



## ESTRATEGIA AMBIENTAL PARA LA CARRERA DE GEOLOGIA

**Guillermo Casarreal Valdés<sup>(1)</sup> Sandra Pilar Díaz Díaz<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Universidad de Pinar del Río. Martí 270, Pinar del Río 20100, email: billy@geo.upr.edu.cu

### RESUMEN

En el presente trabajo se expone una panorámica de los principales problemas ambientales del mundo de hoy, cuáles son los que tienen algún tipo de relación directa con la geología y como se ha conformado la estrategia para la formación ambiental del ingeniero geólogo.

Se hace además un pequeño bosquejo de la legislación ambiental vigente tanto en el mundo como en nuestro país y también un análisis comparativo de cómo se ha conformado e implementado esa estrategia en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa y en la Universidad de Pinar del Río, los dos centros de Cuba donde se estudia la carrera de Geología.

El objetivo de nuestro trabajo como profesores es precisamente analizar esos problemas ambientales y lograr que los geólogos egresados de nuestras instituciones, desde su profesión, puedan contribuir a lograr su solución.

La importancia del trabajo radica precisamente en que se aclaran los fundamentos de la estrategia ambiental en la formación del ingeniero geólogo, tema de gran actualidad y además, novedoso por ser la primera vez que se estructura una estrategia de este tipo.

### ABSTRACT

In the present work is exposed a panoramic of the main environmental problems of today's world, which they are those that have some type of direct relationship with the geology and how we have conformed the strategy for the engineer's geologist environmental formation.

It is also made a small outline of the environmental legislation as much in the world as in our country and also a comparative analysis of how it has conformed to and implemented that strategy in the Instituto Superior Minero Metalurgico de Moa and in the University of Pinar del Rio, the two centers of Cuba where the career of Geology is studied.

The objective of our work as professors is in fact to analyze those environmental problems and to achieve that the geologists of our institutions, from its profession, can contribute to achieve its solution.

The importance of the work in fact resides in that clear up the foundations of the environmental strategy in the engineer's geologist formation, topic of great significance and also, novel since it is the first time that a strategy of this type is structured.

### Introducción.



Desde el año 1981 en que se promulgó la Ley 33 (Protección del Medio Ambiente y Uso Racional de los Recursos Naturales) se ha estado trabajando en lo relativo a la educación en la protección del medio ambiente en nuestros centros de educación superior (CES).

La Ley 81 de 1997 o Ley del Medio Ambiente en su Capítulo 7, Artículos 49 y 50 estableció para el MES las responsabilidades para asegurar la educación ambiental y en concordancia con esto, nuestro Ministerio ha adoptado las correspondientes medidas para materializar esta política.

Las bases para la educación ambiental en los CES adscritos están concretamente definidas desde hace varios años y se han realizado acciones específicas en todos los centros para materializar esa política en las diferentes carreras que se cursan en nuestro país.

En el caso específico de la carrera de Ingeniería Geológica, que se estudia en la Universidad de Pinar del Río y en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, las actividades para establecer la Estrategia de Educación Ambiental han sido variadas y amplias. Es necesario señalar que en ambos centros se ha trabajado intensamente, desarrollándose encuentros, debates, seminarios y otras actividades donde se han involucrado especialistas de diferentes ramas.

Cada uno de los centros tiene su estrategia con sus particularidades y especificidades, pero hay algo en común: la conciencia y la convicción de todos los que de una forma u otra han trabajado en la conformación de ellas, de que es necesario educar a nuestros estudiantes en los marcos de la política de manejo adecuado y protección del medio ambiente.

En el presente trabajo se expone una panorámica de los principales problemas ambientales del mundo de hoy, cuáles son los que tienen algún tipo de relación directa con la geología y expondremos concretamente las actividades que se han realizado para la elaboración de la estrategia de educación o formación ambiental del ingeniero geólogo. Se mencionan las bases de esta estrategia en el ISMMMoa y se explica en detalle el trabajo realizado en la UPR.

### **Los principales problemas ambientales del mundo moderno.**

En los últimos años se va prestando cada vez mas atención a las afectaciones en el medio ambiente que ha causado el hombre durante todo el proceso de desarrollo de la humanidad. El problema no es nuevo, ya Marx, Engels y nuestro Martí en el siglo XIX hablaron de la desertificación y la deforestación provocada por la agricultura y la ganadería.

Varios científicos han alertado sobre los daños que ha provocado la actividad antrópica en el medio natural. Se hace difícil enumerar todos esos daños o afectaciones, pero todos se pueden clasificar en tres grandes grupos, de acuerdo al medio afectado, como se muestra en la siguiente tabla.

<b>Medio afectado</b>	<b>Principales afectaciones (ejemplos)</b>
Aire o Atmósfera	<ul style="list-style-type: none"><li>- Concentración de gases que provocan el efecto invernadero.</li><li>- Disminución (y Hueco) en la capa de Ozono.</li><li>- Concentración de aerosoles de desechos sólidos.</li><li>- Concentración anómala de elementos nocivos (SH y otros que</li></ul>



	provocan las lluvias ácidas).
Aguas: Mares Lagos y embalses Ríos Aguas subterráneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentración anómala de elementos nocivos (metales pesados, hidrocarburos, ácidos, compuestos no degradables, etc.).</li> <li>- Pérdida de la calidad del agua y afectaciones a la flora y la fauna.</li> </ul>
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desertificación (como fase final de la pérdida de la calidad de los suelos)</li> <li>- Salinización.</li> <li>- Acidificación.</li> <li>- Pérdida total del perfil del suelo.</li> </ul>

Las principales fuentes o causas de las alteraciones en el medio ambiente han estado dadas por el propio desarrollo un poco irracional de la humanidad. Los inventores de la máquina de vapor no suponían que los desechos de la combustión en gran escala de la madera, el carbón y los hidrocarburos provocaría poco a poco una concentración extremadamente elevada de gases en la atmósfera que nos llevaría a la situación actual de disminución del espesor de la capa de Ozono y a los problemas de calentamiento global (efecto invernadero). Los buscadores de oro tampoco pensaron en un inicio que el cianuro y el mercurio utilizado en los procesos de separación del oro provocaban afectaciones irreversibles en las aguas y suelos. Los agricultores que talaban grandes extensiones de tierra para utilizarla en la agricultura o la ganadería tampoco pensaron que con su acción disminuirían las lluvias y además, poco a poco los suelos eran mas afectados por los agentes erosivos naturales. Esos mismos agricultores que al utilizar el agua subterránea por la escasez de lluvia provocaban un avance constante de la intrusión salina no conocían el daño (en la mayoría de los casos irreversible) que causaban a los llamados mantos de agua subterránea.

El desconocimiento por una parte y el afán de lucro en muchos casos han provocado la situación casi crítica que vivimos hoy.

Existen dos alternativas para las nuevas generaciones: salvar al planeta y con el a la humanidad o perecer como otras especies. Nuestro fin no será como el de los dinosaurios, provocado por cambios catastróficos naturales, sino autoprovocado.

Lo fundamental en nuestros días no es solo la toma de medidas correctoras o mitigadoras del impacto del hombre en el medio, sino la propia educación ambiental de la sociedad y sobre todo de las nuevas generaciones, incluyendo la formación de los profesionales universitarios.

### **El geólogo: ¿un depredador o un protector del medio?**

Los especialistas de la rama extractiva, es decir los geólogos, geofísicos y mineros han sido considerados por la generalidad de la población (y con mucha razón en casi la totalidad de los casos) como depredadores del medio ambiente. Solo hay que observar un derrame de petróleo, los desechos de una refinería, la zona de vertimiento de residuales de una mina o simplemente el aspecto dantesco de una mina abandonada para darse cuenta de que la actividad de estos especialistas es muy agresiva.

En mi modesta opinión hay que separar dos momentos y aclarar el campo de acción de cada uno de los especialistas antes mencionados.



No con el ánimo de culpar a los mineros hay que puntualizar que el geólogo y el geofísico trabajan en la primera etapa de las actividades, es decir en el estudio de los objetos geológicos, entendiendo por objeto geológico a un yacimiento de cualquier tipo de mineral, una estructura geológica o un fenómeno determinado. El minero es quien define la forma y el ritmo de explotación del yacimiento (y el Ingeniero petrolero en el caso particular de los hidrocarburos) y por ende es el máximo responsable de la afectación directa o indirecta al medio. Todos unidos deben garantizar la protección del medio.

El segundo aspecto que debe señalarse es que por la naturaleza de su profesión y por sus conocimientos, el geólogo es uno de los profesionales mejor preparados para lidiar con los problemas relacionados con el medio ambiente.

Esto se ve claramente en el hecho de que en los últimos años y por la novedad e importancia del tema del medio ambiente, ha surgido una nueva especialidad dentro de la Geología, la llamada Geología Ambiental, que se ocupa de estudiar los aspectos relacionados con el medio ambiente desde la óptica de las técnicas y metodologías propias de la geología. El geólogo ya no se ve como un depredador y agresor del medio, cada día se ve mas como un gestor de los recursos naturales en general y no solo los minerales.

Si analizamos profundamente vemos que muchos de los aspectos que hoy se incluyen dentro de la Geología Ambiental ya eran estudiados desde hace muchos años por la Geología (así solita, sin apellido). Baste señalar los fenómenos de intrusión salina y la correspondiente salinización de los acuíferos costeros y los suelos, o los fenómenos de deslizamientos de taludes por solo citar dos ejemplos.

También es necesario reconocer que el campo de acción del geólogo se ha ampliado con la visión ambientalista. Esto brinda otras fuentes de empleo y en el caso específico de Cuba en las condiciones del período especial, donde la actividad geólogo-minera se ha visto reducida a la mínima expresión (provocada por la utilización cada vez mayor de materiales reciclados y la correspondiente caída de los precios de las materias primas naturales) ha posibilitado el trabajo de muchos geólogos como especialistas del medio ambiente en las delegaciones territoriales del CITMA y otras dependencia gubernamentales.

### **Bases y orientaciones metodológicas para la definición de las estrategias ambientales.**

El MES definió dos aspectos fundamentales, uno para el pregrado y otro para el postgrado. En el Pregrado la inclusión de la dimensión ambiental se debía realizar en varios momentos. El primero debía tener lugar en cada asignatura. Se sugirió que inicialmente la inclusión se realizara de forma flexible, acorde al nivel general de conocimiento y del hacer ambiental en el CES, las posibilidades de lograr enfoques multi, inter y transdisciplinarios y la actitud y aptitud de cada Docente.

Un segundo momento debía ocurrir en las Asignaturas Integradoras y Trabajos de Curso, donde a lo aprendido se añadieran nuevos conocimientos de mayor nivel de complejidad sistémica o característicos de lo ambiental.

Aquí se incluyen las actividades curriculares de investigación y de práctica pre-profesional, que facilitarían incorporar el saber y actuar: multi, íter y transdisciplinario.



El Trabajo de Diploma era el TERCER momento, donde de forma coherente se debían incorporar los conceptos e instrumentos de la dimensión ambiental.

El cuarto momento tiene lugar a lo largo de la carrera y se realiza por vías no formales e informales. En este sentido se señalaba que las acciones de Extensión Universitaria y la investigación no curricular de los alumnos debían jugar un papel decisivo.

En el caso del postgrado la orientación fue diferente ya que los objetivos y el tipo de alumnos son muy diversos. No se propuso una especialidad o maestría totalmente ambiental, sino se orientó la capacitación en los aspectos ambientales dentro de las diferentes profesiones, con la orientación de evitar suma de asignaturas o disciplinas y si buscar integración.

En este aspecto hay que señalar que nuestros centros fueron abanderados de esa política. Se organizó de forma inmediata un Diplomado en Geología Ambiental en ambos CES y se adicionó la Mención de Geología Ambiental a la ya existente Maestría en Geología, impartida de forma cooperada por ambos centros.

Esas actividades de postgrado posibilitaron capacitar a los docentes en una etapa inicial para abordar con seriedad y profundidad este nuevo reto. Colateralmente se han capacitado a muchos graduados de otros organismos, posibilitando su inserción en otras actividades.

Siguiendo esas orientaciones tanto el ISMMM y la UPR se dieron a la tarea de conformar sus respectivas estrategias para la formación ambiental de los estudiantes de geología.

### **Aspectos generales de la Estrategia Ambiental para la carrera de Geología en el ISMMM.**

Los especialistas del ISMMM establecieron un algoritmo de trabajo con 4 pasos fundamentales:

1. Análisis del Modelo del Profesional.  
En este sentido se adecuaron los valores que se corresponden con la actuación del geólogo, considerando el impacto de su actividad profesional sobre el medio y su protección con criterios de sustentabilidad.
2. Análisis de las Estrategias Curriculares.  
Este aspecto se refiere al perfeccionamiento de los programas ya existentes.
3. Análisis de los Objetivos de la Carrera.  
Aquí se planteó la modificación de algunos e inclusión de otros derivados del modelo del profesional según las disciplinas y temáticas para tratar por años, considerando todos los componentes del PDE.
4. Análisis de los Contenidos.  
La determinación de éstos se realizó según las disciplinas establecidas, creando unidades temáticas independientes.

Definieron posteriormente, agrupando por años, los contenidos a abordar dentro de cada materia o temática. De igual forma definieron para cada disciplina y asignatura el campo de acción y las actividades a desarrollar.

Al igual que en la UPR, los especialistas definieron desde un inicio que la introducción de la dimensión ambiental no debía verse como la creación de una nueva asignatura o disciplina dentro del plan de estudios, sino una nueva visión en la enseñanza de la geología en nuestro



país con la aplicación de técnicas y modelos científicamente fundamentados para canalizar los problemas ambientales.

## **Aspectos generales de la Estrategia Ambiental para la carrera de Geología en la UPR.**

En la Universidad de Pinar del Río y específicamente en la carrera de Geología se trabaja con el fin de lograr que la formación de sus egresados sea lo más integral posible y con un alto nivel científico-técnico. Prestándose especial atención la seguimiento de la problemática ambiental en el diseño curricular.

La mayoría de las asignaturas que integran las disciplinas (Geodinámica, Geoquímica, Geología Aplicada y Geofísica) abordan de una u otra forma la temática ambiental para lograr la formación de profesionales que se rijan bajo los principios de desarrollo sostenible y conservación de la naturaleza. Este es uno de los valores fundamentales que tratamos de formar en nuestros educandos.

Hasta ahora y con la aplicación de esta estrategia hemos logrado avances significativos. Por encuestas realizadas tanto a estudiantes cubanos como extranjeros (casi el 50% de nuestra masa estudiantil) hemos constatado que los estudiantes conocen la problemática ambiental y se sienten satisfechos con la formación que le dan sus profesores. En esas encuestas también pudimos constatar que el trabajo en esta dirección es mas acentuado en algunas asignaturas que en otras, lo que nos ha dado una guía para continuar perfeccionando esta estrategia.

Debido a la tradición de la actividad geológica, los conceptos erróneos que se han manejado y la situación real de la exploración y explotación de los recursos naturales tal y como señalamos anteriormente, nos planteamos la formulación de la estrategia ambiental a partir de un problema, con un objetivo general y objetivos específicos. Como veremos a continuación el trabajo incluye a las 3 componentes fundamentales del proceso docente.

Este enfoque nos permitió plantear un conjunto de acciones encaminadas a desarrollar en los estudiantes las habilidades y procesos conducentes a lograr una verdadera formación ambiental.

## **ESTRATEGIA AMBIENTAL DE LA CARREARA DE GEOLOGIA EN LA UPR.**

**Problema:** Necesidad de contar con egresados que tengan una formación ambiental adecuada para vivir en una sociedad sostenible y que sean capaces de analizar, evaluar y proponer medidas para mitigar el impacto de su actividad en el medio.

**Objetivo General:** Enriquecer los conocimientos básicos necesarios relacionados con la protección y cuidado del medio ambiente de los estudiantes de la carrera de Geología para lograr un desarrollo sostenible en el ámbito institucional, territorial, nacional y global a través de la dimensión ambiental en la carrera.

**Objetivo Específico:** Lograr graduados de perfil amplio capaces de afrontar y resolver problemáticas ambientales que se presenten en el desarrollo de su vida laboral.





**Objeto de estudio:** Procesos, fenómenos, y situaciones geológicas que se presentan en la naturaleza y su relación con la intervención antrópica.

**Acciones generales para lograr el cumplimiento de la estrategia Ambiental:**

- Incluir en cada disciplina y en las diferentes asignaturas la temática ambiental.
- Definir actividades concretas en cada año académico.
- Puntualizar en las prácticas docentes el análisis y posibles soluciones a problemas ambientales que se presenten o puedan presentarse.
- Realización de trabajos investigativos por parte de los estudiantes, vinculados con procesos, fenómenos y situaciones que puedan afectar el medio ambiente, tanto dentro de la propia actividad del geólogo como en un ámbito mas amplio

Estas acciones se puntualizaron en las diferentes disciplinas y asignaturas, a partir de la derivación de los objetivos para cada año académico.

El proceso se ve de forma continua y muy estrechamente vinculado con los objetivos generales del año, es decir, no se propone cambiar todo, sino adecuar el objetivo del año a la problemática ambiental. En las tablas de cada año se enuncian las acciones específicas que debe abordar cada asignatura.

**Objetivos y acciones por años en la carrera.**

**1er Año:**

**Objetivo:** Caracterizar la relación entre los procesos y fenómenos geológicos con situaciones de riesgos y el papel del hombre para su atenuación.

**Acciones:**

- 1- Familiarización con la legislación ambiental vigente.
- 2- Realizar un diagnóstico de las situaciones de riesgos geológicos relacionado con algunos procesos que afectan al medio físico.
- 3- Establecer el grado de influencia de la intervención antrópica en el medio y enunciar algunos modos de mitigar los impactos negativos.

Disciplina	Asignatura	Semestre	Acciones
Geodinámica	Geología General I	I	1,2,3
Geodinámica	Geología General II	I	1,2
Geología Aplicada	Práctica de Levantamiento Geológico I	II	1,2, 3

**2do Año**

**Objetivo:** Identificar los procesos y fenómenos geológicos, así como procesos migratorios de elementos químicos en las estructuras de la corteza terrestre y el grado de influencia que ejerce o puede ejercer sobre ellos la intervención antrópica.



### Acciones:

- 1- Reconocer e identificar minerales analizando la influencia de los mismos en la contaminación del medio ambiente (suelos, agua, aire y vegetación) y su repercusión en la salud humana.
- 2- Evaluar formas de migración de la contaminación ambiental y su mitigación mediante el uso de barreras tecnológicas.
- 3- Mapear estructuras de la corteza terrestre utilizando las tecnologías adecuadas y con la menor incidencia sobre el medio ambiente físico.
- 4- Uso racional de los métodos utilizados en el mapeo geológico para lograr la elaboración de los cortes y mapas geológicos.
- 5- Realizar análisis de situaciones de riesgos geológicos.
- 6- Identificar las principales evidencias que facilitan la predicción de riesgos geológicos .
- 7- Tomar medidas para mitigar las pérdidas materiales y humanas en situaciones de riesgos geológicos.
- 8- Analizar grado de variación de una región en un tiempo-calendario producto de la intervención antrópica, a través de análisis e interpretación de fotos aéreas y/o satelitales.

Disciplina	Asignatura	Semestre	Acciones
Geoquímica	Mineralogía	III	1
Geoquímica	Geoquímica Gral	IV	1,2
Geodinámica	Geología Estructural	IV	3,4,5,6,7
Geodinámica	Geotectónica	IV	5,6,7
Geodinámica	Geomorfología y Teledetección	IV	3,8
Geología Aplicada	Práctica de Lev Geológico II	III	4,5,6,7

### 3er Año

**Objetivo:** Clasificar procesos y fenómenos geológicos y definir políticas de protección ambiental a escala local.

### Acciones.

- 1- Aplicar métodos de prospección electromagnética en variantes inductivas para la detección de estructuras metálicas soterradas.
- 2- Aplicación de métodos de la prospección en el estudio de intrusiones salinas en hidrogeología.
- 3- Aplicación de métodos de la prospección en la detección de contaminantes radioactivos.
- 4- Describir técnicas de seguridad en los trabajos de campo de geofísica, para la protección de la flora y la fauna.

Disciplina	Asignatura	Semestre	Acciones
Geodinámica	Estratigrafía	IV	
Gedinámica	Geología Histórica	V	
Geofísica	Geofísica I, II	V,VI	1,2,3,4





Geología Aplicada	Práctica de Lev. Geologo-Geofísico	VI	1,2,3,4
-------------------	------------------------------------	----	---------

#### 4to Año

**Objetivo:** Ejecutar los trabajos geológicos (prospección, exploración, explotación) con la previa identificación de los impactos que estos pueden causar al medio ambiente.

#### Acciones:

- 1- Identificar los posibles impactos ambientales que provoca en un área la ejecución de los trabajos geólogo-mineros.
- 2- Conocer como aplicar las métodos y medidas para mitigar ó disminuir impactos sobre el medio ambiente.
- 3- Proponer formas de recuperación de áreas degradadas por la ejecución de trabajos geólogo-mineros, durante y después de los mismos.
- 4- Conocer de forma general como se aplica la Legislación Ambiental en Cuba.
- 5- Describir la influencia de los procesos y fenómenos geológicos sobre la estabilidad del medio físico.
- 6- Describir técnicas de seguridad de los trabajos de campo de sísmica, para la protección de la fauna sobre todo en sísmica marina.

Disciplina	Asignatura	Semestre	Acciones
Geofísica	Geofísica III	VIII	6
Geología Aplicada	Hidrogeología Aplicada	VII	1,2,3
Geología Aplicada	Ing.Geológica	VII	1,2,3,5
Geología Aplicada	Geoquímica Aplicada	VIII	1,2,3
Geología Aplicada	Geología, Prospección y Exploración de los Yac. Minerales	VIII	1,2,3
Geología Aplicada	Geología del Petróleo	VIII	1,2,3
Geología aplicada	Economía Y Gestión	VIII	1,2,3,4
Geología aplicada	Práctica de Lev. Gasopetrolíferos	VIII	1,2,3,4
Geología aplicada	Práctica Laboral (Emp. GM S. Lucía)	VII	1,2,3,4

#### 5to Año

**Objetivo:** Ejecutar los trabajos (de exploración, explotación) con un caso de estudio, considerando las posibles afectaciones al entorno.

#### Acciones:

- 1- Identificar y evaluar los posibles impactos que provoca al medio la ejecución de los trabajos Ingeniero-Geológicos, Geólogo-Mineros e Hidrogeológicos
- 2- Proponer medidas para la posible recuperación de áreas afectadas.



Disciplina	Asignatura	Semestre	Habilidades
Geología Aplicada	Ing.geológica	IX	1,2
Geología Aplicada	Hidrogeología	IX	1,2
Geología Aplicada	Prosp., exploración y Explotación de Yac. Minerales	IX	1,2

## Conclusiones y Recomendaciones.

La estrategia ambiental para la Carrera de Geología en la UPR marca pautas en la formación del Ingeniero Geólogo de perfil amplio que se forma en nuestras universidades.

Las acciones para cada año académico, definidas a partir del análisis del modelo del profesional y su campo de acción, las orientaciones del MES y la legislación ambiental existente en nuestro país, así como las políticas mundiales en ese sentido, nos han permitido elaborar un sistema de actividades que sin duda alguna contribuyen de forma objetiva y precisa a desarrollar en los educandos una conciencia verdaderamente ambientalista. Nuestro fin es que los graduados sean verdaderos gestores de los recursos naturales y protectores del medio ambiente.

Los resultados obtenidos hasta la fecha dan fe de lo señalado anteriormente. Debemos apuntar en este sentido que muchos recién graduados trabajan actualmente como especialistas del medio ambiente en varios municipios de nuestro país.

Esta estrategia debe continuar perfeccionándose para lograr cada año graduados en Geología que sean verdaderos gestores de recursos naturales.

## Bibliografía.

1. Tesis y Resoluciones V Congreso del Partido Comunista de Cuba.
2. Nuñez, J. La Ciencia y la Tecnología como procesos sociales. Editorial Félix Varela, La Habana, 1999.
3. Colectivo de autores. Tecnología y sociedad. Editorial Félix Varela. La Habana, 1999.
4. GESOCYT. (Colectivo de autores). Problemas sociales de la Ciencia y la Tecnología. Ed. ENPES (Impreso en el ISPJAE), 1994. La Habana,
5. Ley 33 de 1981 (Protección del Medio Ambiente y Uso Racional de los Recursos Naturales). Gaceta Oficial de la República de Cuba. Diciembre de 1981.
6. La Ley 81 de 1997 (Ley del Medio Ambiente) Gaceta Oficial de la República de Cuba. Diciembre de 1997.
7. United Nations Environmental Programm. Global Environment Outlook: For life on Earth, Oxford University Press, New York, United Nations, 1997.
8. Guardado Lacaba, Rafael. Introducción de la dimensión ambiental en la carrera de ingeniería geológica. Revista Minería y Geología, Vol XVII Nos. 3 y 4, Moa, Holguín, Cuba, 2000.



9. Cruz Gamez, Esther M.; Casarreal Valdés, Guillermo y otros. "Una arista del diseño curricular de la carrera de geología: El Medio Ambiente". Resúmenes, II Taller Internacional Sobre la Enseñanza de la Geología. Pinar del Río, Noviembre de 1995.
10. Pereira Martins, Paulo. Oh, Geologo! Quem es e onde andas? A Terra em Revista Ano I No. 0, Brasilia, 1995.
11. Castro Díaz-Balart, Fidel. "Ciencia, innovación y futuro". Ediciones especiales, Instituto cubano del libro, La Habana, 2001.



## LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, POSIBILIDADES DE SU GENERALIZACIÓN EN EL SISTEMA DE EDUCACIÓN CUBANO.

**Dr. Willy R. Rodríguez Miranda, MSc.**

*Departamento de Geociencias – CUJAE. Calle 127 s/n, Apartado 6028, Habana 6, Marianao, Ciudad de La Habana, Cuba.*

*Email: [willy@civil.ispjae.edu.cu](mailto:willy@civil.ispjae.edu.cu)*

### RESUMEN.

El empleo de los Sistemas de Información Geográfica en las investigaciones contemporáneas permite sin lugar a dudas, mejorar los resultados de investigaciones asociadas a los recursos naturales, medio ambientales, planificación física, planificación de servicios, prevención de riesgos y desastres, actividades militares, etc., siendo necesario por lo tanto, el desarrollo de una acertada política de superación y capacitación de estos especialistas que garantice la utilización eficiente de esta y otras técnicas afines.

La necesidad de utilizar estas tecnologías, ha provocado que numerosos especialistas, busquen las vías para su capacitación y en muchos casos, reorientación profesional. Atendiendo a esta situación, es que, el Departamento de Geociencias de la CUJAE, entidad que posee una amplia experiencia en el procesamiento automatizado de información digital, así como el personal capacitado para ello, ha diseñado un sistema de enseñanza, que le permite, a una amplia variedad de especialistas y estudiantes de pregrado, realizar estudios que les permita la utilización de las mismas, según sus necesidades.

La labor ininterrumpida de mas de 30 años en la Educación Superior ha permitido que el Departamento de Geociencias de la CUJAE, acumule una amplia experiencia en la superación postgraduada de los profesionales vinculados con las Ciencias de la Tierra, no solo en el territorio nacional, sino fuera de sus fronteras geográficas. En este período, el impetuoso desarrollo de las técnicas de computación, los sensores remotos y los sistemas de información geográfica han provocado un cambio radical en la forma en que los especialistas utilizan la información espacial para la solución de múltiples tareas en la vida moderna.

En esta ocasión, se presentan las características y posibilidades de este sistema de superación postgraduada ofrecido por el Departamento de Geociencias, que incluye, la participación en cursos cortos, entrenamientos, diplomados, maestría e incluso la posibilidad de optar por el grado de Doctor en Ciencias Técnicas vinculado con estas tecnologías. Los resultados alcanzados en los últimos 5 años, así como la necesidad de incorporar el estudio de los fundamentos de estas técnicas en los niveles precedentes del sistema de educación cubano se discuten finalmente.

**Palabras Claves:** geociencias, sensores remotos, sistemas de información geográfica, diplomado, maestría.

### ABSTRACT.

The employment of the Geographical Information Systems in the contemporary investigations allows to improve the results of investigations associated with the natural, environmental resources, physical planning, services, risks and disasters prevention, military activities, etc.

The necessity to use these technologies has caused that numerous specialists, look the ways for their training and in many cases, professional reorientation. The Geosciences Department of the CUJAE, entity that possesses a wide experience in a digital processing information, as well as the personnel qualified, has designed an education system that allows to a wide variety of specialists and university students to carry out studies that it allows them the use of the same ones, according to their necessities.



The uninterrupted work for more than 30 years in the Superior Education has allowed, that the Geosciences Department of the CUJAE accumulate a wide experience in the postgraduate of the professionals working in the Sciences of the Earth, not alone in the national territory, but outside of its geographical frontiers. In this period, the impetuous development of the calculation techniques, the remote sensors and the geographical information systems have caused a radical change in the form in that the specialists use the space information for the solution of multiple tasks in the modern life.

In this occasion, the characteristics and possibilities of this postgraduate system offered by the Geosciences Department are presented. This system includes the participation in short courses, training, graduates, master and even the possibility to opt for Doctor's degree in Technical Sciences.

The results reached in the last 5 years, as well as, the necessity to incorporate the study of these techniques in the precedent levels of the Cuban education system are discusses finally.

**Key words:** geosciences, remote sensors, geographical information systems, graduate, master.

## Introducción.

El incremento sostenido, que en la actualidad, ha experimentado el interés del hombre por preservar el mundo en que vivimos, ha hecho que surja la necesidad de aumentar la eficiencia en los estudios destinados a evaluar los impactos que sobre el medio ambiente provoca su acción transformadora, y en múltiples ocasiones depredadora. Precisamente, el empleo de herramientas tan poderosas como los sensores remotos y los sistemas de información geográfica, puede sin lugar a dudas, mejorar los resultados de investigaciones asociadas a los recursos naturales, medio ambientales, planificación física, planificación de servicios, prevención de riesgos y desastres, actividades militares, etc., siendo necesario por lo tanto, el desarrollo de una acertada política de superación y capacitación de estos especialistas que garantice la utilización eficiente de estas técnicas.

Atendiendo a esta situación, es que, considerando la importancia de elevar el nivel técnico de nuestros especialistas, el Departamento de Geociencias de la CUJAE, entidad que posee una amplia experiencia en el procesamiento digital de información espacial, así como el personal capacitado para ello, se propuso la creación de un sistema de superación postgraduada, que permite calificar a especialistas de diferentes ramas de nuestro país en la utilización consecuente de modernas técnicas de procesamiento automatizado de información, el uso de las técnicas de sensores remotos y las posibilidades de los sistemas de información geográfica, para aumentar la efectividad de su función social (Rodríguez, 1997).

Este sistema de superación postgraduada persigue dotar a los especialistas vinculados con las investigaciones en las Geociencias, de técnicas modernas y habilidades, que les permitan desarrollar actividades investigativas, complejas e integrales, utilizando para ello una tecnología de avanzada bajo la concepción impostergable de un desarrollo sostenible. Para acceder a estos estudios es necesario:

- Ser graduado universitario.
- Estar vinculado laboralmente a alguna de las especialidades afines.
- Contar con el aval requerido del centro que labora.

## Sistema de Superación.

Atendiendo a las necesidades e intereses de los especialistas que en nuestro país trabajan con información espacial y además, incursionan cada vez con mayor frecuencia en el uso de tecnologías como los sensores remotos y los sistemas de información geográfica, el Departamento de Geociencias, de la CUJAE a partir de principios de la década del 90, coordinó sus planes de superación postgraduada con el fin de ofrecer la posibilidad de alcanzar una adecuada preparación de nuestros especialistas, no solo en el procesamiento digital de información, como hasta esos



momentos ya realizaba, sino que amplió sus ofertas en la dirección del procesamiento digital de imágenes, los sensores remotos y los sistemas de información geográfica.

En la actualidad, este sistema de superación postgraduada que se ofrece en nuestro centro considera las siguientes variantes:

- ♦ Cursos Cortos: se caracterizan por abordar una temática específica vinculada con el geoprocesamiento, según las necesidades y solicitudes de las empresas y organismos que en el país utilizan nuestros servicios.
  - ♦ Su duración es de 45 a 60 horas normalmente a tiempo parcial, aunque en ocasiones y según solicitud previa pueden ser de mayor duración.
  - ♦ Se incluyen actividades del tipo conferencias, clases prácticas y laboratorios según las necesidades de la temática abordada, aunque siempre se le presta especial atención a la componente práctica.
  - ♦ La evaluación final generalmente consiste en una actividad práctica individual que debe resolver el participante, con datos propios o suministrados por el docente.
  - ♦ Se imparte por 1 ó 2 docentes, todos con el grado de Doctor en Ciencias o el Título de Master en Geofísica Aplicada.
  - ♦ Entre los cursos más solicitados se incluyen: Procesamiento Multivariado; Procesamiento Digital de Imágenes; Introducción a los Sistemas de Información Geográfica: ArcView, MapInfo e Idrisi; Geoestadística; Cartografía Digital.
  - ♦ Estos cursos acumulan créditos para el resto de las modalidades de superación como el Diplomado y la Maestría.
- ♦ Entrenamientos: se caracterizan por abordar una temática específica vinculada con el geoprocesamiento, según las necesidades y solicitudes de las empresas y organismos que en el país utilizan nuestros servicios.
  - ♦ Su duración es variable y según las necesidades de la parte solicitante, siendo a tiempo completo generalmente entre 1 semana y hasta 6 meses.
  - ♦ Se realizan mediante la asesoría directa de un especialista del Grupo de Geoprocesamiento del Departamento de Geociencias, siendo la componente práctica fundamental y vinculando al cursante en la solución de tareas técnicas concretas.
  - ♦ La evaluación final consiste en el desarrollo de una tarea práctica donde el cursante demuestre la preparación en la temática dada.
  - ♦ Se imparte por 1 ó 2 docentes, todos con el grado de Doctor en Ciencias o el Título de Master en Geofísica Aplicada.
  - ♦ Entre los entrenamientos más solicitados se incluyen: Utilización del Surfer; Explotación de AutoCAD; Utilización de ArcView; Utilización de MapInfo; Utilización de Idrisi.
- ♦ Diplomado: en esta modalidad de superación se persigue la capacitación y reorientación de los especialistas en la utilización de las tecnologías de los sensores remotos y los sistemas de información geográfica. Esta modalidad responde a necesidades de varios organismos y empresas del país (Rodríguez, 1997).
  - ♦ Se desarrolla a tiempo parcial durante 1 año, comenzando cada curso escolar en septiembre y finalizando en julio la parte lectiva.





- ♦ Incluye dos módulos: uno docente donde se imparten las asignaturas que componen el Diplomado y otro de investigación donde se ejecuta un Proyecto Final individual asociado a las necesidades e intereses del centro de trabajo de cada participante.
- ♦ La evaluación final consiste en la defensa ante un Tribunal y con una oponencia del Proyecto de Curso elaborado. Además, cada asignatura posee una evaluación práctica que evalúa sus contenidos específicos.
- ♦ Se imparte por un claustro compuesto por 12 especialistas de alto nivel, 10 de los cuales poseen el grado de Doctor en Ciencias y 2 el Título de Master en Geofísica Aplicada. En esta modalidad se unen los esfuerzos de las siguientes instituciones:
  - ♦ Departamento de Geociencias de la CUJAE.
  - ♦ Departamento de Vías de Comunicación de la CUJAE.
  - ♦ Departamento de Computación y Consultoría de GEOCUBA.
  - ♦ Departamento de Sensores Remotos y Teledetección de GEOCUBA.
- ♦ En esta modalidad de superación se incluyen las siguientes asignaturas: Elementos Básicos de Informática; Procesamiento Multivariado; Matemática Aplicada; Introducción a la Fotointerpretación; Procesamiento Digital de Imágenes; Introducción a los Sensores Remotos; Introducción a los Sistemas de Información Geográfica; Sistemas de Representación Gráfica.
- ♦ Estos cursos acumulan créditos para la Maestría.
- ♦ Maestría: dentro del sistema de superación postgraduada del Departamento de Geociencias se prevé la creación del Perfil de Geoprocesamiento dentro de la Maestría que imparte el mismo y que se encuentra evaluada por el Ministerio de Educación Superior (Rodríguez, 2000).
  - ♦ En este caso se ha considerado un período de 2 años para su desarrollo, pudiéndose considerar los créditos del Diplomado si el mismo fue cursado con anterioridad.
  - ♦ Se prevé el desarrollo de 3 módulos: uno Básico con contenidos similares al Diplomado, otro Especializado que sus contenidos estarían en dependencia del perfil terminal de los cursantes y otro de investigación donde se ejecutará el Trabajo de Tesis.
  - ♦ La evaluación final consistirá en la defensa ante un Tribunal y con una oponencia de la Tesis de Maestría elaborada.
  - ♦ Se impartirá por un claustro compuesto por alrededor de 20 especialistas de alto nivel, donde la totalidad posee el grado de Doctor en Ciencias o el Título de Master en Geofísica Aplicada.
  - ♦ Se prevén los siguientes perfiles terminales:
    - ♦ Administración y Análisis de Sistemas Medioambientales.
    - ♦ Evaluación y Prevención de Riesgos y Desastres.
    - ♦ Evaluación y Administración de Recursos de Aguas Subterráneas.
    - ♦ Exploración y Evaluación de Recursos Minerales.
    - ♦ Investigaciones Ingeniero Geológicas y Arqueológicas.
    - ♦ Evaluación y Administración de Redes Técnicas.



- ♦ Administración Pública.
- ♦ Doctorado: considera la preparación de los especialistas con el mayor nivel teórico y práctico relacionado con las técnicas de geoprocesamiento, según lo establecido en el Reglamento de Grados Científicos del Ministerio de Educación Superior.
  - ♦ Esta modalidad de superación puede ser a tiempo completo o parcial, utilizando las variantes del tipo escolarizado o no, así como la modalidad libre.
  - ♦ La tutoría de los trabajos de doctorado se encuentra bajo la dirección y supervisión de especialistas con el Grado Científico de Doctor en Ciencias.
  - ♦ La defensa del Trabajo de Tesis se realiza frente al Tribunal Nacional de Grados Científicos, según lo establecido por el Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.

## Resultados.

En la última década, este Sistema de Superación Postgraduada ha capacitado a cientos de especialistas nacionales en sus diferentes variantes, además de que como parte de su vinculación con otros departamentos de la CUJAE, también el Grupo de Geoprocesamiento del Departamento de Geociencias ha participado en planes de formación de recursos humanos en Brasil, Guatemala y Argentina. En este último país mediante el desarrollo del Perfil de Procesamiento Digital de Señales e Imágenes, dentro de la Maestría en Informática Aplicada del CREPIAI, donde se graduaron 13 cursantes.

Se ha logrado capacitar a cerca de 40 especialistas en la modalidad del Diplomado durante sus tres versiones que comenzaron en 1997; en el Perfil de Procesamiento Digital de Señales e Imágenes han participado cerca de 50 especialistas en sus diferentes versiones desde 1995.

Como parte de este sistema de superación, se incluyó la ejecución de cuatro Talleres de Geoprocesamiento, que como parte de un Proyecto Ramal Nacional ejecutó el Departamento de Geociencias de la CUJAE con el I.N.R.H. para la formación de recursos humanos en la utilización consecuente de los sensores remotos y los sistemas de información geográfica durante la gestión integrada de los recursos hídricos (Valcarce y Rodríguez, 1999). En esta modalidad de superación se capacitó a 20 especialistas entre el 2000 y el 2001.

## Perspectivas.

Finalmente y tomando como referencia algunas acciones similares desarrolladas por instituciones académicas de países desarrollados, donde estas tecnologías son empleadas con relativa frecuencia en la solución de múltiples problemas. El Grupo de Geoprocesamiento del Departamento de Geociencias se ha planteado la necesidad de realizar contactos con el MES y el MINED, para la introducción paulatina de los principios y bases de los sensores remotos y los sistemas de información geográfica en los diferentes niveles de la enseñanza elemental y/o profesional de la República de Cuba, aprovechando para ello los programas nacionales de computación y el proyecto de Universidad Para Todos, ambos impulsados por la máxima dirección del país. Esta iniciativa permitiría, sin lugar a dudas, comenzar a crear las bases para la masificación de un grupo de técnicas, que en estos momentos tienen una alta incidencia en casi todas las ramas de la actividad científico - técnica y las que en nuestro país, aún solo son utilizadas por un reducido grupo de especialistas (Rodríguez, 2000).

La posibilidad del empleo masivo de estas técnicas en los diferentes niveles de enseñanza se hace posible en las condiciones actuales, cuando el gobierno revolucionario lleva a cabo el plan de introducción de la computación en todo el país. Ya a partir del curso 2001/2002 se dotó de laboratorios de computación y personal debidamente preparado a todas las escuelas primarias y secundarias del país. Esta situación, así como el empleo de los Joven Club de Computación, permite contar con los medios y el personal necesario para introducir el estudio de los Sistemas de Información Geográfica en todos los niveles del sistema nacional de educación. De esta forma,



estaríamos en condiciones de promover su utilización en todos los sectores de la sociedad donde se unifiquen las condiciones objetivas y subjetivas necesarias en un breve período de tiempo.

### **Conclusiones.**

Se ha puesto de manifiesto la eficiencia del Sistema de Superación Postgraduada vigente en el Departamento de Geociencias de la CUJAE, el cual después de consultar sistemas similares en otros países, cuenta con el personal y los medios técnicos para su correcto desarrollo en nuestras condiciones actuales.

Es posible la masificación de la enseñanza de los elementos básicos de los sistemas de información geográfica en nuestro país, aprovechando la política oficial de introducir las técnicas informáticas en todos los niveles de enseñanza de nuestro sistema de educación.

### **Referencias Bibliográficas.**

- Rodríguez, W.R. (2000): Experiencias en la introducción de los Sensores Remotos y los S.I.G. en la enseñanza postgraduada y su necesidad en otros niveles del sistema de educación cubano. XIV Forum de Ciencia y Técnica, CUJAE. Ciudad de La Habana.
- Rodríguez, W.R. (1997). Diplomado de Procesamiento de Datos, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. CUJAE. Ciudad de La Habana.
- Valcarce, R.M y W.R. Rodríguez (1999). Talleres de Geoprocesamiento Aplicados a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Proyecto Ramal, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Ciudad de La Habana.



## TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA GEOLOGICA EN CUBA.

**Rafael Guardado Lacaba,**

*Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, CUBA  
[rguardado@ismm.edu.cu](mailto:rguardado@ismm.edu.cu), [rguardado46@yahoo.com](mailto:rguardado46@yahoo.com)*

### Resumen

En enero de 1962, el Gobierno Revolucionario de Cuba, realiza **la Reforma Universitaria**, la cual genera la creación de nuevas carreras entre ellas la de **Ingeniería Geológica** e **Ingeniería de Minas** en la Universidad de Oriente y **Licenciatura en Geología** en la Universidad de la Habana, y posteriormente **Ingeniería Geofísica** en la CUJAE.

La **carrera de Ingeniería Geológica** es promotora de investigaciones en la geología del país, con pertinencia, impacto y consecuencia tecnológica en función de los intereses del desarrollo socioeconómico del territorio, la región, y la nación. La aplicación del plan de estudio C en la década del 90, fortaleció la formación de un profesional de perfil amplio con una mayor preparación en los conocimientos y habilidades de geología y geofísica en relación con los anteriores planes de estudio.

En el presente trabajo se exponen los elementos mas importantes en la formación profesional de los ingenieros geólogos. Se hace **énfasis en los fundamentos de la ingeniería, desarrollo de la capacidad de trabajo en equipo**, el dominio de las técnicas de dirección, la informatización, el trabajo en red, **entendimiento de los procesos políticos, la capacidad de comunicación, en los sistemas de ingeniería**, y la **exigencia de un aprendizaje continuo**.

Se exponen los criterios actuales de evaluación para los pasos de acreditación de la carrera basada en los elementos de evaluación de: pertinencia e impacto social, profesores, estudiantes, infraestructura, currículo.



## **1. Introducción. La carrera de Ingeniería Geológica como escenario de referencia.**

En enero de 1962, el Gobierno Revolucionario realiza la Reforma Universitaria, importante momento histórico que permite determinar las tendencias en el desarrollo de la educación superior en Cuba. La Reforma Universitaria genera la creación de nuevas carreras entre ellas la de Ingeniería Geológica y la de Ingeniería de Minas en la Universidad de Oriente y Licenciatura en Geología en la Universidad de la Habana,

En 1964 ante la necesidad de profesionales de ciencias de la tierra y considerando el creciente desarrollo minero metalúrgico de la región oriental se unifican en la Universidad de Oriente las dos escuelas de geología con un perfil de ingeniería. Al mismo tiempo se crea en el ISPJAE la carrera de Ingeniería Geofísica.

En estos años surgen y se desarrollan los cursos universitarios para trabajadores, en 1965 se inicia el Plan Extramuros de la Universidad de Oriente, en Moa y Nicaro se crean las primeras unidades docentes del país. Estas filiales y sedes universitarias se irían convirtiendo en centros de educación superior independientes.

Partiendo del principio de que no hay desarrollo de la educación superior sin investigación, desde la segunda mitad de la década del 60 se trabaja para lograr una adecuada interrelación docencia- investigación -producción y por emplear del modo más eficiente posible potencial científico de profesores y estudiantes universitarios, con el doble objetivo de elevar el nivel y la calidad y de la propia docencia universitaria y de contribuir directamente a mejorar las condiciones económicas y sociales del país.

En 1973, se inicia la formación de ingenieros geólogos en la Filial Universitaria de Minas de Matahambre, con el mismo plan de estudio que el de la Escuela de Ingeniería Geología de la Universidad de Oriente, las filiales universitaria de Nicaro y de Moa como un apoyo a la industria en la formación de profesionales. En esta etapa fue decisiva el apoyo del Instituto de Minas de Leningrado, de la Academia de Minas de Freiberg, del Instituto de Minas de Eslovaquia y Praga, y otras universidades, cuya colaboración condujo a la especialización, en Ingeniería Geológica e Hidrogeología, Prospección de Yacimientos de Minerales Sólidos, y Prospección de Yacimientos de Petróleo y Gas.

Ante la importancia estratégica del desarrollo universitario, se crea en julio de 1976, el Ministerio de Educación Superior y surge el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, centro que unió a toda la enseñanza de la geología, la minería, la metalúrgica y las demás ingenierías y ciencias afines, que respondían al vertiginoso desarrollo que en estos años se desarrolló en el nordeste de Holguín. La construcción de la nueva planta de níquel Ernesto Che Guevara, modernización de Nicaro, y un nuevo programa de desarrollo minero metalúrgico a través de CAME.

En 1981 se inicia el desarrollo de los planes de estudio B, con el criterio de la formación de un geólogo general. Este plan con mejor estructura mantenía algunas deficiencias tales como:

- Existencia de un ciclo básico que no respondía en todos los contenidos a las necesidades de la carrera.
- Predominio de la enseñanza teórica en las disciplinas y asignaturas de la carrera.
- No se precisan las tareas que debe ser capaz de enfrentar el geólogo para dar solución a los problemas profesionales mas generales del sistema laboral de la profesión.



- Incomprensión de los objetivos como categoría rectora del proceso docente en cada uno de los niveles en que éste se desarrolla.
- Poco fondo de tiempo para la ejecución de las prácticas docentes y de producción.
- Los programas analíticos no garantizaban siempre la consecutividad de los conocimientos.

En el inicio de la década del 80 la dirección del país teniendo en cuenta la tendencia de integración de las ciencias propone la formación de un profesional de amplio espectro, lo que se concreta en los planes de estudio C que proponen la creación de un egresado de perfil amplio con una sólida formación en ciencias básicas.

La aplicación del plan de estudio C en la década del 90, fortaleció la formación de un profesional de perfil amplio y con una mayor preparación en los conocimientos y habilidades de geofísica en relación a los anteriores planes de estudio.

En 1985, por solicitud del MINBAS fundamentado en las necesidades de incrementar la cantidad de graduados en geología, el MES aprueba la formación de ingenieros geólogos en la Facultad de Tecnología de la Universidad de Pinar del Río.

El plan de estudio C se desarrolla en la actualidad en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa y en la Universidad de Pinar del Río. Desde el curso 1992-1993, se desarrolla un conjunto de acciones para garantizar que la ciencia y la técnica constituyan en objetivo central del trabajo de la educación superior, para obtener resultados de importancia y de incidencia económica y social en los plazos más breves posibles, y que posibilite convertir a las universidades en centros de investigación científica.

Actualmente la carrera de Ingeniería Geológica es promotora de investigaciones fundamentalmente para resolver problemas de la geología del país, con pertinencia, impacto y consecuencia tecnológica en función de los intereses del desarrollo socioeconómico del territorio y la región, todo lo cual se manifiesta en el satisfactorio cumplimiento de sus elevados compromisos en los planes de resultados y su generalización, en los recursos que van apareciendo para sostener la investigación, en los registros y patentes de nuevos productos y tecnologías.

El modelo cubano de la carrera de Ingeniería Geológica tiene como estrategia clave la flexibilidad organizativa, la cooperación nacional e internacional. La aplicación del concepto de perfil amplio en las carreras, la educación de postgrado adquiere particular relevancia, pues es en este cuarto nivel donde alcanzan la especialidad los profesionales, lográndose además una estrecha vinculación del postgrado con el trabajo científico-técnico.

En el aspecto organizativo, se han creado grupos de trabajo científico docentes, por año y disciplinas, grupos multidisciplinarios en función de objetivos complejos y concretos lo que ha permitido una nueva concepción de desarrollar la formación en valores en carrera elevando la calidad del graduado de geología.

En los últimos cursos se producen avances en la labor docente-educativa en la carrera de Ingeniería Geológica en Cuba, como consecuencia de diversos factores, entre los cuales podemos identificar como de primera importancia los siguientes:

- La consolidación gradual del enfoque integral para la labor educativa y político ideológica





- La madurez pedagógica y científica del claustro, sustentada en el crecimiento del número de doctores, en un sistema integral de superación de los profesores que se encuentra en vías de generalización, y en su incuestionable prestigio ante los estudiantes
- El fortalecimiento de las alianzas con las empresas geológica minero del país, la industria cubana del níquel, y del petróleo, el Ministerio de la Construcción, centros de investigación y los órganos de gobiernos territoriales, provinciales y el país.
- El desarrollo de la base material, en especial de computadoras
- El perfeccionamiento del sistema de aseguramiento bibliográfico.
- Las unidades docentes en el territorio y el país.

Ello se refleja, entre otros aspectos, en la satisfacción de los estudiantes con la calidad del proceso de formación, reflejadas en las encuestas realizadas durante los tres últimos cursos, y la aprobación de las últimas inspecciones generales practicada a la carrera por el Ministerio de Educación Superior MES.

## **2. NUEVAS TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA GEOLÓGICA**

En los últimos años, se ha observado un creciente interés por la Ingeniería Geológica y Ambiental, proveniente tanto de la ingeniería como de la geología y del impacto del hombre sobre el medio geológico y ambiental, de ahí que la caracterización y evaluación del ambiente sea significativamente diferente según los casos por lo que debemos de esclarecer las relaciones precedentes de este saber geológico. La Ingeniería Geológica se define como la aplicación de las ciencias geológicas al diseño, la minería, la extracción del petróleo y gas, y la construcción de estructuras de ingeniería. El ingeniero geólogo es un ambientalista formado para reconocer y entender el significado de las condiciones geológicas y su influencia en los diseños de ingeniería. Los proyectos que requieren un adecuado conocimiento de Ingeniería Geológica cubren un amplio espectro, abarcando desde los residuos peligrosos, la cimentación de presas, los túneles, las canteras, y la explotación de los recursos minerales.

En la actualidad y obligadas por la adaptación a los cambios sociales y económicos, las universidades donde se enseña Ingeniería Geológica, han reaccionado, introduciendo nuevos contenidos, como la cartografía geológica digital, los sensores remotos, sistemas de Información geográfica, el ambiente, los análisis de riesgos geológicos y antropicos, la informatización y los modelos digital del terreno, el patrimonio geológico minero, los nuevos métodos geofísicos, e incluso otras disciplinas en el campo de la energía o la industria mineral.

No obstante, el mayor beneficio obtenido estriba en el perfeccionamiento y la revisión y modernización de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Geológica general e integral, la cual ha adquirido mucha relevancia, ofreciendo al alumno una formación más versátil y mejores posibilidades para la ampliación de su perfil profesional; tales como ingeniería del petróleo, ingeniería civil, ambiental, el patrimonio geológico minero, el ordenamiento territorial, el análisis de riesgos, así como de la propia Ingeniería de Minas.

## **3. LA CARRERA DE INGENIERIA GEOLÓGICA Y EL SIGLO XXI**

Los desafíos y oportunidades en este nuevo siglo incluyen una tecnología inteligente de ordenadores que exigen del usuario ser más creativo, cambios constantes en el ambiente de laboral que obligan al trabajo en equipo; numerosos grupos sociales que exigen como principios



básicos de diseño los relacionados con el medio ambiente, la salud y la seguridad, todo lo cual exigirá ingenieros con alta capacitación intelectual; además de la educación enfocada hacia la ciencia. El énfasis se deberá poner sobre la integración de funciones, trabajo en equipo, redes, tareas multidisciplinarias y reciclaje durante la vida profesional.

Las actuales especializaciones de las ingenierías y las barreras que, artificialmente, crean los departamentos y facultades en las universidades se convertirán en obsoletas y, la Ingeniería Geológica deberá estar encajada en una matriz de tareas objetivas complejas. La carrera deberá considerarse como un proceso docente - educativo – científico - cultural donde el producto final es el graduado, el ingeniero geólogo.

Este graduado debe tener dentro de su formación profesional una mejor comprensión de su perfil valorativo ingeniero geológico el cual contempla las siguientes actividades:

- Sentido de lo que le rodea: sensible a las diferencias culturales, aspectos medioambientales y principios éticos, así como alerta ante las oportunidades del mercado.
- Con fundamentos sólidos: educado a través de los fundamentos teórico y prácticos de los avances de la ciencia y la tecnología; teniendo una perspectiva histórica de los avances de la ciencia que pueden tener impacto en la ingeniería y preparado para un continuo aprendizaje a lo largo de su vida profesional.
- Mentalidad técnica abierta: comprendiendo que los problemas reales de la vida son multidisciplinarios e interdisciplinarios, y previendo soluciones en un contexto de varias alternativas y probabilidades. Trabajando con varias disciplinas y entrenado en la modelización de sistemas.
- Eficaz en trabajo en grupo: cooperando en una organización de trabajos individuales dirigidos hacia un objetivo creativo común, eficaz en la comunicación oral y escrita; decidido a buscar y utilizar consejos de expertos, conocedor del valor del tiempo y comprendiendo las diversas facetas de las operaciones de negocio: gestión, marketing, financiación y costes, leyes, recursos humanos, servicios y, especialmente, la calidad.
- Versátil: solucionador de problemas, capaz de tomar decisiones; innovador en el desarrollo de productos y servicios.
- Orientado al cliente: buscador de la satisfacción de los clientes, asegurando el ratio coste / eficacia en un mercado global.

Las nuevas generaciones de ingenieros están orientados a los futuros desafíos : la destreza en la comunicación, oral y sobre todo escrita, así como el arte de transmitir la información a su destinatario, el conocimiento interdisciplinario; es muy recomendable que la experiencia geotécnica y geoquímica, geofísica, sean combinadas con el conocimiento de la Ingeniería Geológica y con el análisis con modelos numéricos resueltos por ordenador. La titulación de ingeniero geólogo satisface adecuadamente estos requerimientos. La habilidad de marcar claramente los objetivos, a corto y largo plazo, es lo más importante para uno mismo y para el proyecto, así como buscar las oportunidades para alcanzar dichos objetivos. El entusiasmo por el trabajo propio y por sus retos conlleva el éxito de nuestro desarrollo profesional. El conocimiento de la historia de nuestra especialidad, sus implicaciones sociales, tradiciones, así como de los principales casos prácticos reales, nos ayudan a disfrutar de nuestro trabajo y a realizar contribuciones más significativas y de mayor contenido.

#### **4. LA BÚSQUEDA DE LA CALIDAD DEL GRADUADO EN INGENIERÍA GEOLÓGICA.**



En un contexto dinámico y competitivo, la calidad de la enseñanza universitaria se ha convertido en uno de los pilares para alcanzar el éxito, un producto de calidad: el ingeniero geólogo que hoy formamos, es mucho más exigente que en tiempos pasados. Pensamos que en el momento que estamos viviendo es crucial saber primero dónde estamos y hacia dónde nos movemos, para juzgar mejor que debemos hacer.

Acciones asociadas con la calidad total en el proceso docente educativo involucran:

- distinguir proyectos potenciales de desarrollos futuros graduados integrales de Ingeniería Geológica.
- poner atención estricta a los procesos de enseñanza aprendizaje en la formación de valores
- priorizar y enfocar la atención sobre problemas científico técnicos.
- El trabajo en red, en grupos de trabajo, equipos
- Se requiere del dominio de hilo conductor tecnológico que es el proceso de informatización y comunicación, pero no confundirse , este es solo un “instrumento”
- Priorizar la organización, las técnicas de dirección, el dominio del idioma, enfocarse en el sistema corporativo.
- Desarrollar una cultura integral de alta calificación profesional

Modelo tradicional - mejorar la calidad de la educación para satisfacer la demanda de mercado.

Nueva visión - mejorar la calidad de la educación para crear nueva oferta de mercado (innovación, ciencia y tecnología)

#### **4.1. La acreditación de la carrera de Ingeniería Geológica un nuevo paso a la calidad del profesional en la Geología de Cuba.**

La educación superior en América Latina enfrenta cambios importantes en, la transformación y reorganización de los sistemas de educación superior, especialmente el surgimiento de nuevas universidades, primordialmente privadas, las formas y modalidades de relación entre los gobiernos y las instituciones; y la valoración de la educación universitaria por la sociedad, grupos empresariales y gobiernos. Históricamente las universidades nunca fueron evaluadas, excepto, interna y externamente, para cuestionar su politización (o pasiva enajenación), y sus modalidades de gobierno autónomo y de democratización. Hasta hace pocos años no existían sistemas de información y procesos de evaluación de la calidad de los servicios educativos (o de la investigación). Y aún hoy día la cultura y los procesos de evaluación son bastante incipientes.

La acreditación por su parte, es el acto por el cual el Estado adopta y hace público el reconocimiento que realiza a través del Consejo Nacional de Acreditación del MES, para comprobar los resultados que una institución educativa presenta sobre la calidad de sus programas académicos, su organización y funcionamiento, y el cumplimiento de su función social.

La acreditación de las carreras universitarias es un acto por el cual el Estado adopta y hace publico el reconocimiento que las comisiones de acreditación hacen de la evaluación externa



que se efectúa a una institución o carrera universitaria sobre la calidad de sus programas académicos, su organización y funcionamiento y el cumplimiento de su función social, dicho en otras palabras es el testimonio que da el estado cubano sobre la calidad de un programa (Acreditación de Programas) o institución (Acreditación Institucional)), con base en un proceso previo de auto evaluación en el cual intervienen la institución, las comunidades académicas y el CNA.

Los programas académicos (carreras) universitarios deberían adoptar tres procesos básicos: 1. Proceso continuo de "prospectiva y planificación estratégica": se debe establecer un mecanismo para analizar y gestionar cada programa académico, cada carrera como una unidad auto contenida, como un producto. 2. Proceso de garantía de calidad académica: Tal enfoque implica un acuerdo que abarque a toda la unidad académica (institución) acerca de los propósitos y métodos, e incluye una retro-alimentación para informar y mejorar la prestación de los servicios académicos. Requiere de una amplia participación, canales efectivos de comunicación, la determinación y aceptación de responsabilidad formal (responsabilización), la sistematización de información (medición e indicadores de desempeño), y un compromiso institucional para la capacitación y el desarrollo del personal. 3. Proceso de evaluación de programas académicos: se debe evaluar si los profesionales egresados son competentes, si pueden insertarse productivamente en el mercado laboral, si están equipados para responder a las condicionantes sociales y del medio ambiente, si los contenidos teóricos y prácticos son relevantes, si las técnicas de aprendizaje son las más apropiadas, si las unidades académicas son eficientes, si los sistemas de información y los textos utilizados son actualizados y adecuados, si existe una vinculación con las empresas productoras de bienes y servicios, si el nivel y participación estudiantil son idóneos, etc.

El establecimiento de la acreditación responde a una necesidad de las comunidades educativas de las instituciones universitarias, la cual es la del mejoramiento de la calidad del servicio prestado. La acreditación no tiene antecedentes en nuestro país, es incipiente en América Latina y es el mejor medio, probado ya durante siglos, para fomentar calidad de las instituciones y de sus programas. El reconocimiento social es una importante consecuencia directa de la acreditación.

El modelo de calidad de la carrera de Ingeniería Geológica sirve de punto de referencia para que las instituciones nacionales y/o internacionales puedan hacer un diagnóstico del grado de calidad de su gestión, mediante la auto evaluación. Mediante esta auto evaluación se identifican los puntos fuertes y las áreas de mejora y se reconocen las carencias más importantes de forma que puedan sugerirse planes de mejora.

La carrera de Ingeniería Geológica del ISMMM da un gran peso al trabajo de auto evaluación; y la define la como la práctica permanente dirigida a mejorar la calidad del plan de estudio de la carrera de Ingeniería en Geología. Por esto, respondiendo a las políticas de perfeccionamiento, ha asumido el liderazgo del proceso y viene propiciando la participación y el compromiso de la comunidad académica para garantizar el cumplimiento de los objetivos trazados en la formación en valores y la calidad total universitaria.

En Cuba los estándares correspondientes a la formación del profesional estará dado en las siguientes variables de calidad: pertinencia e impacto social, profesores, estudiantes, infraestructura, currículo

La pertinencia significa que la carrera de Ingeniería Geológica responde al encargo de la sociedad y contribuye al desarrollo socioeconómico de la nación y/o región a la cual tributa los graduados; al fortalecimiento de la identidad cultural; al logro de los objetivos de la formación



integral de nuestros profesionales y a la atención de los ideales de justicia y equidad social que caracterizan nuestro sistema social.

Se destacan los profesores por sus cualidades como educadores, lo que se soporta en una sólida preparación político – ideológica y científico técnica, maestría pedagógica y el reconocimiento por los estudiantes a través de su satisfacción con la calidad del proceso de formación que recibe. En los currículos de los profesores se identifican los resultados mas revelantes de su producción; publicaciones mas recientes, postgrados mas importantes impartidos brindados en áreas del programa, conferencias dictadas en congresos y eventos científicos, etc. Se avala además por el grado científico y el título académico; así como por su producción científica, los servicios, el dominio de las NTIC y los reconocimientos sociales recibidos.

Los estudiantes que cursan la carrera de Ingeniería Geológica se destacan por su participación como sujetos activos de su proceso formativo y tienen una adecuada preparación general y básica para asimilar los estudios superiores, destacándose en diversas tareas de impacto social incluidas en la estrategia educativa de la carrera.

Infraestructura. La carrera cuenta con un adecuado respaldo material, suficiente y pertinente que permite cumplir, con la calidad requerida, las exigencias del proceso de formación.

Currículo. Se destaca el diseño de los años y las disciplinas de la carrera las que permiten asegurar una adecuada integración de los objetivos de acuerdo al modelo del profesional así como una correcta actualización científica y pedagógica de los contenidos. Se destaca la calidad de la estrategia educativa trazada, fundamentalmente en informática, idioma extranjero, Historia de Cuba, formación económica, ambiente y técnicas de dirección y patrimonio geológico minero. La formación humanista de los estudiante es un aspecto de primordial importancia para la formación integral y es atendida de modo privilegiado en la gestión del proceso.

Vivimos en lo que se ha venido en denominar “era de la socio ingeniería”, que obliga a combinar con destreza elementos tradicionales en la educación de la ingeniería con otros que exigirán un próspero desarrollo durante el siglo XXI, variando desde la comunicación oral y escrita hasta la ciencia política, y desde la economía hasta las relaciones internacionales. La carrera de Ingeniería Geológica trabaja para su acreditación y esto significa calidad del proceso de formación del profesional.

## CONCLUSIONES

La enseñanza de Ingeniería Geológica afronta nuevos retos en este inicio de siglo XXI. La gran preocupación para enfrentar con éxitos los profundos cambios en los procesos económicos y ambientales que lleva consigo la competitividad ( nacional e internacional ) esta en lograr actuaciones cada vez con enfoques de calidad total que permita graduados de geología mas integrales , eficientes y eficaces.

En este sentido se adoptan nuevas metodologías de enseñanza aprendizaje, nuevos metidos y procedimientos didácticos que requieren de formación, capacitación y entrenamiento de los recursos humanos. Se requiera de un cambio radical de actitud de los actores económicos ( gobierno, empresarios, geólogos, geofísicos, geoquímicas, geotécnicos, trabajadores, etc.) hacia relaciones mancomunadas poniendo énfasis en el mejoramiento de la imagen nacional de





la educación de la geología integral, certificada por su productos: el graduado en ingeniería geológica, competir de forma cooperativa.

En este sentido, la educación en la esfera de la Geología de manera continua es el instrumento adecuado, formación del profesional en Ingeniería en Geología, superación postgraduada de los profesionales, formación académica de master y doctores,

El proceso de universalización de la enseñanza universitaria en Cuba, representa un nuevo modelo educativo que contempla que aprender, mas que un objetivo, es un proceso permanente que permite preparar y capacitar, en todos los niveles y sectores, recursos humanos de la geología capaces de crear, desarrollar y emplear, cada día más, nuevas tecnologías y procedimientos administrativos modernos.

La internacionalización de las actividades de la ingeniería geológica que antes se inscribían solo a la esfera nacional o local se presenta ahora en red, empresa – red, universidad – red. Esto se ha convertido en un modo de actuación en la que debemos insertarnos, ejemplo de ello ( CyTED, ALFA, UNESCO, CEPAL, etc.) que se ha transformado en el “ sujeto que hace cultura “, en el sentido de que empieza articular el sistema de valores en los mas distantes rincones del planeta.

Los nuevos métodos de dirección por valore que hoy se desarrollan en la Carrera de Ingeniería Geológica, de estructura de comunicación interna, la organización de reaccionar ante los desafíos y oportunidades ( planificación, gestión, estrategias, alianzas, métodos de escenarios, etc.) están basados en el manejo sistémico de información que requiere de personas capacitadas con nuevas concepciones de empresa, de organización, del trabajo en equipo y del trabajo integrado. Se requiere de un nuevo hilo conductor geo tecnológico que es el proceso de informatización en la Geología, que no debemos confundir porque este es solo una herramienta promotora una tendencia al cambio en la gestión universitaria de los departamentos, facultades, instituciones, empresas geológicas, etc.

El desafío que se abre por delante en la educación de la Ingeniería Geológica en Cuba consiste en integrar la capacidad de trabajar en equipos, de motivar, de mirar de conjunto a la carrera en sus múltiples dimensiones sociales, a su alianza con las empresas geológicas, hidrogeológicas, geotécnicas, petroleras, etc., a su vez de reconocer las propias aptitudes con honestidad, sin arrogancia, de conocer el personal con se trabaja, de estimular a todos de manera real, de motivar iniciativas y capacidad de emprender, de prestar atención y dar la importancia a la capacitación y superación del personal, de responder a los subordinados, de crear ambiente participativo y de tener en fin, una visión global y un horizonte estratégico del desarrollo sostenible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA.

BRUNNER, José Joaquín (1996), Calidad y evaluación en la educación superior; en E. Martinez y M. Letelier (eds.) (1997), Evaluación y acreditación universitaria - Metodologías y experiencias (Nueva Sociedad/UNESCO/O.U.I./USACH, Caracas, pp. 9-44)

CACEI (CONSEJO DE ACREDITACION DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA) (1995), La acreditación: un reto para mejorar la calidad de la educación superior (CACEI, México, 8 p.)





CCPE (CONSEJO CANADIENSE DE INGENIEROS PROFESIONALES)/CEAB (Junta Canadiense de Acreditación de Programas de Ingeniería) (1994), Declaración de Política (CCPE, Canada, photoc., 11 p.)

CHILE/CONSEJO SUPERIOR DE EDUCACION (1993), Criterios de Evaluación de Universidades (CSE, Chile, 20 p.)

COLOMBIA/COMITE NACIONAL DE ACREDITACION (1996), Lineamientos para la acreditación (C.N.A., Colombia, 52 p.)

COPACOUNCIL ON POSTSECONDARY ACCREDITATION (1982), Policy Statement on the role and value of accreditation (COPA, Washington, 8 p.)

CUBA/MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR (1990), Reglamento de inspección de la educación superior (MES, Cuba, 55 p.)

CUBA / MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR, 2003, SISTEMA DE EVALUACION Y ACREDITACION DE LAS CARRERA UNIVERSITARIAS. Presentación, Patrón de calidad de las carreras universitarias ( SEA – CU 01 ), GUIA PARA LA EVALUACION DE

LA CARRERA ( SEA –CU 02) , Reglamento para la acreditación y evaluación de carreras universitarias ( SEA – CU 03) Resolución No 116/ 2002 del MES. La Habana Cuba.

DAHLLOF, Urban et al. (1990), Dimensions of evaluation in higher education (Jessica Kingsley/OECD, England, 1991, 192 p.)

DE OLIVEIRA CARVALHO, Abigail y Fernando Spagnolo (1996), Veinte años de evaluación de posgrados en Brasil: la experiencia del CAPES; en E. Martinez y M. Letelier (eds.) (1997), Evaluación y acreditación universitaria - Metodologías y experiencias (Nueva Sociedad/UNESCO/O.U.I./USACH, Caracas, pp. 151-186)

GARCIA, Pedro et al. (1995), Experimenting institutional evaluation in Spain (Higher Education Management, Paris, vol. 7, no. 1, March 1995, pp. 101-118)

NEAVE, Guy (1990), La educación superior bajo la evaluación estatal: tendencias en Europa Occidental 1986-88 (Universidad Futura/UAM, México, vol. 2, no. 5, 1990)

PRONATASS (Ministerio de Educación) (1993), Evaluación para el mejoramiento de la calidad universitaria Estrategia, procedimientos e instrumentos (Ministerio de Educación, Argentina, 180 p.)

U.S. NEWS & WORLD REPORT (1994), America's best colleges 1995 college guide (U.S. News & W. R., U.S.A., 228 p.)



## **SUPERACION DE INGENIEROS GEOFISICOS EN CUBA: BREVE HISTORIA, ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS**

**José Rodríguez Pérez, Guillermo Miró Pagés, José Pérez Lazo,**

*Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Calle 124 s/n, Marianao 15, Ciudad de la Habana, Cuba. C.P. 19390, C.Eléct.: [geofisica@civil.ispjae.edu.cu](mailto:geofisica@civil.ispjae.edu.cu)*

### **RESUMEN**

El Departamento de Geociencias del Instituto Superior Politecnico "José Antonio Echeverría", ha trabajado en la formación de profesionales y cuadros en la rama de la geofísica durante más de 30 años. El desarrollo de la carrera de Geofísica surgió con posterioridad al triunfo de la Revolución Cubana a partir de la necesidad de estudiar las características geólogo-geofísicas del territorio nacional como una premisa importante para el desarrollo económico del País a partir de la década del 60.

En el presente trabajo se expone una breve reseña histórica sobre la superación de los Ingenieros Geofísicos en Cuba. Además en el marco del trabajo, se aborda el estado actual de esta actividad y sus perspectivas futuras, exponiéndose las direcciones principales de trabajo para la superación postgraduada de los especialistas mediante Maestrias, Diplomados, Especialidades y Doctorados.

En el trabajo se abordan criterios sobre los aspectos académicos que deben cubrir los planes de estudio para la superación de los Ingenieros Geofísicos de modo que estos tengan entre sus conocimientos no solo los elementos imprescindibles concernientes a la prospección sino también la dirección ambientalista para poder realizar los trabajos de planeación, exploración y explotación de los recursos naturales, de manera que se cuide el entorno y se mitigue lo más posible el efecto de la contaminación ambiental en todo el proceso productivo.

### **ABSTRACT**

The GeoSciences's Department at the High Polytechnic Institute "José Antonio Echeverría", has worked in the formation of professionals in the branch of geophysics during more than 30 years.

The development, starting at the decade of the 60's, of the career of Geophysics arose with posteriority to the victory of the Cuban Revolution was created from the necessity of studying the geologist-geophysical particularities of the national territory as an important premise for the economic development of the Country.

At this work is exposed a brief historical review preparation of the Geophysical Engineers in Cuba. Also in the sense of this paper, it is an approached of the current state of this activity and their future perspectives, being exposed the main addresses of work for the postgraduate formation of the specialists by means of masters, posgraduates, specialties and doctorates programmes..

In the work approaches are sunmarked the academic aspects that should cover the pensum of the programmes for the superación of the Geophysical Engineers so they have among their non alone knowledge concerning to elements that have relationships with the prospecting but also with the environmental address, to be able to carry out the planning works, exploration and exploitation of the natural resources, taking care, at the same time, with the environment and the mitigation of the effect of the environmental contamination in the whole productive process.



## Introducción

La formación y superación de especialistas de nivel superior en cualquier país ha sido, es y será cada vez más una premisa fundamental para alcanzar el desarrollo sostenible de estos.

La anterior consideración es válida para todas las ramas del saber, teniendo en el caso de algunas, trascendencia verdaderamente estratégica.

En el caso de Cuba, como es conocido, desde el triunfo de la Revolución en 1959, se ha propiciado en forma acelerada el desarrollo multilateral de formación y superación de cuadros de nivel superior en todas las especialidades cardinales para el desarrollo nacional. Muchas, como es el caso de la Ingeniería Geofísica, iniciaron su desarrollo en Cuba en la década del 60.

Dentro del marco de este contexto tuvo lugar la creación de la Escuela de Ingeniería Geofísica en la CUJAE en 1966, la que ha logrado la formación y superación de cientos de cuadros tanto nacionales como extranjeros a lo largo de unos 30 años de trabajo ininterrumpido.

## Desarrollo

### ➤ Breve reseña histórica.

La apertura de esta carrera, prácticamente desconocida en Cuba antes del triunfo de la Revolución, estuvo condicionada por la necesidad de explorar y explotar nuestros propios recursos minerales a partir de técnicas modernas que abaratan y simplifican dichos procesos.

Desde 1969 hasta 1994, año en que se graduó el último grupo de Ingenieros Geofísicos como tales, al pasarse a la formación de un especialista en geología de perfil más amplio, esta carrera universitaria preparó con un nivel satisfactorio cientos de ingenieros que fueron ubicados en diferentes sectores económicos del País vinculados a la prospección geológica, brindando su valiosa contribución al desarrollo de este (Pérez J, 2000).

Sería imposible detallar, las contribuciones y aportes que han hecho en Cuba y en el extranjero los egresados de la Escuela de Ingeniería Geofísica; no obstante, se pueden señalar algunos logros significativos como son:

- ◆ La detección de zonas anómalas para la ubicación de importantes yacimientos minerales metálicos y no metálicos a lo largo de todo el país.
- ◆ La realización de estudios sobre la estructura geológica profunda del territorio cubano para la prospección petrolera.
- ◆ El desarrollo de distintos trabajos dedicados a la búsqueda de agua subterránea como fuente de abasto para diferentes fines.
- ◆ La ejecución de distintos estudios del subsuelo con fines ingeniero geológico y arqueológicos.
- ◆ El desarrollo e introducción en la práctica nacional de distintos softwares dedicados al procesamiento de la información geofísica.

Como un ejemplo relevante, se puede citar el aporte fundamental realizado por varios de nuestros geofísicos cubanos a la solución de una tarea de tanta magnitud e importancia como fue la búsqueda de los restos del Guerrillero Heroico Ernesto Che Guevara y sus compañeros caídos en Bolivia.



En el año 1989 a partir de una nueva concepción sobre la formación de los ingenieros de perfil amplio y tomando en consideración la cantidad de geofísicos existentes por ese entonces en el País, se tomó la decisión de finalizar la admisión de estudiantes a la carrera de Geofísica pasándose a formar un nuevo tipo de Ingeniero Geólogo que pudiera orientarse eventualmente hacia esta especialidad mediante estudios de postgrado; se decidió así mismo, dirigir el potencial del Departamento al desarrollo de investigaciones científicas y a propiciar en una forma creciente la superación de nuestros egresados, a lo cual nos referiremos a continuación.

#### ➤ Estado actual y perspectivas futuras.

Es de significar que a partir de la consolidación de la carrera y hasta el presente, se ha desarrollado una sistemática política de superación postgraduada de cuadros tanto nacionales como extranjeros mediante variadas formas: Cursos de Postgrado, Diplomados, Especialidades, (Ver Tabla 1) Maestrías (Ver Tabla 2) y Doctorados. Esta tendencia ha estado respaldada por el creciente nivel profesional y científico-técnico del claustro del Departamento el 90% del cual esta integrado actualmente por Doctores en Ciencia.

En el desarrollo de esta política de enseñanza postgraduada el Departamento esta prestando gran atención a la utilización de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (NTIC) iniciándose ya un proceso de preparación de Cursos a Distancia con este fin (Miro G y otros, 2002). Así mismo se están introduciendo en las asignaturas con éxito creciente los métodos pedagógicos mas modernos concernientes al análisis y estudio de casos (Erskine J A, 1998; Quesada A, 2000). No obstante lo anteriormente expresado es necesario subrayar el importantísimo papel que cabe a los organismos de producción interesados en superar a sus cuadros, en colaborar con todos los medios a su alcance con la Institución Universitaria, a fin de propiciar las condiciones requeridas con este fin.

**TABLA 1: Plan de estudios de la Especialidad Petrolera.**

Código	Asignaturas	Horas	Créditos	Horas académicas	Horas de la componente laboral
<b>MODULO I</b>					
OB01	Idioma Extranjero	75	5	75	-----
OB02	Computación	75	5	55	20
OB03	Geología Básica	90	6	70	20
OB04	Geología petrolera	75	5	55	20
OB05	Introducción a la Geofísica	90	6	70	20
OB06	Geología de Cuba	75	5	55	20
OB07	Matemáticas Aplicadas	75	5	45	30
OB08	Geodesia Básica	30	2	20	10
<b>MODULO II</b>					
OB09	Sísmica	75	5	45	30
OB10	Geofísica de	75	5	45	30



	pozos				
0B11	Gravimagnetometría	75	5	45	30
0B12	Cartografía geofísica	30	2	20	10
0B13	Procesam. automatizado	75	5	45	30
0B14	Sistemas petroleros	30	2	20	10
MODULO III					
0B15	Interpretación sísmica	75	5	45	30
0B16	Interp. Geof. de pozos	75	5	45	30
0B17	Interpretación gravimagnet.	75	5	45	30
0B18	Perforación de pozos petroleros	30	2	20	10
0B19	Impacto Amb. Expl.	30	2	20	10
0B20	Interp comb.	75	5	45	30
	TOTALES	1305	88	885	420

**Tabla 2: Plan de estudios de la Maestría en Geofísica Aplicada:**

❖ **Bloque Básico.**

**Objetivos del Bloque:** Dotar a los cursantes de los conocimientos teóricos y prácticos básicos que les permitan asimilar de forma adecuada los contenidos de las asignaturas del bloque de la especialidad.

**Listado de las asignaturas obligatorias:**

Asignaturas	Teoría (hrs.)	Práctica (hrs.)	Total (hrs.)	Créditos
Complementos de Geología	30	30	60	4
Campos Potenciales	30	15	45	3
Matemática Numérica	30	30	60	4
Asignaturas Optativas	--	--	210	14
<b>Totales</b>			<b>375</b>	<b>25</b>

**Listado de las asignaturas optativas:**

Asignaturas	Horas	Créditos
Prospección Sísmica	60	4
Métodos Geoeléctricos	60	4
Métodos Electromagnéticos	60	4
Magnetometría	60	4
Radiometría	60	4



Gravimetría	60	4
Geofísica de Pozos	60	4
Fotogeología y Teledetección	45	3
Geología Estructural	45	3
Geoquímica	45	3
Mecánica de Suelos y Rocas	45	3
Hidrogeología	45	3
Geología del Petróleo	45	3
Yacimientos Minerales	45	3
Ingeniería Geológica	45	3
Geología Ambiental	45	3
Mineralogía	30	2
Petrología	30	2
Geomorfología	30	2
Mercadotecnia	30	2
Ecología	30	2

#### ❖ Bloque de Especialidad.

**Objetivos del Bloque:** Dotar a los cursantes con los conocimientos específicos de la mención escogida que les permita desempeñarse profesionalmente en la misma.

#### Listado de asignaturas obligatorias:

Asignaturas	Teoría	Práctica	Total	Créditos
Geología Regional	20	25	45	3
Métodos Geofísicos Integrados	20	40	60	4
Procesamientos de Datos	15	60	75	5
Asignaturas Optativas:			195	13
<b>Totales</b>			<b>375</b>	<b>25</b>

#### Listado de asignaturas optativas:

Asignaturas	Horas	Créditos
Microgravimetría	60	4
Sísmica Somera	60	4
Métodos Geoquímicos de Búsqueda	60	4
Interpretación de Registros de Pozos	60	4
Cartografía Automatizada	60	4
Petrofísica	45	3
Geoquímica Ambiental	45	3
Metodología de las Investigaciones IGH	45	3
Proyección de Obras Ingenieras	30	2
Búsqueda y Exploración	30	2
Geoquímica del Petróleo	30	2
Estructura de Campos Mineros	30	2
Ingeniería Sísmica	30	2
Estudio del Impacto Ambiental	30	2
Gestión y Economía del Medio Ambiente	30	2





En el momento presente puede estimarse que la inmensa mayoría de los ingenieros geofísicos cubanos ha participado en alguna forma de superación postgraduada proporcionada por el Departamento durante estos años y que esta tendencia se incrementará en el futuro. Sobre las formas de enseñanza postgraduada que están siendo empleadas por el Departamento puede comentarse lo siguiente:

#### ❖ **Maestrías**

La Maestría es el proceso de formación postgraduada que proporciona a los graduados universitarios dominio profundo sobre los métodos de investigación, amplia cultura científica y conocimientos avanzados en un campo del saber, desarrollando habilidades para el trabajo docente, de investigación y desarrollo (Reglamento de la Educación de Postgrado, 1996).

A partir de 1995 en que fue aprobado el plan de estudios de la Maestría en Geofísica Aplicada (Ver Tabla 2) se han desarrollado las siguientes menciones de esta:

- Ingeniería Geológica e Hidrogeología
- Búsqueda y exploración de yacimientos de minerales sólidos
- Estudio del medio ambiente físico
- Exploración petrolera

En estas menciones (cursos) han participado numerosos especialistas de diferentes Organismos y Empresas geológicas y/o geofísicas habiéndose recibido muy positivas evaluaciones de parte de las direcciones de estas sobre la calidad de los mismos.

#### ❖ **Diplomados**

El diplomado es una forma de superación postgraduada que posibilita la formación especializada de los graduados universitarios, al proporcionar la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades en aspectos de un área particular de la ciencia o del arte. (Reglamento de la Educación de Postgrado, 1996).

En los últimos años con la colaboración de la Universidad Española de Alicante fue desarrollado en forma muy exitosa un diplomado dedicado al estudio del medio ambiente físico, así como también otro dedicado al estudio de las técnicas de imágenes, los Sistemas de Información Geográficos (SIG) y la teledetección.

#### ❖ **Doctorados**

El doctorado es el proceso de formación postgraduada que proporciona a los graduados universitarios un conocimiento profundo y amplio en un campo del saber; así como madurez científica, capacidad de innovación, creatividad para resolver y dirigir la solución de problemas de carácter científico de manera independiente y que permite obtener un grado científico. (Reglamento de la Educación de Postgrado, 1996).

En 1986 comenzaron a defenderse doctorados en geofísica y geología en la CUJAE constituyéndose con este fin tribunales ad hoc. integrados por 5 miembros y 2 oponentes ante los cuales se fueron defendiendo distintos aspirantes.



Hoy en día para la defensa de los doctorados, tanto por ciudadanos cubanos como por extranjeros, concluidos en temáticas de geología, geofísica y minería se cuenta en Cuba con 2 tribunales los cuales están integrados ambos por 17 prestigiosos doctores tanto de las Universidades como de los organismos y empresas geólogo-geofísicas del país.

Debe destacarse que desde 1978 a la fecha unos 50 aspirantes han defendido en Cuba sus trabajos de doctorado (Rodríguez J, 2002).

### ❖ Especialidad

La Especialidad de postgrado es el proceso de formación académica que proporciona a los graduados universitarios la actualización, profundización, perfeccionamiento o ampliación de sus competencias laborales para el desempeño profesional que requiere determinada área ocupacional o familia de puestos de trabajo en correspondencia con los estándares, indicadores y requerimientos vinculados a las necesidades del desarrollo económico, social y cultural del País (Procedimiento para el diseño y la Gestión de las Especialidades de Postgrado, 2000).

Actualmente el Departamento de Geociencias esta dando los pasos encaminados a impartir su primer curso postgraduado de Especialidad (Ver Tabla 1) el que estará dedicado a la Geofísica Petrolera respondiendo a una solicitud formulada por CUPET; **esta Especialidad deberá iniciarse durante el próximo mes de enero del 2003.**

Por ultimo puede resumirse que Cuba ya cuenta con un claustro experimentado y con el nivel científico y pedagógico requerido, para la superación de nuestros cuadros geofísicos el cual tiene posibilidades de ser empleado en diversas tareas de asesoria referidas a la formación y superación de personal y en la realización de diversas investigaciones científicas tanto dentro como fuera del País.

### Conclusiones:

- ❖ La carrera de Ingeniería Geofísica logro satisfacer las necesidades de especialistas y cuadros en Cuba en esta especialidad durante más de 30 años de trabajo sistemático de formación y superación de personal.
- ❖ El Departamento de Geociencias del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría” cuenta en el momento presente con el claustro necesario no solo para superar al personal nacional sino también para brindar asesoramiento a los países hermanos que lo requieran para la formación y superación de sus propios cuadros en el campo de la Geofísica.

### Bibliografía

- Erskine, J. A.; Leenders, M.R.; Mauffette-Leenders, L.A, 1998, “Teaching With Cases”. Richard Ivey School of Business. University of Western Ontario. Canada.
- Miró G, R Collazo, 2002 “Aplicación de las NTIC a la Enseñanza Postgraduada de la Geofísica en Cuba”, II Congreso de Geofísica, c. La Habana.
- Pérez J, Miro G, 2000 “Preparación y superación de ingenieros geofísicos: breve historia, estado actual y perspectivas futuras”, I Congreso de Geofísica, c La Habana.
- Procedimiento para el diseño y la Gestión de las Especialidades de Postgrado, 2000 Ministerio de Educación Superior de Cuba, c La Habana.



- Quesada García R A, 2000, "La tecnología del Case Method: Análisis de un caso aplicado a la Ingeniería Geofísica" ", I Congreso de Geofísica, c La Habana.
- Reglamento de la Educación de Postgrado de la Republica de Cuba, 1996, Ministerio de Educación Superior de Cuba, c La Habana.
- Rodríguez J, 2002 "Formación de doctores en Cuba en las ramas de la Geología, la Geofísica y la Minería", Congreso de Geofísica, c La Habana.