca cualquier agregado natural de minerales o mineraloides como el vidrio (Cepeda, 1985).

Aquella parte de la Petrología que se ocupa de los aspectos descriptivos de las rocas, tales como la forma, estructuras, texturas, composición y clasificación, se denomina Petrografía, mientras que la dedicada a explicar su origen es la Petrogénesis.

Para efectuar todos estos estudios la Petrología se apoya en observaciones de campo y análisis de laboratorio; estos últimos caen en el campo de la Química, Físico - Química y Mineralogía óptica.

Se puede decir que la Petrología, como ciencia, comenzó su historia en la segunda mitad del siglo XVII en la violenta controversia entre plutonistas y neptunistas. Hasta entonces, se pensaba que tales rocas, incluyendo los granitos y los basaltos, provenían de la sedimentación en un primitivo océano universal. A los geólogos que sostenían este conjunto de ideas sobre el origen

marino se les llamo neptunistas, y su principal exponente fue Abraham G. Werner. Frente a esta escuela pronto se alzó la escuela plutonista, que sostenía el origen volcánico de los basaltos y rocas afines. James Hutton, el más prestigioso defensor de esta escuela, en su obra " Theory of the Earth" (1795), estableció que tanto las Rocas Ígneas como los yacimientos minerales asociados a ellas tienen origen magmático.

Los principales enfoques para estudiar las Rocas Ígneas son: Geológicos, petrográficos, químicos, y experimental.

**Enfoque geológico.** Es el enfoque más antiguo y consiste en el estudio de las rocas en relación con su forma, estructura y, en general todos los caracteres observables en el terreno, acumulándose datos empíricos sobre su distribución, composición, modo de yacimiento y relación con otras rocas. Como ejemplos pueden citarse los estudios de Michel - Levy (1894) sobre el granito de Flamanville, Francia y Daly (1903) sobre el centro volcánico de Mount Ascutney, Vermont.

**Enfoque petrográfico:** La invención del microscopio polarizante marca una etapa decisiva en el desarrollo de Petrografía. H.C.Sorby (1858) y Zickel (1870) fueron los primeros en utilizar este aparato con fines petrográficos en el estudio microscópico de los basaltos. De 1870-1880 tuvo un rápido progreso la petrografía microscópica gracias a los trabajos de Zirkel, Rosenbusch, Fougué y Michel - Levy, quienes desarrollaron la Petrografía Sistemática. En la actualidad la descripción petrográfica ha dejado de ser un fin para convertirse en un medio para investigar la Petrogénesis y otros aspectos de la Geología en general.

**Enfoque químico:** La química se ha utilizado, tanto con fines petrográficos como petrogenéticos. Así Bunsen, en 1851, realizó un estudio crítico de datos químicos que lo condujeron a la concepción de dos magmas primarios, uno ácido y otro básico a partir de los cuales o de sus mezclas se generaban las Rocas Ígneas. Esta hipótesis se contraponía con la original de Sorpe (1825) que consideraba un único magma básico original. Von Cotta (1855) señaló que la miscibilidad de las fases líquidas era la responsable de la diferenciación primordial.

Durocher (1857) indica que las Rocas Ígneas son el resultado de la licuefacción, es decir, la separación de los líquidos provenientes de dos magmas primarios o de la mezcla de ellos.

Las primeras clasificaciones químicas de las rocas se deben a Roth (1861) y Scherer (1862), pero no fue sino a fines del siglo XIX y principio del siglo XX cuando aparecieron los sistemas de Loewinson - Lessing (1899), C.I.P.W (1902-1903), Ossen (1919), Niggli (1920-1931) y Lacroix (1933).

Clarke (1892-1924) y Washington (1920-1925), efectuaron estudios estadísticos partiendo de análisis químicos de rocas escogidas.

**Enfoque experimental:** En la Petrología el método experimental se empezó a emplear desde 1727 cuando Réaumur llevó a cabo experimentos sobre la cristaloquímica de los metales y la desvitrificación.

Hall, entre 1805 y 1826, mostró la posibilidad de obtener por enfriamiento lento del basalto fundido un producto cristalizado parecido al original, y de ahí que sea considerado el padre de la Petrología experimental.

En 1841 Daubrée fue el primero en fabricar un mineral en el laboratorio, la casiterita sintetizada a

partir del cloruro de estaño.

Fouque y Michel Levy (1882), Lemberg (1883 – 1888), y Vogt (1884-1923) dieron grandes aportes en este campo.

Bowen (1828) en su libro "The evolution of the Igneous Rocks" se basa fundamentalmente en datos experimentales, su idea fundamental es que un magma basáltico primario da lugar a todas las Rocas Ígneas mediante el proceso de cristalización fraccionada.

La acumulación y sistematización del conocimiento geológico, las nuevas hipótesis y teorías, la necesidad creciente de localizar y explotar materias primas minerales, condujeron, a mediados del siglo XVIII, a la creación de las primeras instituciones especializadas de nivel universitario para la formación de los profesionales de la Geología. Surgen así, la Academia de Minería de Freiberg, Alemania, en 1756, y la Escuela de San Petersburgo, Rusia, en 1773 (en Díaz, 1995).

La aparición de estas y otras instituciones docentes creó las condiciones propicias para enraizar la primera de una larga y permanente cadena de polémicas geológicas: el origen de las rocas, neptunismo y plutonismo, catastrofismo y uniformismo, fijismo y movilismo, como controversias científicas que han marcado el desarrollo de la Geología, y que han encontrado en las cátedras universitarias el lugar adecuado para el debate, la refutación, o la comprobación de una u otra posición.

Los principales pilares individuales determinantes del surgimiento primero, y el desarrollo posterior de la Geología como ciencia y la Petrología como una rama, ocupan cátedras en las más connotadas universidades europeas de los siglos

XVIII y XIX. Abraham Werner (1749-1817), creador de la teoría neptunista sobre el origen de las rocas, fue profesor de Minería de Freiberg. Otros eminentes geólogos fueron profesores en las universidades de Berlín, Munich, Viena, Edimburgo, Cambridge, y París.

En Cuba, la enseñanza universitaria surge en 1728, cuando es creada la Real y Pontificia Universidad de San Gerónimo de la Habana, la décima de América Española, bajo la dirección de la orden de los dominicos. La Universidad se componía de cuatro facultades mayores: Teología, Cánones, Leyes y Medicina, y una Facultad Menor, Filosofía.

Pasaron prácticamente cien años, antes de dejar constituida la primera cátedra universitaria que introdujo el germen de la enseñanza superior de la Geología: la Cátedra de Mineralogía y Geología, creada en 1826.

Son varios los factores que incidieron en la aparición de esta cátedra en Cuba en el primer cuarto del siglo XIX.

1- La Geología ya estaba constituida como ciencia y se iniciaba su acelerado desarrollo.

2- Existencia en Cuba de un ambiente de auge en las Ciencias Naturales.

3- Visita a Cuba de Alejandro de Humboldt en 1804, quien publica las primeras informaciones con contenido geológico sobre el país.

Estos factores condicionaron la necesidad de dotar a los naturalistas cubanos de los conocimientos mineralógicos y geológicos que requerían para el desarrollo de las Ciencias Naturales, así como para llevar a cabo los trabajos de investigación geológica con vistas a la localización y explotación de los recursos

minerales.

Aunque la explotación minera en este país se remonta a los inicios mismos de la colonia, no es sino hasta 1850 que aparece publicado el primer croquis geológico, elaborado por Manuel Fernández de Castro.

Por la Cátedra de Mineralogía y Geología de la Universidad de La Habana pasaron figuras insignes de la ciencia cubana: Felipe Poey, Santiago de la Huerta, Ricardo de la Torre, René de San Martín, Francisco Barroso y otros. Durante todo el siglo XIX y la mitad del siglo XX, las ciencias geológicas sólo encontraron su expresión universitaria vinculada con las carreras de ciencias naturales primero, y luego con las de Geografía y Agronomía, en forma de conocimientos básicos y herramientas auxiliares para el ejercicio de otras profesiones. El primer intento para la creación de una carrera universitaria en la rama geológica tiene lugar en 1938, cuando el ingeniero Antonio Calvache Dorado interviene en la Convención Nacional de Minería, celebrada en Santiago de Cuba. Su idea fructifica, aunque sólo formalmente, pues en 1955 es creada en la Universidad de Oriente la Escuela de Ingeniería de Minas, la cual tiene una efímera duración.

## **1.2. Tendencias en la enseñanza de la Petrología después del triunfo de la revolución.**

El triunfo revolucionario en 1959 provoca una verdadera transformación en todos los niveles educativos del país. Al producirse la Reforma Universitaria en 1962, el Consejo Superior de Universidades emite un documento que señala textualmente: "...En un país dotado de cuantiosos recursos minerales, faltaban los estudios de Geología y solo en la Universidad de Oriente se había iniciado - con muchas limitaciones - la carrera de Ingeniería de Minas...", Así pues, la



Reforma impulsa la organización de los estudios superiores de Geología y Minas en el país.

En 1961 comienza a organizarse en la Universidad de La Habana, con la colaboración de los especialistas de la Universidad de Bratislava, Frantisek Cech y Josef Hadik, la escuela de Geología, siendo su primer director, el Ingeniero Gustavo Echevarría, uno de los pocos geólogos cubanos existentes al triunfo revolucionario en 1959 y que se había graduado en los E.U. En 1962 se crea la Escuela de Ingeniería Geofísica en la propia Universidad de la Habana, nombrándose al Ingeniero Cesar Rodríguez su primer director.

Los primeros profesores de la Escuela de Geología, creada en 1961, fueron Ana Luisa Betancourt, Rafael Segura Soto y Gustavo Furrasola con una determinada experiencia práctica en la Mineralogía, Petrografía y la Paleontología.

En esta etapa la principal asesoría en la preparación y elaboración de programas y planes de estudio fue la de los checoslovacos; de esta primera graduación que se produjo en 1966 con el título de licenciados en Geología, de 21 egresados, unos pasaron a ocupar cátedras en la escuela y los demás a desempeñar importantes funciones a lo largo de todo el territorio nacional.

En ese mismo período tiene lugar la reactivación de la antigua Escuela de Ingeniería de Minas, fundada en agosto de 1955 en la Universidad de Oriente por el Ingeniero Antonio Calvache Dorado. Según la concepción original del Plan de Estudio, se trataba de la formación de un profesional de perfil amplio que abarcaba desde la búsqueda hasta la extracción y el beneficio de los minerales, de acuerdo con el modelo imperante en España y en otros países

latinoamericanos. Sin embargo, por este plan no llega a graduarse ningún profesional, pues en 1962 se separaron las carreras de Ingeniería de Minas y Geología, atendándose a la concepción soviética de formar un ingeniero de minas separado de las actividades de prospección y exploración geológica. A partir de 1965 ambas adquieren la categoría de escuelas independientes.

La principal asesoría extranjera para la conformación de los planes de estudio y programas de las asignaturas en estas carreras en la Universidad de Oriente, procedió de la Unión Soviética, particularmente del profesor Gregorio Golovin, aunque también incidieron especialistas checos, como Vladimir Kudelasek, Vladimir Boaska, Jaroslav Helsky, el peruano Guillermo Cox y el norteamericano Walker Baker. La primera graduación también tuvo lugar en 1966, con dos ingenieros geólogos y cinco ingenieros de minas, quienes han desempeñado un destacado rol en la formación ulterior de los especialistas cubanos en la rama geológica y minera del país.

En ese año se concentra toda la enseñanza de la Geología en la Universidad de Oriente, lo cual proporcionó un fuerte impacto en el desarrollo alcanzado hasta ese momento por las Ciencias Geológicas en Cuba.

Seis años más tarde, en el curso 1972-1973, se crea la Filial Universitaria de Minas de Matahambre en Pinar del Río, con carreras de Ingeniería Geofísica, Geología y de Minas. Esta filial fue inicialmente una dependencia directa de la Facultad de Tecnología de la Universidad de La Habana y también contó con la asesoría de los especialistas de la Universidad de Oriente, hasta que en 1976 se convierte en una Facultad del Centro Universitario de Pinar del Río, con las

carreras de Ingeniería de Minas y Geología; quedándose sólo la formación de los ingenieros geofísicos en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

En el año 1976 se patentiza una reestructuración de toda la administración gubernamental en Cuba, de la cual la Educación Superior recibe su influencia: Se crea el Ministerio de Educación Superior y se amplía la red de Centros de Educación Superior en el país, surge así el Instituto Superior Minero Metalúrgico en el poblado de Moa, provincia de Holguín, desprendimiento de la Universidad de Oriente en las carreras de Geología y Minería.

En 1981 se lleva a cabo otra compactación de la enseñanza de las Ciencias Geológicas, concentrándola por entero en el Instituto de Moa, lo cual motivó una segunda desestabilización con la consecuente incidencia en los claustros de Geología y Minas en Pinar del Río, y de Geofísica en La Habana. Una parte de los profesores se mantuvieron trabajando en sus respectivos centros, impartiendo docencia de postgrado, y realizando importantes investigaciones de utilidad para el país, lo que permitió posteriormente, restablecer en el curso 1985-1986 la enseñanza de la Geología en Pinar del Río.

Como resultado de las entrevistas realizadas y de la revisión bibliográfica, se pueden distinguir en la formación del geólogo y en la impartición de la Petrología desde 1961, las siguientes etapas:

#### **PRIMERA ETAPA:**

**Desde 1961 hasta 1976**, se caracteriza por la creación y proliferación de diferentes instituciones dedicadas a la preparación de los profesionales de las

Ciencias Geológicas, no existen planes de estudio y programas uniformes y armónicos para todo el país. En una primera fase, una mayor influencia de las Ciencias Naturales, para luego adquirir una connotación más aplicada hacia la prospección. Se recibe asesoría técnica de especialistas latinoamericanos y europeos, principalmente checoslovacos. El contenido del programa de Petrografía era enciclopédico y no existía vinculación entre los componentes del proceso Docente Educativo. La mayor parte del tiempo se dedicaba a la teoría. La formación práctica era muy pobre, y en ninguno de los programas se precisaban los objetivos y su sistema de conocimientos y habilidades.

## **SEGUNDA ETAPA:**

**Desde 1976 hasta 1980.** En este período es evidente un florecimiento de la Enseñanza Superior para las Ciencias Geológicas. Al crearse el Ministerio de Educación Superior e instituirse con autoridad propia el Centro Universitario de Pinar del Río, el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, y el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, se establecen las bases para una proyección académica y científica de profesores y estudiantes. Es precisamente en el curso 1976-1977 en que se aplican los planes de estudio "A" con uniformidad para todo el país, los que fortalecieron significativamente las asignaturas del ciclo básico y básico específico. En la asignatura Petrología se incrementa el número de horas dedicadas a las prácticas. Se precisaron los objetivos generales por semestre, aunque se omiten los objetivos parciales por temas. También es característico en este período el inicio de los primeros estudios de doctorado realizados en el extranjero, principalmente en

Checoslovaquia y la Unión Soviética, así como un incremento de la asesoría soviética para la preparación de los claustros y el perfeccionamiento científico metodológico de las asignaturas.

### **TERCERA ETAPA:**

**Desde 1980 hasta 1990.** Aunque el balance general de esta década muestra un determinado desarrollo en la enseñanza de las Ciencias Geológicas, no es menos cierto que las decisiones de traslado de las carreras de Geología y Geofísica constituyeron un freno que imposibilitó alcanzar mayores resultados tanto en el orden académico como científico.

En el curso 1980-1981 se implantan los planes de estudio "B", con lo que se perfeccionó el ciclo de asignaturas específicas de la profesión, en particular su componente teórico, y se aumentó el contenido de las asignaturas básicas específicas.

En la asignatura Petrología se logra una mayor unificación en comparación con los planes "A", llegándose a precisar en los programas el contenido específico de las clases prácticas. No obstante, se reducen las horas de clases prácticas. En estos programas B hay un mayor dominio de la categoría objetivo, lo que permitió precisar en ellos el nivel de generalidad en correspondencia con el sistema de contenidos que caracteriza el nivel de asimilación, esto es, el grado de dominio de los contenidos por parte de los estudiantes; y el nivel de profundidad, o lo que es lo mismo, el grado de aproximación a la esencia. Estos criterios se vincularon dialécticamente con el principio de la derivación de los objetivos, lo que posibilitó precisar estos en dos niveles estructurales de los

contenidos; en el tema (objetivos particulares) y en la asignatura (objetivos generales).

Si bien los programas del plan "B" representan un salto cualitativo apreciable con relación a los otros períodos, aún se aprecian insuficiencias en la elaboración como sistema de los objetivos y de los contenidos, como consecuencia de la falta de un método propio del perfeccionamiento suficientemente sistematizado, lo que limita indudablemente la concepción general de esta actividad.

La asignatura Petrografía estaba dividida en dos partes, en Petrografía I que contaba con cuatro objetivos educativos y cuatro instructivos, ocho temas con 54 horas de conferencias y 32 horas de clases prácticas lo cual refleja muy poca sistematicidad. Lo mismo ocurre con la Petrografía II, 13 temas con 50 horas dedicadas a conferencias y sólo 34 a clases prácticas, sumadas ambas hacen un total de 21 temas, 7 objetivos generales educativos y 9 objetivos generales instructivos; en ninguno de los temas se precisa la habilidad a formar.

Debido a que la formación de habilidades prácticas en la asignatura presentaba numerosas lagunas, a partir de 1985, se introducen modificaciones en estos Planes de Estudio atendiendo a las líneas de desarrollo económico hasta el año 2000.

Otros rasgos de esta etapa son la impresión de libros de texto y folletos para los alumnos, la aparición de la revista de la Educación Superior "Minería y Geología", el apreciable número de profesores que alcanza su doctorado en la rama y la reducción paulatina y constante de la asesoría extranjera,

sustituyéndola por los intercambios de corto plazo, tanto en Cuba como en el extranjero.

#### **CUARTA ETAPA:**

**Desde 1990.** A partir de 1988 se constituye una comisión nacional con el objetivo de elaborar los nuevos Planes de Estudio "C" para las Ciencias Geológicas, integradas tanto por profesores de elevada calificación de los tres Centros de Educación Superior con carreras afines como por reconocidos especialistas de los principales organismos de producción o investigación receptores de los egresados universitarios.

Esta comisión desarrolló un profundo análisis de los planes y programas de las carreras de Geología y Geofísica, caracterizó la rama geológica en el país y su proyección definió los problemas profesionales a resolver por los egresados y finalmente llegó a la conformación de un nuevo plan de estudio, denominado "C", el cual comenzó a aplicarse en el curso 1990-1991, y cuyos primeros egresados recibieron sus primeros títulos en el curso 1994-1995.

El nuevo Plan de Estudio "C" se sustenta en la formación de un egresado universitario de perfil amplio, con una sólida preparación básica de la profesión, y capaz de dar solución en forma activa, independiente y creadora a los problemas generales que se presentan una vez graduados.

De acuerdo con lo anterior, y valorando la demanda perspectiva de fuerza calificada y el volumen de graduados ya existentes en la rama geológica, la comisión propuso y fue aceptada la integración de las dos carreras, Geología y Geofísica, para dar lugar a un nuevo profesional de perfil amplio, apto para

resolver un determinado número de problemas profesionales.

De esta forma, en el curso 1990-1991, con la aplicación del Plan de Estudio "C", sólo quedaron en Cuba, dos centros de Educación Superior dedicados a la formación de los geólogos de nuevo tipo, uno en la zona occidental del país, en la Universidad de Pinar del Río, y otro en la zona oriental, el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

Las asignaturas Petrología I y II que pertenecen a la disciplina de Geoquímica. En el caso de la I, el número de horas se mantiene igual que en el Plan "B" (84), sólo la II recibe un aumento considerable de 84 a 112 horas, a pesar de ello subsisten insuficiencias del plan "B", como son:

1. Todavía el número de horas dedicadas a las conferencias es exagerado y las horas dedicadas a las prácticas, insuficiente.
2. No se organiza el proceso docente con un enfoque sistémico. No es posible lograr una sistematicidad mayor que el de las clases con programas donde las temas no rebasan en mucho los propósitos de las clases, a la vez que provocan una visión fragmentada.
3. No se precisan las invariantes de los objetivos y de los contenidos; cinco objetivos generales educativos y siete objetivos generales instructivos y un sistema de con siete habilidades.
4. Los contenidos seleccionados responden solo a la lógica de la ciencia, no se tiene en cuenta a la profesión.
5. No se fundamenta la selección y estructuración de los contenidos en la asignatura y sus temas docentes.



Frecuentemente las decisiones relativas al análisis, selección, estructuración y organización de los contenidos de las asignaturas y de sus temas son realizadas por expertos que solamente tienen en cuenta la lógica de los libros de texto a utilizar por los estudiantes, por lo que profesores y estudiantes debían adaptarse a tales exigencias, ignorándose el porqué, en general, las decisiones tomadas no aparecen justificadas y muy pocas veces se cuestionan desde una perspectiva crítica. Al no comprender los profesores las razones de tales secuencias resulta difícil presentarlas a los alumnos de forma justificada y proporcionarles la oportunidad de entender la organización de lo que van a estudiar y su sentido, aspectos de vital importancia para favorecer la motivación y el aprendizaje significativo.

En todos los programas anteriormente analizados, plan “B” y “C”, en los temas se definían los objetivos generales y un listado de contenidos, sin que se presentara las razones que explicasen la selección de contenidos. Tampoco resulta fácil encontrar los posibles criterios implícitos que han guiado dicha distribución. Todo ello, hace pensar que, con frecuencia, las opciones tomadas a la hora de establecer las secuencias de contenidos se realizan de forma arbitraria o, en el mejor de los casos, basándose en la intuición y experiencia de sus autores.

Algunas de las consecuencias más destacables derivadas de los problemas apuntados son:

1. La falta del dominio sobre el diseño curricular por los profesores responsables de diseño de asignatura, lo cual conduce, como señala Bruner,

1972, citado en Del Carmen, 1996, p. 12, a la enseñanza de conceptos y habilidades aisladas, sin una comprensión de los principios subyacentes.

2. La ausencia de una progresión adecuada en el desarrollo de los contenidos, lo cual conduce en ocasiones a repeticiones innecesarias y, en otras, a saltos bruscos.
3. El tratamiento poco relacionado de los contenidos, lo que dificulta la realización de aprendizajes significativos.
4. La falta de equilibrio en las asignaturas entre distintos tipos de contenido, priorizándose algunos de ellos en detrimento de otros, lo que puede tener consecuencias negativas para el desarrollo de capacidades globales al nivel de modos de actuación del profesional que se pretende potenciar.
5. La frecuente falta de adecuación de los contenidos a las capacidades de los estudiantes, a veces por ser demasiado distantes de ellos y, otras, por su excesiva proximidad.
6. La poca relación entre los contenidos enseñados y los conocimientos y habilidades previas de los estudiantes, lo que repercute de forma negativa en las posibilidades para realizar aprendizajes significativos y funcionales.

No cabe duda, que las deficiencias indicadas influyen negativamente en el desarrollo de habilidades de aplicación propias de la Petrología como operaciones del modo de actuar del futuro profesional de la Geología.

### **1.3. Bases psicopedagógicas del diseño curricular de la asignatura Petrología.**

Aunque el curriculum es bastante nuevo en la tradición pedagógica cubana, y a pesar de que se

trata de un concepto consolidado en el ámbito anglosajón, no todos los profesionales entienden su significado de la misma manera. Para algunos didáctas, es el conjunto de conocimientos que hay que transmitir al alumnado (Antúnez et al., p. 41). Esta concepción parte de la base de que los conocimientos son permanentes, esenciales y que la escuela debe transmitir mediante las asignaturas. Se valora, sobre todo, el conocimiento en función del cual actúan alumnos y profesores, llegándose a mistificar la ciencia y la cientificidad.

Para otros, se entiende básicamente como una especificación de los resultados que se pretenden conseguir mediante el proceso educativo. Se considera el curriculum como una formación de objetivos de aprendizaje expresados en forma de comportamiento específicos que el alumno tendrá que alcanzar (Antúnez et. Al.,p.41). Se trata de una perspectiva tecnológica donde lo importante es el producto final, el comportamiento a manifestar.

Una concepción muy diferente valora como todo aquello que debe aprenderse en la escuela. Hasta se incluyen los aprendizajes que se producen sin intencionalidad por parte del docente, lo que desde otras perspectivas se ha llamado !curriculum o culto! (op. cit; p. 41).

El curriculum es un contenido que se debe asimilar en aras de alcanzar un objetivo, es además, un programa, un plan de trabajo y estudio necesario para aproximarse al logro de objetivos que se dan en un contexto social (tanto en el tiempo como en el espacio) influido y determinado por las ideas sociales, filosóficas, políticas, pedagógicas, etc. (Homero y Mestre 1997, p. 4).

El curriculum es el plan de acción donde se precisa hasta el sistema de conocimientos y habilidades, y es el punto de partida para la organización del proceso. (Alvarez de zayas, R. M., 1996:8).

A partir del análisis de las definiciones anteriores, constituye todo el plan de acción de una institución para la formación del profesional requeridos por la sociedad y a partir del cual se planifica, organiza, ejecuta y se controla el proceso de enseñanza - aprendizaje para alcanzar los objetivos que exige el modelo del profesional.

El diseño curricular, es el proceso de determinación de las cualidades a alcanzar por el egresado y de la estructura organizacional del proceso docente, al nivel de carrera (Alvarez de Zayas, C., M., 1997, p.14, citado en Hernández, M., 1998, p. 34).

A criterio del autor de esta investigación, pudiera definirse como todo el proceso de planificación y organización del proceso docente - educativo desde el modelo del profesional, disciplinas, asignaturas, temas, hasta la tarea docente como célula del proceso docente educativo, para formar el tipo de profesional que demanda la sociedad.

Cualquier propuesta relacionada con los procesos de enseñanza - aprendizaje deberá estar fundamentada en principios psicopedagógicos globales y coherentes. El marco teórico utilizado en esta investigación es el modelo curricular desde una perspectiva de los procesos conscientes (Alvarez C., M., 1989, 1995, 1998).

Basada en la teoría didáctica desarrollada por el propio autor, en la que con la ayuda de un sistema de leyes y categorías, puede explicarse el proceso de formación de profesionales con la aplicación de los enfoques sistémico, estructural, dialéctico y genético al objeto, esto es, al proceso de formación de los profesionales, apoyándose en las teorías de la actividad y la comunicación.

En el plano didáctico será analizado en primer lugar, el concepto de proceso docente - educativo. Este proceso, abordado en Alvarez (Alvarez, 1989, p. 26) está dado en las actividades sistematizadas e interrelacionadas del profesor y los estudiantes, organizadas pedagógicamente y dirigido al dominio del contenido de las diferentes disciplinas de la carrera, por los estudiantes, así como el desarrollo de capacidades cognoscitivas e independencia, a través de las tareas docentes que en forma sucesiva se le presentan.

Si se tiene en cuenta que la categoría contenido es una de las fundamentales con la cual se caracteriza el proceso Docente - Educativo, y que Alvarez (en Alvarez, 1994, p. 81) la define como aquella parte de la cultura, que debe ser objeto de asimilación por los estudiantes en el aprendizaje, para alcanzar los objetivos propuestos y que agruparemos en sistema de conocimientos y sistema de habilidades.

En el plano psicológico, siguiendo esta teoría, se debe partir del concepto de actividad que según Brito: "Se denomina actividad a aquellos procesos mediante los cuales, el individuo

respondiendo a sus necesidades, se relaciona con la realidad, adoptando determinada actitud hacia la misma” (Brito, 1988, p. 57).

La actividad esta estructurada en acciones, las cuales constituyen elementos relativamente independientes dentro de la actividad que está necesariamente relacionada con un motivo. Luego la actividad humana existe en forma de acciones o grupos de acciones, aunque una acción dada puede estar formando parte de varias actividades o puede pasar de una a otra, con lo que revela su independencia.

Según Leontiev: “Denominaremos acción al proceso que se subordina a la representación de aquel resultado que habrá de ser alcanzado, es decir, el proceso subordinado a un objetivo consciente” (Leontiev, 1981, p. 83).

En correspondencia con las ideas de Leontiev, la realización de las acciones se lleva a cabo por las operaciones que constituyen las vías por medio de las cuales se complementan las acciones, conforman la estructura técnica de las acciones, responden a las condiciones, y no a los objetivos.

En palabras de Leontiev queda establecida esta correlación: “Los términos de acción y operación, frecuentemente no se diferencian. No obstante, en el contexto de los análisis psicológicos de la actividad, su clara distinción se hace absolutamente imprescindible. Las acciones se correlacionan con los objetivos; las operaciones con las condiciones. El objetivo de cierta acción permanece siendo el mismo en tanto que las condiciones entre las cuales se presenta la condición varía, entonces variará precisamente solo ese aspecto operacional de la acción (Leontiev, 1981, p. 87).

Según Talízina: “El lenguaje de las habilidades es el lenguaje de la pedagogía, el psicólogo habla en el lenguaje de las acciones, o de las operaciones.....” (Talízina, 1984, p. 116).

Según Fuentes (1997), la **habilidad generalizadora**, es aquella que se construye sobre un sistema de habilidades más simples, y con su apreciación por parte del estudiante, éste es capaz de resolver múltiples problemas particulares, y el **Modo de actuación** es la generalización de los métodos que deben desarrollar los profesionales. Como métodos muy generales se hacen independientes del objeto, caracterizando la actuación del profesional, independientemente de

las esferas de actuación en que se desarrolle su actividad y los campos de acción en los cuales actúe.

**El modos de actuación** responde a una lógica que puede ser lograda con dependencia de los objetos y, por tanto, de los procedimientos que en cada caso se apliquen. Significa que hay un contenido lógico que tiene que ser llevado al proceso docente educativo, donde esté implícita, la lógica de actuación del profesional, en unión de un conjunto de valores éticos y estéticos, que le son inherentes al profesional y constituye en conjunto una **Invariante de habilidades**, que es el contenido lógico del modo de actuación del profesional, es una generalización esencial de habilidades que tienen su concreción en cada disciplina. Expresa en el plano didáctico el modo de actuación del profesional, en el que se incluye, además, de aquellos conocimientos y habilidades generalizadoras que se concreta en cada disciplina, la lógica con la cual actúa el profesional; esta invariante contribuye a la formación de la personalidad del estudiante, a través de los valores y motivaciones propias de la profesión.

Modo de actuación      ←————— Invariante —————→ de habilidad

En la teoría de los procesos conscientes es muy importante la comunicación que se debe propiciar entre el profesor y el estudiante, estudiante – estudiante, y el contenido, para crear un clima afectivo y rico de relaciones sociales en el aula, que contribuya a la construcción, por parte de los estudiantes, de sus propios conocimientos y a la creación de capacidades individuales haciendo el Proceso Docente Educativo más eficiente.

Según Carlos Alvarez “Las habilidades formando parte del contenido de una disciplina caracterizan, en el plano didáctico, las acciones que el estudiante realiza al interactuar con su objeto de estudio, con el fin de transformarlo, humanizarlos” (Alvarez, 1990, p. 60).

Piaget (citado en Gómez - Granel; Coll, S., 1995, p. 8) defiende una concepción constructivista de la adquisición de conocimientos que se caracteriza por lo siguiente:

- Entre el sujeto y el objeto del conocimiento existe una relación dinámica.
- El proceso de construcción del conocimiento es un conocimiento de reestructuración, en el cual todo conocimiento nuevo se genera a partir de otros previos. Lo nuevo se construye siempre a partir de lo adquirido y lo trasciende.

- El sujeto es quien construye su propio conocimiento.

Como limitantes está la poca o nula atención a los contenidos específicos, y a la interacción social.

Para Vigotsky, el proceso de construcción del conocimiento se da en estrecha relación con la colaboración y la actividad conjunta entre estudiantes y profesores, a través de la comunicación y niveles de ayuda en las Zonas de Desarrollo Próximo.

La concepción constructivista del aprendizaje recoge gran parte de los aportes más actuales, en el campo de la psicología educativa. Aunque el constructivismo no pretende ser una nueva teoría, no es menos cierto, que de él se pueden derivar importantes implicaciones en la práctica docente.

Todo aprendizaje significativo (en contraposición con el de memorización mecánica o repetitivo) implica un cambio, un pasar de un estado inicial a otro cognitivo diferente, con nuevos conocimientos. Para que se produzca es imprescindible, pues, que se dé ese cambio. Pero para que ello sea posible, es preciso que el individuo pierda su equilibrio cognitivo inicial, dude de sus conocimientos previos, se de cuenta de sus carencias y, en consecuencia entre en un estado de desequilibrio. Es necesario que, posteriormente, se produzca una nueva situación de equilibrio, un reequilibrio, una nueva seguridad cognitiva, gracias a la asimilación de los nuevos conocimientos (Antúnez et al., 1996, p. 57).

El aprendizaje significativo supone que los sistemas de conocimiento que ya tiene el individuo sean revisados, modificados y enriquecidos al establecerse nuevas conexiones y relaciones entre ellos.

Precisamente por ese proceso de reestructuración o de reconstrucción, la consecución de aprendizajes significativos proporciona la posibilidad de realizar otros, como si se tratase de una escalera que debe irse subiendo escalón a escalón, o, aun mejor, de un rompecabezas (interminable) que se va construyendo constantemente.

Un aprendizaje significativo es un aprendizaje funcional, en el sentido de que los nuevos contenidos asimilados están disponibles para ser utilizados en el momento que sea necesario, sea cual fuese ese momento. Es decir, un aprendizaje funcional es aquel que nos permite utilizar

los conocimientos adquiridos para resolver problemas en contextos diferentes. Por lo cual su grado de significatividad depende del nivel de conexión de los nuevos contenidos con los conocimientos previos.

Como señalan Coll y Solle (en Coll y Solle, 1989, p. 15): “Los significados construidos por los alumnos son siempre incompletos, o, si se prefiere perfeccionables, de manera que, a través de las reestructuraciones sucesivas que se producen en el transcurso de tantas otras situaciones de enseñanza y aprendizaje, estos significados se enriquecen y complican progresivamente, con lo cual aumenta su valor explicativo y funcional.

“Normalmente, los alumnos construirán unos significados que solo en partes corresponderán a los significados que pretende vehicular la enseñanza, y se necesitarán unos cuantos intentos sucesivos para que los dos conjuntos de significados se acerquen

El diseño de la asignatura Petrología (y de sus temas) se hace atendiendo al modelo curricular de los procesos conscientes, al enfoque histórico - cultural y de sistema del Proceso Docente - Educativo (Alvarez, 1989, p. 129).

El aprendizaje se desarrolla sobre la base de problemas, que en un sentido amplio, constituyen las situaciones dadas en los objetos, y que crean la necesidad en los sujetos de solucionarlas, lo cual conlleva una motivación, una necesidad de búsqueda, de manera constante a lo largo de todo el proceso. Asimismo requiere una intervención didáctica facilitadora de estos aprendizajes, y que por lo tanto, adquieren mucha importancia la acción y planificación del profesor, así como la ayuda proporcionada por éste, a fin de que el alumno “reconstruya”, si bien no puede sustituir esa tarea la cual debe realizar el propio alumno, para que sea eficaz, ha de estar ajustada al proceso de construcción en sus diferentes estadios.

En la Educación Superior dado su carácter profesional y más que en cualquier otro nivel de enseñanza, es la actividad del estudiante, el modo fundamental del desarrollo del proceso docente, de ahí se deriva la importancia de que se organice de manera que paulatinamente se vaya alcanzando un mayor grado de complejidad, extensión, abstracción y profundidad, manifestándose en la actividad la iniciativa, el interés, la motivación, la independencia y la creatividad del educando, tanto en la actividad académica como en la laboral e investigativa.



Aunque en el proceso docente el papel dirigente lo desempeña el profesor quien establece en primer lugar, los objetivos a lograr a medida que se produce su avance las aspiraciones fundamentales estriban en lograr formar un profesional independiente, con criterios y modos de actuar propios y la Petrología no puede ser una excepción. La lógica del proceso deberá prever el desarrollo del estudiante, en el sentido del dominio de las habilidades, cada vez más generales que le permitan alcanzar su independencia profesional y la probabilidad de solucionar los problemas de la producción y los servicios.

Es una tendencia que cada vez más se desarrolle la enseñanza a través de situaciones problémicas, con el fin de mostrarle al estudiante el método utilizado por la humanidad para adquirir los conocimientos. La solución de los problemas científicos se obtiene, fundamentalmente, sobre la base del método de la investigación científica, que debe ser el fundamental a utilizar en la Educación Superior.

**La Asignatura:** Alvarez (en Alvarez, 1989, p. 99) la define como un subsistema de la disciplina que contiene un subconjunto de conocimientos y habilidades de la disciplina, didácticamente ordenados. Más tarde (Alvarez, 1994, p. 49) la define como aquel proceso docente que posibilita que el estudiante caracterice una parte de la realidad objetiva, que resuelva los problemas inherentes a ese objeto, en un plano teórico, que tiene un objetivo cuya habilidad es compleja y de un orden de sistematicidad también complejo y que integre en un sistema de operaciones a aquellos que se aparecerán como habilidades al nivel de tema. La asignatura, por lo general integra los contenidos de una teoría; de una ciencia o rama del saber.

El **tema docente** es definido por Alvarez (en Alvarez, 1994, p. 43) como aquella unidad organizativa del proceso docente educativo que en su desarrollo garantiza la formación de una habilidad en el estudiante, el logro de un objetivo.

**La estructura funcional de la habilidad** (Mestre, 1996, p. 75; Homero et al., 1997, p. 47) es un modelo metodológico en el cual se despliega la habilidad en todas sus operaciones y con la riqueza que debe ser dominada al concluir el tema; una vez establecida esta estructura se delimitan los estados a través de los cuales, el estudiante se va aproximando a la profundidad y el dominio con que se aspira alcanzar la habilidad.

**La estructura funcional** permite determinar los **problemas** que deberán plantearse durante el desarrollo del proceso (familia de problemas), a partir de los problemas elementales que, posteriormente, se van enriqueciendo gradualmente hasta llegar a aquellos con el nivel de profundidad que se aspira a dominar en el objetivo del tema. Estos últimos, de manera genérica, se identifican con los **problemas propios** del tema.

**El problema propio** lo identifica Mestre (en Mestre, et al., 1998, p. 4) con los máximos dominios y sistematicidad previstos. Constituye una generalización de los problemas docentes, en que se recoge la complejidad del contenido de la unidad, en conocimientos y habilidades; además de que en él se generaliza el método de resolución.

En este modelo, el proceso de sistematización se irá dando a medida que el estudiante transite por los sucesivos niveles estructurales de la habilidad, el objeto se va profundizando y enriqueciéndose; considerándose que en el tema se da un incremento cuantitativo de la complejidad del objeto de estudio, pues el número de tareas que el estudiante debe cumplimentar para ejecutar cada operación va en aumento hasta cumplir las exigencias del **problema propio**, aquí también el estudiante va sufriendo cambios cualitativos al desarrollar capacidades a través de las cuales irá conformando su personalidad.

## CAPÍTULO II. MODELO TEÓRICO PARA EL DISEÑO DE LA ASIGNATURA PETROLOGÍA.

La Petrología por sus características propias, además de proporcionarle al estudiante un sistema de conocimientos y habilidades necesarias para cursar las restantes asignaturas del plan de estudio y para el posterior ejercicio de la profesión, por la posición que ocupa en el tercer año de la carrera, es una de las asignaturas básicas específicas con la posibilidad de contribuir a la interpretación de los resultados obtenidos al nivel de cada método de investigación e integralmente y por ende, a la formación del modo de actuación

profesional del Geólogo.

La aparición y desarrollo de los diferentes métodos en Petrología, como en cualquier ciencia están relacionados con una determinada etapa de desarrollo del conocimiento humano y de las condiciones socioeconómicas imperantes.

Los estudios y las descripciones de minerales y rocas muestran que hay estrechas relaciones entre los diferentes tipos de rocas y los yacimientos de minerales útiles. Existe hasta la posibilidad de elaborar unos principios generales, si se establece una relación genética entre determinados minerales y yacimientos minerales. El conocimiento de estos principios, puede ser para un geólogo con conocimientos suficientes de Petrología, una guía valiosa para la prospección geológica.

Para la sistematización y clasificación de las rocas que constituyen la corteza terrestre desde el comienzo de la Petrología (Coquard D.,1857, citado en Cepeda, 1985), propuso que para clasificar las rocas en grupos debía tenerse en cuenta los procesos geológicos que las generan. De este modo las rocas fueron agrupadas en Igneas, Sedimentarias y Metamórficas. No obstante también esta clasificación se basa en consideraciones convencionales. En la práctica diaria se dan numerosos casos cuando no se puede trazar un límite entre diferentes tipos de rocas.

Para llegar a modelar el diseño de la asignatura Petrología y de sus temas docentes, habrá que dar respuestas a:

## **2.1. El problema, el objeto y el objetivo de la asignatura Petrología.**

### **2.1.1. El problema de la asignatura Petrología.**

El modelo del profesional de la Geología, que es la imagen del profesional que la sociedad exige de nuestras instituciones universitarias, su **problema** es el desarrollo económico sostenible mediante el uso eficiente de los recursos minerales prospectados, explorados, y evaluados de la corteza terrestre.

Es conocido que todas las asignaturas deben contribuir a la solución de ese problema, y es por ello, que los conocimientos y el método propio de la Petrología deberán ser asimilados por los alumnos para luego aplicarlos en la solución de los problemas propios de la profesión, por ello el **problema** de la asignatura será la necesidad de la interpretación de los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas a las cuales pueden asociarse yacimientos minerales, o tener alguna utilidad para la sociedad.

### **2.1.2. El objeto de la asignatura Petrología para ingenieros geólogos.**

Para cualquier profesor de las ciencias geológicas es de vital importancia que se precise eficientemente el objeto de la asignatura, y que este responda al profesional que pretendemos formar. Para ello debe quedar explícito él ¿cómo llegar a determinar el **objeto de la asignatura**?

La solución de este problema debe partir de las relaciones que se deben establecer entre los **problemas de la profesión**, el **objeto de la profesión**, y el **objeto de la ciencia Petrología**.

Si el objeto del profesional de la Geología es la corteza terrestre (Hernández, 1996, p. 44, tomado del Modelo del Profesional de la carrera de Geología), y el

objeto de la ciencia Petrología, las rocas terrestres y extraterrestres (figura 1); esta relación permite precisar el **objeto de estudio de la asignatura Petrología**, que responde al contexto social, económico, político y cultural, donde va actuar el futuro Geólogo y se manifiestan los problemas profesionales que deben resolver como egresados, los de la profesión.

Es decir, los alumnos desde la asignatura Petrología aprenderán cómo aplicar la ciencia para resolver problemas profesionales, la ciencia en función de la profesión desde la docencia, portadora de valores que se corresponden con ella, dándose así la relación **ciencia - docencia - profesión**.

El objeto de la ciencia va más allá del objeto de la profesión y de la asignatura, porque estudia a las rocas provenientes del sistema extraterrestre, como es el caso de los meteoritos, las rocas que han sido tomadas de la luna, y otras que por ser muy particulares no constituyen objeto de estudio.

Existen rocas en la corteza terrestre que por ser muy particulares no son objeto de estudio de la asignatura Petrología, a modo de ejemplo puede presentarse la Esexita, Roca Ígnea que en ocasiones aparece en pequeños plutones o masas subvolcánicas, que en ocasiones guardan relación con minerales raros; la Gricuaita, una roca intrusiva ultrabásica que se presenta en forma de nódulos de pequeñas dimensiones en las Kimberlitas, excepcionalmente presentan diamantes en su seno, pero su presencia representa un buen indicador para su búsqueda.

A partir de la relación entre los **problemas del profesional**, el **objeto de la profesión** y el **objeto de la ciencia Petrología** (Fig.1.1 y 1) permite precisar el

**objeto de estudio de la asignatura**, como a aquellos principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas que como invariantes de conocimientos le son imprescindibles para el desarrollo del modo de actuación profesional; esto conlleva a que el estudiante asimile lo esencial y lo secundario queda como un conocimiento que puede adquirir en su futuro desarrollo como profesional.

El objeto de la asignatura no tiene que corresponderse íntegramente ni con el objeto de la ciencia, ni con el objeto de la profesión, sino que contiene parte de una y parte de otra. En la asignatura, el objeto es el todo, contiene a la ciencia y a la profesión, pero no se identifica ni con uno ni con el otro. Es por ello que en esta propuesta se han seleccionado a aquellos grupos de rocas que responden a la profesión, y las que en realidad los estudiantes harán uso de ellas para dar solución a los problemas que se presentan en sus esferas de actuación, o sea, las invariantes del objeto de la ciencia con su lógica de investigación subordinada a la lógica del proceso docente - educativo en función de formar las capacidades necesitadas por el estudiante. La relación establecida entre los **problemas profesionales** (a partir de los cuales se seleccionan los problemas docentes y se determina el **objetivo del profesional**), **objeto de la profesión**, y el **objeto de la ciencia** se convierte en una **regularidad** para precisar el **objeto de estudio de la asignatura Petrología** (base del sistema de conocimientos de la asignatura y de los temas docentes) como se puede apreciar en las figuras 1 y 1.1.

### **2.1.3. El objetivo de la asignatura Petrología.**

Para el profesional de la Geología, independientemente de sus esferas de actuación (yacimientos minerales, yacimientos de hidrocarburos, yacimientos de aguas, construcciones ingenieriles, y el entorno), una operación necesaria al resolver cualquier problema profesional, será, identificar las rocas, ya que, los yacimientos se encuentran relacionado con rocas de la corteza terrestre. Si es de hidrocarburos, las rocas que presentan las mejores características para su

acumulación son las areniscas y las calizas, dependiendo del grado de porosidad y fracturas que presenten; en el caso de las aguas subterráneas, se acumulan en rocas permeables, porosas, agrietadas que posibiliten su circulación.

La determinación de los objetivos de la asignatura requiere de un análisis tanto de las capacidades, los valores y convicciones del profesional que aparecen explicitadas en el modelo del profesional, a las cuales debe contribuirse desde la Petrología (figura 1.1), a ejecución de trabajos de prospección y exploración con métodos científicamente argumentados, evaluando racionalmente los yacimientos de minerales sólidos, líquidos y gaseosos, así como las características ingeniero - geológico de las rocas y los suelos con vistas a garantizar la estabilidad de las obras que se construyan con la menor afectación del entorno. La determinación del objetivo de la asignatura también ha tenido en cuenta los contactos informales con los mejores expertos en las investigaciones Petroológicas y colegas del departamento de Geología de la Universidad de Pinar del Río, y el problema está dado en el alcance de la apropiación de la habilidad integradora de la asignatura y los temas docentes.

Todos los Yacimientos minerales guardan una estrecha relación genética con las rocas de ahí que para el profesional la asignatura Petrología le brinde un aparato conceptual y un método propio que lo lleva implícito en el modo de actuar. Para el profesional resolver problemas en sus esferas de actuación le es imprescindible la caracterización, identificación y la interpretación de los procesos físicos y químicos que le han dado origen en una relación dialéctica, uno siendo el complemento del otro.

Los análisis anteriormente expuestos han conllevado a la formulación del **objetivo de la asignatura**, como que los alumnos sean capaces de:

Interpretar los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias Y Metamórficas teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales.

2.1.4. Los contenidos de la asignatura Petrología. La estructuración del sistema de habilidades y de conocimientos.

El contenido de la asignatura Petrología lo constituye el sistema de conocimientos y el sistema de habilidades.

Para llegar al sistema de conocimientos de la asignatura se partió de las relaciones dadas entre los problemas profesionales con el objeto de la profesión, y el objeto de la ciencia, que permite precisar el objeto de estudio de la asignatura (figura 1.1) y de las relaciones probables a establecerse entre el objeto del profesional, el objeto de la ciencia y el objeto de estudio de la asignatura, que se convierte en regularidad para seleccionar el sistema de conocimientos (figura 2):

- Principales grupos de Rocas Ígneas. Sus procesos y ambientes geodinámicos de formación.
- Principales grupos de Rocas Sedimentarias. Sus procesos y ambientes geodinámicos de formación.
- Principales grupos de Rocas Metamórficas. Sus procesos y ambientes geodinámicos de formación.
- Al definir a las **Rocas** como una asociación natural de minerales con estructuras y texturas que le caracterizan y composición química propia. Las Rocas Ígneas, como rocas que se originan por enfriamiento y consolidación.



Las Rocas metamórficas por adaptación en condiciones endógenas a elevadas temperaturas y presiones con reajustes mineralógicos y de orden texto - estructural en estado sólido y a partir de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas preexistentes. Las Rocas Sedimentarias como resultado de la consolidación de sedimentos que han sido acumulados en capas.

De las definiciones anteriores, por surgir las Rocas Ígneas a partir del magma, y no de rocas preexistentes, debe pensarse que constituye el primer objeto a estudiar, no siendo tan sencilla la selección del segundo de la secuencia, pues las Rocas Sedimentarias presentan una composición mineralógica que proviene de la destrucción de Rocas Ígneas, Rocas Metamórficas y Rocas Sedimentarias preexistentes, y los minerales de un origen propiamente sedimentario; las Rocas Metamórficas a partir de cualquier tipo de roca, es por ello que debe ser él, y no otro, el último sistema de conocimientos en la secuencia. Por lo anterior queda quedando estructurado el **sistema de conocimientos** de la asignatura Petrología de la siguiente manera:

1. Principales grupos de Rocas Ígneas. Sus procesos y ambientes geodinámicos de formación.
2. Principales grupos de Rocas Sedimentarias. Sus procesos y ambientes geodinámicos de formación.
3. Principales grupos de Rocas Metamórficas. Sus procesos y ambientes geodinámicos de formación.

Si se han concretado el objeto de la ciencia Petrología, como las Rocas terrestres y extraterrestres, y el objeto de la asignatura, como los principales

tipos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas, ello permite precisar tres grandes objetos de estudio para la asignatura, cada uno de los cuales se identifica con los temas docentes a estudiar (figura 4).

Una vez seleccionado y estructurado el sistema de conocimientos asignatura, la próxima tarea es la selección y estructuración del sistema de habilidades, para ello se ha tenido en cuenta que si el objetivo lleva implícito a la habilidad y al conocimiento teórico que formán el contenido de la asignatura, entonces la tarea siguiente es la selección del sistema de acciones y operaciones necesarias para que el estudiante se apropie de la habilidad y asimile el sistema de conocimientos seleccionado de la ciencia en función de la profesión, considerándose el principio de la sistematicidad (derivación e integración de los objetivos) de Alvarez, 1989; la estructura funcional de la habilidad (Mestre, 1996; Homero et al., 1997), el criterio de las jerarquías de aprendizaje de Gagné (Hernández, A. Y Castillo, M., 1999b), el modo de actuación de los expertos en Petrología, y las estrategias para que se produzca un aprendizaje significativo en los estudiantes y desarrollen modo de actuación profesional desde la asignatura y los temas docentes (Hernández, A.,1998).

De la relación entre el método de la profesión (modo de actuación para resolver los problemas propios de la profesión) y el método de la ciencia (modo de actuación para resolver los problemas propios de la ciencia) se origina el método de enseñanza - aprendizaje de la asignatura (modo de actuar de profesores y

estudiantes para resolver los problemas profesionales convertidos en problemas docentes). Preciado el método y teniendo en cuenta el principio de sistematicidad, la estructura funcional de la habilidad, las jerarquías de aprendizaje, el modo de actuación de los expertos, y el objetivo de la asignatura, entonces es posible seleccionar y estructurar el sistema de acciones y operaciones del sistema de habilidades de la asignatura Petrología en función del objetivo. Si es derivada o descompuesta la habilidad que está implícita en el objetivo integrador de la asignatura en un sistema de acciones y operaciones que debe realizar el estudiante para llegar a apropiarse de ella, se propone a lo que el autor denomina **estructura funcional de la habilidad** para la Petrología diseñada en la figura 3. El modelo está concebido de tal manera que el estudiante para vencer un nivel superior de jerarquía tiene necesariamente que vencer el de nivel inferior como requerimiento. Para vencer cada uno de los mismos, el estudiante debe ser capaz de resolver la familia de problemas que caracterizan cada una de las estructuras propuestas en este modelo, y de esta manera se va apropiando del **método** que lleva implícito el modo de pensar y actuar del profesional. Este modelo se convierte en una **regularidad** para el diseño de la **estructura funcional de la habilidad** de la asignatura Petrología, de sus temas docentes y de su aprendizaje, porque de su reiteración en cada uno de los temas es que el estudiante aprende significativamente, porque aprende resolviendo problemas docentes con el modo de actuar y de pensar del futuro profesional, o sea, apropiándose del **método** que utilizará como una invariante para resolver problemas propios de la profesión.

Ha quedado claro que para formar el egresado de perfil amplio exigido por la sociedad, y

reflejado en el modelo del profesional, el contenido de la Petrología es solo una parte del objeto de estudio de la ciencia, y que responde al objeto de la profesión, pero sin identificarse ni con uno ni con el otro (figura2), sino como una relación dialéctica entre ellos para determinar una nueva cualidad, el objeto de la asignatura. Así se contribuye desde el objeto de la asignatura a formar en el estudiante el objeto de la profesión.

Los problemas a los cuales se enfrentará el estudiante a través de la **estructura funcional** (figura 3) son muy similares a los que resuelve como profesional, rocas macroscópicas y microscópicas naturales con composición mineralógica, estructuras y texturas que les caracterizan, desde los más elementales (determinación de las constantes ópticas), hasta los más integradores representados por los problemas propios (Identificación de las rocas y la interpretación de los procesos que las originan), transformándose el objeto de trabajo del profesional mediante la aplicación de la ciencia, o sea, contribuir a la solución de los problemas de la sociedad inherentes al objeto de la profesión, con el modo de actuar y pensar del futuro profesional de la Geología.

Los estudiantes deben traer un saber hacer y conocimientos teóricos de las asignaturas Geología General que lograron en el primer año de la carrera, de la práctica integradora del año, de la Mineralogía y la integradora del segundo año, es decir, ellos ya saben identificar las rocas e interpretar los procesos que las originan, pero a un primer nivel, reflejado en que las rocas son identificadas macroscópicamente.

En la asignatura Geología General, el estudiante comienza a introducirse en la identificación de las rocas, pero utilizando las técnicas más tradicionales de la profesión en los trabajos de campo, o sea, que en una roca se podrá ir determinando macroscópicamente el color, los minerales principales (tarea

sumamente compleja al nivel del primer año) a partir de sus características visibles a simple vista, o con la ayuda de la lupa; luego de la identificación de los principales minerales, el siguiente paso es la identificación de la estructura de la roca y, el tercero la utilización de una determinada clasificación que permita identificar el tipo de roca, y de esa forma da solución al problema. Como se puede apreciar la estrategia seguida para la enseñanza y el aprendizaje, es el de la presentación de una sucesión de familia de problemas que van ganando en complejidad, y mediante la solución de ellos por parte del estudiante, con un determinado nivel de ayuda del profesor y otros estudiantes más aventajados, un alto nivel de comunicación, se apropian del método, y con ello de la lógica del modo de actuar como profesional.

La forma en que el estudiante se enfrentará a los problemas profesionales en el primer año en la práctica integradora, es el mismo utilizado en la Geología General, es decir, el estudiante desde estas asignaturas ya se enfrenta a los problemas propios de la profesión, y los resuelve como un profesional.

Transitado el estudiante al segundo año de la carrera donde recibe la asignatura Mineralogía, básica específica y de vital importancia como precedente de la Petrología, por los conocimientos y modo de actuación que le aporta, contribuye con todos los conceptos minerales que debe utilizar la Petrología, y sistematiza el modo de actuación, al ser la habilidad integradora de la asignatura, la de Identificar los minerales a través de sus propiedades físicas.

Lo importante, al igual que en la Geología General, es que la lógica seguida para resolver cada uno de los problemas que les va presentando el profesor es la misma, con la diferencia que los únicos que se identifican en esta asignatura son los minerales y los procesos que les dan origen, pero por supuesto que con un mayor nivel de profundidad, el método utilizado es el mismo, y con

ello contribuye de igual forma al desarrollo desde una asignatura con el modo de actuación propios del profesional de la Geología. Si se compara con el año anterior, aunque los estudiantes necesitan de un nivel de ayuda, este es menor, los estudiantes han ganado en independencia, por lo que el paso del primer al segundo año se considera el primer salto cualitativo en su formación profesional, y en su personalidad.

Después del dominio de las constantes ópticas en la identificación de los minerales, resolviendo problemas de tipo I, el estudiante ha vencido el primer nivel estructural, necesario para pasar a la segunda operación, que es la de caracterización de los principales minerales a través de sus constantes ópticas, es por ello que esta acción requiere de la primera y sin el dominio de ella es imposible su desarrollo (figura 3).

Dominada la segunda operación, a través de la solución de problemas de tipo II, el estudiante vence el segundo nivel estructural, requerido para poder enfrentarse a la identificación de los minerales, empleando las principales características (esenciales), es decir, las invariantes para su identificación.

Una vez identificado los principales minerales, los estudiantes construyen una tabla donde aparecerán aquellas características esenciales que les permiten su identificación, luego las agrupan por minerales con propiedades ópticas semejantes, como son los de bajo relieve, alta birrefringencia, extinción recta, etc., que conducirán hacia el desarrollo de la habilidad de generalización.

Finalizada esta primera etapa, el estudiante ya se encuentra en condiciones de pasar a la siguiente, la caracterización de las estructuras y texturas, en este caso, se profundiza en las texturas, ya que las estructuras han sido trabajadas con precedencia, sistematizándose aquí, al nuevo contenido.

Vencida las etapas de caracterización e identificación, los estudiantes ya están en condiciones de enfrentarse a los problemas de tipo VI; y cuando son capaces de dar solución a este tipo de problemas, y con ello vencido una nueva etapa, estando en condiciones de caracterizar cualquier tipo de roca y aplicar las clasificaciones más aceptadas para su identificación. Si han podido resolver los problemas del tipo VIII (problemas propios), identificados como los problemas que una vez dominados, en su solución está prevista la máxima sistematización, y en la forma de resolverlos, el estudiante se apropiará de la forma de actuar y pensar como futuro profesional.

#### **2.1.5. Los medios, las formas y el sistema de evaluación de la asignatura.**

##### **2.1.5.1. Los medios de enseñanza.**

Una vez precisado el método y estructurada la habilidad, restaría seleccionar los **medios**, que en esta asignatura son las muestras de rocas macroscópicas y en secciones delgadas, los microscopios de luz polarizada, lupas y microscopios mineralógicos. Se dispondrán, además, de libros, revistas especializadas, guías metodológicas, y software.

##### **2.1.5.2. Las formas de enseñanza.**

Las **formas** de enseñanza, que de manera similar a los medios, se planifican y organizan en función de los objetivos y el contenido, pero acordes con las necesidades de los métodos y es por ello que se propone una **conferencia**

**magistral**, donde se expondrá la fundamentación del diseño de la asignatura y las estrategias perfiladas para un aprendizaje consciente, buscando lograr la motivación a partir de relacionarla con la profesión. Otra forma de enseñanza será **conferencia - talleres** donde se trabajarán los contenidos más abstractos, y en las **clases prácticas** se abordarán los contenidos concretos, pero con un enfoque de **talleres** en las generalizadoras de cada uno de los temas, y de la asignatura y se corresponderán con las penúltimas clases, pues la última será evaluativa, aunque con el mismo enfoque. Finalmente, una secuencia de **seminarios**, con el objetivo de integrar aún más conocimientos y habilidades en un todo, el tema en el primer nivel, y en la asignatura en su segundo nivel de sistematización.

#### **2.1.5.3. La evaluación.**

La evaluación se tendrá en cuenta durante todo el proceso y no solo al final para medir ese resultado. Lo nuevo está dado en que se medirán los cambios cualitativos del estudiante durante todo el proceso, y no solamente al final como se concebía en los programas anteriores. No obstante se evaluará un problema práctico integrador al final de cada tema y al final de la asignatura (con el mismo objetivo en el tema y la asignatura, como regularidad de la evaluación), donde, además de resolver el problema, deberá defenderlo en el seno de su grupo, desaparece así el examen teórico, por lo que el examen está concebido como práctico, con una fundamentación teórica de sus resultados.

#### **2.2. Diseño de la dinámica del aprendizaje en la asignatura Petrología.**



En el caso específico de la Petrología, el aprendizaje a través de la **estructura funcional de la habilidad**, es concebido a partir del vencimiento de la sucesión de niveles estructurales, para que los estudiantes desarrollen habilidades, asimilen los conocimientos, desarrollen capacidades, la lógica de actuar y de pensar, que contribuyen a la formación de su personalidad a través de la relación con su actividad profesional mediante el desarrollo de modos de actuación desde el tema docente, que se integren a la asignatura, y que contribuya al modo de actuación del profesional, dándose aquí la relación entre la ciencia, la docencia y la profesión.

A través de la estructura funcional de la habilidad en la asignatura (fig.3), y sus niveles estructurales, podrá explicarse las relaciones manifestadas entre el grado de dificultad de la familia de problemas, grado de independencia del estudiante, la integración de habilidades lógicas, el proceso de integración y sistematización, la lógica de la asignatura y el tema dado por la lógica de la habilidad que es la lógica del modo de actuación del modelo del profesional (Fig.5). Como se puede apreciar el proceso de integración y sistematización se va dando a medida que el estudiante va escalando los niveles estructurales diseñados en la habilidad, se hace más independiente y el nivel de ayuda disminuye proporcionalmente, expresándose una contradicción con la complejidad de los problemas que se incrementa, por ello necesitará mayor motivación profesional.

La zona de autonomía en la realización de la práctica guarda una estrecha relación con el volumen de ayuda, pues a medida que el estudiante va

venciendo los niveles estructurales de las operaciones dentro de la estructura funcional, gana en autonomia, se va haciendo más independiente y el profesor pasa a ser un guía, un consultor, convirtiéndose esta ayuda en una orientación hacia el cómo resolver el problema, pero no a darle la solución, si en realidad se pretende el aprendizaje significativo.

El cómo va a dar solución a cada uno de los problemas, es el mismo utilizado por los profesionales a través de la investigación científica, o sea, el método científico, a través de las condiciones cognitivas y afectivas que deben darse entre el profesor, estudiantes y el contenido

El objeto se enriquece, porque a medida que escala en los niveles de la estructura funcional, el grado de dificultad de los problemas aumenta, por lo cual el estudiante incorpora más conocimientos, haciéndose más compleja las operaciones a medida que el objeto se enriquece, integra y sistematiza.

El orden en que los estudiantes se van enfrentando a los problemas, está dado por la estructura funcional de la habilidad (figura 3), desde los problemas más elementales a los más complejos, que son los mismos que posteriormente utilizará en su futura vida profesional, y es por ello que puede aseverarse: la relación entre el método de la profesión y el de la ciencia se convierte en **regularidad** para el diseño del método de enseñanza - aprendizaje de la asignatura.

### **2.3. El tema docente de las Rocas Ígneas.**

#### **2.3.1. El problema, el objeto y el objetivo del tema de las Rocas Ígneas.**

##### **2.3.1.1. El problema.**

Derivado del problema de la asignatura, el **problema** del tema es la necesidad de la interpretación de los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Ígneas a las cuales pueden asociarse yacimientos minerales, o tener alguna utilidad para la sociedad.

#### **.2.3.1.2. El objeto.**

De la figura 4, el **objeto de estudio** del tema son los principales grupos de Rocas Ígneas.

#### **2.3.1.3. El objetivo.**

Derivado de la asignatura, el **objetivo del tema** es:

Interpretar los procesos que le dan origen a las Rocas Ígneas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos, teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales.

#### **2.3.1.4. Los contenidos en el tema de las Rocas Ígneas. Su fundamentación teórica.**

Seleccionar y darle estructura a los contenidos, es uno de los aspectos más importantes a realizar por los profesores si pretenden formar un profesional independiente, creativo, y motivado por la profesión, para solucionar los problemas profesionales con capacidad para corresponder a los requerimientos

sociales, y que aprenda significativamente haciendo, relacionando lo que ya sabe con el nuevo contenido, y personalizándolo.

En Cuba los primeros trabajos realizados en relación con la estructuración de los contenidos en la Petrología, son los de Hernández, 1998 y 1999b, para el tema de las Rocas Ígneas.

Para secuenciar la habilidad de este tema, se parte de la estructura funcional de la asignatura, que es una de las regularidades detectadas en esta investigación para el diseño de cada uno de ellos y de su aprendizaje, porque el alumno aprende de la reiteración de la habilidad en cada uno de los temas docentes, pese a que el tema no se identifica con la habilidad, sino que se diferencian de acuerdo con el objeto de estudio, y de ahí que la estructura funcional de la habilidad del tema de las Rocas Ígneas sea el que aparece en la figura 6.

Como se puede apreciar en la figura 6, la concepción para que el estudiante se apropie de la habilidad que preside el tema, es la misma adoptada para la asignatura, por supuesto, que el contenido se hace más específico. Si en la asignatura se tienen a los tres objetos (objeto cualitativamente superior), aquí solo se concentra en el estudio de las Rocas Ígneas, mediante la solución de la familia de problemas que les irá mostrando el profesor, venciendo sucesivos niveles estructurales, con la apropiación de la lógica de solucionar los problemas; esta lógica es la misma del modo de actuar como profesional.

Al comparar la figura 3, que refleja la secuenciación de la habilidad de la asignatura, con la figura 6, la cual muestra la secuenciación de la habilidad para el tema de las Rocas Ígneas, las operaciones que deberán realizarse son las

mismas y están estructuradas de tal manera que la operación situada a un nivel superior siempre requiere de la ejecución y dominio de la inferior, como una regularidad.

Si el estudiante es el componente principal del proceso docente educativo, la estructuración de la habilidad y de los conocimientos, debe responder a la estrategia que se seguirá en el diseño del aprendizaje, el cual debe guardar una estrecha relación con la estructura que se le ha dado a los contenidos, por lo que no se podrá concebir una buena didáctica, sino se tiene en cuenta el diseño de la estrategia del aprendizaje.

Lo primero a tener en cuenta estará dado en las relaciones que se manifiestan en la figura 2 como una regularidad detectada para la selección del sistema de conocimientos de la asignatura, con la diferencia que el objeto de la ciencia a considerar son las Rocas Ígneas, seleccionándose el contenido más abstracto (invariante de conocimientos) referente a la ciencia Petrología, en función del objetivo del tema a partir del objeto de estudio.

El **sistema de conocimientos seleccionado** es el siguiente:

Magma, minerales de las Rocas Ígneas, texturas y estructuras, principales grupos de rocas, clasificaciones y ambientes geodinámicos de formación.

¿Y por qué este?

Los grupos de Rocas Ígneas conforman el objeto de estudio del tema y si los mismos se originan del enfriamiento y consolidación del magma, surge la necesidad de que el conocimiento teórico sobre el origen, características, cristalización y procesos de diferenciación sea estudiado antes del concepto de

minerales, porque surgen a partir del enfriamiento de ese material fluido y viscoso que aparece en forma natural, y que recibe el nombre de magma.

¿Y por qué se estudian las estructuras y las texturas después del magma y los minerales?

Es lógico, el magma comienza a enfriarse y con ello los primeros minerales comienzan a cristalizar, y son los que constituyen los primeros tipos de rocas y de sus relaciones, el aspecto estructuro - textural será el próximo contenido que apareciera después de los minerales.

Estudiado los minerales y los rasgos estructuro - texturales, el posterior contenido será el estudio de los principales grupos de rocas, pues están caracterizadas por la composición mineralógica y los rasgos estructuro - texturales.

El siguiente contenido estará compuesto por los principales tipos de clasificaciones necesarias para que el estudiante las utilice en la identificación de las rocas en las clases prácticas.

Por último, se propone el estudio de los ambientes geodinámicos, por la relación que guardan las rocas, y los yacimientos minerales originados en asociación con ellas, en las zonas de subducción, y las de rift, fundamentalmente.

Las zonas de rift se caracterizan por una petrometalogenia básica, los magmas se originan en la astenósfera, tienen naturaleza tholeítica, constituida por rocas de la asociación ofiolítica (ultrabásicas y básicas), formándose en éstos importantes yacimientos cromíticos, cobre – níquel, de sulfuros masivos cupríferos, estos últimos asociados con los efusivos tholeíticos.

Las zonas de subducción, originan Rocas Ígneas de composición tholeítica, calcoalcalinas, y alcalinas, principalmente del grupo de las rocas intrusivas y efusivas medias y ácidas. Se conoce relacionadas a estas rocas yacimientos cupríferos, polimetálicos, de oro y plata.

Aunque los mapas conceptuales (figura7) han sido utilizados también para darle secuencia a los conceptos, y especialmente los conocimientos de las Rocas Ígneas por Hernández y Castillo, 1999, pueden emplearse para que los estudiantes perciban las relaciones que guardan los conceptos, como es el caso de los magmas con los minerales, las texturas, las rocas y los ambientes geodinámicos de formación.

A partir de la estructura lógica de los conocimientos seleccionados de la ciencia, y reforzados con la utilización de los mapas conceptuales, es posible estructurar el sistema de conocimientos del tema de las Rocas Ígneas de la manera siguiente:

### **Sistema de conocimientos:**

#### 1-Magmas

##### 1.1- Origen

##### 1.2- Características

1.3- Tipos fundamentales

1.4- Cristalización

1.5- Procesos de diferenciación

2- Principales minerales de las Rocas Ígneas.

3- Estructuras y texturas

4- Principales grupos de las Rocas Ígneas

5- Clasificaciones más utilizadas para este tipo de roca.

6- Ambientes geodinámicos de formación y su relación con los yacimientos de minerales.

#### **2.3.1.5. Diseño de la dinámica del aprendizaje en el tema de las Rocas Ígneas.**

La estrategia para el aprendizaje en el tema de las Rocas Ígneas es el mismo adoptado para la asignatura, mediante el enfrentamiento a la familia de problemas, desde el más elemental, hacia el problema propio, indicador de la máxima sistematización (siguiendo a la estructura funcional de la habilidad (figura 6), se realiza mediante la creación de sucesivos niveles estructurales, a través de los cuales, los alumnos transitan, asimilan el conocimiento, desarrollan sus capacidades y enriquecen el objeto.

Del contenido analizado, seleccionado y estructurado se percibe una estrecha relación entre la estructura funcional de la habilidad del tema, y los conocimientos indispensables para que el estudiante desarrolle las acciones y operaciones que permitan la apropiación de la habilidad y con ella, del modo de actuación profesional.



En la estructura funcional, los estudiantes trabajan con los conceptos de mineral, texturas y estructura, clasificación, y principales tipos de rocas; quiere decir que estos conocimientos son aplicados en la práctica, por lo cual irán asimilándose a medida que resuelven los problemas.

El concepto de magma se introduce, porque es necesario para que los estudiantes perciban la estrecha relación que guarda el origen de las rocas con él, los ambientes geodinámicos y los yacimientos minerales asociados.

En el caso de las Rocas Ígneas, la primera familia de problemas a resolver a través de la estructura funcional de la habilidad del tema (figura 6), es la identificación de los minerales mediante las constantes ópticas, primer nivel, que constituyen situaciones muy simples, con un mínimo grado de complejidad y riqueza del objeto, el estudiante se enfrenta al problema, pero depende de la ayuda del profesor, cuyo nivel será alto. El estudiante es muy dependiente a pesar de la aplicación del método de solución de problemas. Él debe ir determinando las constantes ópticas de cada uno de los minerales (problemas) que le presenta el profesor, el modo de resolverlo es el mismo, convirtiéndose en su modo de actuación profesional (inductivo) desde los problemas más elementales del tema. Aquí se le presentarán tantos tipos de problemas como minerales principales (Cuarzo, Ortosa, Microclina, Sanidina, Plagioclasas, Olivinos, Piroxenos, Anfíboles, Micas), de ahí que se planifiquen clases prácticas suficientes para que los estudiantes se apropien de la habilidad, venciendo así el primer nivel estructural, o sea, se da un proceso paulatino donde comienza la

primera etapa de la formación de capacidades en el estudiante, y a través de ellas la formación de su personalidad.

Desde aquí, y teniendo en cuenta el grado de motivación que el profesor haya logrado despertar en el estudiante por el nuevo contenido, él construye su propio conocimiento, haciendo el método suyo, personalizándolo, apoyándose en la comunicación y la cooperación que se propicia entre el profesor y el estudiante, y entre los estudiantes, colaboración con independencia, lo cual permite la formación de capacidades individuales con valores de saber hacer, eficiencia, estética, dignidad, capaces de formar un profesional competente.

Vencido este primer nivel estructural, el estudiante ya posee las herramientas para que a través de la identificación de cada constante óptica del mineral, caracterizarlo, y de esta manera pasar al segundo nivel estructural, por lo que el nivel de ayuda del profesor, y entre los mismos estudiantes se diferencia, pueda darse el caso de que algunos estudiantes se van quedando más rezagados y otros, los más capaces avanzan con mayor rapidez. Este es un momento importante para ir formando valores en los estudiantes desde estas situaciones. La solidaridad del estudiante más aventajado con él menos, es de vital importancia para ambos, para el primero, porque es capaz de llegar a explicitar lo aprendido, dando un paso de lo intrínseco a lo extrínseco y para el segundo, aunque con ayuda, puede resolver los problemas, y así de esa forma también avanza y se realiza profesionalmente, con lo que contribuye a la formación de su personalidad.

Se podrá, además, desarrollar la abstracción y la generalización. Por ejemplo: ¿Qué minerales presentan bajo índice de refracción?, ¿Cuáles son incoloros?, ¿Cuáles presentan pleocroismo?, ¿Cuáles presentan birrefringencia elevada y cuáles baja?. Es importante que para dar solución a cada una de las tareas, el estudiante piense, y le dé solución de forma consciente, apropiándose del método, haciéndolo suyo, personalizándolo.

Es decir, el desarrollo del pensamiento lógico no es solo función de la Matemática o de la Física, sino que las asignaturas de la especialidad también son muy útiles y responsables de contribuir a su desarrollo y a los modos de actuación profesional a través de los métodos de aprendizaje utilizados y más, cuando en todo el proceso de asimilación, los estudiantes lo adquieren mediante un proceso consciente de construcción de sus propios conocimientos.

En este segundo nivel estructural en el desarrollo de la habilidad, el grado de complejidad de los problemas será mayor en el objeto, ya que este último se va enriqueciendo, integrándose, el estudiante ganando en independencia, y el deseo de aprender debido a esa autonomía lo hace moverse en este nivel con más independencia y motivación por lo que esta haciendo, lo que contribuye a sentirse más apto y consciente para dar solución a los problemas que como futuro profesional tendrá en sus esferas de actuación. Hay una contradicción que se presenta a medida que él requiere más esfuerzo para dar solución a los problemas cuando se avanza en el grado de complejidad de la estructura funcional de la habilidad, y por lo tanto, necesitará más motivación para compensar ese desgaste (Pozo, 1996, p. 177); la motivación por la profesión,

siempre que el profesor la logre, contribuye a seguir avanzando hacia el siguiente nivel estructural.

Ya vencido el segundo nivel, el estudiante está en condiciones de empezar a transitar por el tercero, enfrentándose a la identificación de los minerales, a partir de la caracterización llevada a efecto. En este caso aprenden a identificar los minerales utilizando las propias tablas confeccionadas por ellos mismos, auxiliándose además, por las tablas que aparecen en los libros de textos, y por las descripciones de los minerales.

Ya han aprendido a cómo enfrentarse a los problemas de la identificación de los minerales, por lo que están en capacidad de resolver problemas particulares, porque ya han adquirido la lógica de resolver el problema aplicando la investigación científica; aquí culmina el primer nivel estructural de la estructura funcional de la habilidad, contribuyendo desde este primer nivel al modo de actuación del profesional.

La segunda etapa comienza con el problema de la identificación de las texturas a través de las características morfológicas internas de las rocas, tales como el tamaño de sus granos minerales, los contornos de los mismos y sus relaciones mutuas.

Para la caracterización de las texturas de las rocas, serán estimados cuatro factores:

1. Grado de cristalización o cristalinidad de las rocas.
2. Tamaño de los granos.
3. Forma de los granos.

#### 4. Relaciones mutuas entre los granos cristalinos o entre estos y la materia vítrea.

La estructura funcional de la habilidad de la identificación de las texturas a través de estos cuatro factores es la que muestra la figura 9.

En esta segunda etapa el estudiante se enfrenta al primer problema de la determinación de los factores a través de los cuales caracteriza la roca, pero antes de esto, tiene que en ese mismo problema primeramente identificar los minerales, expresándose el primer nivel de integración y sistematización. Es de vital importancia que ellos mismos en la construcción del conocimiento descubran que la lógica de la profesión está dada por la lógica de enfrentar y resolver los problemas, y lleva implícita la lógica de la ciencia, asimilando los conocimientos de una forma relacionada, o sea, los minerales guardan una estrecha relación con las texturas, siendo los primeros en cristalizar del magma. Es importante que los profesores motiven a los estudiantes tanto en la relación reflejada entre la textura, la génesis de las rocas y los posibles yacimientos minerales asociados como en la relación ciencia - profesión.

Ya caracterizada la textura de la roca con la ayuda de tablas, fotos y figuras, los estudiantes están en condiciones de enfrentarse a la identificación, superar los sucesivos niveles estructurales, construir su propio conocimiento de manera consciente y vencer así la segunda etapa (segundo nivel estructural) en la estructura funcional de la habilidad.

Antes de identificar las rocas, deben vencer la tercera etapa (nivel estructural 3), que es la de aprender a utilizar las distintas clasificaciones empleadas en las Rocas Ígneas para su identificación; una vez dominada esta etapa, los estudiantes disponen de los elementos esenciales para enfrentarse a la última etapa (cuarta etapa) en la estructura funcional de la

habilidad, la identificación de las Rocas Ígneas a través de la composición mineralógica y los rasgos estructuro texturales.

En esta etapa el estudiante se enfrenta a los nuevos **problemas propios** o problemas del tercer nivel, que constituyen situaciones con un máximo grado de complejidad en el objeto, a través de las cuales se generaliza el modo de actuar. Cuando es capaz de resolverlos de manera independiente, alcanza el grado de dominio y profundidad de la habilidad que preside el tema y estará en condiciones de resolver otros similares a los que se le presentan en la profesión, su solución les permite continuar enriqueciendo el objeto y si el proceso de aprendizaje de los contenidos es dinámico de aproximación progresiva, que no tiene fin, puede concluirse que el estudiante después de vencido este nivel estructural en relación con un determinado contenido, éste persistirá toda la vida, pues siempre estará en construcción (Hernández, A., Castillo, M. 1999).

En esta fase el estudiante encara nuevos problemas propios de la aplicación del tema, la lógica a seguir para su solución es la del modo de actuar del profesional, primero con la identificación de los minerales, luego las texturas, aplicar las clasificaciones adoptadas, identificar las rocas e interpretar los procesos y fenómenos que les han dado origen, que es la misma a emplear en la solución de cualquier problema propio de la asignatura y de la profesión, y de esta forma se contribuye a la formación de valores a través de la relación ciencia - profesión que se da al nivel de tema, y de la asignatura Petrología. La habilidad de identificar en el tema y la asignatura pasa a ser una acción de la habilidad interpretar, modo de actuación que debe lograr el estudiante de la carrera de Geología en el modelo del profesional. El mismo se apoyará en las ciencias que

le sirven de fundamento, pero integrándolas en la lógica de la profesión en el camino lógico de la resolución de los problemas, sistematizándolos al nivel de tema, asignatura y modelo del profesional.

#### **2.3.1.6. Las formas, los medios y la evaluación.**

Son los adoptados para la asignatura.

### **2.4. El tema docente de las Rocas Sedimentarias.**

#### **2.4.1. El problema, el objeto y el objetivo del tema de las Rocas Sedimentarias.**

##### **2.4.1.1. El problema.**

Derivado del problema de la asignatura, el **problema** del tema es la necesidad de la interpretación de los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Sedimentarias a las cuales pueden asociarse yacimientos minerales, o tener alguna utilidad para la sociedad.

##### **2.4.1.2. El objeto.**

De la figura 4, el **objeto de estudio** del tema son los principales grupos de Rocas Sedimentarias.

#### **2.4.1.3. El objetivo.**

Derivado de la asignatura, el **objetivo del tema** es:

Interpretar los procesos que le dan origen a las Rocas Sedimentarias y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos, teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales.

#### **2.4.1.4. Los contenidos en el tema de las Rocas Sedimentarias. Su fundamentación teórica.**

Las Rocas Sedimentarias se asocian en la superficie de la corteza terrestre en complejos litológicos específicos de las unidades tecto estructural (zonas geosinclinales, zonas de plataformas, cuencas intercontinentales, áreas continentales, etc.).

Se diferencian de las Ígneas y Metamórficas, por tener la característica común, de formarse en condiciones de presión y temperaturas normales para la parte superficial de la corteza terrestre y en estas condiciones se originan:

- Depósitos constituidos por la desagregación de las rocas preexistentes, sufriendo transporte y deposición en el medio marino o continental.
- Agregados minerales formados por la cristalización de soluciones en cuencas marinas o lacustres.
- Depósitos en los que en su formación han contribuido los organismos vegetales y animales.
- Depósitos residuales (formados in situ) a partir de unas rocas preexistentes como resultado de los procesos de alteración.



Una posición muy particular en el marco de ellas lo ocupan las rocas Piroclásticas, formadas por material de origen endógeno, expulsado por las erupciones volcánicas a la superficie de la corteza terrestre, que han sufrido procesos de transporte y deposición.

Si la estructura funcional de la habilidad de la asignatura Petrología se convirtió en una regularidad para el diseño de los temas docentes, esto quiere decir que la estructura funcional será la misma en el tema de las Rocas Ígneas, con la única diferencia de que el objeto de estudio cambia por el de los principales tipos de rocas Sedimentarias (figura 10), siendo el método el mismo, los medios, la evaluación y las estrategias de aprendizaje para el desarrollo de modos de actuación profesional.

#### **2.4.1.4.1. El sistema de conocimientos de las Rocas Sedimentarias.**

La estrategia que seguimos en este tema es la misma que seguimos para el tema de las Rocas Ígneas, o sea, se parte de qué conocimiento de la ciencia Petrología de las rocas Sedimentarias, es el imprescindible para que el estudiante pueda desarrollar su habilidad y con ello su modo de actuación profesional, y el conocimiento que también es imprescindible para la comprensión de todo el complejo proceso que origina este tipo de roca.

De este análisis se seleccionó el siguiente **sistema de conocimientos**:

1- Origen del material sedimentario.

- 2- Dinámica y acumulación de los sedimentos.
- 3- Diagénesis de los sedimentos.
- 4- Químismo.
- 4- Minerales más comunes en las rocas Sedimentarias
- 5- Composición geodinámica de las principales rocas sedimentarias
- 6- Estructura y textura de las rocas Sedimentarias
- 7- Clasificación de las rocas Sedimentarias
- 8- Principales rocas Sedimentarias
- 9- Ambientes geodinámicos de formación y su relación con los yacimientos de petróleo y gas.
- 10- Distribución e importancia geológica y económica.

La fundamentación de la selección y estructuración de este sistema de conocimientos, está dada, en que el estudio de los fenómenos geológicos podría conducir al desciframiento de las complejas relaciones entre proceso y producto, sin una comprensión de la relación causa - efecto. En el dominio exógeno esta relación, permite para los depósitos actuales, recorrer el camino entre proceso y producto, lo que representa la base para la reconstrucción de los viejos depósitos por intermedio de los productos a los procesos que los han originado.

Las causas determinantes de la formación de materiales que constituyen los sedimentos y las Rocas Sedimentarias, se originan en la superficie de la corteza y aparecen en el marco de la interacción litosfera - hidrosfera - atmósfera y biosfera. Los procesos que originan el material son:

- La destrucción de las rocas preexistentes.

- La actividad de los organismos.
- La actividad volcánica.
- El aporte del material extraterrestre.
- La actividad humana.

Los dos primeros representan los principales modos en que se forman los depósitos sedimentarios, el tercero muestra un aspecto particular, el de la existencia de una fuente que se encuentra bajo el control de las energías internas (vulcanismo). Ellos constituyen las fuentes principales de material para el medio sedimentario. Los dos últimos sugieren la posibilidad de contaminación de los productos sedimentarios o un material insignificante que no resulta de los procesos naturales de la superficie de la corteza terrestre.

Una vez estudiado el origen del material sedimentario es lógico que a continuación se analice todo el proceso de transporte y acumulación de sedimentos en los medios naturales. Luego se estudia la diagénesis que abarca todos los procesos físicos y químicos que accionan sobre los sedimentos después de la deposición y hasta el momento en que se transforman en rocas.

A pesar de que estos conocimientos no son aplicados directamente a, la solución de los problemas profesionales, sin ellos el tema perdería en científicidad y además, son la base para la comprensión y asimilación de la siguiente secuencia que ya responde a los contenidos necesarios para la apropiación de la habilidad de identificar las rocas sedimentarias a través del camino a recorrer por la estructura funcional de la misma (figura 10).

Los minerales a estudiar en las rocas sedimentarias son pocos y algunos ya son conocidos por los estudiantes en el tema de las Rocas Ígneas, como son: el Cuarzo, Ortosa, Microclina, Plagioclasas, Moscovita, Biotita; la Caolinita, la Montmorillonita, la Illita y la Clorita aparecen también como mineral de alteración, siendo en realidad nueva para ellos, los minerales del grupo de la Calcita, la Anhidrita, el Yeso, el ópalo, y la calcedonia.

En el caso de las estructuras y las texturas, el estudiante arriba a ellas con un determinado nivel real de desarrollo por las asignaturas precedentes como la Geología General y las componentes docentes de la disciplina principal integradora del primero y segundo años, en el aspecto externo de la roca, es decir las estructuras sedimentarias, por lo que las texturas serán conocimientos nuevos y muy diferente a las texturas ígneas, a criterio del autor es el contenido más novedoso y complejo conjuntamente con el de las clasificaciones adoptadas para la identificación de las rocas.

Una vez que se les ha presentado el conocimiento de los principales grupos de Rocas Sedimentarias, es de vital significación que los estudiantes perciban y comprendan las relaciones con los ambientes geodinámicos de formación por la gran importancia que tienen para la acumulación y conservación de los yacimientos de petróleo y gas, creándose desde aquí la motivación necesaria para un aprendizaje significativo.

#### **2.4.1.4.2. Diseño de la dinámica del tema de las Rocas Sedimentarias.**

La estrategia a seguir es la misma determinada por la asignatura y la del tema de las Rocas Ígneas, o sea, el de la apropiación de la habilidad a través de la estructura funcional, donde el estudiante al resolver la familia de problemas de un determinado tipo, vence sucesivos niveles estructurales, sistematiza su modo de actuar como profesional y desarrolla su pensamiento lógico.

Por supuesto, ya en este segundo tema, los estudiantes desde que comienzan a enfrentarse a los problemas del tipo I, son más independientes, porque ya es superior cualitativamente. En esta etapa el nivel de ayuda difiere del tema de las Rocas Ígneas, pues los estudiantes son capaces de identificar muchos minerales de los que aparecen en este tipo de rocas y son comunes a las Rocas Ígneas, y solo en los nuevos, el profesor orientará las invariantes de propiedades ópticas imprescindibles para la caracterización e identificación.

Cuando los estudiantes se enfrentan a los problemas de tipo IV y V, los problemas a resolver son nuevos para ellos (las texturas), por lo que el nivel de ayuda del profesor vuelve a jugar un importante papel en esta primera etapa, disminuyendo a medida que los estudiantes ganan en independencia.

Los problemas de tipo VI son resueltos con bastante independencia y poco nivel de ayuda; no ocurre así en el caso de los del tipo VI y VII donde ya se hace necesario la aplicación de clasificaciones nuevas, por lo que se requiere un determinado nivel de ayuda en la primera etapa, lo cual disminuye a medida que los estudiantes ganan en independencia con la integración y sistematización de los nuevos contenidos a aquellos vencidos con precedencia. En esta etapa, los problemas constituyen las situaciones de máxima complejidad del objeto de

estudio, y es por ello que se generaliza el modo de actuación, cuando los alumnos son capaces de resolverlos de manera independiente los problemas propios del tema sin ningún nivel de ayuda, llegan a obtener el máximo dominio y profundidad de la habilidad y enriquecer el objeto de estudio de la asignatura, pues con anterioridad ya se habían apropiado del contenido del tema de las Rocas Ígneas, quedando solo por estudiar el tema de las Rocas metamórficas.

#### **2.4.1.5. Las formas, los medios y la evaluación.**

Son los adoptados para la asignatura, particularizándose en el tema.

### **2.5. El tema docente de las Rocas Metamórficas.**

#### **2.5.1. El problema, el objeto y el objetivo del tema de las Rocas Metamórficas.**

##### **2.5.1.1. El problema.**

Derivado del problema de la asignatura, el **problema** del tema es la necesidad de la interpretación de los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Metamórficas a las cuales pueden asociarse yacimientos minerales, o tener alguna utilidad para la sociedad.

##### **2.5.1.2. El objeto.**

De la figura 4, el **objeto de estudio** del tema son los principales grupos de Rocas Metamórficas.

##### **2.5.1.3. El objetivo.**

Derivado de la asignatura, el **objetivo del tema** es:

Interpretar los procesos que le dan origen a las Rocas Metamórficas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos, teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales.

### **2.5.2. Los contenidos en el tema de las Rocas Metamórficas. Su fundamentación teórica.**

De los tres grupos de rocas, las metamórficas son las más complejas y variadas mineralógica y texturalmente, su complejidad es consecuencia de las siguientes características genéticas:

- 1- Las Rocas Metamórficas pueden tener cualquier otro tipo de roca madre: Ígnea, Sedimentaria e incluso otra Metamórfica.
- 2- Como son varios los factores o agentes que toman parte, aislada o conjuntamente, en el metamorfismo, hay diversas clases de metamorfismo bien diferenciados.
- 3- Producto a que pueden variar la intensidad con que actúan los agentes, hay diversos grados en las distintas clases de metamorfismo bien diferenciados.
- 4- Las Rocas Metamórficas pueden formarse en condiciones bajo los cuales algunos materiales se eliminan del sistema o se añaden, con lo que cambia la composición del material inicial, proceso llamado metasomatismo.
- 5- No todos los conjuntos minerales metamórficos alcanzan el equilibrio, ni siquiera cuando la roca es de origen polimetamorfica, es decir, cuando ha estado sometida dos clases o grados diferentes de metamorfismo.

Las Rocas Metamórficas son las formadas por transformaciones estructuro texturales, mineralógicos y en algunos casos químicos, a partir de rocas preexistentes en un ambiente geológico en el interior de la corteza terrestre, bajo la influencia de la presión, la temperatura y los fluidos en estado sólido.

La estructura funcional de la habilidad en las Rocas Metamórficas es la misma que en el tema de la Rocas Ígneas y Sedimentarias (figura 11), se sigue la regularidad de la asignatura, con la particularidad del metamorfismo, donde además de la identificación de las rocas, es de vital importancia la identificación de las facies a partir de los minerales indicadores de determinadas condiciones de metamorfismo, porque es posible la existencia de dos rocas identificadas como esquistos y que las condiciones del metamorfismo que las ha originado sean bastante diferentes, como es el caso de un esquisto clorítico y un esquisto silimanítico, el primero perteneciente a la facies de los esquistos verdes y el segundo, a la facies de las anfibolitas.

Como en el caso de los temas anteriores, lo único que cambia es el objeto de estudio.

A partir de ese análisis, se seleccionó el siguiente **sistema de conocimientos**:

- 1- Metamorfismo.
- 2- Factores del metamorfismo.
- 3- Tipos de metamorfismo.
- 4- Facies metamórficas.
- 5- Composición químico mineralógica de las Rocas Metamórficas.
- 6- Estructuras y texturas metamórficas.
- 7- Principales tipos de rocas.



8- Metamorfismo de contacto térmico.

9- Metamorfismo de carga por sepultamiento.

10-Metamorfismo Regional.

11-Metasomatismo.

12-Relación entre los principales tipos de metamorfismo con los ambientes geodinámicos.

La fundamentación de la secuencia propuesta para el sistema de conocimientos seleccionado está dada por la importancia que tiene para los estudiantes la memorización comprensiva del concepto de metamorfismo para la asimilación de los demás conceptos (2, 3, 4, 5, 6) implícitas en esta definición.

Los factores determinan las condiciones en donde tienen lugar las transformaciones que originan las rocas y determinan las características de cada uno de los tipos de metamorfismo, por ejemplo, el de contacto térmico se caracteriza por originarse en condiciones de bajas presiones y temperaturas desde bajas a extremas.

El concepto de “facies metamórfica” es de vital importancia tratarlo a continuación ya que él enmarca determinados intervalos de presión y temperatura que caracterizan las condiciones donde se producen las transformaciones mineralógico - estructural - texturales de las rocas.

La composición mineralógica y los cambios estructural - texturales íntimamente relacionados, son los que determinan el aspecto externo e interno de la roca que el estudiante deberá identificar en su futura vida profesional, por ello a continuación se caracterizarán los principales tipos de estas rocas.

Si se tiene en cuenta solamente la estructura funcional de la habilidad, el sistema de conocimientos seleccionado fuera suficiente, pero el tema tendería a lo pragmático y perdería en científicidad; es por ello que se debe fundamentar el tipo de metamorfismo que ha originado la roca objeto de estudio.

A criterio del autor, se deben estudiar primeramente los tipos de metamorfismo con carácter isoquímico por ser más sencillos de comprender y asimilar por el aprendiz para luego pasar al estudio del metasomatismo, proceso extremadamente complejo, pero muy importante, debido a los yacimientos minerales que se originan relacionados con él.

Por último, en un taller, deben tratarse las relaciones que guardan los distintos tipos de metamorfismo con los ambientes geodinámicos para poder fundamentar cada una de las asociaciones de rocas y facies metamórficas.

### **2.5.3. Las formas, los medios y la evaluación.**

Son los adoptados para la asignatura, particularizándose en el tema.

### **2.5.4. Diseño de la dinámica del tema de las Rocas Metamórficas.**

Como en el caso de los temas anteriores, la estrategia será la misma, por supuesto que con las particularidades propias de este tipo de rocas, que es donde se centrará la explicación.

La estrategia de la estructura funcional de la habilidad es bien conocida por los estudiantes de los temas precedentes y les ha aportado sus modos de actuación. Por ello en este tema las mayores dificultades están dadas por los problemas de tipo I, debido a que existen minerales estudiados que son comunes también para este tipo de rocas, pero la mayoría son nuevos, por lo cual a pesar de poseer los modos de actuación más sistematizados, en este tipo de problemas necesitarán un nivel de ayuda superior al recibido anteriormente.

Cuando los estudiantes llegan a este temabel objeto de estudio se ha ido enriqueciendo, ellos han ganado en independencia al pensar y actuar y al elevar sus capacidades a través de la relación entre la ciencia y la docencia en función de resolver problemas propios de la profesión, indudablemente deben ser más creativo.

Al resolver los problemas de tipo V, ya los estudiantes están en condiciones de trabajar independientemente, resolviendo cualquier tipo de problema propio de las Rocas Ígneas, Sedimentarias o Metamórficas, porque ha sistematizado, integrado y enriquecido el objeto de estudio de cada uno de los temas docentes, de un primer a un segundo nivel estructural en la asignatura Petrología, la cual contribuye con una habilidad a la disciplina integradora de la carrera, que se convierte en una operación en su modo lógico de actuar y pensar como profesional de la Geología.

A través de los temas docentes de la asignatura Petrología, el estudiante del tercer año podrá demostrar actitudes, sustentado en un sistema de valores, fundamental para el egresado como parte de la autorrealización individual, adquiere un compromiso con su profesor y ante la sociedad que orienta su actividad. Al dar solución a la familia de problemas del tema se identifica con la realidad social, responsabilidad individual y colectiva, solidaridad cuando resuelve y ayuda a sus compañeros menos diestros, honestidad, modestia, seguridad en sí mismo e iniciativa propia, preocupación por la conservación del medio ambiente, sentimiento por la calidad y la excelencia.

Alvarez(en la Escuela hacia la Excelencia, p. 58), define al proceso docente educativo de excelencia como aquel proceso cuyo resultado: el egresado, está preparado para la vida, es capaz de enfrentarse a los problemas más generales y comunes presentes en su entorno social, aplicando para ello, el método de la ciencia en la solución de los problemas. ¿Cuáles deben ser las cualidades que debe poseer el proceso docente educativo para obtener ese nivel de calidad en el egresado? Debe ser motivador, problémico, productivo o creativo, científico - investigativo, sistémico, integrador; vinculado a la vida, a la comunidad; con objetivos precisos y contenidos extraídos de la ciencia; con métodos de enseñanza - aprendizaje productivo. En relación con los estudiantes debe ser participativo, comprometido y democrático, con relaciones afectivas que estimulen los vínculos entre los estudiantes y con el profesor, que creen un clima creador en el alumno y que le posibiliten en consecuencia, la formación de valores, convicciones y sentimientos.

El modelo de diseño presentado en este trabajo pretende acercarse a un Proceso Docente Educativo de excelencia, ya que en mismo están presentes todas las cualidades que caracterizan a tal proceso de enseñanza – aprendizaje. Es motivado porque parte de los problemas de la profesión y de la relación que estos guardan con los de la ciencia, de la relación ciencia - profesión; cómo la lógica de la ciencia contribuye a la lógica del pensar y actuar del profesional a través del método adquirido en la resolución de los problemas presentes en la lógica de la asignatura y de sus temas, dado por la lógica de la estructura funcional de la habilidad; lo científico - investigativo se manifiesta por el empleo

del método de investigación científica como el fundamental utilizado por los estudiantes para darle solución a los problemas. El proceso es sistémico, integrador, vinculado con la vida y la comunidad cuando el estudiante a través de la estructura funcional de la habilidad sistematiza los nuevos contenidos a los que ya poseía, los integra en el tema, en la asignatura Petrología y luego en la asignatura integradora del modelo del profesional. El estudiante construye sus propios conocimientos, se comunica, desarrolla relaciones afectivas hacia sus compañeros, hacia el profesor, hacia el contenido, da significado a los conocimientos al resolver problemas en los que el método fundamental es el de la investigación científica, relaciona los nuevos conocimientos con los que ya posee, aprende significativamente, personaliza su método de aprendizaje haciéndolo suyo.

Si el fin último de toda institución docente es la formación de los egresados que manifiesten atributos y niveles de regulación de su personalidad, los objetivos educativos, en correspondencia con los intereses y necesidades de la sociedad, se tratan de alcanzar en las disciplinas, asignaturas y el tema docente el cual, es un estadio que puede contribuir mucho a ello, concretándose en el modelo del profesional. Por consiguiente como resultado del desarrollo del método de enseñanza - aprendizaje, el estudiante debe asimilar el conocimiento y formar sus habilidades en una adecuada interrelación posibilitadora del dominio del contenido, es decir el logro del objetivo instructivo.

El análisis, selección y estructura de los conocimientos y habilidades, la planificación, organización y el desarrollo del proceso constituye una condición

necesaria para el logro de los objetivos mencionados. En el contexto del método se debe incorporar al estudiante de forma activa, motivada y consciente para que, venciendo las dificultades, se apropie de los aspectos esenciales que encierran los objetos (habilidades y conocimientos).

En el desarrollo del proceso, el profesor debe atender a que el estudiante parta del conocimiento; esto le es significativo para su actuación profesional, de ahí que desde el tema se deba atender significativamente a la relación ciencia - profesión; vinculándolo a los objetivos del modelo del profesional, que sería su integración al más alto nivel. Esos objetivos del modelo del profesional transformándose en el motivo esencial del esfuerzo volitivo del estudiante en su actividad docente, en el desarrollo del método de aprendizaje, en su lógica de actuar y pensar desde la habilidad de aplicación que se apropiará en el tema docente, que la integrará a la habilidad generalizadora de la asignatura y posteriormente como una operación en la invariante de la habilidad en sus modos de actuar y pensar como futuro profesional, para ello los problemas que resuelve en el tema deben dejar explícito, en lo posible, su relación con los problemas de la disciplina integradora. Para lograr los objetivos educativos del modelo del profesional y como parte del desarrollo del método, se requiere que el estudiante en el contexto de su grupo, vaya conformando motivos y necesidades de carácter social que definan una tendencia orientadora, de modo tal que las operaciones cognoscitivas, base de la apropiación del contenido se conviertan cada vez, en instrumentos esenciales en su función reguladora y

autorreguladora, en sus relaciones con el modelo, es decir de su función educativa; los valores, las convicciones y los sentimientos.

La forma en que se concibe el proceso docente educativo en el tema y la asignatura Petrología, donde el estudiante se va apropiando del contenido a través de la estructura funcional de la habilidad, que proporciona la lógica del tema, donde resolviendo los problemas a través de la aplicación del método de investigación científica, desarrolla a través del método su lógica de pensar y actuar, que es la que aplicará al integrarse a la asignatura Petrología y a la asignatura del modelo del profesional, o sea, la asignatura contribuye al desarrollo de modos de actuación del profesional integrándose como una operación de la profesión.

El tema docente como primer nivel de integración y sistematicidad del proceso docente educativo contribuye con su habilidad a los modos de actuación del profesional en el tercer año de la carrera como una operación en la invariante de la habilidad, dándose desde el mismo la relación ciencia - profesión, y su contribución a la formación de valores, ya que desde el tema los estudiantes aprenderán a resolver los problemas con los modos de actuar de un profesional, haciendo ciencia y relacionándola con los problemas profesionales que se dan en el año académico.

La relación ciencia - profesión en el tema se da a través de su propia lógica que es la de la habilidad y es la que se sigue al resolver un problema de la ciencia Petrología, o sea, que en la asignatura Petrología se da la coincidencia entre la lógica disciplinaria y la científica de resolver los problemas; el modo de actuar

coincide y se logra aplicando la lógica de la ciencia, lo que hace más motivado el proceso para el estudiante, porque aplica el método de la ciencia en la solución de los problemas de la asignatura. Hace más científico el proceso docente educativo y más profesional el tema. Hágase ciencia, como lógica del proceso docente educativo y obtendrá alumnos con conocimientos, pero sobre todo con formación científica, con formación para la vida, verdaderos profesionales demandados por una sociedad revolucionaria.

Si en los finales del siglo XIX, Martí avizoraba la necesidad de transformar la enseñanza universitaria cuando expresaba:

“Al mundo nuevo corresponde la Universidad nueva. A nuevas ciencias que todo lo invaden, reforman y minan, nuevas cátedras.”

Hoy, a las puertas del siglo XXI, se encauza este trabajo demostrando la urgencia de su pensamiento pedagógico. La propuesta queda hecha.



### **CAPITULO III. NUEVA PROPUESTA DE LA ASIGNATURA PETROLOGÍA.**

#### **3.1. Metodología para la elaboración de un programa de asignatura.**

De acuerdo con el modelo teórico presentado en el capítulo II de esta investigación, se propone que para la implementación de una **metodología** deben seguirse los siguientes pasos.

1. Determinación del **problema docente** de la asignatura atendiendo a los problemas profesionales que resuelve el Ingeniero Geólogo.
2. A partir de la relación entre el problema del profesional, el objeto de la profesión, y el de la ciencia Petrología se determina el **objeto de estudio de la asignatura** (figuras 1 y 1.1).
3. Los objetivos del modelo del profesional determinan el **objetivo de la asignatura**.
4. La relación entre el método de la profesión (modo de actuación del profesional), y el de la ciencia Petrología determina el **método de enseñanza – aprendizaje** de la asignatura (figura 1).
5. La relación entre el objeto de la ciencia, el de la profesión, y el de la asignatura permite seleccionar su **sistema de conocimientos**(figura 2).
6. La **selección y estructura** del sistema de acciones que componen la habilidad se delimitan a partir de la relación entre el **método de la enseñanza – aprendizaje con su objeto de estudio**, en función del objetivo de la asignatura.
7. La relación entre el **objeto de estudio de la ciencia** y el de **estudio de la asignatura**

posibilitó precisar el **objeto de estudio de cada uno de los temas docentes**, de ahí que cada uno de ellos esté identificado con su **objeto de estudio**, aunque el alumno aprende por la **reiteración de la habilidad** en cada uno de ellos (regularidad de aprendizaje).

8. El próximo paso a dar es la selección de los medios de enseñanza.
9. Al igual que los medios, las **formas de enseñanza** se planifican y organizan en función de los **objetivos y de los contenidos**, pero acordes con las necesidades de los **métodos**.
10. La planificación de la **evaluación** esta en función de los **objetivos**.

3.2. Programa de la asignatura Petrología.

**Carrera: Geología**

**Disciplina: Geoquímica**

**Asignatura: Petrología**

**Año: Tercero**

**Semestres: Quinto y sexto**

<b>Temas</b>	<b>Conferencia - Taller</b>	<b>Clases Prácticas</b>	<b>Talleres</b>	<b>Totales</b>
I	10 (12%)	62 (79.48%)	6 (7.69%)	78 (39.75%)
II	10 (17.85%)	40 (71.42%)	6 (10.7%)	56 (28.57%)
III	10 (20.83%)	32 (66.66%)	6 (12.5%)	48 (24.48%)
IV	—	8 (57.14%)	6 (42.85)	14 (7.14%)
Total	30 (15.3%)	142 (72.44%)	24 (12.24%)	196 (100%)

**Problema de la asignatura:** La necesidad de la interpretación de los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas a las cuales pueden asociarse yacimientos minerales, o tener alguna utilidad para la sociedad.

**Objeto de estudio:**

1. Principales grupos de Rocas Igneas.
2. Principales grupos de Rocas Sedimentarias.
3. Principales grupos de Rocas Metamórficas.

**Objetivo educativo:**

Actuar de acuerdo con la concepción científica del mundo mediante la aplicación del análisis dialéctico materialista por cuanto la Petrología y demás ramas afines tratan de la constitución, estructura y desarrollo de la tierra, así como los procesos que tienen lugar en ella, su transformación, cambios, mostrando habilidades y conocimientos acorde con el perfil del futuro profesional de la Geología.

**Objetivo instructivo:**

Interpretar los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias Y Metamórficas teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales.

**Sistema de habilidades:**

*1- Determinar las constantes ópticas de los minerales de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.*

2- *Caracterizar los principales minerales de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.*

3- *Identificar los principales minerales de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.*

4- *Caracterizar las estructuras y las texturas de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.*

5- *Identificar los principales tipos de estructuras y texturas de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas*

6- *Caracterizar los principales tipos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas a partir de su composición mineralógica y rasgos estructuro - texturales.*

7- *Aplicar las clasificaciones más aceptadas para la identificación de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.*

8- *Identificar los principales tipos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas a partir de su composición mineralógica, química y rasgos estructuro - texturales.*

***Sistema de conocimientos:***

*Principales Rocas Ígneas.*

*Principales Rocas Sedimentarias.*

*Principales Rocas Metamórficas.*

**Tema I. Principales grupos de Rocas Igneas.**

**Problema del tema:** La necesidad de la interpretación de los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los

principales grupos de Rocas Ígneas a las cuales pueden asociarse yacimientos minerales, o tener alguna utilidad para la sociedad.

**Objeto de estudio:** Principales grupos de Rocas Ígneas de la corteza terrestre.

**Objetivo Instructivo:**

Interpretar los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Ígneas, teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales.

**Sistema de habilidades:**

- 1- Determinar las constantes ópticas de los minerales de las Rocas Ígneas.*
- 2- Caracterizar los principales minerales de las Rocas Ígneas.*
- 3- Identificar los principales minerales de las Rocas Ígneas.*
- 4- Caracterizar las estructuras y las texturas de las Rocas Ígneas.*
- 5- Identificar los principales tipos de estructuras y texturas de las Rocas Ígneas.*
- 6- Caracterizar los principales tipos de Rocas Ígneas a partir de su composición mineralógica y rasgos estructuro - texturales.*
- 7- Aplicar las clasificaciones más aceptadas para la identificación de las Rocas Ígneas.*
- 8- Identificar los principales tipos de Rocas Ígneas a partir de su composición mineralógica, química y rasgos estructuro - texturales.*

**Sistema de conocimiento:**

1-Magmas

1.1- Origen

1.2- Características

1.3- Tipos fundamentales

1.4- Cristalización

1.5- Procesos de diferenciación

2- Principales minerales de las Rocas Ígneas.

3- Estructuras y texturas

4- Principales grupos de las Rocas Ígneas

5- Clasificaciones

6- Ambientes geodinámicos de formación.

## **Tema II. Principales grupos de Rocas Sedimentarias.**

**Problema del tema:** La necesidad de la interpretación de los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Sedimentarias a las cuales pueden asociarse yacimientos minerales, o tener alguna utilidad para la sociedad.

**Objeto de estudio:** Principales grupos de Rocas Sedimentarias de la corteza terrestre.

### **Objetivo instructivo:**

Interpretar los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Sedimentarias, teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales.

### **Sistema de habilidades:**

*1- Determinar las constantes ópticas de los minerales de las Rocas Sedimentarias.*

*2- Caracterizar los principales minerales de las Sedimentarias.*

- 3- Identificar los principales minerales de Sedimentarias.*
- 4- Caracterizar las estructuras y las texturas de las Sedimentarias.*
- 5- Identificar los principales tipos de estructuras y texturas de las Sedimentarias. 6- Caracterizar los principales tipos de Sedimentarias a partir de su composición mineralógica y rasgos estructuro - texturales.*
- 7- Aplicar las clasificaciones más aceptadas para la identificación de las Rocas Sedimentarias.*
- 8- Identificar los principales tipos de Sedimentarias a partir de su composición mineralógica, química y rasgos estructuro - texturales.*

**Sistema de conocimientos:**

- 1-Origen del material sedimentario.
- 2-Dinámica y acumulación de los sedimentos.
- 3-Diagénesis de los sedimentos.
- 4-Minerales más comunes en las Rocas Sedimentarias
- 5-Composición geodinámica de las principales Rocas Sedimentarias
- 6-Estructura y textura de las Rocas Sedimentarias
- 7-Clasificación de las Rocas Sedimentarias
- 8-Principales Rocas Sedimentarias
- 9-Ambientes geodinámicos de formación y su relación con los yacimientos de petróleo y gas.

**Tema III. Principales grupos de Rocas Metamórficas.**

**Problema del tema:** La necesidad de la interpretación de los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los

principales grupos de Rocas Metamórficas a las cuales pueden asociarse yacimientos minerales, o tener alguna utilidad para la sociedad.

**Objeto de estudio:** Principales grupos de Rocas Metamórficas de la corteza terrestre.

**Objetivo instructivo:**

Interpretar los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Metamórficas, teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales.

**Sistema de habilidades:**

- 1- Determinar las constantes ópticas de los minerales de las Rocas Metamórficas.*
- 2- Caracterizar los principales minerales de las Rocas Metamórficas.*
- 3- Identificar los principales minerales de las Rocas Metamórficas.*
- 4- Caracterizar las estructuras y las texturas de las Rocas Metamórficas.*
- 5- Identificar los principales tipos de estructuras y texturas de las Rocas Metamórficas*
- 6- Caracterizar los principales tipos de Rocas Metamórficas a partir de su composición mineralógica y rasgos estructuro - texturales.*
- 7- Aplicar las clasificaciones más aceptadas para la identificación de las Rocas Metamórficas.*
- 8- Identificar los principales tipos de Rocas Metamórficas a partir de su composición mineralógica, química y rasgos estructuro - texturales.*

**Sistema de conocimientos:**

- 1- Metamorfismo.



- 2- Factores del metamorfismo.
- 3- Tipos de metamorfismo.
- 4- Facies metamórficas.
- 5- Composición químico mineralógica de las Rocas Metamórficas.
- 6- Estructuras y texturas metamórficas.
- 7- Principales tipos de rocas.
- 8- Metamorfismo de contacto térmico.
- 9- Metamorfismo de carga por sepultamiento.
- 10- Metamorfismo Regional.
- 11- Metasomatismo.
- 12- Relación entre los principales tipos de metamorfismo con los ambientes geodinámicos.

Tema IV. Generalización de los principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas de la corteza terrestre.

**Problema:** La necesidad de la interpretación de los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias Y Metamórficas a las cuales pueden asociarse yacimientos minerales, o tener alguna utilidad para la sociedad.

**Objeto de estudio:** Principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas de la corteza terrestre.

**Objetivo instructivo:**

Interpretar los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Ígneas,

Sedimentarias Y Metamórficas, teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales.

mineralógica y los rasgos estructuro – texturales.

**Sistema de habilidades:**

*1- Determinar las constantes ópticas de los minerales de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.*

*2- Caracterizar los principales minerales de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.*

*3- Identificar los principales minerales de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.*

*4- Caracterizar las estructuras y las texturas de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.*

*5- Identificar los principales tipos de estructuras y texturas de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas*

*6- Caracterizar los principales tipos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas a partir de su composición mineralógica y rasgos estructuro - texturales.*

*7- Aplicar las clasificaciones más aceptadas para la identificación de las Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.*

*8- Identificar los principales tipos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas a partir de su composición mineralógica, química y rasgos estructuro - texturales.*

**Sistema de conocimientos:**

*Principales Rocas Ígneas.*

*Principales Rocas Sedimentarias.*

*Principales Rocas Metamórficas.*

**Métodos de aprendizaje de la asignatura y de sus temas docentes.**

Fundamentalmente basados en la solución de problemas, utilizando métodos propios de la ciencia Petrología en función de la profesión.

**Medios de enseñanza.**

Pizarras, retrotransparencias, microscopio, rocas, libros de textos, secciones delgadas, guías de clases prácticas, publicaciones científicas, guías de problemas.

**Evaluación:** Se evaluara el proceso de solución de los problemas, desde los más elementales, hasta el problema propio.

**Bibliografía.**

- Cepeda Dávila. Apuntes de Petrología ígnea. 1985. UNAM México.
- Cepeda Dávila. Apuntes de Petrología metamórficas. 1985. UNAM, México.
- Segura Soto, Rafael. Cristaloóptica teórico - práctica. 1978. Pueblo y Educación.
- Segura Soto, Rafael. Introducción a la Petrografía. 1959. Madrid, España.

- Mc Pherson, D. Petrología de las Rocas Igneas. 1981. Pueblo y Educación.
- Kerr. Mineralogía óptica. Editorial Pueblo y Educación.
- Hernández, Margarita. Petrología de las Rocas Sedimentarias.
- Hernández, A., Cruz, Esther. Guía de clases prácticas de Petrografía I. 1988.
- Hernández, A., Cruz, Esther. Guía de clases prácticas de Petrografía II. 1989.
- Hernández, Arturo. Apuntes de Petrología metamórfica. 1989.
- Hernández, Arturo. Metamorfismo en la zona de subducción. 1990.

## **CONCLUSIONES GENERALES DE LA TESIS.**

1. La tesis, parte de un análisis histórico - lógico de las tendencias en la enseñanza de la Geología y en particular de la Petrología. En el mismo pudo apreciarse que en los cuatro períodos por los cuales ha atravesado el perfeccionamiento de sus programas, las mayores dificultades están dadas en:
  - El contenido de sus programas era enciclopédico, dedicándose la mayor parte del tiempo a la teoría y muy poco a las actividades prácticas, lo que influye negativamente en el desarrollo de habilidades propias de la Petrología, y por consiguiente tributan parcialmente a los modos de actuación profesional.
  - En los temas se definen los objetivos generales y un listado de contenidos, sin que se proporcionen razones que expliquen la selección y estructura de los contenidos.
  - Se denotó la falta de dominio sobre el diseño curricular por los profesores responsables del diseño de las asignaturas, lo que conduce a la enseñanza de conceptos y habilidades aisladas.
  - La falta de equilibrio en las asignaturas entre distintos tipos de contenidos, priorizándose algunos de ellos en detrimento de otros.
  - La frecuente inadecuación de los contenidos que pretenden enseñarse a las capacidades de los estudiantes, a veces por estar demasiado distantes de ellos, y otros, por su excesiva proximidad.

- La poca relación entre los contenidos enseñados y los conocimientos y habilidades previas de los estudiantes, lo que repercute de forma negativa en las posibilidades para realizar aprendizajes significativos.
  - No se organiza el Proceso Docente con un enfoque sistémico, lo que provoca una visión fragmentada de los contenidos.
2. Si se quiere que una asignatura básica específica contribuya en el estudiante a formar su modo de actuar profesional, y a la comprensión consciente de su objeto de trabajo, su diseño debe estar en función de la **profesión**.
  3. El modelo propuesto a partir de la relación **problemas profesionales** (Prospección y exploración de Yacimientos minerales, aguas, petróleo y gas, y la construcción de obras ingenieriles necesarias para el desarrollo social con la menor afectación posible al entorno) – **objeto de la profesión** (La Corteza Terrestre) – **objeto de la ciencia** (Las rocas terrestres y extraterrestres), y de la relación entre el **método de la ciencia** – **método de la profesión** (modo de actuación) permite precisar el **objeto de estudio de la asignatura** (Principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas de la Corteza Terrestre) y el **método de enseñanza – aprendizaje** (base del sistema de habilidades) atendiendo al **modo de actuar** y en correspondencia con el **objeto de estudio de la asignatura**.

4. La relación entre el **objeto de estudio** y el **método de enseñanza - aprendizaje** le da origen a la **estructuración de los contenidos** (sistema de conocimientos y de habilidades) de la asignatura Petrología y de cada uno de sus temas, y permite el diseño de dicho aprendizaje a partir de la reiteración de la habilidad, pese a que el tema no se identifica solo con ella, sino que se diferencian de acuerdo con el objeto de estudio.
5. Lo que identifica el tema es el **objeto de estudio** (Tema I, se identifica con los principales grupos de Rocas Ígneas; Tema II, con los principales grupos de Rocas sedimentarias; y el tema III, con los principales grupos de Rocas Metamórficas), pero el alumno aprende **reiterando la habilidad** (Interpretar los procesos que le dan origen a las rocas y su ambiente geodinámico de formación a partir de la identificación de los principales grupos de Rocas Ígneas, Sedimentarias Y Metamórficas, teniéndose en cuenta para ello la composición químico - mineralógica y los rasgos estructuro – texturales) en cada uno de los temas de la asignatura, lo cual se convierte en **regularidad del diseño** (selección y estructura) de los contenidos de la asignatura y de su aprendizaje.

## **RECOMENDACIONES.**

Los resultados obtenidos en esta investigación conducen a las siguientes recomendaciones:

- Proceder a la aplicación de la metodología propuesta para el diseño de las demás asignaturas de la carrera de Geología en la Universidad de Pinar del Río y el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- Continuar la investigación para perfeccionar el modelo teórico propuesto.
- Divulgar mediante cursos de postgrado el modelo propuesto, para que sea aplicado al diseño de asignaturas de otras carreras.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, D (1996). Una propuesta de secuenciación de los contenidos conceptuales para la Educación Primaria. Revista Aula. No.55. pp. 29-32
2. Alvarez, Carlos M. (1982). El trabajo metodológico y su relación con el trabajo docente, con el trabajo científico - técnico y con el sistema de superación de los cuadros científico - pedagógicos. Revista Internacional. Educación Superior Contemporánea. La Habana. Cuba.
3. Alvarez , C., Horruitiner, P., y Fuentes H. (1986). Tendencias de la enseñanza de la Física en Cuba. Rev. Cub. de Educación Superior. Vol. VI, No. 1.
4. Alvarez de Zayas, C. (1989). Fundamentos teóricos de la dirección del proceso docente-educativo en la Educación Superior cubana. Tesis presentada para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias. La Habana.
5. Alvarez, C. (1990). Diseño curricular de la Educación Superior. Pedagogía 90. La Habana.
6. Alvarez de Zayas, C. (1992). La escuela en la vida. La Habana.
7. Alvarez de Zayas, C. (1995). Pedagogía Universitaria: una experiencia cubana. Curso Pre evento. Congreso Internacional Pedagogía 95. La Habana.
8. Alvarez de Zayas, C. (1995). La escuela de excelencia. Monografía. Dirección de Formación de Profesionales, Ministerio de Educación Superior de Cuba. La Habana.

9. Alvarez de Zayas, C. (1996). La Universidad como Institución Social. Universidad Andina Francisco Javier de Sucre. Bolivia.
10. Alvarez de Zayas, C. (1996). El diseño curricular en la Educación Superior Cubana. Revista electrónica Pedagogía Universitaria. DFP - MES. Cuba. Vol.1. No.2.
11. Alvarez de Zayas, C. (1998). "La escuela en la vida". Departamento de formación del profesional. M.E.S. La Habana.
12. Anatolievna, S. (1997). Validación preliminar de la prueba de A. Ivanova: "Clasificación de figuras geométricas". Tesis de Master en Ciencias de la Educación. CELAEE. Ciudad Habana.
13. Anastasiu, N. y Jipa, D. (1983). Texturas y Estructuras sedimentarias. Editora Técnica. Bucarest. Rumania. (en rumano).
14. Antúnez, S; Del Carmen, L; Imbernón, F; Parcerisa, A; Zabala, A. (1996). Del Proyecto Educativo a la programación de aula. Ed. Grao. Barcelona.
15. Ausubel, D. P. (1976). Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas (Ed. Origen; 1968).
16. Ausubel, D. P; Novak, J. D., Hanesian, H. (1983). Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas (Ed. Origen; 1978).
17. Brito, H. (1984). Hábitos, habilidades y capacidades. Revista Varona, Año 6, No.13, pp. 73-87.
18. Brito, H. (1988) Habilidades y hábitos. Revista Varona, No.20, pp.53-60.

19. Brito, H. (1995) Los enfoques de la orientación para la formación o transformación y desarrollo de la personalidad. Relación entre ellos. C.I.F.P.O.E., I.S.P. Enrique José Varona. pp. 3-7. La Habana.
20. Brito, H. (1995) El método en su relación con el objetivo y el conocimiento como principio metodológico de la enseñanza y el aprendizaje. C.I.F.P.O.E., I.S.P. Enrique José Varona. pp. 25-37. La Habana.
21. Bruner, J. S. (1988). Desarrollo cognitivo y educación. Morata: Madrid.
22. Caballert, J. (1994) Resolución de problemas y aprendizaje de la Geología. E. C. T. Universidad Complutense. Madrid. Vol. 2, No.2, pp. 393-396.
23. Caballert, J; Giménez, Y, Madrid, A. (1995). Secuencias didácticas para favorecer el aprendizaje de conceptos: Una propuesta metodológica ejemplificada. E.C.T. Universidad Complutense, Madrid. Vol.3, No.1, pp.28-34.
24. Carrillo, L; Gilbert, P; Rodríguez, J. M (1993) Las arenas y el aprendizaje de la Geología. E.C.T. Universidad Complutense. Madrid. Vol. 1, No.1, pp. 37-43.
25. Carrillo, L. (1996) .Los trabajos prácticos en Geología, posibilidades y propuestas. E.C.T. Universidad Complutense. Vol.4, No.2, pp. 120-123.
26. Castillo, E. (1994). El Rocopoly, un recurso didáctico para la enseñanza de la Petrología. E. C. T. Universidad Complutense. Madrid, Vol.2, No.1, pp. 280-281.
27. Cepeda, D. (1986). Apuntes de Petrología Ignea. UNAM, México.

28. Coll, C. (1983) La construcción de esquemas de conocimientos en el proceso de la enseñanza - aprendizaje. En Coll, C. (Comp.), Psicología Genética y aprendizajes escolares. Barcelona: Oikos - Tau.
29. Coll, C; Solé, I. (1987). La importancia de los contenidos en la enseñanza. Investigación en la escuela. No.3, pp. 19-27.
30. Coll, C. (1987) Psicología y curriculum. Laia: Barcelona
31. Coll, C. (1990) Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza, en Coll, Palacios, Marchesi (Comps.), Desarrollo Psicológico y Educación II. Psicología y Educación.
32. Coll, C; Rochera, M. A. J. (1990) Estructuración y organización de la enseñanza: Las secuencias de aprendizaje. En Coll, Palacios, Marchesi (Comps.), Desarrollo Psicológico y Educación II: Psicología y Educación. Madrid. Alianza.
33. Comisión de carrera de Geología (1990). Plan de estudio de la carrera de ingeniería geológica. MES. La Habana.
34. Coll, C. (1992). Contenidos en la Educación Escolar. En AAVV. Los contenidos en la reforma. Madrid: Santillana.
35. Coll, C; Martín, E; Maurí, T; Miras, M; Onrubia, J; Solé, I; Zabala, A (1995). El constructivismo en el aula. Ed. Grau. Barcelona.
36. Contantinescu, E. (1979). La identificación microscópica de los minerales. Universidad de Bucarest. Rumania (en Rumano).

37. Corral, R., Núñez, M. (1990). Aplicación de un método teórico con la elaboración profesional en la Educación Superior. R.C.E.S. Vol. 10, No. 2.
38. Corral Ruso, R.(1992). Teoría y diseño curricular: Una propuesta desde el enfoque histórico cultural. En El Planeamiento Curricular en la Enseñanza Superior. CEPES. La Habana.
39. Corral, R. (1994). Teoría y Diseño Curricular, una propuesta desde el enfoque histórico - cultural. Compendio de lectura sobre curriculum, CEPES, Ciudad Habana.
40. Correa, O; Henández, A; Lastra, J. (1995). Un modelo curricular para la asignatura de Química en la carrera de Geología. Primer Taller Internacional de Enseñanza de la Geología. Pinar del Río.
41. Cruz, E; Henández, B; Hernández, A. (1995). Petrología, una propuesta de cuaderno de ejercicios. Primer Taller Internacional de la Enseñanza de la Geología. Pinar del Río.
42. Cruz, S. (1997). "La actuación profesional del arquitecto en la base del diseño de la disciplina Tecnología y Dirección de la Construcción". CEES. "Manuel F. Gran". Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
43. De Lama, M; Carrasquer, J; Uso, F; Carnecer, M; Martínez, R. (1995). La selección y secuenciación de los contenidos en Ciencias de la Naturaleza. Alambique, No.5, pp. 83-99, Ed. Grao. Barcelona.
44. De Lama, M; Carnicer, J; Carrasquer, J; Martínez, R; Uso, F. (1995). La selección y secuenciación de los contenidos en ciencia de la naturaleza. Alambique, No. 5, pp. 83-99.

45. Del Carmen, L.(1990). Desarrollo curricular y formación permanente del profesorado. Ministerio de Educación y Ciencia; Universidad de Valencia, pp. 45-58.
46. Del Carmen, L. (1990). La elaboración de proyectos curriculares de centros en el marco de un currículum de ciencias abiertas, Enseñanza de la Ciencia. Vol. 8, No. 1, pp. 37-45.
47. Del Carmen, L. (1991). Secuenciación de los contenidos educativos. Cuadernos de Pedagogía, 188, pp. 20-23.
48. Del Carmen, L. (1991).Secuenciación de los contenidos educativos. Cuadernos de Pedagogía, 188, pp. 20-23.
49. Del Carmen, L. (1993). Una propuesta práctica para analizar y reelaborar las secuencias de contenidos. Aula, No.10, pp 5-8.
50. Del Carmen, L.. (1994). La importancia del análisis y secuenciación de los contenidos educativos en el diseño curricular y en la práctica de la enseñanza. E. C. T. Universidad Complutense. Madrid, Vol. 2, No.2.
51. Del Carmen, L. (1996). El análisis y secuenciación de los contenidos educativos. Editorial Horsori. Universidad de Barcelona.
52. Díaz Barriga A. (1985). Didáctica y curriculum. Ediciones Nuevomor. México D.F.
53. Díaz Barriga, F. (1993). Aproximaciones metodológicas al Diseño Curricular: Hacia una propuesta integral. Tecnología y Comunicación, México.
54. Díaz Barriga, F. (1993). Aproximaciones metodológicas al Diseño Curricular: Hacia una propuesta integral. Tecnología y Comunicación, México.

55. Díaz Barriga, A. (1994). Propuestas para la elaboración de planes y programas de estudio. Evaluación de la pertinencia curricular del CONALEP. Aproximaciones teóricas, México.
56. Díaz, J. (1995). La Enseñanza de la Geología en Cuba. Primer Taller Internacional de Enseñanza de la Geología. Pinar del Río. Cuba
57. Díaz, T. (1998). Modelo para la dirección del Proceso Docente Educativo en los niveles de carrera, disciplina y año académico en la Educación Superior. Tesis Doctoral. Universidad de Pinar del Río.
58. Eigenmann, J. (1981). El desarrollo secuencial del curriculum. Amaya: Madrid, (Ed. Origen. (1975).
59. Freire, A. (1998). Formación de habilidades experimentales en la disciplina Física para Ingeniería Industrial. CEES. Manuel F. Gran. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
60. Fuentes, H. (1989). Perfeccionamiento del sistema de habilidades en la disciplina Física para estudiantes de Ciencias Técnicas. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias pedagógicas. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
61. Fuentes, H. y Mestre, U. (1997). Curso de diseño curricular. CEES. Manuel F. Gran. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
62. Fuentes, H; Mestre, U; Repilado, F. (1997). Fundamentos didácticos para un proceso de enseñanza - aprendizaje participativo. CEES. Manuel F. Gran. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

63. Gagne, R. M. (1987). Las condiciones del aprendizaje. México Interamericano. (Ed. Origen. 1985).
64. Gagne, R. M. La Psicología cognitiva del aprendizaje escolar. Ed. Visor. España.
65. Gallegos, J. A. (1977). Claves Mineralógicas. Universidad de Granada, España.
66. Gallegos, J. A. (1992). Errores conceptuales en Geología: Los conceptos Isopropia - Anisopropia y propiedad escalar - propiedad vectorial. Enseñanza de las Ciencias. Vol. 10, No.2. pp. 159-164.
67. Gallegos, J. A. (1993). Claves Litológicas. Universidad de Granada, España.
68. Gallegos, J. A. (1994). La clasificación actual de las Rocas Igneas. Presentación e implicaciones didácticas. E.C.T. Universidad Complutense. Vol. Extra. pp. 133-139.
69. Gallegos, J. A. (1995). Dificultades en el aprendizaje de la nomenclatura geocronológica: Una propuesta. E.C.T. Universidad Complutense. Madrid. Vol. 3, No.1, pp. 23-27.
70. Gallegos, J. A. (1994). La clasificación actual de las Rocas Igneas. Presentación e implicaciones didácticas. E.C.T. Universidad Complutense. Vol. Extra. pp. 133-139.
71. Gallegos, J. A. (1995). Dificultades en el aprendizaje de la nomenclatura geocronológica: Una propuesta. E.C.T. Universidad Complutense. Madrid. Vol. 3, No.1, pp. 23-27.



72. Gallegos, J. A. (1996). La elaboración del concepto de mineral y su aprendizaje. E.C.T. Universidad Complutense. Madrid. Vol. 4, No.3, pp. 212-217.
73. Gallegos, J. A. (1996). La clasificación de las rocas sedimentarias: Sugerencias para su aprendizaje. E.C.T. Vol. 3, No.3, pp. 154-163.
74. Gallegos J. A. (1996). Algunos antecedentes del constructivismo. Revista Educación Universidad de Granada, No.9, pp. 277-286.
75. Gallegos, J. A. (1997). Identificación "De Visu" de rocas y minerales. E.C.T. Vol. 5, No.2, pp. 117-123.
76. Gagné, E. (1991). La Psicología Cognitiva del aprendizaje escolar. Edición Visor. España.
77. Galperin, P. (1982). Introducción a la Psicología. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
78. Galperin, P. (1986). Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. Antología de la psicología pedagógica y de las edades. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
79. Gimeno Sacristán, J. (1978). Explicación y Utopía en Ciencias de la Educación. En Escolano y Otros. Epistemología y Educación. Editorial Sígueme. Madrid.
80. Gimeno Sacristán, J. (1986). Teorías de la enseñanza y desarrollo del curriculum. Edit. REI. Buenos Aires.
81. Gimeno Sacristán, J. (1988). El curriculum: Una reflexión sobre la práctica. Edit. Morata. Madrid.

82. Gimeno Sacristán, J. (1992). Comprender y transformar la enseñanza. Edit. Morata. Madrid.
83. Gómez - Granell, C. y Coll, C. (1993). De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo. Cuadernos de pedagogía. pp. 8-10.
84. González, O. (1989). Aplicación del enfoque de la actividad al perfeccionamiento de la Educación Superior. Universidad de la Habana.
85. González, O. (1992). El planeamiento curricular en la Educación Superior, CEPES. Universidad de la Habana.
86. González Otmara (1992). El planeamiento curricular en la Educación Superior. CEPES. Editorial EMPES. La Habana.
87. González, F. (1995). Comunicación, personalidad y desarrollo. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.
88. Gagne, R. M. (1987). Las condiciones del aprendizaje. México Interamericano. (Ed. Origen. 1985).
89. Gagne, R. M. La Psicología cognitiva del aprendizaje escolar. Ed. Visor. España.
90. García, C. M. (1996). La historia de la Geología como hilo conductor de una unidad didáctica: Tectónica de placas. E.C.T. Universidad Complutense, Vol. 4, No.1, pp.59-66.
91. Hernández, M. (1980). Plan "B". Programa analítico de Petrografía II. MES. La Habana.
92. Hernández, A. (1995). Consideraciones metodológicas para el diseño curricular en la carrera de Geología en la Universidad de Pinar del Río.

Resúmenes del Primer Taller Internacional sobre Enseñanza de la Geología.  
Pinar del Río.

93. Hernández, A; Díaz, T; Malagón, M (1995). Algunas reflexiones sobre los enfoques multidisciplinarios a través de una disciplina del ejercicio de la profesión en la carrera de Geología. Resúmenes del Primer Taller Internacional sobre Enseñanza de la Geología. Pinar del Río.
94. Hernández, A; Cruz, E; Echevarría, D; Lastra, J; Corres, O; Martínez, M. (1995). La estructura de un sistema de habilidades en la disciplina de Geoquímica en la carrera de Geología. Resúmenes del Primer Taller Internacional sobre Enseñanza de la Geología.
95. Hernández, A; Correa, O; Cruz, E; Echeverría, D; Castillo, M (1995). Perfeccionamiento curricular de la asignatura Petrología. Resúmenes del Primer Taller Internacional sobre Enseñanza de la Geología.
96. Hernández, A (1996). La lógica del tema y su relación con la formación del sistema de conocimientos y habilidades en la asignatura Petrología. Tesis para optar al grado de Master en Ciencias de la Educación Superior. Pinar del Río.
97. Hernández, A (1998). La lógica del tema y su relación con el contenido en la asignatura Petrología. Convención Internacional Universidad 98'. Pinar del Río, Resúmenes.
98. Hernández, A. y Castillo, M. E (1998a). La zona de desarrollo próximo en el aprendizaje del metamorfismo. Revista Minería y Geología, en prensa. Moa, Holguín.

99. Hernández, A. y Castillo, M. E (1998b). Aproximación a una idea: La secuenciación de los contenidos en el tema de las rocas Igneas: Un enfoque cognitivista. Revista Minería y Geología, en prensa. Moa, Holguín.
100. Horruitiner P. (1994). Fundamentos del Diseño Curricular en la Educación Superior Cubana. ISPJAM. Monografía.
101. Ibañes J. A. (1987). El problema del contenido del currículo. Un primer acercamiento desde la Filosofía de la Educación. En Curriculum y Educación. Editorial CEPE S.A. Barcelona España.
102. Keer, P. (1977). Optical Mineralogy. Mac Graw Hill, New York. USA.
103. Lazo Machado Jesús (1994). Universidad - Sociedad. Curso Internacional de Maestría en Educación Superior. Universidad Andina "Simón Bolívar". SUCRE. Bolivia.
104. Lazo, L. (1994). Epistemología del desarrollo del estudio y el trabajo en la Escuela Superior Cubana. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. XIII, No. 3, 1994.
105. Leontiev, H. (1981). Actividad, conciencia y personalidad. Pueblo y Educación. La Habana.
106. Lillo, J. (1996). Ideas de los alumnos y obstáculos epistemológicos en la construcción de los conceptos de fósil y fosilización. Enseñanza de la ciencia de la tierra. Madrid. Vol.3, No.3, pp.149-153.
107. Lillo, J. (1997). ¿Cómo debemos (o podemos) enfocar las prácticas de laboratorio de Geología?. E.C.T. Madrid. Vol. 5, No.2, p. 94.

108. Mata, J. y Sanz, J. (1994). Una propuesta entorno a una enseñanza más aplicada de la Mineralogía y de la Petrología: Un camino hacia la Ciencia de los materiales Geológicos Industriales. E.C.T. Madrid. Vol.2, N0.1, pp.268-270.
109. Mc Pherson, D., Ríos, Y. (1980). Plan "B". Programa analítico de Petrografía I. MES.
110. Mestre, U. (1996). Modelo de organización de la disciplina Física General para el desarrollo de habilidades profesionales en los estudiantes de ciencias técnicas. CEES Manuel F. Gran. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
111. Mestre, U., Fuentes, H., Alvarez, Y., (1998). Modelo didáctico para la enseñanza - aprendizaje de las ciencias básicas en la resolución de problemas. Ponencia presentada en la Convención Universidad 98. Pinar del Río.
112. Ministerio de Educación Superior de Cuba (1985). Documento base para la elaboración de los planes de estudio "C". Dirección Docente Metodológica. La Habana.
113. Montaner, J. (1998). Consecuencias didácticas de la Teoría de J. Piaget. Rev. Enseñanza. Universidad de Salamanca. N0.6, pp.258.
114. Mottana, A; Crespi, R; Liborio, G. (1980). Guía de minerales y rocas. Ediciones Grijalbo, S.A. España.
115. Nerici, I. (1990). Metodología de la Enseñanza. editorial Kapelasz mexicana, S.A. de C.V.

116. Newman, D; Griffin, P y Cole, M. (1991): La zona de construcción del conocimiento. Madrid. Morata.
117. Novak, D.J., Gowin B.D. (1988). Aprendiendo a aprender. Martínez Roca. Barcelona.
118. Pavelescu, R. (1976). Petrología de las rocas Eruptivas y Metamórficas. Universidad de Bucarest, Rumanía. (En Rumano).
119. Pedrinaci, E; Segueiros, L; Garcia de la torre, E. (1994). El trabajo de campo y el aprendizaje de la geología. Alambique, No 2, pp. 37-46. Editora Grao. Barcelona.
120. Pedrinaci, E. (1996). Por unas fructíferas relaciones entre la historia, la filosofía de la ciencia y la educación científica. Alambique, No.8. Editora Grao. Barcelona.
121. Pedrinaci, E. (1996). Sobre la persistencia o no de las ideas del alumnado en Geología. Alambique. Editora Grao. Barcelona.
122. Pérez, R. (1994). El curriculum y sus componentes. Hacia un modelo integrador. Alambique. Editora Grao. Barcelona.
123. Pérez, L. (1996). La historia de la ciencia como hilo conductor de una unidad didáctica. Alambique, No 8. Editora Grao. Barcelona.
124. Pozo, J. I. (1993). Psicología y didáctica de las ciencias de la naturaleza. ¿Concepciones alternativas?; Infancia y Aprendizaje. Madrid.
125. Pozo, J. I. (1996). Aprendices y Maestros. Editora Alianza. Madrid.

126. Praia, J. F. (1996). Epistemología e historia de la Ciencia: contribuciones a la planificación didáctica. La Deriva Continental. E.C.T. Universidad Complutense. Madrid. Vol. 4. No 1. pp. 30-37.
127. Praia, J. y Marques, L.(1997). El trabajo de laboratorio en la enseñanza de la Geología: reflexión crítica y fundamentos epistemológico - didácticos E.C.T.V.C.M. Vol. 5. No.2. pp. 117-123.
128. Pro, Antonio (1995). Reflexiones para la selección de contenidos procedimentales en ciencias. Alambique, No.6, pp. 77-87
129. Pro, Antonio (1997). ¿Cómo pueden secuenciarse contenidos procedimentales? Alambique, No.14. pp. 49-59.
130. Pro, Antonio (1998) ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias?. Revista Enseñanza de las ciencias, 16(1), pp. 21-41.
131. Philpotts, A. R. (1989). Petrography of Igneus and Metamorphic roks. Prentice Hall, Englewood cliffs, New Jersey. USA.
132. Radulescu, D. y Anastasiu, N. (1979). Petrología de las rocas Sedimentarias. Editora Didáctica y Pedagógica. Universidad de Bucarest, Rumanía (en Rumano).
133. Radulescu, D. (1980). Petrología magmática y metamórfica. Editora Técnica. Bucarest, Rumanía (en Rumano).
134. Segura, R. (1986). Introducción a la Petrología. Editora Pueblo y Educación. La Habana.

135. Seclaman, M. y Gunnesch, K. A. (1975). Determinador para rocas magmáticas y metamórficas. Editora Técnica, Bucarest, Rumanía. (en Rumano).
136. Siella Lombardia, V. y Alvarez, C. Metodología de la investigación científica. Editorial Universidad. Sucre. Bolivia, 1996.
137. Stenhouse, L. (1995). La investigación del currículum y el arte del profesor. Revista Acción Pedagógica. Enero - Diciembre. Vol. 4 (1 y 2). Venezuela.
138. Stenhouse K.(1984). Investigación y Desarrollo del curriculum. Editora Morata. Madrid.
139. Talizina, N. (1984). Conferencia sobre la enseñanza en la Educación Superior, Habana.
140. Talizina N.F. (1985). Conferencia sobre los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior. U.H. La Habana.
141. Talizina, N. (1987). Métodos para la creación de programas de enseñanza, La Habana, CEPES-UC,
142. Talizina, N. (1988). Psicología de la enseñanza. Editorial Progreso. Moscú.
143. Tunermamm Beraheim C. (1995). La Educación Permanente y su impacto en la Educación Superior. UNESCO. París.
144. Tunermamm Beraheim C. (1996). La Educación Superior en el umbral del Siglo XXI. Colección Respuestas. Ediciones CRESALC/UNESCO, Caracas.
145. Turner, F. y Verhoogen, J. (1967). Petrología magmática y metamórfica. Editora Técnica, Bucarest, Rumanía. (En Rumano).



146. Vargas, A. (1996). El diseño curricular y las expectativas educativas en el umbral del siglo XXI. Ponencia.
147. Vecino Alegret Fernando (1997). La Educación Superior en Cuba. Historia, Actualidad y Perspectivas. En Revista Cubana de la Educación Superior. No.1. Vol. XVII.
148. Zabala, A. (1994). Los enfoques didácticos. Revista Alambique (1). Edición Grao. Barcelona.
149. Zabala, A. (1996). La información de los procesos y los resultados del aprendizaje. Revista Aula, No. 55. pp. 41-48.

## ANEXO 1: DISCIPLINA DE GEOQUIMICA.

Distribución de las asignaturas por semestres

Nº	Asignaturas	Total/horas		C	CP	PL	S	T	Sem.	Año
1	Química Gral.	80	46	18	16	-	-	1°	1°	
2	Química-Física	48	32	16	-	-	-	1°	2°	
3	Mineralogía I	80		30	16	30	4	-	2°	1°
4	Mineralogía II	80	36	-	44	-	-	1°	2°	
5	Geoquím. Gral.	64	44	10	10	-	-	2°	2°	
6	<b>Petrología I</b>	<b>84</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1°</b>	<b>3°</b>	
7	<b>Petrología II</b>	<b>112</b>		<b>52</b>	<b>-</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>2°</b>	<b>3°</b>
8	Geoquím.Aplic.	60		32	28	-	-	-	1°	4°

Total/ horas del

componente academ.	608	312	88	190	14	4
--------------------	-----	-----	----	-----	----	---

Por ciento de las

conferenc./práct.	100	51,31	48,02
-------------------	-----	-------	-------

Asignaturas con

componente laboral	Total/horas	Semestre	Año
--------------------	-------------	----------	-----

Mineralogía I	88	2do.	1ro.
---------------	----	------	------

Geoquímica Aplicada	88	2do.	4to.
---------------------	----	------	------

Total de horas de la disciplina..... 828 100%

Componente académica..... 608 73,42%

Componente laboral..... 220 26,52

**PETROGRAFIA I.**

<b>Nº de Tema</b>	<b>C</b>	<b>PL</b>	<b>CP</b>	<b>S</b>	<b>Total.</b>
I	2	-	-	-	2
II	4	-	-	-	4
III	8	6	-	-	14
IV	6	14	-	-	20
V	2	-	-	-	2
VI	6	-	-	-	6
VII	8	2	-	-	10
VIII	16	10	-	-	26
	52	32			84
	(61,9%)	(38,1%)			(100%)

## ANEXO 2:PETROGRAFIA II.

Nº de Tema	C	PL	CP	S	Total.
I	2	2	-	-	4
II	2	-	-	-	2
III	2	2	-	-	4
IV	2	2	-	-	4
V	18	12	-	-	30
VI	2	-	-	-	2
VII	2	2	-	-	4
VIII	6	2	-	-	8
IX	2	2	-	-	4
X	4	8	-	-	12
XI	2	-	-	-	2
XII	4	2	-	-	6
XIII	2	-	-	-	2
	50	34			84
	(59,52%)	(40,48%)			(100%)

La distribución de las horas (%) en el plan "C" es la siguiente:

Asignat.	C	PL	CP	S
Total.				
Petrol. I	40 (47.61%)	36 (42,85%)	4 (4,76%)	4 (8,85%) 84

Petrol. II	52 (46,42%)	54 (48,21%)	6 (5,35%)	-	112
Total	92 (46,42%)	90 (45,91%)	10 (5,10%)	4 (2,04%)	196