

# APLICACIÓN WEB PARA EL PROCESAMIENTO INTEGRAL DE DATOS PETROQUÍMICOS Y GEOQUÍMICOS (IGNEUS).

## WEB APPLICATION FOR FOR INTEGRAL DATA PROCESING PETROCHEMICAL AND GEOCHIMICAL PROBLEMS (IGNEUS).

*Elena Figueroa Cabrera<sup>1</sup>, Raydel Ramos Pineda<sup>2</sup>, Alain Miranda Barrios<sup>3</sup>*

1 Universidad de Pinar del Río/Departamento de Informática, Cuba, elena@upr.edu.cu, Martí Final # 270 CP: 20100

2 Universidad de Pinar del Río/Departamento de Geología, Cuba, raydel@upr.edu.cu

3 Universidad de Pinar del Río/Departamento de Informática, Cuba.

### RESUMEN:

Con la llegada en el siglo XX de las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), se desarrollan un grupo considerable de aplicaciones informáticas con un alto nivel, que garantizan la informatización del sector de la Educación y el mejoramiento continuo de su calidad.

La inclusión de nuevas tecnologías en el proceso docente-educativo de la universidad cubana, fundamentalmente en las carreras de Ciencias Técnicas ha contribuido a acelerar el desarrollo científico, tecnológico y social de docentes y educandos, logrando un alto nivel de profesionalidad en los mismos.

La Universidad de Pinar del Río, no se encuentra exenta de estos adelantos y es puntera en el desarrollo de actividades docentes vinculadas a las TIC, aportando facilidades a disciplinas que necesitan en gran medida de herramientas informáticas, capaces de gestionar información para determinados procesos. Prueba fehaciente de lo antes planteado es su Departamento de Geología donde la docencia y la investigación necesitan para su desarrollo de las TIC, principalmente en las disciplinas de Geoquímica y Petrología Ígnea.

El presente trabajo responde al diseño de una aplicación informática que permite el procesamiento de datos petroquímicos y geoquímicos en las disciplinas de Geoquímica y Petrología Ígnea de la Universidad de Pinar del Río. Esta aplicación constituye una nueva herramienta para la realización de investigaciones, las cuales permitan procesar datos petroquímicos a través de la integración de cálculos y diagramas facilitadores de la interpretación de determinados fenómenos geológicos.

**Palabras Clave:** Geología, Petrología Ígnea, Geoquímica, procesamiento de datos.

### ABSTRACT:

With the arrival in the twentieth century of the new technologies of information and communication technologies (ICT), a considerable number of applications to a high standard, ensuring the computerization of the education sector and the continuous improvement of its quality are developed. The inclusion of new technologies in the educational process of the Cuban university, mainly in technical sciences racing has helped accelerate the scientific, technological and social development of teachers and learners, achieving a high level of professionalism in them. The University of Pinar del Río, is not exempt from these developments and is leading in the development of educational activities linked to ICT, providing facilities for disciplines that need greatly tools capable of managing information for certain processes. Proof of it is raised before the Department of Geology where teaching and research needs for ICT development, primarily in the disciplines of Geochemistry and Igneous Petrology. This work responds to the design of a software application that enables the processing of petrochemical and geochemical data in the disciplines of Geochemistry and Igneous Petrology of the University of Pinar del Río. This application is a new tool for conducting research, which allow petrochemical processing data through the integration of calculations and diagrams facilitating the interpretation of certain geological phenomena.

**KeyWords:** Geology, Igneous Petrology, Geochemistry, data processing

## 1. INTRODUCCIÓN

Con la llegada en el siglo XX de las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), para desarrollar aplicaciones informáticas con un alto nivel de integración e interoperabilidad que garanticen la informatización del sector de la Educación y el mejoramiento continuo de la calidad de la educación cubana; estas disciplinas alcanzaron un gran avance, a partir de la utilización de herramientas informáticas que permitieron una mejor gestión de los procesos que permiten comprenderlas.

Una buena parte de la Petrología Ígnea y la Geoquímica necesitan, de una serie de datos que los investigadores toman de la corteza terrestre, para su posterior análisis en diferentes dispositivos. Las aplicaciones más importantes que se vislumbran en estas disciplinas lo constituye hoy en día, el procesamiento de datos petroquímicos o geoquímicos; los cuales permiten predecir el comportamiento de muchos fenómenos geológicos que el hombre no puede observar a simple vista y requiere para ello, de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) [1].

Actualmente en el Departamento de Geología de la Universidad de Pinar del Río, se desarrollan actividades docentes y proyectos vinculados a estas disciplinas que necesitan en gran medida del apoyo de herramientas informáticas, capaces de gestionar un cúmulo de informaciones de altísimo valor para la interpretación de determinados procesos geológicos relacionados con la génesis de las rocas.

Como antecedentes existe una aplicación WEB "Sistema para el procesamiento integral de datos petroquímicos con fines docente-investigativos", que si bien permite procesar los datos, no cuenta con determinadas funcionalidades que proporcionen al usuario interactuar de manera dinámica con la base de datos. Es preciso señalar que los mecanismos utilizados para generar diferentes salidas relacionadas con la información son de carácter

manual y realizadas mediante documentos Excel, los cuales solo son referenciados desde la actual aplicación [2].

Un logro importante para resolver la situación anterior lo constituye la creación de una aplicación informática que permita el procesamiento de datos petroquímicos y geoquímicos de las rocas ígneas, para las investigaciones en las disciplinas de Geoquímica y Petrología Ígnea de la Universidad de Pinar del Río, y como apoyo al proceso Docente-Educativo de la carrera de geología en la Universidad.

## 2. CONTENIDO

Como parte del desarrollo de la investigación se destaca la búsqueda y consulta de bibliografías relacionadas con el tema, así como la recopilación de información de trabajos vinculados con la Ciencias Geológicas, incluyendo información brindada por el Departamento de Geología de la Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Para consulta y recopilación de información se seleccionó como método la entrevista, empleada en la captación de los requerimientos a cumplir por el software. Estas entrevistas fueron realizadas a los profesores del Departamento de Geología de la Universidad de Pinar del Río, a través de las cuales se pudo llegar a conocer el sistema de trabajo de los mismos, las características de los principales procesos realizados en el mismo y sus necesidades informáticas.

### 2.1 La Geología como ciencia

La Geología es la ciencia que se ocupa del estudio de la tierra, de su constitución y estructura, de los agentes y procesos que vienen modificándola continuamente desde su formación, y de la localización, explotación y empleo de los materiales terrestres que presentan utilidad para el hombre. Se trata de una ciencia sumamente compleja, como compleja es la Tierra. En ella se reúne multitud de disciplinas que, aplicadas adecuadamente a un idéntico

objeto, contribuyen a lograr una visión unitaria de nuestro planeta. Como toda ciencia moderna la Geología no se desenvuelve en forma aislada, sino que lo hace íntimamente ligada a otras disciplinas.

Se puede decir en principio que lo hace fundamentalmente apoyada en la Geografía, asociada también a la Física, la Química, la Biología y a las Matemáticas; y para avanzar en terrenos aplicados debe recurrir a disciplinas como la Informática o la Ingeniería. En resumen, la Geología es la ciencia que busca comprender a la Tierra. El entendimiento de los procesos que generan un terremoto, una erupción volcánica ó una avalancha con su gran poder destructivo, es el motor en la búsqueda del geólogo. El estudio de las Ciencias de la Tierra incluye muchos temas deslumbrantes y a la vez de aplicación práctica en nuestro entorno. El clima en el pasado; cuando, donde y porque se produce un terremoto; como se originaron las montañas; donde buscar las materias primas minerales básicas, petróleo ó agua dulce, imprescindibles para la vida del hombre, son muchos de los interrogantes que esta disciplina plantea [3].

## 2.2 La Geoquímica

La geoquímica es una especialidad de las ciencias naturales, que sobre la base de la geología y de la química estudia la composición y dinámica de los elementos químicos en la Tierra, determinando la abundancia absoluta y relativa, distribución y migración de los elementos entre las diferentes partes que conforman la Tierra (hidrosfera, atmósfera, biósfera y geósfera) utilizando como principales testimonios de las transformaciones los minerales y rocas componentes de la corteza terrestre, con el propósito de establecer leyes o principios en las cuales se basa tal distribución. Los elementos geoquímicos son en una escala de mayor a menor abundancia: oxígeno, silicio, aluminio, hierro, calcio, sodio, potasio y magnesio [4].

La geoquímica como disciplina formal incluye mucho de la historia de la química y de la geología, pero como ciencia que habla de la historia elemental en el planeta Tierra, únicamente pudo formarse una vez que se hizo real la noción del elemento químico, cuando se "penetró" la construcción atómica y en la configuración electrónica [4].

## 2.3 Petrología

La petrología es ciencia geológica que consiste en el estudio de las propiedades físicas, químicas, mineralógicas, espaciales y cronológicas de las

asociaciones rocosas y de los procesos responsables de su formación. La petrografía, disciplina relacionada, trata de la descripción y las características de las rocas cristalinas determinadas por examen microscópico con luz polarizada.

La petrología se encarga de tres tipos de rocas específicamente. La primera y más abundante de todas se basa en el estudio de las rocas ígneas que deben su origen al enfriamiento lento del magma en el interior de la Tierra (rocas ígneas intrusivas) o a de la lava expulsada por los volcanes (rocas ígneas extrusivas). El segundo tipo son las rocas sedimentarias que se originan por la erosión, desgaste de las rocas por el viento, agua o hielo. El tercer tipo son las rocas metamórficas que se forman cuando los tipos anteriores se ven sometidos a elevadas presiones y temperatura en el interior de la Tierra [5].

### 2.3.1 Rocas Ígneas

Las Rocas Ígneas (latín ignius, "fuego") se forman cuando el magma (roca fundida) se enfría y se solidifica. Si el enfriamiento se produce lentamente bajo la superficie se forman rocas con cristales grandes denominadas rocas plutónicas o intrusivas, mientras que si el enfriamiento se produce rápidamente sobre la superficie, por ejemplo, tras una erupción volcánica, se forman rocas con cristales invisibles conocidas como rocas volcánicas o extrusivas. La mayor parte de los 700 tipos de Rocas Ígneas que se han descrito se han formado bajo la superficie de la corteza terrestre [6]. Ejemplos de Rocas Ígneas son: la diorita, la riolita, el pórfido, el gabro, el basalto y el granito. Este tipo de rocas son de las más importantes en la corteza terrestre.

Las rocas ígneas componen, aproximadamente, el noventa y cinco por ciento de la parte superior de la corteza terrestre, pero quedan ocultas por una capa relativamente fina pero extensa de rocas sedimentarias y metamórficas.

Las rocas ígneas son geológicamente importantes porque:

- Sus minerales, y química global dan información sobre la composición del manto terrestre, del cual procede el magma que origina las rocas ígneas, y de la temperatura y condiciones de presión reinantes cuando se formó la roca, o de la roca pre-existente que se fundió.
- Sus edades absolutas pueden obtenerse por varios sistemas de datado radiométrico, y así puede ser comparadas con estratos geológicos

adyacentes, permitiendo una secuencia de tiempo de los eventos.

- Sus características corresponden usualmente con características de un ambiente tectónico específico, permitiendo reconstituciones eventos tectónicos (ver tectónica de placas).
- En algunas circunstancias especiales, contienen importantes depósitos minerales, como tungsteno, estaño y uranio, comúnmente asociados a granitos, cromo y platino, comúnmente asociados a gabros.

## 2.4 Tecnologías, herramientas y metodología para el desarrollo del sistema

Durante el desarrollo de la aplicación se utilizó un conjunto de tecnologías, herramientas, lenguajes y metodología. Las mismas son:

- Sistema Gestor de Base de Datos MySQL: se utiliza por sus facilidades en el desarrollo de sistema de bases de datos relacional. Es un sistema para la administración de bases de datos relacionales rápido y sólido [7].
- Lenguaje de Programación PHP: Una de sus características más potentes es su soporte para gran cantidad de bases de datos. Entre ellos pueden mencionarse MySQL, Oracle, PostgreSQL, entre otras. PHP también ofrece la integración con las varias bibliotecas externas, que permiten que el desarrollador haga casi cualquier cosa desde generar documentos en PDF hasta analizar código XML [8].
- Framework CodeIgniter: Permite a los desarrolladores construir aplicaciones web más rápidamente, y ofrece útiles librerías de código y atajos que aceleran las tareas tediosas en PHP. CodeIgniter se basa en un diseño modular (lo que quiere decir que puedes implementar librerías específicas a voluntad) lo que repercute en una mayor velocidad del sistema.
- Lenguaje Unificado de Modelado (UML): ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos del negocio y funciones del sistema [9].
- Proceso Unificado de Software (RUP): permite el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos a gran escala, mediante un proceso continuo de pruebas y retroalimentación, garantizando el cumplimiento de ciertos estándares de calidad [9].

## 2.5 Resultados y Discusión

En la actualidad los sistemas educativos de todo el mundo se enfrentan al desafío de utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación para proveer a sus alumnos con las herramientas y conocimientos necesarios que se requieren en el siglo XXI.

A través del uso de los Sistemas de Información y las Tecnologías de Información se han logrado importantes mejoras en el área de la Educación, con el desarrollo de aplicaciones informáticas con alto nivel de integración e interoperabilidad que garantizan la informatización de gran parte de este sector y el mejoramiento continuo de la calidad de los procesos docentes. Sin embargo las aplicaciones destinadas al estudio de la Petrología y las Rocas Ígneas actualmente son privativas y existen de forma independiente unas a otras por lo que no se contempla una aplicación que realice el procesamiento de datos petroquímicos a través de la integración de cálculos y diagramas facilitadores de la interpretación de determinados fenómenos geológicos.

Algunos ejemplos de estas herramientas informáticas existentes vinculadas al campo de acción son: GeoDynamic; diseñado para demostrar varios principios de la geodinámica y tectónica de placas. PAST; software libre para el análisis de datos científicos. Grapher 4; se utiliza para crear gráficos personalizados y es usado en las asignaturas vinculadas a la carrera de Geología.

En cuanto a IGNEUS es una herramienta que se encarga de gestionar toda la información de las rocas Ígneas, y a partir de introducir los datos de las muestras en la base de datos de la aplicación nos da la posibilidad de realizar la Normalización de los datos respecto a un patrón determinado (manto primitivo, condritos, MORB, etc), de tal manera, el sistema incluye en su diseño la normalización automatizada de estos datos y su disponibilidad de los valores normalizados para la construcción de los diagramas que lo requieran, así como los gráficos multi-elementos para cada muestra respecto a los patrones de normalización.

Otra de las facilidades que ofrece el sistema es la realización de los cálculos petroquímicos con el objetivo de expresar la composición química de la roca como % catiónico o % mol, lo cual resulta preferido para la construcción de algunos diagramas petroquímicos.

Además permite obtención de reportes de utilidad para el investigador, el docente o el alumno, con los cuales puede llegar a conclusiones respecto a sus

investigaciones.

Con este software se logra una mayor visibilidad e interpretación a partir de gráficos y diagramas, del comportamiento de las rocas ígneas desde el punto de vista petrológico y geoquímicos de su composición normativa para predecir ambientes de formación, características petroquímicas y procesos petrogenéticos. A continuación en la figura 1 se muestra su Interfaz principal.



Figura. 1: Interfaz Principal de la aplicación

El sistema IGNEUS cuenta además con diferentes roles de usuarios que interactúan en diferentes actividades dentro de la aplicación para garantizar la seguridad de los datos y la organización dentro de la misma. Igualmente esta aplicación posibilita que se almacene un grupo considerable de datos de una muestra, entre los que se encuentran, el tipo de roca, el identificador de la muestra y la formación geológica, así como los elementos de su composición química.

Es preciso destacar que la aplicación cuenta también con un grupo de análisis y reportes estadísticos que van a posibilitar la realización de investigaciones relacionadas con las rocas, permitiendo conocer la composición de una determinada zona geográfica, para así conocer sus ambientes de formación, características petroquímicas y procesos petrogenéticos. En la figura 2 se observa un gráfico de normalización respecto a un patrón condrito.

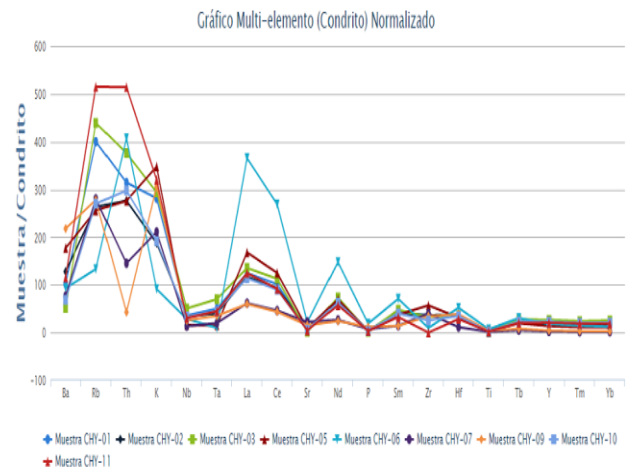


Figura. 2: Gráfico Multi-elemento (Condrito) Normalizado

Esta aplicación constituye una nueva herramienta para la realización de investigaciones en el campo de la Geología, y es fundamental para apoyar el proceso docente educativo de la carrera de Geología, específicamente en las Disciplinas de Geoquímica y Petrología Ígnea. La información que se ofrece preliminarmente sobre las estructuras de las bases de datos, el fundamento de la normalización de los datos con diferentes patrones, los procedimientos para realizar los cálculos petroquímicos y las variantes de construcción de diagramas petroquímicos, le confieren al sistema un carácter integral en el que se combinan armónicamente los fundamentos teóricos y las aplicaciones prácticas.

Para la validación del sistema se utilizaron datos ofrecidos por el Departamento de Geología de la Universidad de Pinar del Río de investigaciones ya realizadas previamente con el objetivo de constatar la efectividad de los resultados arrojados por Igneus. Actualmente el sistema continúa en desarrollo puesto que es necesario añadirle otras funcionalidades como la determinación de la composición mineralógica normativa de las rocas ígneas según la norma CIPW (% en masa y % en volumen) para que constituya una herramienta integral en las investigaciones en el campo de la Geología.

### 3. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el desarrollo de las actividades en el Departamento de Geología de la Universidad de Pinar del Río y las investigaciones realizadas por los autores, se desarrolló una aplicación informática que acumula información referente a las rocas Ígneas, y que apoya el proceso docente educativo de los estudiantes de la carrera de Geología. Este software permite a través de la gestión de una base de datos con la composición normativa de las

rocas ígneas, definir químicamente en presencia de qué tipo de roca está el investigador y cuál fue la génesis de esta. "IGNEUS" cuenta con la peculiaridad que gestiona los datos de una manera integrada desde el punto de vista del tratamiento matemático y estadístico de los datos y desde el punto de vista de su graficación a partir de funciones matemáticas, dando como resultados reportes y gráficos que facilitan la interpretación del investigador en cuanto al proceso de formación de la roca.

El procesamiento de datos petroquímicos y geoquímicos de las rocas ígneas, para las investigaciones en las disciplinas de Geoquímica y Petrología Ígnea de la Universidad de Pinar del Río juega un papel fundamental, por lo que en gran medida el avance en las futuras investigaciones sobre estas ciencias tendrán un vínculo indisoluble con las TICs. En tanto "IGNEUS" constituye una novedosa herramienta para la organización, simplificación, análisis y resultados de estas investigaciones. Los resultados obtenidos poseen una alta precisión y rigor científico, los cuales han sido validados por el colectivo de profesionales del Departamento de Geología de la Universidad de Pinar del Río, Cuba.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Álvarez Pintado, C.:** Tecnologías de la Información en la Escuela. Editorial Alpers, Madrid, 2006.

2. **Lastra Rivero J., Cruz Gámez E. M.:** Sistema para el procesamiento integral de datos petroquímicos con fines docente-investigativos Disponible en: [http://www.ciget.pinar.cu/Revista/No.2012-2/articulo/datos\\_petroquimicos.pdf](http://www.ciget.pinar.cu/Revista/No.2012-2/articulo/datos_petroquimicos.pdf).

3. **Folk, R L.:** Practical petrographic classification of limestones. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, 1959.

4. **Cobiella Reguera, J.:** "Reconstrucción paleogeográfica del paleomargen mesozoico de la América del norte en Cuba occidental y el sudeste del Golfo de México. Implicaciones para la evolución

del SE del Golfo de México", Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 2008.

5. **Cobiella Reguera, J., Hernández Escobar A.:** "Estudio geológico de la Sierra del Rosario entre Soroa y Cayajabos, Provincias de Pinar del Río y La Habana", 1990.

6. **Pavón, J.:** Cración de un portal con PHP y MySQL. España, 2006.

7. **Best, M.:** Igneous and Metamorphic Petrology. Páginas 630. W.H.Freeman& Co, 1982.

8. **Vílchez Quesada, E.:** Elementos básicos de programación con PHP, 2007.

9. **Jacobson I., Booch G. y Umbauch J.** (1999). El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.

#### 5. SÍNTESIS CURRICULARES DE LOS AUTORES

Autor Principal de la ponencia: Elena Mercedes Figueroa Cabrera. Graduada de Ingeniería en Informática en el año 2013, Universidad de Pinar del Río. Actualmente se desempeña como Profesora del Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Pinar del Río. La línea de Investigación es Ingeniería y Gestión de Software, Tecnología Educativa, Desarrollo web para sistemas aplicados a las Ciencias de la Tierra. Miembro de la Asociación de Matemática y Computación, de la Sociedad Cubana de Geología y de la Unión de Informáticos de Cuba. Actualmente se encuentra vinculada al Proyecto Internacional VLIR, que tiene como objetivo desarrollar buenas prácticas universitarias sobre la investigación y la aplicación de las TIC a fin de mejorar la calidad de los resultados de la educación superior cubana.

También forma parte de otros proyectos: Informática en salud y de IGNEUS, este último asociado al campo de la Geología.

Ha participado en eventos nacionales e internacionales: Fórum Municipal de Ciencia y Técnica. Universidad de Pinar del Río, 2013. Convención Internacional de Salud Pública 2015, La Habana, Cuba. Convención Internacional de Ciencias de la Tierra 2015, La Habana, Cuba. X Congreso Internacional de Educación Superior "Universidad 2016", Evento territorial, Universidad de Pinar del Río, 2015.

Fórum Provincial de Ciencia y Técnica. Universidad de Pinar del Río, 2015.

E-mail: [elena@upr.edu.cu](mailto:elena@upr.edu.cu)