

DESARROLLO DE MEDIACIONES PARA FORTALECER EL PROCESO DE
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LOS CURSOS “INTRODUCCIÓN A LAS
GEOCIENCIAS” DEL PROGRAMA DE GEOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER

Julio Henry Blanco Ballesteros

Luis Yesid Aguilar Ribero

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS-FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA

2014

DESARROLLO DE MEDIACIONES PARA FORTALECER EL PROCESO DE
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LOS CURSOS “INTRODUCCIÓN A LAS
GEOCIENCIAS” DEL PROGRAMA DE GEOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER

Julio Henry Blanco Ballesteros

Luis Yesid Aguilar Ribero

Trabajo de grado para optar al título de Geólogo

Director:

Dr. Juan Diego Colegial Gutiérrez

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS-FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA

2014

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Juan Diego por su dirección, quien a pesar de todas sus ocupaciones estuvo muy pendiente del trabajo.

A los calificadores Luis Enrique Cruz y al Ingeniero Jorge Iván Torres.

DEDICATORIA

A la Universidad Industrial de Santander por abrir las puertas, enseñarme y forjarme como profesional.

A mis padres Julio Blanco y Benilda Balesteros por darle un sentido importante a mi vida, su apoyo incondicional en todo momento.

Al director del proyecto y guía Juan Diego Colegial, quien nos brindó su apoyo incondicional, gracias a la confianza que depositó se desarrolló el proyecto.

A mis amigos y compañeros que me acompañaron en el proceso de mi vida universitaria colaborando con sus palabras de aliento.

A la persona más importante que tengo en mi vida, lo mejor que se ha presentado y es el impulso para seguir cada vez más adelante, mi hijo Ian Blanco.

DEDICATORIA

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Jorge y Deisy por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida y sobre todo por un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos Jonathan y Joyce por ser parte importante de mi vida, a mi abuelo Luis que desde el cielo me guía y me ilumina para sobreponerme a las adversidades de mí día a día.

Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo al director de este proyecto, Juan Diego Colegial Gutiérrez por guiarme y transmitirme sus conocimientos.

A mis amigos por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACION Y LA COMUNICACIÓN TIC.....	20
1.1 PLATAFORMA MOODLE.....	21
1.1.1 Características.....	21
1.1.2 Recursos y actividades que ofrece Moodle	23
1.1.3 Ventajas de Moodle.....	23
2. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA INTRODUCCIÓN A LAS GEOCIENCIAS	25
2.1 INTRODUCCIÓN.....	25
2.1.1 Fundamentos generales.....	25
3. GENERALIDADES.....	28
3.1 DESARROLLO HISTÓRICO DE LA GEOLOGÍA	28
3.2 TIPOS DE ROCAS.....	29
3.2.1 Rocas ígneas.....	30
3.2.2 Rocas sedimentarias	30
3.2.3 Rocas metamórficas	31
3.3 DISCIPLINAS DE LA GEOLOGIA	31
3.4 TEORÍAS Y ORIGEN DE LA TIERRA.....	33
3.5 MOVIMIENTOS DE LA TIERRA.....	34
3.6 ESTRUCTURA DE LA TIERRA.....	35
3.7 FUENTES DE ENERGIA.....	36
3.7.1 Renovable	36
3.7.2 No renovables	37
3.8 TIEMPO GEOLÓGICO	37
3.8.1 Datación relativa.....	37

3.8.2	Datación absoluta.....	38
3.9	ESCALA DEL TIEMPO GEOLOGICO.....	39
4	MATERIA MINERAL.....	41
4.1	ESTRUCTURA DE LA MATERIA MINERAL.....	41
4.1.1	Estado sólido de la materia.....	41
4.2	CONSTRUCCIÓN DE LA RED CRISTALINA.....	42
4.2.1	Estructura cristalina.....	42
4.3	ESTRUCTURA DE LOS MINERALES.....	45
4.3.1	Componentes de los minerales.....	45
4.3.2	Cristalogénesis.....	45
4.3.3	Propiedades de la materia cristalina.....	50
4.4	PROPIEDADES E IDENTIFICACIÓN DE MINERALES.....	53
4.5	PROPIEDADES FÍSICAS.....	53
4.6	PROPIEDADES QUÍMICAS.....	57
4.7	CLASIFICACION QUIMICA DE LOS MINERALES.....	59
5	ROCAS.....	62
5.1	IGNEAS.....	62
5.1.1	Texturas.....	62
5.1.2	Composición del magma.....	63
5.1.3	Tipos de magma.....	63
5.1	SEDIMENTARIAS.....	64
5.1.4	Clasificación.....	64
5.1.5	Ambientes.....	64
5.2	METAMORFICAS.....	65
5.2.3	Metamorfismo.....	65
5.2.4	Ambientes metamórficos.....	66
6	GEODINÁMICA.....	67
6.1	TECTÓNICA DE PLACAS.....	67
6.1.2	Corrientes de convección.....	68
6.2	MOVIMIENTO DE LAS PLACAS.....	68

6.2.2	Limites divergentes.....	68
6.2.3	Limites convergentes.....	69
6.2.4	Limites transformantes	72
6.3	AGENTES DINAMICOS	72
6.3.2	Agentes geodinámicos internos.....	72
6.3.3	Agentes geodinámicos externos.....	73
6.4	OTROS PROCESOS EXTERNOS.....	74
6.4.2	Meteorización mecánica.....	75
6.4.3	Meteorización química.....	75
6.4.4	Procesos gravitacionales.....	76
7	METODOLOGIA DEL DESARROLLO	77
7.1	ETAPA DE INICIO.....	77
7.2	ETAPA DE DISEÑO	91
7.3	ETAPA DE IMPLEMENTACION.....	97
8.	CONCLUSIONES.....	103
9	RECOMENDACIONES	104
	BIBLIOGRAFÍA	105

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Capas de la Tierra	35
Figura 2. Isotopos utilizados frecuentemente en la datación radiométrica	39
Figura 3. Escala del tiempo geológico	40
Figura 4. Distribución de los átomos en la materia amorfa y cristalina.	41
Figura 5. Celda unitaria en la formación de cristal.	43
Figura 6. Las cinco redes planas.	43
Figura 7. Ejes de la red tridimensional.	44
Figura 8. Redes de Bravais.	44
Figura 9. Secuencia seguida del átomo hasta la Cristalogénesis.	46
Figura 10. Los tres procesos que llevan a la formación de un cristal.	47
Figura 11. Defectos cristalinos por vacancias.	48
Figura 12. Defectos cristalinos por átomos intersticiales.	49
Figura 13. Defectos cristalinos por sustituciones.	49
Figura 14. Defectos cristalinos por dislocaciones.	50
Figura 15. Plano de simetría - reflexión.	51
Figura 16. Eje de rotación binario (a).	51
Figura 17. Eje de rotación binario (b).	51
Figura 18. Eje de rotación ternario.	52
Figura 19. Centro de simetría o inversión.	52
Figura 20. Cuadro sinóptico de las propiedades mineralógicas.	53
Figura 21. Escala de Mohs.	55
Figura 22. Planos de exfoliación.	56
Figura 23. Comparación de las estructuras del diamante y el grafito.	58
Figura 24. Ejemplo de isomorfismo.	58
Figura 25. Clasificación textural.	63
Figura 26. Dorsal del Pacífico-este.	69

Figura 27. Colisión continental-oceánica	70
Figura 28. Colisión oceánica-oceánica.	71
Figura 29. Colisión continente-continente.	71
Figura 30. Encuesta y resultados	78
Figura 31. Capas de la Tierra.	92
Figura 32. Principio de sucesiones faunísticas.	92
Figura 33. Ejercicio en clase - fracturas en minerales.	93
Figura 34. Composición de los magmas.	93
Figura 35. Modelo de corrientes de convección.	94
Figura 36. Taller de generalidades.	95
Figura 37. Laboratorio para identificación de minerales (una sección)	96
Figura 38. Pantalla de inicio del aula virtual	97
Figura 39. Pantalla Tema 1. Generalidades	98
Figura 40. Pantalla Tema 2. Materia Mineral	99
Figura 41. Tema 3. Rocas	100
Figura 42. Tema 4. Geodinámica	101
Figura 43. Pantallazo hoja de Calificaciones del aula virtual	102

RESUMEN

TITULO: DESARROLLO DE MEDIACIONES PARA FORTALECER EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LOS CURSOS “INTRODUCCION A LAS GEOCIENCIAS” DEL PROGRAMA DE GEOLOGIA EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTORES: JULIO HENRY BLANCO BALLESTEROS**
LUIS YESID AGUILAR RIBERO

PALABRAS CLAVES: Geociencias, Moodle, Soporte, Aprendizaje.

CONTENIDO: La implementación en la plataforma Moodle de la asignatura “Introducción a las Geociencias” tiene como propósito ofrecer un soporte académico en el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación para los estudiantes de primer nivel del plan de estudios de Geología.

Se ha convertido en un espacio indispensable en el entorno educativo, gracias a la información que provee al alumno con el fin de que el alumno aproveche estas tecnologías, donde asimile y construya sus propias ideas. Esta tecnología es de gran utilidad tanto para el docente como para los estudiantes, ya que en algunas ocasiones, no se puede transmitir toda la información deseada, debido a diversos factores que reducen el tiempo requerido para la comprensión de dicha información.

En dicho espacio virtual, implementado para la asignatura, los estudiantes pueden encontrar información en forma organizada y en diferentes formatos tales como texto, imágenes, gráficos y animaciones, que permiten al usuario una búsqueda práctica. Adicionalmente se desarrolló bajo criterios pedagógicos que fomentan e incentivan el aprendizaje mediante el refuerzo de los conceptos que se incluyen a lo largo de la interacción con la herramienta. Esto quiere decir que se requiere un cambio en el método tradicional educativo por uno en el que sean utilizadas las TIC como medio que genere participación e interacción.

La implementación de la asignatura en la plataforma Moodle se concibe como una herramienta de apoyo a los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación que soporta material complementaria y actividades de refuerzo.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías-Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Dr. Juan Diego Colegial Gutiérrez

ABSTRACT

TITLE: DEVELOPMENT OF MEDIATION TO STRENGTHEN THE PROCESS OF LEARNING COURSES IN "INTRODUCTION TO GEOCIENCIAS" GEOLOGY PROGRAM IN INDUSTRIAL DE SANTANDER UNIVERSITY.

AUTHOR: JULIO HENRY BLANCO BALLESTEROS
LUIS YESID AGUILAR RIBERO**

KEY WORDS: Geosciences, Moodle, Support, Learning.

CONTENTS: The implementation of Moodle in the course "Introduction to Earth Science" aims to provide academic support in the teaching, learning and assessment for students in first level Geology curriculum.

It has become an indispensable space in the learning environment, thanks to information provided by the student in order for the student to take advantage of these technologies, which absorb and build their own ideas. This technology is useful for both teachers and students, as sometimes can not convey all the required information, due to various factors that reduce the time required for the understanding of this information.

In this virtual space, implemented for the course, students can find information in an organized way and in different formats such as text, images, graphics and animations, which allow the user to search a practice. Additionally, he developed low educational criteria that promote and encourage learning through reinforcement of the concepts that are included throughout the interaction with the tool. This means that a change is required in the traditional educational method by one in which TIC are used as a means to generate participation and interaction.

The implementation of the course in the Moodle platform is conceived as a tool to support the teaching, learning and assessment that supports additional reinforcing materials and activities.

* Degree work

** Faculty of Engineering **-Physicochemical. School of Geology. Directed by Dr. Juan Diego Colegial Gutiérrez

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se dispone de diversos recursos para acceder a las múltiples fuentes de información científica y tecnológica; uno de los más recientes y en auge son las Tecnologías de la Información y la Comunicación, (TIC).

Las TIC se han convertido en un medio indispensable para la sociedad especialmente en el entorno educativo, gracias a la información que estas le proveen al alumno con la finalidad de que este asimile y construya sus propias ideas. Aunque para poder aprovechar todas estas tecnologías en el ámbito educativo, se necesita modificar las prácticas pedagógicas desde los profesores, estudiantes e instituciones educativas. Esto quiere decir que se requiere un cambio en el método tradicional educativo por uno en el que sean utilizadas las TIC como medio que genere participación e interacción.

El desarrollo de una mediación o herramienta multimedia adecuada a los contenidos de la asignatura Introducción a las Geociencias del actual plan de estudios de la carrera de Geología de la Universidad Industrial de Santander, será de gran utilidad tanto para el docente como para el estudiante, ya que en algunas ocasiones, no se puede transmitir toda la información deseada, debido a diversos factores que reducen el tiempo requerido para la comprensión de dicha información.

El presente documento expone la información que se utilizó para el desarrollo de una mediación o herramienta multimedia, que busca mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje-evaluación y lograr que los estudiantes consulten el contenido de la asignatura Introducción a las Geociencias en forma masiva.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente para acceder a diversas fuentes de información científica y tecnológica, disponemos de numerosos recursos; entre los cuales encontramos las TIC, así como también la actual plataforma Moodle con la que contamos en la Universidad Industrial de Santander. Estos recursos son prácticos, sencillos y de fácil acceso, siempre y cuando se cuente con los medios suficientes para el buen manejo y aprovechamiento de este.

La participación del alumno hoy en día en el proceso de aprendizaje es pasiva, debido al esquema tradicional que procura la comprensión de conceptos basada en la actividad del docente. Además, el tiempo de acompañamiento de los docentes cada vez es más corto, lo cual ocasiona que no se logre un aprendizaje adecuado para el desarrollo de las asignaturas.

De esta manera el objetivo de la herramienta no es reemplazar el proceso de formación por orientación sino formular una serie de canales de comunicación para la interacción de información técnica y educativa, optando por un diseño formativo en la ejecución de este material y así implementar una calidad educativa.

Esta herramienta proporciona un apoyo pedagógico al docente ya que esta cuenta con un soporte visual, el cual permite la interacción con el estudiante, lo cual ayuda a la profundización del contenido de las asignaturas y propicia el buen desarrollo de las competencias de esta.

Generalmente la mejor información de la bibliografía sobre los temas de la industria geológica se encuentra en inglés, lo cual demanda una mayor dedicación y debido al mínimo manejo del idioma ocasiona una mala comprensión e interpretación de la información.

Con la herramienta desarrollada se facilita el acceso a información del contenido de la asignatura, ya que contiene una recopilación bibliográfica de diversos autores por cada tema en específico y además sintetiza la evaluación bajo un enfoque de formación integral del estudiante.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Fomentar y facilitar el desarrollo de competencias, contextualizando principios y métodos generales de enseñanza, aprendizaje y evaluación a través de estrategias didácticas, las cuales serán mediadas por la estructuración y articulación de los servicios que ofrece la plataforma Moodle.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los contenidos del programa de la asignatura “Introducción a la Geociencias” con el fin de diseñar materiales de soporte académico y complementario a las clases presenciales.
- Diseñar una propuesta para un aula virtual que favorezca los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.
- Elaborar de acuerdo a la propuesta diseñada los contenidos, guías, talleres, laboratorios y demás material de soporte para el montaje del aula virtual.
- Implementar en la plataforma Moodle la propuesta de la asignatura “Introducción a las Geociencias”

1. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACION Y LA COMUNICACIÓN TIC.¹

Las Tecnologías de la información y comunicación (TIC) son herramientas para el manejo, transferencia y administración de la información en diversos formatos de imagen, voz, video, etc., todo esto fundamentado en sistemas de información, que facilita la comunicación además de mejorar la calidad de vida de los individuos que se encuentran en un determinado entorno.

En concreto, las TIC optimizan el manejo de la información, procesan datos y hace que las personas se encuentren en constante comunicación. Además hace referencia a la utilización de diferentes medios informáticos para almacenar, procesas y difundir información, teniendo como principal finalidad la formación educativa.

Los principales aportes de las TIC a la sociedad se fundamentan en una serie de funciones las cuales permiten el fácil acceso a fuentes de información, proceso rápido y fiable de todo tipo de datos, canales de comunicación inmediata, capacidad de almacenamiento, automatización de trabajos, interactividad y digitalización de la información.

Las tecnologías de la Información y Comunicación, son aquellas herramientas computacionales e informáticas que procesan, sintetizan, recuperan y presentan información de una forma variada. Además actúan como soporte y canal para el tratamiento y acceso a la información, para dar forma, registrar, almacenar y difundir contenidos digitalizados.

Para todo tipo de aplicaciones educativas, las TIC son medios y no fines. Por lo tanto, son instrumentos y materiales de construcción que facilitan el aprendizaje, el desarrollo de habilidades y se adaptan a los diferentes estilos y ritmos de los aprendices.

¹SULVARAN, Nadia. La WEB 2.0 en la Educación Superior. Veracruz, 2009, 120 p.p. Trabajo de Grado (Licenciado en Sistemas Computacionales Administrativos). Universidad Veracruzana. Facultad de Contaduría y Administración. Disponible en:
http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/investigacion/file.php/38/ARCHIVOS_2010/textos/guia_Bibliografia.PDF

1.1 PLATAFORMA MOODLE

Moodle corresponde a las siglas de Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos) de manejo gratuito con ambientes educativos y comunidades de aprendizaje en línea (virtual). Es un sistema donde los alumnos aprenden y profesores comparten contenidos de aprendizaje virtual.

Esta herramienta es de gran utilidad para el participante por que ayuda a que reconozca la plataforma moodle como un espacio generador de actividades educativas, de igual forma permite a los profesores gestionar y organizar las diferentes clases de enseñanzas como cursos virtuales por medio del uso de un espacio virtual que es apoyado a la presencialidad. Se emplea para crear, administrar interacción grupal y controla las actividades de formación en una organización por medios de comunicación entre los participantes.

Moodle es un método de innovación flexible destacado en los modos de enseñanza, es un sistema no contaminante (ecológico), se afirma la posibilidad del aprendizaje no presencial, la información se facilita al comunicarse con los alumnos y poder evaluar el desempeño de sus actividades en la plataforma moodle.

En general Moodle es una plataforma segura, eficaz, confiable y de fácil manejo donde se promueve el desarrollo de actividades colaborativas para los cursos: foros, diarios, cuestionarios, materiales, consultas, encuestas y tareas. Por medio del dialogo, la reflexión crítica y la producción de un nuevo conocimiento. Las noticias principales del curso se mantienen a simple vista lo que ayuda a crear una interfaz positiva, sencilla, ligera para el desempeño de la comunidad estudiantil.²

1.1.1 Características

A continuación, algunas de las principales características de la plataforma Moodle:³

- Promueve una pedagogía social apta para las clases en línea y como complemento a las clases presenciales.

²DÍAZ, Javier. FILOMENA, Guisepe. Estudio de casos como herramienta pedagógica en la asignatura Creación de Empresas de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la universidad Industria de Santander. Bucaramanga, 2011. Trabajo de grado.

³Características Moodle. [Consultado Marzo 2014]. Disponible en: <http://docs.moodle.org/all/es/Caracter%C3%ADsticas>

- Su tecnología y navegación es ligera eficiente y sencilla, tanto en computadoras de escritorio, como en dispositivos móviles.
- El sitio es administrado por un usuario definido que puede configurar el sitio de acuerdo a sus necesidades.
- En la página principal se tiene el manejo total del curso, donde se pueden subir archivos en cualquier formato, ya sea a diario, semanal o mensual dependiendo de la actividad planteada por el profesor.
- Cada usuario puede crear un ambiente de comunicación por medio de tareas, trabajos, ensayos, foros, etc.
- Los estudiantes pueden subir sus tareas (en cualquier formato de archivo) al servidor. Se registra la fecha en que se han subido.
- Puede indicarse la fecha inicial y final de entrega de una tarea y la calificación máxima o mínima que se le pueda asignar debido a su desempeño.
- Los temas estarán disponibles a medida que transcurre el semestre, por tanto, el estudiante puede hacer mejor provecho de su tiempo.
- Los cuestionarios se califican automáticamente, y pueden ser recalificados si se modifican las preguntas, además tienen un límite de tiempo a partir del cual no estarán disponibles.
- El profesor puede determinar si los cuestionarios pueden ser resueltos varias veces y si se mostrarán o no las respuestas correctas y los comentarios.
- Las preguntas y las respuestas de los cuestionarios pueden ser mezcladas (aleatoriamente) para disminuir las copias entre los alumnos.
- En cuanto a los recursos se admite la presentación de cualquier contenido digital, Word, Powerpoint, Flash, vídeo, sonidos, etc.

1.1.2 Recursos y actividades que ofrece Moodle

Los recursos son herramientas de diseño que permiten al profesor construir y editar el curso en plataforma. Moodle soporta un rango amplio de recursos, que los profesores pueden añadir a las secciones del curso. En el modo edición, un profesor puede agregar recursos a través de un menú desplegable, después esta información puede ser leída, vista, bajada de la red o usada de alguna forma para extraer información de ella. Los recursos aparecen como un simple enlace con un icono delante que representa el tipo de recurso.⁴

Moodle dispone de un menú muy completo de actividades que pueden incluirse en el curso, generando interacción entre los participantes ya que son actividades cuantitativas; algunos ejemplos son: subir tareas y ensayos, redacción de textos, hacer aportes de conocimiento en un foro, o responder un examen. Pueden trabajarse en modalidad grupal para promover el trabajo colaborativo.

1.1.3 Ventajas de Moodle

Se ha visto que Moodle ofrece un ambiente educativo virtual, apoyando los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación, siendo este mismo un recurso valioso que brinda un sin número de ventajas tanto para el profesor como para el estudiante. La principal ventaja de este tipo de producto es que esta desarrollada en su totalidad bajo software libre, lo que la convierte en una alternativa muy interesante para las comunidades educativas que quieran utilizar una plataforma para realizar un curso on-line. Según esto se pueden resaltar las siguientes:

Ventajas para el Profesor

- Intensifica y dinamiza el proceso de enseñanza evaluación
- Variabilidad en la planeación de actividades
- Tendrá control sobre los contenidos del curso
- Permite el seguimiento de todo el trabajo realizado por los estudiantes
- Facilidad de comunicación con los estudiantes
- Creación en la dinámica del curso
- Reutilización de los recursos y actividades de los cursos
- Facilidad de realimentación del trabajo de los estudiantes

⁴BAÑOS, Jesús. La Plataforma Educativa Moodle: Manual de consulta para el profesorado (versión 1.8). Getafe, 2007, 286 p.p. Disponible en: http://campus.ffyb.uba.ar/file.php/1/Moodle18_Manual_Prof.pdf

Ventajas para el Estudiante

- Permite un ritmo de trabajo autónomo
- Intensifica el proceso de aprendizaje
- Acceso a recursos que facilitan el trabajo independiente
- Profundiza conocimientos que no obtuvo con la enseñanza presencial
- Cuenta con mejores contenidos variados y atractivos
- Disponibilidad permanente de contenidos
- Realimentación en línea de las actividades realizadas
- Facilidad de consulta sobre la temática y el desarrollo del curso
- Mejora la comunicación con el profesor y los compañeros

2. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA INTRODUCCIÓN A LAS GEOCIENCIAS.

2.1 INTRODUCCIÓN

El tema de este libro es la “Introducción a las Geociencias”, por tanto es primordial entender la Geología, palabra que proviene del griego geo, “Tierra”, y logos, “discurso”. Esta la ciencia que abarca la comprensión de la Tierra. La Geología se ha dividido tradicionalmente en dos amplias áreas: la geología física y la histórica. La primera, permite entender los procesos que actúan tanto debajo, como encima de la superficie terrestre, y además, estudia los materiales de los que está compuesta la Tierra. La geología histórica comprende el origen de la Tierra y su evolución a lo largo del tiempo, así mismo, ordena cronológicamente los cambios biológicos y físicos ocurridos en el pasado geológico.

El estudio de la geología física precede evidentemente el estudio de la historia de la Tierra, por esto, antes de intentar descubrir acontecimientos del pasado, debemos comprender primero cómo funciona la Tierra.

2.1.1 Fundamentos generales

La Tierra es tan solo un fragmento de un vasto universo, pero es nuestro hogar. Nos suministra los recursos que sostienen nuestra sociedad moderna y los ingredientes necesarios para mantener la vida en todo el planeta. Por tanto, el conocimiento y la comprensión de nuestro planeta son importantes para nuestro bienestar social, de hecho, son vitales para nuestra subsistencia.

Publicaciones en diferentes medios de comunicación nos recuerdan a menudo las fuerzas geológicas actuantes de nuestro planeta. La impactante y espectacular erupción de un volcán, el horror causado por un terremoto, el magnífico escenario de un valle de montaña y la destrucción causada por una avalancha son temas de estudio para el geólogo. El estudio de la Geología abarca muchos temas fascinantes y prácticas sobre nuestro entorno. ¿Qué fuerzas generan y ayudan a la formación las montañas?, ¿habrá pronto un gran terremoto?, ¿cómo es un periodo glacial?, ¿habrá otro?, ¿cómo se forman los yacimientos minerales?, ¿es posible encontrar agua en determinado sitio?, ¿es factible la explotación a cielo abierto?, ¿se encontrará petróleo perforando un pozo en determinada área?

Pero muy poco o nada, acerca del conocimiento en la Geología se tendría, de no ser por teorías iniciales que se desarrollaron a partir del siglo XVI.

- Catastrofismo

A mediados del siglo XVI, James Ussher, un arzobispo irlandés, publicó un gran trabajo que influyó profundamente. Construyó una cronología de la historia humana y de la Tierra, así determinó una edad para la Tierra tan solo miles de años, había sido creada en el 4004 a.C. este tratado consiguió aceptación entre algunos líderes científicos y religiosos de Europa, pero esta terminó impresa en los márgenes de la misma Biblia.

En los siglos XVII y XVIII, la doctrina del catastrofismo tuvo la mayor influencia en la formulación de explicaciones científicas sobre la Tierra. Esta sugiere, que el paisaje terrestre se ha formado básicamente a partir de las grandes catástrofes.

La relación entre catastrofismo y la edad de la Tierra se puede resumir como así: La Tierra había sufrido grandes y extraordinarios cambios durante su oscuro pasado era claramente evidente para cualquier ojo inquisitivo; pero concentrar esos cambios en unos pocos y breves milenios precisaba una filosofía hecha a medida, una filosofía cuya base era el cambio súbito y violento.⁵

- Uniformismo

Avanzado por James Hutton a finales del siglo XVIII, es uno de los principios fundamentales de la Geología moderna, establece que las leyes físicas, químicas y biológicas que actúan recientemente, actuaron también en el pasado geológico. Dicha idea se resume como “el presente es la clave hacia el pasado”. Hutton sostenía que los procesos actuales parecen ser lentos, pero, a lo largo de prolongados periodos de tiempo, pueden producir efectos tan grandes como los acontecimientos catastróficos súbitos.

- Ley de la superposición

Enuncia que en una secuencia no deformada de rocas sedimentarias, o en flujos de lava, la capa más joven está en la parte superior y la más antigua, en la inferior, (siempre y cuando por efectos dinámicos internos, las capas no se hayan invertido, lo cual a veces sucede).

⁵H. E. BROWN, H. MONNETT, V. STOVALL, J. Introduction to Geology(Nueva York: Blaisdell, 1958).

- Principio de la sucesión faunística

Establece que los organismos fósiles, se sucedieron unos a otros en un orden definido (ya sean plantas o animales), por tanto, cualquier periodo geológico puede reconocerse por su contenido en fósiles.

- Datación relativa

Aplicando principios como el de superposición y sucesión faunística, se pueden colocar los acontecimientos en una secuencia u orden determinado desconociendo se edad absoluta y tenemos como resultado una edad relativa. Es así como, durante el siglo XIX, los científicos desarrollan una escala de tiempo geológico utilizando los principios de la datación relativa.

3. GENERALIDADES

El universo consta de varios misterios e interrogantes y que mejor que una ciencia para darle una explicación o un sentido a nuestra misma existencia, como es el caso de las ciencias de la tierra.

La conformación del planeta en el que actualmente nos hospedamos es la “Tierra” es el resultado de miles de millones de años (m.a) de evolución y transformación continua, gracias a esto podemos aprovechar y disfrutar de diferentes estilos de ambientes, paisaje tanto terrestres como marinos, hasta de nuestra vida misma por la influencia que se ha ejercido en los procesos de origen geológico.

3.1 DESARROLLO HISTÓRICO DE LA GEOLOGÍA

Los primero aportes acerca de la conformación de la Tierra y el Universo, vienen desde épocas anteriores a esta, a continuación, se citan algunos aportes hechos por diferentes autores:

- Thales de Mileto: (625 - 545 a.c.), la filosofía se independiza de la religión. Los procesos geológicos son procesos naturales y ordenados que pueden ser estudiados utilizando la razón.
- Heródoto: (485 - 425 a.c), dijo que los terremotos no era el odio de los dioses sino el origen de las montañas.
- Demócrito: (460 - 370 a.c.), decía que toda la materia está compuesta de átomos, y ofreció explicaciones racionales a procesos como terremotos, volcanes, ciclo hidrológico, erosión, sedimentación, etc.
- Estrabón: (485 - 425 a.c), definió el término “Peirogénesis”, como el ascenso y descensos de los continentes.
- Aristóteles: (384 - 322 a.c), hablaba de conchas fósiles en estratos rocosos, parecidas a conchas marinas. Suponía que la posición relativa del nivel del mar cambiaba a través del tiempo en el pasado y que tales cambios requerían gran cantidad de tiempo para completarse.
- Teofrasto: (300 a.c.), publica el primer tratado de mineralogía denominado “Acerca de las piedras”
- Leonardo da Vinci: (1452 - 1559), pensó en las conchas petrificadas, al observar los fósiles en la punta de los cerros, acertó en pensar que la distribución de las conchas antiguas, dentro de las capas de las rocas” alguna

vez formaron parte del fondo marino”, debido a un gran levantamiento de la tierra.

- Buffon: (1707 – 1778), estudio el poder erosivo de los ríos y cuestiono los 6 días de la creación.
- James Hutton: (1726 - 1797), llamado el “Padre de la Geología” destaco la máxima frase: “el presente es la clave hacia el pasado”, formulo el principio de la uniformidad de los procesos, el cual supone las fuerzas que ahora operan, cambiando la faz de la tierra, han trabajado continuamente y de manera casi uniforme de una gran parte de la historia de la misma
- J.N Powell: (1834 - 1902), estudio la estructura geológica de los Estados Unidos de Norteamérica y definió al nivel de bases, como el punto más bajo del río.
- Dutton: (1841), hizo un análisis sobre las formas terrestres individuales.
- W.M Davies: (1834_1902), estableció el ciclo geomórfico indicando que la tierra pasa por 3 periodos: la juventud, que comprende la elevación del relieve por fuerzas tectónicas, la madurez, periodo lento y en la vejez se vuelve una llanura.

3.2 TIPOS DE ROCAS

En Geología se denomina roca a la asociación de uno o varios minerales, natural, inorgánica, heterogénea, de composición química variable, sin forma geométrica determinada, como resultado de un proceso geológico definido. Las rocas están constituidas en general por mezclas heterogéneas de diversos materiales homogéneos y cristalinos, es decir, minerales.

La composición de una roca puede diferenciar dos categorías minerales:

- **Minerales esenciales o Minerales formadores de roca:** Son los minerales que caracterizan la composición de una determinada roca, los más abundantes en ella. Por ejemplo, el granito siempre contiene cuarzo, feldespato y micas.
- **Minerales accesorios:** Son minerales que aparecen en pequeña proporción (menos del 5% del volumen total de la roca) y que en algunos casos pueden estar ausentes sin que cambien las características de la roca de la que forman parte. Por ejemplo, el granito puede contener zircón y apatito.

Pero no todas las rocas son iguales. Están las rocas:

- Ígneas
- Sedimentarias
- Metamórficas

Para resumir los tres tipos de rocas, se puede decir que las ígneas se forman por enfriamiento del magma fundido; las sedimentarias, están compuestas de fragmentos erosionados o minerales disueltos de rocas más antiguas o restos de organismos vivos. Finalmente las metamórficas se forman por efecto de altas temperaturas y presiones que transforman rocas ígneas o sedimentarias más antiguas.

3.2.1 Rocas ígneas

Se forma cuando material rocoso fundido, llamado magma, se enfría y se solidifica. Se puede formar a varios niveles de profundidad en la corteza y en la parte superior del manto. Se clasifican en dos grandes grupos:

- **Roca plutónica:** se forma en altas profundidades respecto a la corteza terrestre y tarda m.a en éste proceso; como ejemplo, el granito que está al interior de grandes montañas.
- **Roca volcánica:** se forma a bajas profundidades respecto a la corteza terrestre, ejemplo de esto es el basalto que se genera en las erupciones volcánicas.

3.2.2 Rocas sedimentarias

Se han producido como consecuencia de fenómenos de alteración, transporte y sedimentación sobre cualquier tipo de roca anterior, por tanto, los minerales que las componen pueden ser los mismos que existían en la roca anterior después de haber sufrido disgregación física, transporte y sedimentación, o bien pueden ser minerales formados por alteración química de otras preexistentes, estas se denominan minerales de alteración.

La división fundamental de las rocas sedimentarias se hace teniendo en cuenta la forma predominante de producirse el depósito o sedimento.

- **Detríticas:** la sedimentación se produce por disminución de energía del agente transportante.
- **Químicas:** la sedimentación se produce por:

Concentración, como es el caso de la evaporación del disolvente o de una sobresaturación de la disolución.

Precipitación, lo cual ocurre cuando se produce una reacción química con formación de sustancias insolubles.

- **Orgánicas:** cuando en la sedimentación se acumulan restos vegetales o animales, produciéndose un depósito orgánico.

3.2.3 Rocas metamórficas

Su origen es diverso, pues pueden provenir de una roca ígnea, sedimentaria e incluso de otra roca metamórfica. La roca de la que proviene se denomina “roca madre”, que es la que experimenta una transformación.

Para que una roca pase por el proceso de metamorfismo se requieren condiciones que se dan en la profundidad de la corteza terrestre o en la parte superior del manto terrestre tales como alta temperatura y alta presión.

Las rocas metamórficas son comunes en los grandes cinturones montañosos.

3.3 DISCIPLINAS DE LA GEOLOGIA

La Geología es una disciplina compleja en que convergen las ciencias exactas y las ciencias naturales, con el fin de dilucidar los procesos que han configurado y que condicionan la evolución del paisaje, a través del estudio de los materiales terrestres.

Según la Unesco, “la geología y los procesos geológicos determinan las condiciones para la biodiversidad, ya sea ésta natural o domesticada, y sientan las bases para el desarrollo del hombre, la mujer y sus sociedades”.⁶

- **Cristalografía:** ciencia dedicada al estudio de los cristales, su formación, la definición de su estructura y lo más importante su composición química.
- **Mineralogía:** es la ciencia que estudia los minerales, sus propiedades físicas y químicas, pueden ser de origen inorgánico, se presentan de forma sólida con estructura cristalográfica.
- **Petrología:** considerada una de las principales ramas de la geología. Esta se ocupa del estudio de las rocas desde el punto de vista genético y de sus relaciones con otras rocas. Consiste en el estudio de las propiedades físicas,

⁶Geología. [Consultado Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.geologia.uchile.cl/geologia>

químicas, mineralógicas, espaciales y cronológicas de las asociaciones rocosas y de los procesos responsables de su formación.

- **Geomorfología:** descripción y explicación de las diferentes formas y relieves de la superficie terrestre, marina y atmosférica.
- **Sedimentología:** es la ciencia que estudia la formación, transporte y depósito de materiales que se acumulan como sedimentos en ambientes continentales y marinos y que normalmente forman rocas sedimentarias.
- **Vulcanología:** es la ciencia encargada del estudio de los volcanes, la lava, el magma y otros fenómenos geológicos relacionados.
- **Paleontología:** es la ciencia que estudia e interpreta la vida pasada sobre la Tierra a través de los fósiles. Parte de sus fundamentos y métodos son compartidos con la Biología.
- **Estratigrafía:** es el estudio de las rocas sedimentarias estratificadas, su identificación, descripción cronológica, la correlación, secuencia y ambientes.
- **Geología Estructural:** estudia la relación de estructuras que contiene la roca en la superficie terrestre, también la geometría tectónica, el comportamiento, relación espacial y la geometría subsuperficial.
- **Geología Histórica:** estudia las transformaciones que ha sufrido la tierra de sus inicios y la evolución geológica que ha tenido a través de tiempo es decir cronológicamente, esta esta divididas en eras, eones etc.
- **Geoquímica:** es la ciencia que estudia la composición y el comportamiento químico de la Tierra, donde comprendemos las fases superficiales en cuanto a los elementos químicos determinando su abundancia.
- **Hidrogeología:** es la ciencia que estudia la relación del origen, circulación, interacción en los suelos, de las aguas subterráneas con las rocas su estado y propiedades.
- **Geología del Petróleo:** estudia los procesos de los yacimientos petrolíferos, su formación, localización, geometría espacial, estimación potencial de producción donde se combinan diferentes técnicas de exploración para mejoras de su explotación de yacimientos de gas e hidrocarburos
- **Geofísica:** estudia los fenómenos naturales de la tierra desde la parte física, sus estructuras y condiciones, es una disciplina experimental, estos métodos se basan en la medida de la gravedad, de campos electromagnéticos, magnéticos o eléctricos y de fenómenos radiactivos. Se aprovechan en su totalidad en interpretaciones geológicas.
- **Sismología:** es una rama de la geofísica que está encargada de los estudios de la superficie y parte inferior de la tierra, estudia los diferentes tipos de

ondas y su interacción con las estructuras de la tierra y sus diferentes liberaciones de energía asociadas con terremotos, maremotos y tsunamis.

- **Geología Planetaria:** ciencia que estudias los cuerpos celestes como las estrellas, planetas y sus satélites naturales.

Además, la Geología es importante en diferentes campos como:

- Ingeniería de Minas: tantas en la explotación como en la exploración y en el desarrollo minero.
- Ingeniería de petróleo: es la extracción de los hidrocarburos del subsuelo.
- Ingeniería Civil: proyectos, carreteras, túneles, etc.
- Ingeniería Hidráulica: proyectos, pozos.
- Arquitectura, Química Industrial, Investigación Aeroespacial, etc.

3.4 TEORÍAS Y ORIGEN DE LA TIERRA

Las explicaciones que se han realizado en los últimos dos siglos, con grandes avances científicos han servido para entender el conocimiento del universo. Las teorías científicas son explicaciones basadas en la evidencia comprobable sobre las causas de cualquier fenómeno. Aquí se nombran algunas teorías muy divulgadas durante el siglo XX.

- **Big Bang:** es un modelo sobre el origen del Universo, esta señala que toda la materia se formó a partir, de una singularidad sucedida hace aproximadamente 15 mil m.a. La materia se originó, desde un instante infinitamente pequeño y denso en el cual comenzó la expansión del Universo y la formación de las estrellas. Esta teoría ha sido fuertemente aceptada tras el aporte de muchos científicos como: Alexander Friedman (1922), Georges Lemaitre (1927), Edwin Hubble (1929), George Gamow (1948).
- **El universo estacionario:** planteada en 1928 por Thomas Gold y Hermann Bondi y desarrollado por Fred Hoyle. Es una teoría que se fundamenta en la física de Isaac Newton y en la geometría euclidiana. Plantea la destructibilidad y el carácter inmutable del universo en el tiempo y en el espacio. Concibe un universo sin forma definida si limites difícil de cuantificar su masa, volumen y densidad.
- **La acreción:** propuesta por el geofísico ruso Otto Schmidt en 1944, explica que los planetas se formaron a partir de planetesimales. La Tierra, después de estratificarse en un núcleo, un manto y una corteza por proceso de

acreción, fue bombardeada en forma masiva por meteoritos y restos de asteroides. Este proceso generó un inmenso calor interior que fundió el polvo cósmico y de acuerdo con los geólogos provocó una erupción de volcanes.

Para describir el complejo proceso de formación de la tierra se suele dividir en varias etapas. Esta etapa comprende una larga serie de procesos, desde la individualización del protoplaneta terrestre, a partir de la llamada "nebulosa matriz" del sistema solar, hasta la consolidación de la superficie de nuestro planeta en una estructura más parecida a la existente hoy en día.

Sus conclusiones pueden resumirse así:

- El hidrógeno: elemento más abundante en el Universo, se combinó con el nitrógeno y con el carbono dando lugar respectivamente a amoníaco (NH^3) y metano (CH^4).
- La primitiva atmósfera del protoplaneta estaría formada por hidrógeno, helio, amoníaco y metano, al igual que las atmósferas actuales de algunos de los planetas mayores.
- El oxígeno: se combinó activamente con silicio, aluminio, magnesio, hierro, calcio y potasio, dando lugar a los silicatos a partir de los cuales se formaron las partes sólidas más externas del planeta.
- El hierro: elemento bastante abundante en el cosmos, dio lugar, según la temperatura, a óxidos y sulfuros, por debajo de 25°C , mientras que por encima de 327°C se concentraría en forma de hierro metálico.

3.5 MOVIMIENTOS DE LA TIERRA

Los movimientos de la Tierra y la Luna con respecto al sol, marcan la alternancia del día y la noche, al igual que la sucesión de las estaciones y las mareas.

- **Rotación:** movimiento que realiza la Tierra sobre sí misma, alrededor de un eje de rotación imaginario, que pasa por los polos. La rotación terrestre es de oeste a este y tarda 24 horas en dar una vuelta completa, este movimiento marca el día sideral y es uno de los factores responsables del clima y por lo tanto las estaciones.
- **Traslación:** recorrido en forma de elipse casi circular (órbita), que realiza la Tierra alrededor del Sol. El Sol se encuentra prácticamente en el centro de la elipse, el plano que la contiene se denomina plano de la eclíptica.

3.6 ESTRUCTURA DE LA TIERRA

La estructura de la tierra puede establecerse por dos criterios. Según su composición química, el planeta puede dividirse en corteza, manto y núcleo; y según sus propiedades físicas, se definen la litosfera, la astenosfera, la mesosfera y el núcleo externo e interno.

Figura 1. Capas de la Tierra

Capa	Profundidad (km)
Litosfera (varia 5 a 200 km)	0 - 60
Corteza (varia 5 y 70 km)	0 - 35
Manto superior	35 - 660
Astenosfera	100 - 200
Manto inferior (mesosfera)	660 - 2890
Núcleo externo	2890 - 5100
Núcleo interno	5100 - 6378

Fuente: Los autores

- **Atmosfera:** envoltura gaseosa que es imprescindible para la existencia de vida, donde se han dado cambios que repercutan en ella de forma definitiva por la interacción humana al contaminarla. Está constituida por 5 capas que son: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera y exosfera.
- **Litosfera:** es la capa estructural sólida externa del globo terráqueo. Comprende la corteza terrestre y la parte del manto superior.
- **Hidrosfera:** está formada fundamentalmente por agua líquida, aunque también se incluye al hielo como componente sólido y a las nubes como emulsiones de pequeñas gotitas de agua o cristalitas de hielo.
- **Corteza:** es la capa rocosa externa de la Tierra. Es comparativamente fina, con un espesor que varía de 7km, en el fondo oceánico, hasta 70 km en las zonas montañosas de los continentes. Está dividida en corteza continental y corteza oceánica.
- **Manto superior:** inicia en la discontinuidad de Moho, que se está a una profundidad media de 6 km bajo la corteza oceánica y a una profundidad media de 35,5 km bajo la corteza continental.

- Astenosfera: es la zona superior del manto terrestre que está inmediatamente debajo de la litosfera, aproximadamente entre 250 y 660 km de profundidad.
- Manto inferior: inicia cerca de los 650 km de profundidades y se extiende hasta la discontinuidad de Gutenberg, situada a 2700 - 2890 km de profundidad, en la transición al núcleo.
- Núcleo externo: es la parte del núcleo fundido líquido de níquel y hierro.
- Núcleo interno: parte sólida de metal de níquel y hierro, alcanza temperaturas hasta los 5000°C.

3.7 FUENTES DE ENERGIA

Desde la prehistoria, cuando la humanidad descubrió el fuego para calentarse y cocinar los alimentos, así pasando por la Edad Media en la que se construían molinos de viento para moler el trigo, hasta la época moderna en la que se puede obtener energía eléctrica a partir del átomo, el hombre ha buscado muchas fuentes de energía para su aprovechamiento, una y la más conocida en la actualidad ha sido la que se genera a partir de combustibles fósiles; por un lado está el carbón para alimentar las máquinas de vapor industriales y de tracción ferrocarril, así como en los hogares. Por otro lado el petróleo y sus derivados en la industria y el transporte (principalmente el automóvil), donde éstas convivieron con aprovechamientos a menor escala de la energía eólica, hidráulica y la biomasa.

3.7.1 Renewable

Se menciona energía renovable o energías no convencionales a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan las energías: eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, la biomasa y los biocombustibles.

- La energía solar, el sol produce luz y calor. Todos los seres vivos necesitan luz solar para vivir. En la actualidad se utiliza la luz y el calor del sol para producir energía eléctrica, sobre todo en las viviendas.
- La energía eólica, antiguamente se usaba para mover los objetos, por ejemplo, los barcos de vela. Actualmente lo utilizamos para producir

electricidad. En las centrales eólicas el viento mueve las aspas de los molinos y este movimiento se transforma en electricidad.

- Los mares y océanos: energía mareomotriz.
- El calor de la Tierra: energía geotérmica.
- La materia orgánica: biomasa.

3.7.2 No renovables

Se menciona energía no renovable o energías convencionales a las fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en cantidades limitadas, donde una vez que son consumidas en su totalidad no pueden ser sustituidas ya que no existe modo volver a producirlas o de extraerlas para su viabilidad económica. Existen dos tipos de energía a partir de los combustibles:

- Fossil: es materia orgánica enterrada hace mas sencillo entender estos seres vivos como plantas, animales vertebrados y no vertebrados, hongos, entre otros. Siendo estos combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural.
- Nuclear: Los combustibles nucleares pueden ser uranio, el plutonio y en general todos los elementos químicos fisiles adecuados para la operación de reactores.

3.8 TIEMPO GEOLÓGICO

3.8.1 Datación relativa

Como ya se había mencionado en la sección 2.1.1 las primeras teorías de gran importancia en la Geología, fueron el **catastrofismo**, **uniformismo**, **la superposición y la sucesión faunística**, estas lograron un avance para así, determinar finalmente, la manera en que se iniciaría a medir el tiempo.

Así se desarrolló una escala de tiempo geológico que mostraba la secuencia de acontecimientos basada en principios de datación relativa. Otros principios, también importantes son:

- **Principio de la horizontalidad inicial:** es Nicolas Steno, quien reconoce la importancia de otro principio básico. De manera sencilla, significa que las capas de sedimento se depositan en general en una posición horizontal.

- **Principio de intersección:** cuando una falla atraviesa otras rocas, o cuando el magma hace intrusión y cristaliza, podemos suponer que la falla o la intrusión es más joven que las rocas afectadas.
- **Discontinuidades estratigráficas:** Se reconocen algunas discordancias estratigráficas y son las discordancias: **angular, paraconformidad e inconformidad.**
- **Continuidad lateral:** Si se considera un determinado estrato y se estudia siguiendo un plano horizontal, se puede comprobar que sus características no cambian o que evolucionan de forma progresiva.

3.8.2 Datación absoluta

Después con el descubrimiento de la radiactividad y de las **técnicas de datación radiométrica**, los geólogos pudieron asignar ahora con bastante precisión fechas a muchos de los acontecimientos de la historia terrestre.

Ahora se desarrollaba la datación absoluta, ésta utiliza técnicas diversas basadas en propiedades físicas, siendo las más comunes la datación por radioisótopos, la termoluminiscencia o el paleomagnetismo, en términos independientes de otros sistemas relativos de datación.

En la actualidad son tres los métodos más usuales de datación radiométrica aplicables a rocas de cualquier edad:

- **Método Potásico-Argón:** Aunque el período de semidesintegración del potasio-40 es de 1300 m.a, las técnicas analíticas posibilitan la detección de cantidades muy bajas de su producto estable de desintegración, el argón-40, en algunas rocas que tienen menos de 100.000 años.
- **Método Rubidio-Estroncio:** método aplicable a diversos minerales de rocas ígneas o metamórficas. En el caso de las rocas ígneas data la edad de la solidificación por tanto de la roca, mientras que en rocas metamórficas data la última etapa de metamorfismo.
- **Método Uranio-Thorio-Plomo:** Especialmente aplicable a rocas ígneas, entre ellas las graníticas.

Figura 2. Isotopos utilizados frecuentemente en la datación radiométrica

Radioisótopo padre	Producto hijo estable	Valores de períodos de semidesintegración actualmente aceptados
Uranio-238	Plomo-206	4.500 millones de años
Uranio-235	Plomo-207	713 millones de años
Torio-232	Plomo-208	14.100 millones de años
Rubidio-87	Estroncio-87	47.000 millones de años
Potasio-40	Argón-40	1.300 millones de años

Fuente: Modificado de Ciencias de la Tierra. TARBUCK, E, FREDERICK, L. 2005.

En la naturaleza hay tres isótopos naturales del carbono: dos de ellos, el carbono-12y el carbono-13, son estables y un tercero, el carbono-14,es inestable o radiactivo.

- **Datación con carbono14:** El carbono-14 tiene un periodo de semidesintegración de 5730 ± 40 años y podría haber desaparecido de la Tierra hace mucho tiempo si no fuera por los constantes impactos de rayos cósmicos sobre el dinitrógeno de su atmósfera, donde se forman más isótopos.

3.9 ESCALA DEL TIEMPO GEOLOGICO

Los geólogos, partiendo de todo lo que pueden encontrar en las rocas, han construido una secuencia de los mayores acontecimientos que han tenido lugar en el planeta. También han podido ir reconstituyendo la historia de la Tierra desde su inicio con la formación a partir de un anillo de gas y polvo que giraba alrededor del sol. Ellos dividen el proceso en intervalos de tiempo geológico.

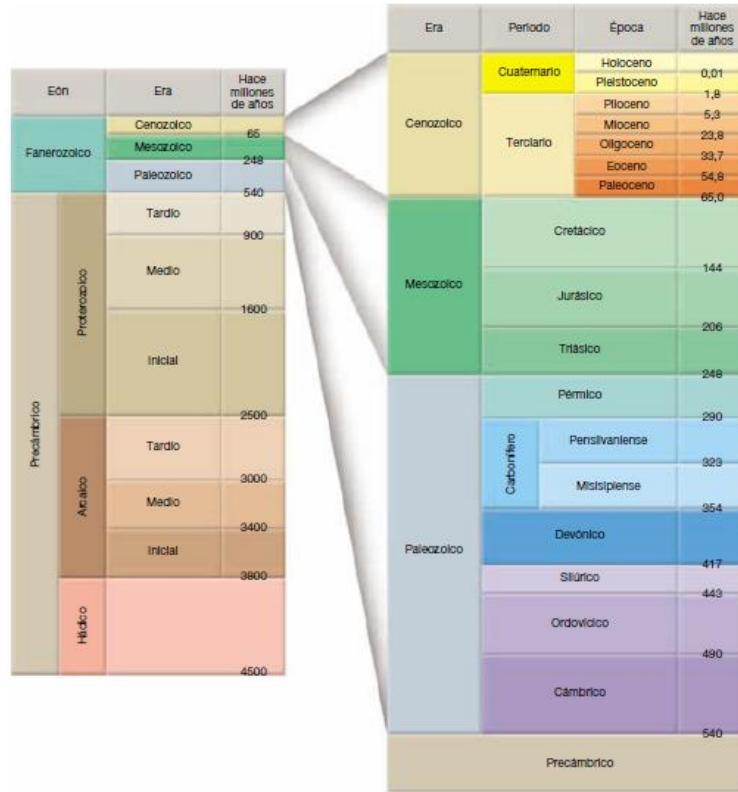
La escala de tiempo geológico subdivide los 4500 m.a de la historia de la Tierra en muchas unidades diferentes y proporciona una estructura temporal significativa dentro de la cual se disponen los acontecimientos del pasado geológico siendo los eones los que representan las mayores extensiones de tiempo.

Otra ojeada a la escala temporal revela que el eón Fanerozoico se divide en eras:

- Paleozoico (antigua vida)
- Mesozoico (vida media)
- Cenozoica (vida reciente)

Cada era está subdividida en unidades temporales conocidas como períodos. El Paleozoico tiene seis, el Mesozoico tres y el Cenozoico dos. Cada uno de esos once períodos, se caracteriza por un cambio algo menos profundo de las formas de vida, en comparación con las eras. Finalmente cada uno de los once períodos se divide en unidades aún más pequeñas denominadas épocas.

Figura 3. Escala del tiempo geológico



Fuente: Modificado de Ciencias de la Tierra. TARBUCK, E, FREDERICK, L. 2005.

4 MATERIA MINERAL

Los océanos y la corteza oceánica, son fuente de amplias variedades de minerales esenciales y útiles. Prácticamente todos los productos que se fabrican contiene materiales que se han obtenido de los minerales.

Un mineral se define como un sólido de origen natural, con propiedades físicas y químicas uniformes, formado por un proceso inorgánico, con composición química definida y estructura interna ordenada.

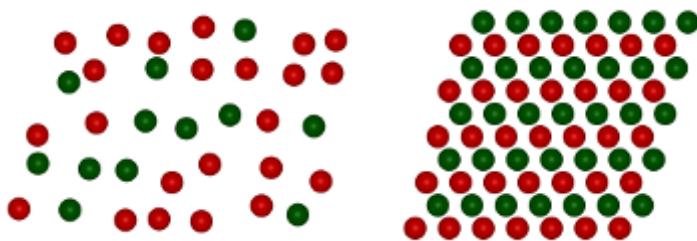
4.1 ESTRUCTURA DE LA MATERIA MINERAL

La materia es todo lo que ocupa un lugar en el universo y se forma a partir de átomos o moléculas, con la propiedad de estar en estado sólido, líquido o gaseoso. Solo trataremos en este aparte, la materia mineral, por tanto hablaremos de materia sólida.

4.1.1 Estado sólido de la materia

El estado sólido se caracteriza por la fuerte unión entre sus partículas constituyentes, que ocupan posiciones más o menos fijas. Si estas posiciones están geométricamente ordenadas hablamos de materia cristalina. Si por el contrario están desordenadas, hablamos de materia amorfa.

Figura 4. Distribución de los átomos en la materia amorfa y cristalina.



Fuente: Los autores

- **Materia amorfa y cristalina**

La amorfa es aquella que tiene sus átomos, iones o moléculas desordenados en el espacio. Los son todos los fluidos (gases y líquidos) y algunos sólidos como por ejemplo: el vidrio, el plástico, la resina, la obsidiana, etc.

La materia cristalina es aquella que tiene sus átomos, iones o moléculas ordenados en el espacio, formando estructuras tridimensionales regulares.

4.2 CONSTRUCCIÓN DE LA RED CRISTALINA

En 1784 René JustHäuy, con sus planteamientos sobre las leyes de la simetría, de los índices racionales y de la constancia de la forma cristalina, demostró con un sencillo experimento que los trozos de un cristal siempre conservan la forma del mismo. Su experimento consistía en romper un cristal en trozos, como resultado obtuvo que estos trozos de cristal al romperse en varias partes, siempre mantendrán la forma y los ángulos del cristal grande, así supone que un cristal es la repetición de unidades “celdillas unitaria”.

Para estudiar las redes cristalinas se establecen unos ejes de coordenadas que coinciden con filas fundamentales. Estos deben cumplir una serie de características:

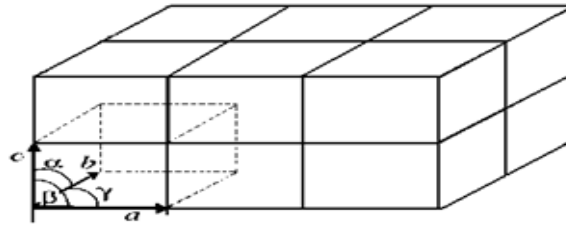
- Los ejes coinciden con filas de partículas de la red.
- Los tres ejes coinciden con las filas de mayor densidad lineal (contienen nudos separados por el menor espacio posible).

4.2.1 Estructura cristalina

Cada celda unidad viene definida por la magnitud de sus traslaciones y de los ángulos que forman entre ellas.

A lo largo de cualquier dirección, los elementos que la forman se encuentran repetidos a la misma distancia (traslación). Este principio es válido partiendo desde cualquier punto de la estructura. Si tomamos las traslaciones mínimas en un cristal (traslaciones fundamentales) y desarrollamos el paralelepípedo que generan, obtendremos la celda unidad.

Figura 5. Celda unitaria en la formación de cristal.

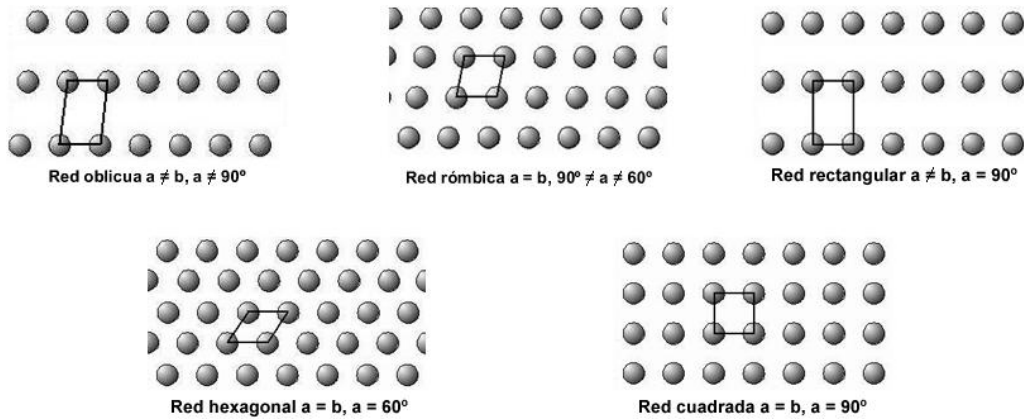


Fuente: Los autores.

4.2.1.1 Redes planas

En este caso la red viene definida por dos traslaciones y el ángulo que forman entre ellas. La celda unidad es un paralelogramo. En el plano solo existen 5 posibles tipos de redes, que reciben el nombre de redes planas.

Figura 6. Las cinco redes planas.

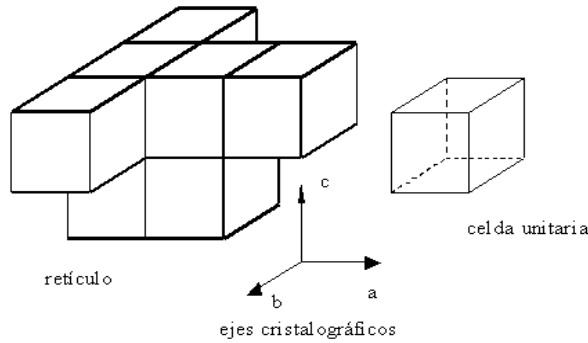


Fuente: Modificado de Manual de Mineralogía. Dana, J. 1997.

4.2.1.2 Redes tridimensionales

En este caso la celda unidad queda definida por tres traslaciones fundamentales (a, b y c) los ángulos que forman: α (entre b y c), β (entre a y c), y γ (entre a y b). Ver figura anexa.

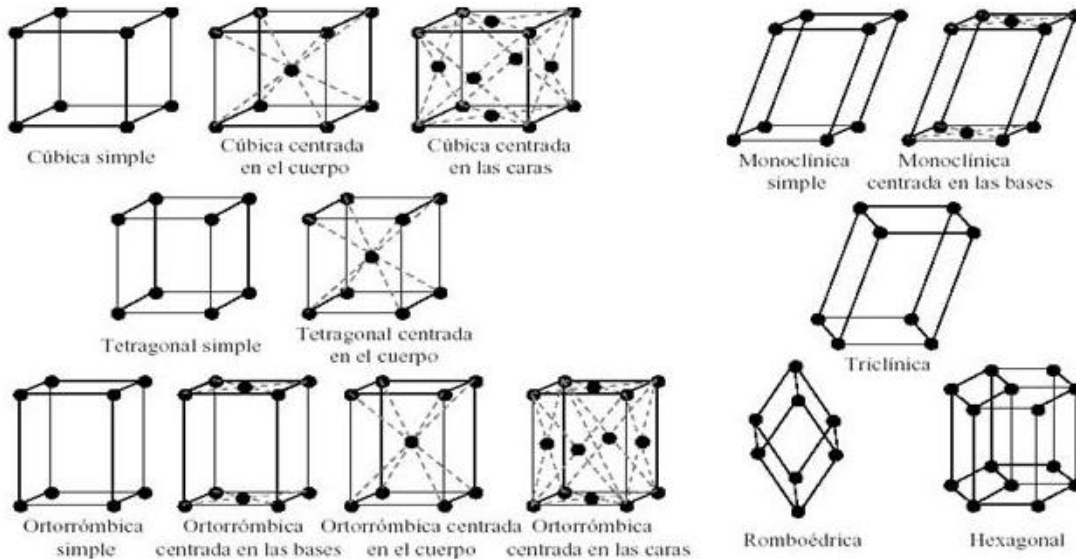
Figura 7. Ejes de la red tridimensional.



Fuente: Modificado de Manual de Mineralogía. Dana, J. 1997.

Del apilamiento de estas redes se obtienen las redes tridimensionales. Existen 14 tipos diferentes de redes tridimensionales (redes de Bravais) que se agrupan en 7 sistemas cristalinos diferentes. Cada sistema cristalino viene caracterizado por unos determinados valores de las traslaciones y de los ángulos que forman de su celda unidad.⁷

Figura 8. Redes de Bravais.



Fuente: Modificado de Manual de Mineralogía. Dana, J. 1997.

⁷DANA, J. "Cristalografía". En. Manual de Mineralogía. México: Editorial Reverté S.A, 1997.

4.3 ESTRUCTURA DE LOS MINERALES

Cualquier sólido inorgánico natural que posea una estructura interna ordenada y una composición química definida. Debe presentar las siguientes características:

- Debe aparecer de forma natural.
- Debe ser inorgánico.
- Debe ser un sólido.
- Debe poseer una estructura interna ordenada, es decir, sus átomos deben estar dispuestos según un modelo definido.
- Debe tener una composición química definida, que puede variar dentro de unos límites.⁸

Cuando los geólogos utilizan el término mineral, sólo consideran minerales las sustancias que satisfacen estos criterios.

4.3.1 Componentes de los minerales

Los elementos son los componentes básicos de los minerales. Un **átomo** es la partícula más pequeña de materia que sigue conservando las características de un elemento. Cada átomo tiene un núcleo, que contiene protones (partículas con cargas eléctricas positivas) y neutrones (partículas con cargas eléctricas neutras).

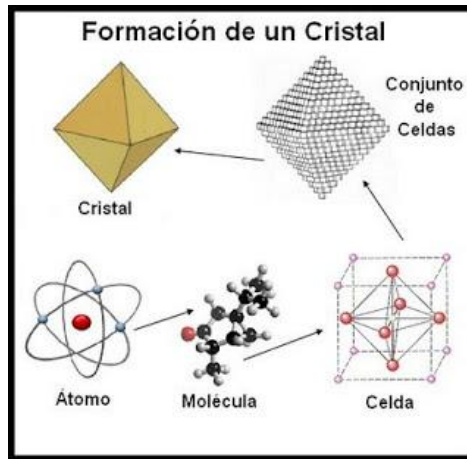
Los átomos se combinan entre sí para formar sustancias más complejas denominadas compuestos.

4.3.2 Cristalogénesis

Es la formación de cristales, para comprender esto, podemos establecer una secuencia siguiendo un átomo, que al unirse con otros dará paso a una molécula, a su vez, un conjunto de moléculas dará paso a la conformación de una celda y un conjunto ordenado de celdas dará lugar a la constitución de un cristal.

⁸TARBUCK, Edward, FREDERICK, Lutgens. "Materia y minerales" En. Ciencias de la Tierra. Madrid: Editorial Pearson Educación S. A, 2005. p.p 79.

Figura 9. Secuencia seguida del átomo hasta la Cristalogénesis.



Fuente: Modificado de Manual de Mineralogía. Dana, J. 1997.

Un cristal es un sólido orgánico o inorgánico, con estructura interna ordenada y una composición química definida, puede ser de origen natural o artificial. Dependiendo del espacio, tiempo y la composición química, los cristales se pueden presentar en formas poliédricas

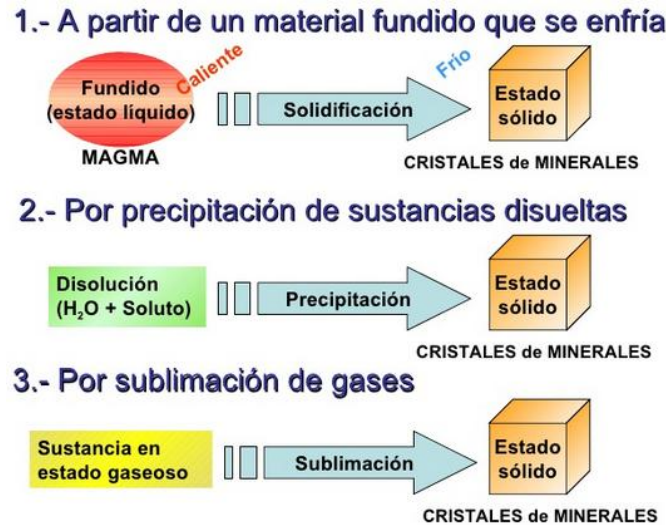
Entonces, los minerales están formados por materia cristalina, de lo que se deduce que todos los minerales son cristales, pero no todos los cristales son minerales, como por ejemplo, los cristales orgánicos.

Los cristales pueden formar sea partir de los siguientes procesos:

- **Solidificación a partir de un fundido:** proceso que ocurre cuando materiales en estado fundido experimentan un descenso de temperatura y cambiando de estado líquido a sólido. Para que formen cristales, el enfriamiento debe ser lento, pero si se produce un enfriamiento muy rápido, no se forman cristales sino materia amorfa.
- **Por cristalización a partir de una disolución:** sucede a partir de una precipitación química o bioquímica. Las condiciones físicas y químicas que inducen la precipitación son variadas; sobresaturación de la disolución, variaciones de las condiciones de oxidación y reducción o cambios de pH.
- **Por sublimación a partir de un gas:** un gas forma directamente cristales como consecuencia de un descenso brusco de su temperatura. Es el caso de formación de cristales de azufre a partir de gas sulfurado que expulsan los volcanes, o la formación de cristales de hielo a partir de vapor de agua.

En resumen, son tres los principales procesos que llevan a la formación de cristales: la solidificación, precipitación y sublimación.

Figura 10. Los tres procesos que llevan a la formación de un cristal.



Fuente: Cristalogenesis. Tomado de: <http://www.slideshare.net/tango67/la-materia-mineral>

Existen otros dos que ocurren por transformaciones en el estado sólido de cristales previos, es decir inician después de haber pasado por uno de los tres procesos anteriores, estos son:

- **Recristalización:** aumento de tamaño de un cristal al añadirse sobre más elementos químicos.
- **Reajuste mineralógico:** es la reorganización interna de los componentes de un cristal ya existente.

4.3.2.1 Fases de formación

La formación de un cristal inicia con la **nucleación**, que es la formación de un núcleo o partícula inicial con las propiedades de un cristal, a partir de la cual éste ya puede crecer. Existen dos modalidades de nucleación:

- Homogénea: cuando la partícula es de la misma composición y estructura del cristal que se va a formar.

- Heterogénea: cuando el núcleo es una sustancia diferente y preexistente que favorece la cristalización. Las partículas extrañas quedan incluidas dentro del nuevo cristal como impurezas o inclusiones.⁹

La nucleación es el momento más delicado y la inestabilidad del medio puede hacer que no se produzca cristal o génesis, o bien, que esta sea efímera.

Desde los núcleos se inicia el crecimiento del cristal siempre que las condiciones del medio lo permitan (tiempo, estabilidad, etc).

Alrededor del núcleo, existen posiciones a partir de las cuales es más sencilla (aportan mayor energía al cristal) la adición de nuevos elementos. La tendencia de las nuevas partículas es **rellenar huecos, completar filas, terminar caras y formar nuevas caras**. Aun así existen cristales donde las condiciones del medio han permitido el crecimiento de las aristas.

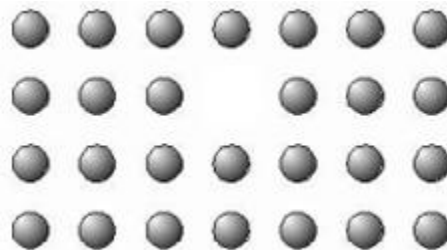
El crecimiento real de los cristales se separa de este modelo ideal, produciéndose lo que se denominan defectos cristalinos.

4.3.2.2 Defectos cristalinos

Como se decía, la cristalización nunca es perfecta, como en cualquier proceso natural se producen imperfecciones en el crecimiento. Estas imperfecciones reciben el nombre de defectos cristalinos. Son las responsables de variaciones en el color o la forma de los cristales. Los defectos cristalinos se denominan:

- Vacancias: se producen debido a la carencia en la red de un elemento. Las vacancias, al igual que otros defectos, pueden desplazarse libremente a lo largo de la red.

Figura 11. Defectos cristalinos por vacancias.

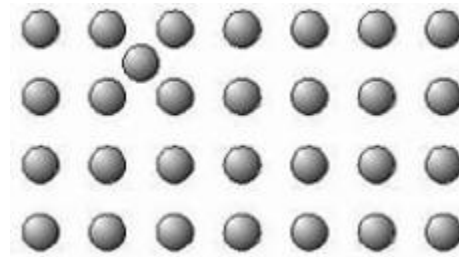


Fuente: Los autores.

⁹DANA, J. "Cristalografía". En. Manual de Mineralogía. México: Editorial Reverté S.A, 1997.

- **Átomos intersticiales:** es la inclusión en la red de un átomo fuera de las posiciones reticulares. Con frecuencia este defecto ocurre unido a una vacancia, pues la formación de una vacante favorece la aparición de un átomo intersticial.

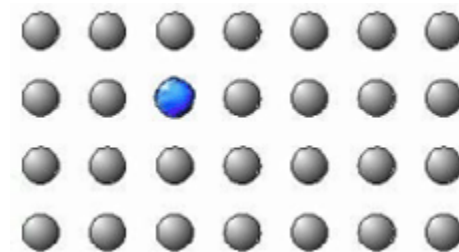
Figura 12. Defectos cristalinos por átomos intersticiales.



Fuente: Los autores.

- **Sustituciones:** Entrada en la red de un átomo diferente, pero de similar radio iónico que el que la compone. Pueden dar lugar a la aparición de series isomorfas (cuando pueden darse todas las sustituciones posibles, sin alterar la estructura de la red).

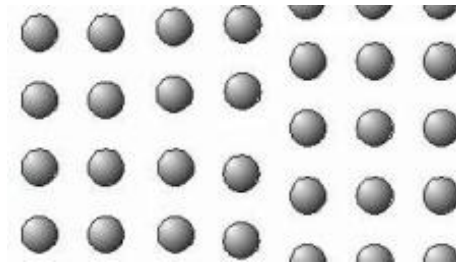
Figura 13. Defectos cristalinos por sustituciones.



Fuente: Los autores.

- **Dislocaciones:** Aparición de nuevas filas de elementos cuando en el plano anterior no existían. Una dislocación de este tipo son las dislocaciones helicoidales, que permiten un crecimiento rápido de una cara, pues esta nunca se acaba.

Figura 14. Defectos cristalinos por dislocaciones.



Fuente: Los autores

4.3.3 Propiedades de la materia cristalina

La repetición indefinida de un motivo estructural que se repite, tiene una serie de consecuencias, por tanto las propiedades que definen al medio cristalino son las siguientes:

- **Homogeneidad:** dos partes iguales de una materia cristalina y con la misma orientación en el espacio, no presentan diferencia alguna respecto a sus cualidades fisicoquímicas.
- **Anisotropía:** característica que depende de la orientación que se considera según la propiedad del cristal. Así, la conductividad eléctrica, calorífica, dilatación térmica, velocidad de propagación de la luz, etc., son muy diferentes según la dirección que se tome en cuenta.
- **Simetría:** los elementos morfológicos que forman el cristal (caras, aristas y vértices) se repiten según los ejes y planos imaginarios denominados elementos de simetría.

4.3.3.1 Elementos de simetría en cristales

Los operadores mediante los cuales se pueden definir estos parámetros son el centro, eje y plano de simetría.

- **Plano de simetría:** superficie en dos dimensiones (es decir un plano), que cuando atraviesa el centro del cristal, lo divide en dos partes simétricas que son las imágenes espejo.

Figura 15. Plano de simetría - reflexión.



Fuente: Simetrías. Tomado de: http://www.uned.es/cristamine/cristal/simetria_mrc.htm

- **Eje de rotación binario (a):** tomando como ejemplo una mano, y si en lugar de un plano aplicamos un eje de rotación binario (giro 180°) a la mano izquierda, el resultado es la misma mano izquierda pero vista por el lado de su palma.

Figura 16. Eje de rotación binario (a).



Fuente: Simetrías. Tomado de: http://www.uned.es/cristamine/cristal/simetria_mrc.htm

Eje de rotación binario (b): un centro de inversión relaciona punto a punto un objeto o motivo con su imagen equidistante de un punto e invertida.

Figura 17. Eje de rotación binario (b).



Fuente: Simetrías. Tomado de: http://www.uned.es/cristamine/cristal/simetria_mrc.htm

- **Eje de rotación ternario (c):** un eje de orden 3 produce tres repeticiones de la imagen, una cada $360^\circ/3=120^\circ$ de giro.

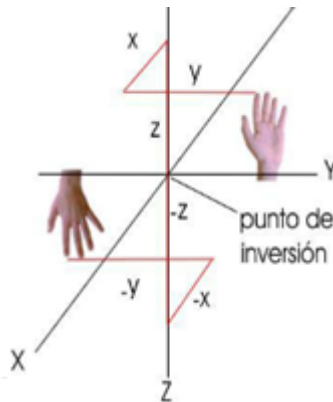
Figura 18. Eje de rotación ternario.



Fuente: Simetrías. Tomado de: http://www.uned.es/cristamine/cristal/simetria_mrc.htm

- **Centro de simetría o inversión:** es un elemento de simetría puntual que invierte el objeto a través de una línea recta.

Figura 19. Centro de simetría o inversión.



Fuente: Simetrías. Tomado de: http://www.uned.es/cristamine/cristal/simetria_mrc.htm

4.4 PROPIEDADES E IDENTIFICACIÓN DE MINERALES

Vimos anteriormente, que los minerales son sólidos formados a partir de procesos inorgánicos. Cada mineral tiene su disposición ordenada de átomos (estructura cristalina) y una composición química definida, que le proporciona un conjunto único de propiedades físicas. Dado que la estructura interna y la composición química de un mineral son difíciles de determinar sin ayuda de ensayos y sofisticados aparatos, se suelen utilizar en su identificación las propiedades físicas más fácilmente reconocibles.

Figura 20. Cuadro sinóptico de las propiedades mineralógicas.



Fuente: Los autores.

4.5 PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas diagnósticas de los minerales son las que se pueden determinar mediante la observación o realizando una prueba sencilla. Las principales propiedades físicas utilizadas habitualmente para identificar muestras pequeñas de minerales son: la forma cristalina, el brillo, el color, la raya, la dureza, la exfoliación o la fractura y el peso específico. Las propiedades secundarias (o especiales) que una cantidad limitada de minerales exhiben son: el magnetismo, el sabor, el tacto, el olor, la elasticidad, la maleabilidad, la birrefracción y la reacción química con ácido clorhídrico.

- **Forma cristalina**

Este concepto tiene que ver con la forma en que se desarrollan los cristales, por tanto, es la expresión externa de un mineral que refleja la disposición interna ordenada de los átomos.

- **Color**

Es una de las propiedades menos útiles en la identificación de minerales, ya que hay existen múltiples variaciones de color en un solo mineral, tal es el caso del cuarzo en donde sus colores van desde el rosa hasta el púrpura; por otra parte, minerales distintos pueden presentar colores idénticos. El color de los minerales se debe a la absorción selectiva de ciertas longitudes de onda de la luz blanca por algunos de los átomos del mineral.

- **Raya**

Para determinar esta propiedad se raya el mineral utilizando otro de dureza mayor y se determina el color del polvo fino obtenido (pertenece al mineral de dureza menor). Por ejemplo, la raya del feldespato potásico es blanca siempre, sin importar si el trozo es incoloro, color carne o verde.

- **Hábito¹⁰**

Se refiere a la forma común en que un mineral se presenta. Puede corresponder a cristales bien formados o a formas aparentemente no cristalinas. Según las formas básicas de los minerales, se pueden distinguir diferentes hábitos. El cobre por ejemplo se puede presentar como óxido de cobre, sulfuro de cobre o en estado nativo, por lo que pueden variar sus hábitos dependiendo de su estado y condiciones de entorno (alteraciones). Esta propiedad tiene tantas variedades como formas, que hace más fácil el reconocimiento de los minerales, algunas de las variedades son: Acicular, prismático o columnar, granular, bandeado, concrecionado o nodular, arborescente, masivo, radial, dendrítico, geoda, drusa, foliado, globular, fibroso, coraloide, filiforme, mamilar, botroidal, reniforme, amigdaloides, etc.

- **Brillo**

Se refiere al aspecto general que se observa en la superficie del mineral cuando éste refleja la luz. En general, es una distinción difícil de establecer, ya que es muy subjetiva. Existen tres grandes tipos de brillo:

- **Metálico:** mineral opaco a la luz, que tiene el aspecto brillante de un metal, y una raya negra o muy oscura. Por ejemplo, galena, piritita y calcopiritita.

¹⁰DANA, J. "Mineralogía Física". En. Manual de Mineralogía. México: Editorial Reverté S.A, 1997.

- Semimetálico: brillo propio de minerales transparentes o semitransparentes. Por ejemplo, argentita.
- No metálico: brillo que no tiene aspecto metálico. En general son de colores claros y transmiten la luz a través de láminas delgadas. El brillo no metálico puede clasificarse también en otras cuantas variedades: **vítreo, sedoso, resinoso, graso, adamantino y nacarado.**

- **Dureza**

Resistencia que se ofrece la superficie lisa de un mineral al ser rayada sobre una superficie lisa, ya sea por otro mineral o u algún objeto con una dureza mayor a la del mineral. La dureza es una propiedad vectorial, por lo que un mismo cristal puede presentar distintos grados de dureza, dependiendo de la dirección de la raya. Esta diferencia es tan ligera en la mayor parte de los minerales comunes, que sólo se distingue usando instrumentos delicados.

- **Escala de Mohs¹¹**: al usar esta escala, puede obtenerse un valor numérico, que consiste en diez minerales dispuestos en orden desde 1 (el más blando) hasta 10 (el más duro). La escala de Mohs es una clasificación relativa, y que no implica que el mineral número 7, cuarzo, sea dos veces más duro que el mineral 6, feldespato.

Figura 21. Escala de Mohs.

Dureza	Mineral	Se raya con / raya a	Composición química
1	Talco	Se puede rayar fácilmente con la uña	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	Yeso	Se puede rayar con la uña con más dificultad	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Calcita	Se puede rayar con una moneda de cobre	$CaCO_3$
4	Fluorita	Se puede rayar con un cuchillo de acero	CaF_2
5	Apatito	Se puede rayar difícilmente con un cuchillo	$Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$
6	Ortosa	Se puede rayar con una lija para el acero	$KAlSi_3O_8$
7	Cuarzo	Raya el vidrio	SiO_2
8	Topacio	Rayado por herramientas de carburo de wolframio	$Al_2SiO_4(OH, F)_2$
9	Corindón	Rayado por herramientas de carburo de Silicio	Al_2O_3
10	Diamante	El más duro, no se altera con nada excepto otro diamante.	C

Fuente: Modificado de Ciencias de la Tierra. TARBUCK, E, FREDERICK, L. 2005.

¹¹TARBUCK, Edward, FREDERICK, Lutgens. "Materia y minerales" En. Ciencias de la Tierra. Madrid: Editorial Pearson Educación S. A, 2005. p.p 77 a 106.

- **Tenacidad**

Es la resistencia de un material al oponerse a ser roto, molido, quebrado, doblado o desgarrado, es decir, responde a su cohesión que a la capacidad de un mineral para resistir la separación de sus componentes sin perder sus propiedades. Además existen varios tipos de tenacidades, por ejemplo, el cobre posee una tenacidad dúctil, se pueden formar con él alambres e hilos.

Los tipos de tenacidad son: **frágil, maleable, sectil, dúctil, flexible y elástico.**

- **Densidad**

Depende de la composición química del mineral y de su estructura cristalina. Se conoce como el cociente entre el peso de un mineral y el peso de un volumen igual de agua. A una temperatura y presión dadas, los minerales que son poco variables químicamente tienen una densidad constante. En ocasiones, basta con determinarla mediante el uso de instrumentos como balanzas y picnómetros para identificar el mineral directamente.

- **Exfoliación**

Tendencia de un mineral a romperse a lo largo de planos de enlaces débiles. No todos los minerales tienen planos definidos de enlaces débiles, pero los que poseen exfoliación pueden ser identificados por sus superficies lisas distintivas, que se producen cuando se rompe el mineral. Según el grado de exfoliación tenemos: **excelente, perfecta, buena, imperfecta y muy imperfecta.**

Figura 22. Planos de exfoliación.



Fuente: Modificado de Manual de Mineralogía. Dana, J. 1997.

- **Fractura**

Cuando los minerales al romperse no exhiben exfoliación, como el cuarzo se dice que tienen fractura. Las diferentes clases de fractura son: concoidal, fibrosa o astillosa, ganchuda, desigual o irregular y terrosa

- **Propiedades electromagnéticas**

Magnéticas: cuando un mineral es atraído fuertemente por un imán se denominan ferromagnéticos (magnetita), cuando son atraídos débilmente se llaman paramagnéticos (hematites, siderita) y cuando no son atraídos se llaman diamagnéticos (azufre, cuarzo).

Eléctricas: los óxidos, sulfuros y metales nativos transmiten la corriente eléctrica pero no todos los minerales son conductores o dieléctricos. Algunos minerales al estar sometidos a presiones adquieren cargas eléctricas de signo contrario en sus extremos. Este fenómeno se conoce como piezoelectricidad (cuarzo). La piroelectricidad se da en algunos cristales cuando se someten a variaciones térmicas y se cargan de electricidad en algunas caras (la turmalina).

4.6 PROPIEDADES QUÍMICAS

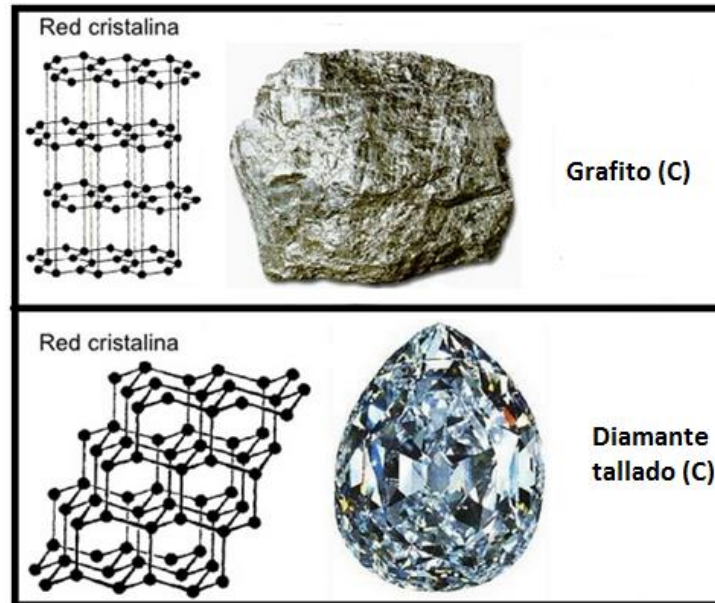
Como se vio anteriormente, un mineral es una disposición ordenada de átomos químicamente unidos que forman una estructura, por tanto para conocer las propiedades químicas de los minerales es necesario saber que el empaquetamiento ordenado de los átomos se refleja en objetos de formas regulares denominados cristales. Es por ello que se dice que los minerales tienen una estructura cristalina concreta.

- **Polimorfismo**

En general, con presiones menores y mayores temperaturas, aparecerán estructuras más abiertas; y a mayores presiones y menores temperaturas, las estructuras resultantes serán más compactas. Como ejemplos de polimorfismo podemos nombrar:

- C: Grafito-diamante.
- CaCO_3 : Aragonito-calcita.
- SiO_2 : Cuarzo-cristobalita, tridimita-cohesita, etc.
- KAlSi_3O_8 : Microclina-sanidina-ortosa (feldespatos potásicos).

Figura 23. Comparación de las estructuras del diamante y el grafito.

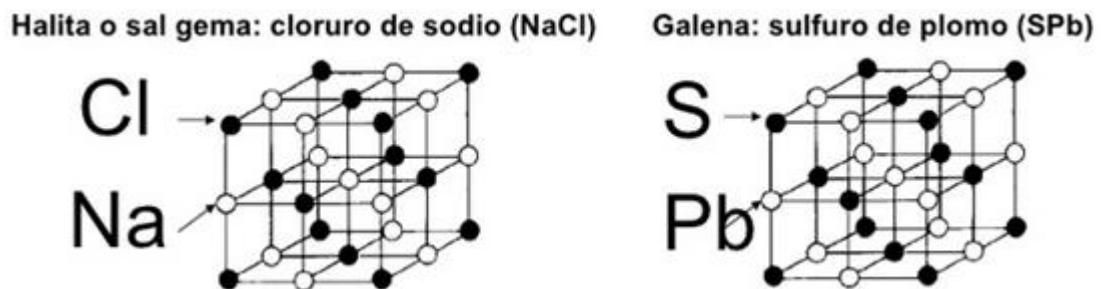


Fuente: Modificado de Ciencias de la Tierra. TARBUCK, E, FREDERICK, L. 2005.

- **Isomorfismo**

Es el fenómeno por el cual dos sustancias distintas, por el hecho de presentar la misma estructura, distribución de átomos y dimensiones en sus moléculas, son capaces de formar conjuntamente una sola red cristalina.

Figura 24. Ejemplo de isomorfismo.



Fuente: Los autores.

- **Efervescencia**

Generalmente los carbonatos producen efervescencia cuando son expuestos al contacto con ácidos. Para reconocerlos fácilmente, se puede realizar prueba que

consiste agregar una gota de ácido clorhídrico en la superficie del mineral, al entrar en contacto el ácido con el mineral se produce efervescencia.

4.7 CLASIFICACION QUIMICA DE LOS MINERALES

Alrededor de 4200 minerales son conocidos, cada año se agregan unos 30 o 40 nuevos. Sin embargo, sólo unos pocos constituyen la mayor parte de la corteza terrestre, por lo que se les clasifica como minerales formadores de rocas. Sólo ocho elementos constituyen la mayor parte de estos minerales y representan más del 98% del peso de la corteza continental.

De los cientos de minerales existentes solo unas veinte componen la mayor parte de las rocas de la corteza terrestre y el manto de la tierra. Los más importantes en cada tipo de rocas son:

- Rocas Igneas: Feldespatos, micas, anfíboles, piroxenos, olivinos y cuarzo.
- Rocas sedimentarias: Cuarzo, calcita, dolomita, arcilla, halita, yeso y feldespatos.
- Rocas metamórficas: Cuarzo, feldespatos, anfíboles, piroxenos, micas, granates y clorita.

Son varios los grupos en la clasificación química, estos se dividen según sus compuestos químicos. Cualquier mineral conocido puede ser integrado dentro de estos grupos.

- **Elementos nativos**

Son los elementos que aparecen sin combinarse con los átomos de otros elementos como por ej: oro Au, plata Ag, cobre Cu, azufre S, diamante C.

- **Sulfuros**

Los sulfuros naturales son la clase más importante en la metalurgia, pues en ella entran metales tan importantes como el hierro, estaño o manganeso, y otras menas como la galena o la esfalerita. Ejemplo de minerales son la pirita (FeS); calcopirita (CuFeS_2); galena (PbS); blenda (ZnS); cinabrio (HgS)

- **Haluros**

Los halogenuros o haluros, son compuestos que resultan de la combinación de un halógeno (cloro, flúor, bromo o yodo), con otro elemento. Un ejemplo común de halogenuro es la halita (sal de gema). Comprende los cloruros, fluoruros, bromuros y yoduros naturales.

- **Óxidos e hidróxidos**

Son el producto de la combinación del oxígeno con un elemento. En realidad, casi todos los elementos forman óxidos, que se dividen según sus propiedades en óxidos básicos (metálicos) y ácidos (formados por combinación del oxígeno con un elemento no metálico).

Los óxidos son compuestos de metales con oxígeno como anión. Ejemplo de estos son: cuprita Cu^2O , corindón Al^2O^3 , hematites Fe^2O^3 , cuarzo SiO^2 , rutilo TiO^2 , magnetita Fe^3O^4

- **Carbonatos**

Los carbonatos son sales derivadas de la combinación del ácido carbónico y un metal. Estos compuestos están muy difundidos como minerales en la naturaleza. Como ejemplos tenemos: la azurita y malaquita (carbonatos hidratados de cobre), calcita (CaCO^3), aragonito (CaCO^3) y Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}^3)^2$

- **Sulfatos**

Son sales o ésteres del ácido sulfúrico, son solubles en agua, excepto los sulfatos de plata, mercurio, calcio, bario, plomo y estroncio. Son minerales de origen diverso, inestables, de aspecto variable y generalmente de escasa dureza. Ejemplo de sulfato es la baritina (BaSO^4), el yeso ($\text{CaSO}^4 \cdot 2\text{H}^2\text{O}$) y la tenardita (Na^2SO^4).

- **Fosfatos**

En los fosfatos el complejo aniónico $(\text{PO}^4)^{3-}$ es el complejo principal, como en el apatito $\text{Ca}^5[(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})/\text{PO}^4]^3$ los arseniatos contienen $(\text{AsO}^4)^{3-}$ y los vanadatos contienen $(\text{VO}^4)^{3-}$ como complejo aniónico.

- **Grupo de los silicatos**

Es el grupo más grande de los minerales formadores de rocas, donde el anión está formado por grupos silicatos del tipo $(\text{SiO}_4)^{4-}$. Los silicatos son sales de ácido silícico. Se trata de los compuestos más frecuentes y fundamentales de la litosfera. Integran casi el 95% de la corteza terrestre, y se hallan exclusivamente en forma de silicio y oxígeno, o en combinación con otros elementos.

- **Nesosilicatos:** formados de tetraedros independientes, que alternan con iones metálicos positivos como p.ej. en el olivino: $(\text{FeMg})_2\text{SiO}_4$.
- **Sorosilicatos:** formados de pares de tetraedros: $[\text{Si}_2\text{O}_7]$, por ejemplo epidota.
- **Ciclosilicatos:** formados por anillos de tetraedros de $[\text{SiO}_4]^{4-}$: $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$, $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$, $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$, p.ej. berilo $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$.
- **Inosilicatos:** formados por cadenas simples o cadenas dobles de tetraedros de $[\text{SiO}_4]^{4-}$: cadenas simples por ejemplo piroxenos y dobles como el anfíbol.
- **Filosilicatos:** formados por placas de tetraedros de $[\text{SiO}_4]^{4-}$ por ejemplo: la biotita y la caolinita.
- **Tectosilicatos:** La estructura que caracteriza a los tectosilicatos es el armazón tridimensional de tetraedros. Todos los vértices de los tetraedros son oxígenos puente o sea, que la carga negativa del armazón no existe si es sólo el silicio quien ocupa la coordinación tetraédrica, o es igual al número de iones trivalentes que ocupan esta coordinación. Si existe una gran sustitución de silicio por aluminio se presenta el grupo de los feldespatoides y, si esa sustitución es escasa, el grupo de los feldespatos. Por ejemplo: feldespatos KAlSi_3O_8 , plagioclasas ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ Anortita y $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ Albita) y cuarzo SiO_2

5 ROCAS

Se llama así, toda asociación de partes minerales homogéneas o heterogéneas que se encuentren en la corteza sólida de la tierra en masas bastante grandes como para ser consideradas parte esencial, de esa corteza. Están compuestas de mezclas de minerales pasando por diferentes clases de transformación debido a procesos geológicos, gracias a estos procesos se dan clasificaciones de las rocas como son las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

5.1 IGNEAS

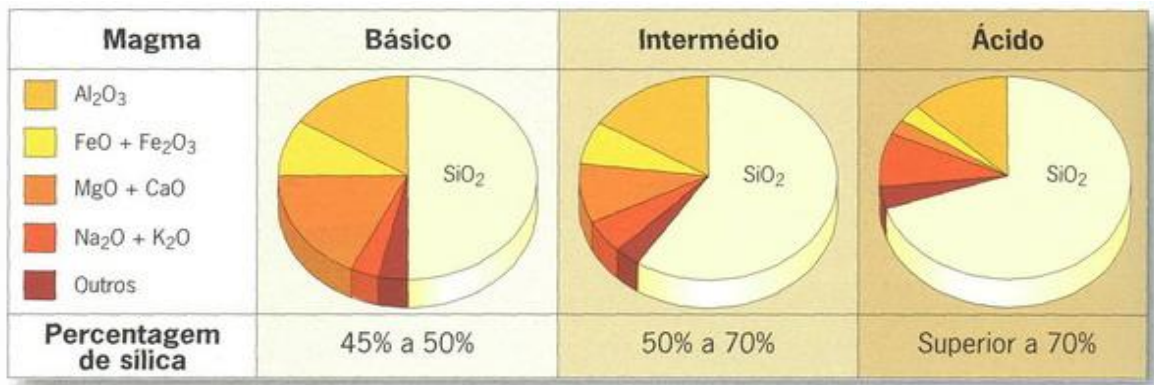
Son aquellas rocas que se forman por solidificación o enfriamiento del magma. Cuando el magma se enfría lentamente y se endurece bajo tierra forma el granito y otras rocas de grano grueso o cristales grandes. El magma que aflora en erupción a la superficie se enfría rápidamente y forma basalto y otras clases de rocas volcánicas.

5.1.1 Texturas

La lenta cristalización de las rocas plutónicas da una textura que representa que sus minerales sean de forma granuda (granito), estos minerales se diferencian bien unos de otros, tienen un tamaño similar y son relativamente grandes. Los primeros minerales en cristalizar pueden desarrollar formas geométricas, puesto que reúnen las condiciones necesarias para ello. La clasificación textural es:

- **Afanítica:** se desarrollan cristales muy pequeños que significa enfriamiento rápido del magma.
- **Fanerítica:** cristales de casi de igual tamaño, enfriamiento intermedio del magma.
- **Porfirítica:** tiende a desarrollar cristales de gran tamaño por el enfriamiento lento del magma normalmente no sale de la superficie.

Figura 25. Clasificación textural.



Fuente: Modificado de Ciencias de la Tierra. TARBUCK, E, FREDERICK, L. 2005.

5.1.2 Composición del magma

La formación de un magma requiere de temperaturas suficientemente altas para fundir el material terrestre. El proceso de solidificación de un magma se llama magmatismo y las rocas que se crean ya sean en el exterior o en el interior de la Tierra, se denominan rocas ígneas o magmáticas.

El magma que no alcanza a salir a superficie y se enfría lentamente en el interior de la corteza terrestre recibe el nombre de rocas magmáticas plutónicas o intrusivas.

Mientras cristalizan los minerales, el magma puede ir ascendiendo y fundiendo las rocas suprayacentes. En su ascenso, el magma puede encontrar grietas, que irá rellenando y ampliando; las rocas que genere cuando se enfríe se denominan rocas magmáticas filonianas.

A veces las grietas q se encuentra un magma en su ascenso llegan hasta la superficie terrestre pasa a ser lava, cambiando su composición química al mismo tiempo, ya sea en el interior de un continente o en el mar. El magma solidificará más rápidamente y las rocas resultantes se llaman rocas volcánicas o extrusivas

5.1.3 Tipos de magma

- **Básico**(magma basáltico): es un magma de líquidos y temperaturas entre 900 ° C y 1200 ° C. Este magma se asocia con límites divergentes y puntos calientes.

- **Ácido**(magma riolítico): es un magma viscoso y la temperatura por debajo de 850 ° C. Este magma se asocia con los límites convergentes entre placa continental / continental.
- **Intermedio**(magma andesítico): es un magma con características intermedias entre el básico y el ácido. Este magma se asocia con los límites de placas convergentes entre oceánica / oceánica y oceánica / continental.

5.1 SEDIMENTARIAS

Podemos considerar las rocas sedimentarias como una capa algo discontinua y relativamente delgada de la porción más externa de la corteza. Este hecho se entiende con facilidad cuando consideramos que el sedimento se acumula en la superficie.

5.1.4 Clasificación

La clasificación de las rocas sedimentarias se debe a la acumulación de sedimentos que son sometidos a procesos físico – químicos y diagenéticos. Estos pueden ser:

- **Rocas detríticas:** se dan por procesos de erosión que son transportados en forma de grados de sedimentación de minerales o de rocas llamadas clastos que viajan de las partes más altas como por ejemplo de la cima de las cordilleras hasta las partes de menos altitud
- **Rocas químicas o de precipitación:** Las rocas de sedimentación química se forman por la precipitación de químicos disueltos en el agua donde la sedimentación de la roca se forma en el mismo lugar de la cuenca sedimentaria.
- **Rocas de origen orgánico:** Estas se dan en zonas más profundas de menor energía se presta para la preservación de materia orgánica como conchas o placton gracias a su sistema anóxico o anoxigénico acumulándose continuamente, esto ayuda a que aumente la temperatura de la roca y comience a transformarse generando así hidrocarburo.

5.1.5 Ambientes

Se clasifican dependiendo del lugar donde se depositan los sedimentos y la energía que afecto su transporte, en general son:

- **Ambiente continental:** una serie de capas sedimentarias, se pueden ver los cambios sucesivos de las condiciones ambientales que hubo en un lugar concreto con el paso del tiempo en el continente.
- **Ambiente marino:** los ambientes deposicionales marinos se dividen en función de su profundidad. El ambiente marino somero alcanza profundidades de unos 200 metros y se extiende desde la orilla hasta la superficie externa de la plataforma continental. El ambiente marino profundo se encuentra mar adentro, a profundidades superiores a los 200 metros más allá de la plataforma continental. El ambiente marino somero rodea todos los continentes del mundo.
- **Ambiente litoral:** el ambiente Litoral es el medio de playa que se extiende desde la región de alta marea hasta la de la baja marea, una de sus características es su sumersión alternada y su exposición sub área durante el ciclo de las mareas.
- **Ambiente sublitoral:** es una franja ancha paralela a la costa, el material clástico vaciado desde el lado de la tierra por las corrientes y es esparcido sobre el fondo en respuesta a la energía mecánica efectiva presente en el medio.
- **Plataforma:** es la parte que se encuentra entre la línea de costa y el piso del nivel del mar.

5.2 METAMORFICAS

Las rocas metamórficas son el producto de la transformación de rocas en su estado original, ya sean rocas sedimentarias, ígneas o de las mismas metamórficas debido a un proceso de metamorfismo por causas de condiciones físico – químicas que se dan por esfuerzos, presiones y temperaturas.

5.2.3 Metamorfismo

Es un proceso que provoca cambios en la mineralogía, la textura y a menudo la composición química de las rocas. Esto ocurre por factores como cambios de presión y temperatura como son los esfuerzos y la introducción de fluidos químicamente activos, estos cambios ocurren a presiones y temperaturas altas, se dan debajo de la superficie hasta el manto superior.

5.2.4 Ambientes metamórficos

El metamorfismo puede dar en diferentes clases de ambientes, existen dos tipos; el primero es el que esta creciente con los bordes de placa donde se encuentra el metamorfismo de:

- **Hidrotermal:** se produce cuando hay una interacción entre las rocas y agua caliente químicamente activa. Es un metamorfismo asociado a la presencia de fluidos calientes que contienen gran cantidad de iones disueltos.
- **Regional:** Se produce por el efecto simultáneo de un aumento de la presión y de la temperatura durante largos períodos de tiempo en grandes áreas de la corteza terrestre con gran actividad tectónica, como los límites de las placas litosféricas.
- **Dinámico:** el factor dominante en el metamorfismo dinámico (o dinamometamorfismo) es la presión, provocada por el movimiento entre bloques o placas que genera la acción de las fallas.
- **De enterramiento:** Se produce debido al aumento de temperatura y presión que sufren los sedimentos a 10.000-12.000 metros de profundidad en la corteza terrestre.
- **Contacto:** ocurre cuando la transformación de las rocas se debe principalmente a las altas temperaturas a las que se ven sometidas.
- **Impacto:** ocurre por el efecto de ondas de choque producidas por impactos meteoríticos, explosiones nucleares o ensayos de laboratorio.

6 GEODINÁMICA

La tierra como hoy la conocemos, no ha permanecido así a lo largo del tiempo, la distribución de las masas, configuración de océanos y la existencia de vida, han sido aspectos que hace m.a no existían. El planeta es el resultado de varios procesos complejos tanto al interior como en su exterior de este.

Si hablamos de geodinámica, se debe entender que existen procesos dinámicos (masas y estructuras en movimiento, en el tiempo y en el espacio), que tienen lugar en la Tierra, por lo tanto esta rama de la ciencia nos permite conocer las causas de todo lo que en el ámbito natural se produce en el Planeta.

Durante miles de m.a se ha ido sucediendo un lento pero continuo desplazamiento de las placas que forman la corteza del planeta Tierra, originando la llamada "tectónica de placas", una teoría que complementa y explica la deriva continental .

6.1 TECTÓNICA DE PLACAS

En el siglo XX Alfred Wegener inicio una hipótesis que tuvo gran aceptación, hablo por vez primera de la deriva continental. Uno de sus más importantes principios era que un supercontinente denominado Pangea empezó a separarse en continentes más pequeños hace unos 200 m.a. Los fragmentos de estos continentales menores "emigraron" entonces a sus posiciones actuales. Para apoyar la afirmación de que los continentes ahora separados estuvieron unidos en algún momento unidos, Wegener y otros utilizaron el ajuste entre Sudamérica y África (fondo oceánico), las evidencias fósiles, los tipos y estructuras rocosas y la palioclimatología. Pero, como objeción a esta hipótesis de la deriva continental, fue su incapacidad para proporcionar un mecanismo aceptable para el movimiento de los continentes.

A partir de estas apreciaciones de Wegener, se inició también la teoría de expansión del fondo oceánico fue propuesta hacia la mitad del siglo XX y está sustentada en observaciones geológicas y geofísicas que indican que las cordilleras meso-oceánicas (dorsales oceánicas) funcionan como centros donde se genera nuevo piso oceánico conforme los continentes se alejan entre sí. Esto fue propuesto por John Tuzo Wilson.

Los continentes se unen o fragmentan entre sí, los océanos se cierran y abren, las montañas se fragmentan y el clima se modifica; todo esto ha influenciado de forma importante tanto en la evolución como desarrollo de los seres vivos. También se

crea nueva corteza en los fondos marinos, se destruye corteza en las trincheras oceánicas y se producen colisiones entre continentes que modifican el relieve.

6.1.2 Corrientes de convección

El origen del movimiento de las placas nace en las corrientes de materiales que suceden en el manto, y se llaman corrientes de convección, y sobre todo en la fuerza de la gravedad. Las corrientes de convección se producen por diferencias en densidad y temperatura, de manera que los materiales más calientes pesan menos y ascienden y los materiales más fríos, son más densos, pesados y descienden.

El manto aunque es sólido se comporta como un material plástico o dúctil, es decir, se deforma y se estira sin romperse, debido a sus altas temperaturas a las que se encuentra, sobre todo el manto inferior.

Acerca de la convección en el manto, existen variados modelos científicos, coincidiendo en su gran mayoría en sus límites situados entre núcleo externo-manto interno y el límite astenosfera-corteza oceánica.

6.2 MOVIMIENTO DE LAS PLACAS

Los movimientos ocurridos por las corrientes de convección, generan el desplazamiento de las placas tectónicas, este movimiento termina en unos bordes que pueden ser:

- **Bordes divergentes:** donde dos placas se separan, lo que produce el ascenso de material desde el manto para crear nuevo suelo oceánico.
- **Bordes convergentes:** donde dos placas se juntan provocando el descenso de la litosfera oceánica debajo de una placa continental, o posiblemente la colisión de dos bloques continentales para crear un sistema montañoso.
- **Bordes de falla transformante:** donde dos placas se desplazan lateralmente una respecto de la otra sin la producción ni destrucción de litosfera.

6.2.2 Límites divergentes

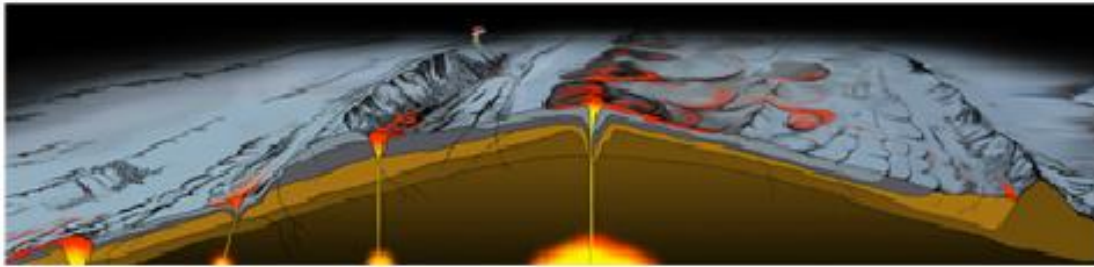
Estos límites se dan cuando el movimiento de las placas es de separación, se crea un "hueco" en la litosfera, aprovechado por rocas magmáticas para generar nueva corteza oceánica. La mayoría de los bordes divergentes se localiza a lo largo del eje del sistema de dorsales oceánicas, asociada con la expansión del fondo oceánico, que se produce a velocidades de 2 a 15 cm al año.

- **Dorsales de expansión rápida**

La dorsal ubicada en el Océano Pacífico-este es un gran ejemplo de dorsal de rápida velocidad de expansión. En su parte central presenta un rift poco marcado.

En la siguiente imagen se muestra la topografía de estas dorsales. Como se puede ver el rift es poco evidente debido a la gran elevación central. Las velocidades de expansión de estas dorsales pueden llegar a 10 cm/año. Presentan una sismicidad menor que las de tipo Atlántico (de menor velocidad de expansión).

Figura 26. Dorsal del Pacífico-este.



Fuente: Modificado de Ciencias de la Tierra. TARBUCK, E, FREDERICK, L. 2005.

- **Dorsales de expansión lenta**

La dorsal Centro Atlántica es un ejemplo de este tipo, por tanto tiene un rift central bien definido. Esta por el contrario muestra un valle limitado por fallas normales y en su centro se está formando nueva litosfera oceánica.

6.2.3 Límites convergentes¹²

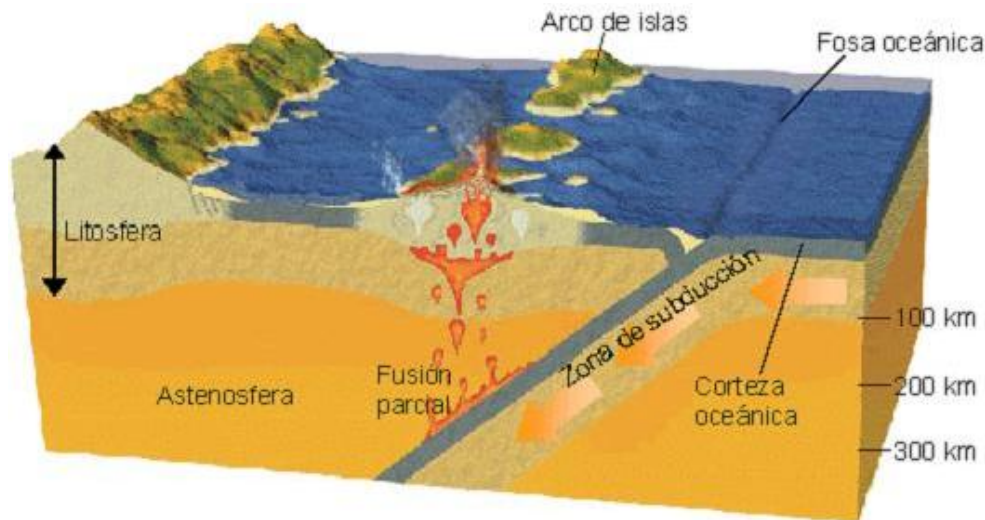
Con frecuencia las placas no se deslizan en forma continua; por el contrario acumulan tensión a los dos lados de las placas hasta llegar a un nivel de energía acumulada que sobrepasa el necesario para producir el deslizamiento brusco de la placa marina.

Según el tipo de placa implicado, se pueden distinguir tres clases de límites convergentes o colisiones.

¹²TARBUCK, Edward, FREDERICK, Lutgens. "Tectónica de Placas" En. Ciencias de la Tierra. Madrid: Editorial Pearson Educación S. A, 2005. p.p56.

- **Colisión continental-oceánica:** una placa con corteza oceánica colisiona con una placa de corteza continental la cual, al ser más ligera, "flota" sobre la oceánica que se hunde (subduce) en el manto. Figura 21. Convergencia continental-oceánica.

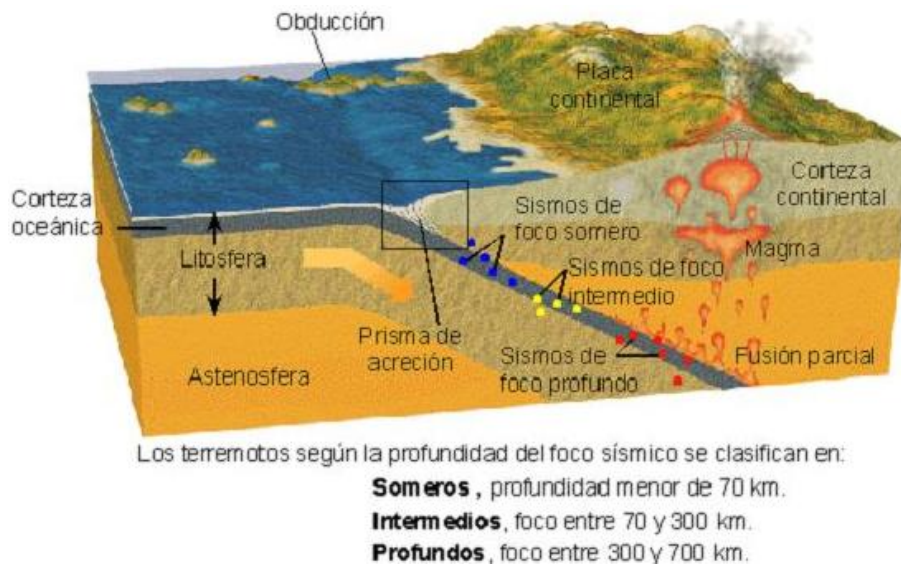
Figura 27. Colisión continental-oceánica



Fuente: Modificado de Ciencias de la Tierra. TARBUCK, E, FREDERICK, L. 2005.

- **Colisión oceánica-oceánica:** dos placas con corteza oceánica colisionan. Una placa se subduce bajo la otra iniciándose la fusión y la actividad volcánica como en la convergencia oceánica-continental; los volcanes crecen desde el fondo oceánico originando cadenas de edificios volcánicos que emergen como islas, conocidas como arco de islas volcánicas.

Figura 28. Colisión oceánica-océánica.

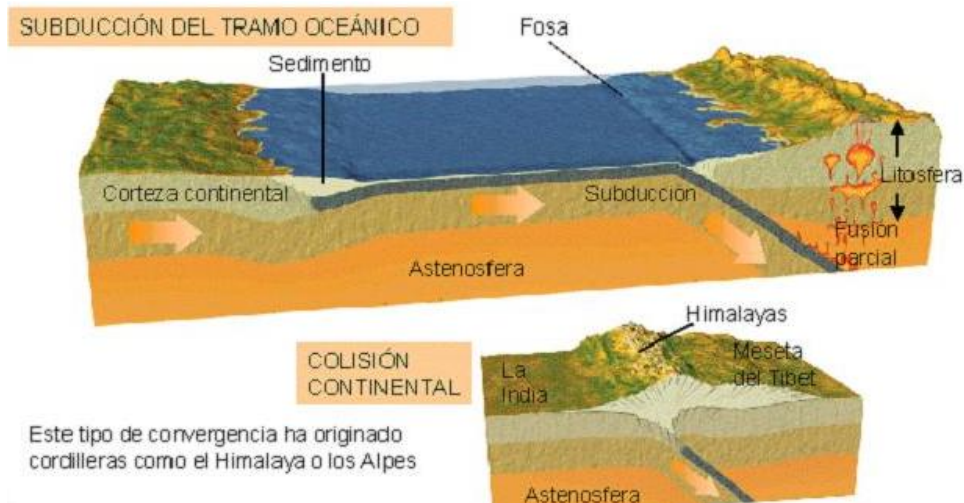


Fuente: Modificado de Ciencias de la Tierra. TARBUCK, E, FREDERICK, L. 2005.

- **Colisión continente-continente**

Cuando una placa oceánica en subducción contiene también litosfera continental, la subducción continuada acabará uniendo los dos bloques continentales, dado que ambos flotan en la astenosfera, colisionarán.

Figura 29. Colisión continente-continente.



Fuente: Modificado de Ciencias de la Tierra. TARBUCK, E, FREDERICK, L. 2005.

6.2.4 Limites transformantes

Existen zonas donde el movimiento de las placas es paralelo y de sentido contrario. Su presencia es notable gracias a las discontinuidades del terreno. Son conocidos también por zonas de falla transformante o límites transcurrentes y presentan una intensa sismicidad.

Estas fracturas o fallas transformantes se encuentran generalmente cortando cada 50 o 100 km y desplazando las dorsales oceánicas.

Se pueden encontrar en dos situaciones diferentes: formando parte de un **límite neto entre do placas** o **conectando tramos de un a dorsal**. En ambos casos el razonamiento de las placas va a originar una intensidad sísmica.

6.3 AGENTES DINAMICOS

La Geodinámica es la rama de las ciencias de la Tierra que estudia los agentes o fuerzas que intervienen en los procesos dinámicos de la Tierra. Esta se puede dividir en:

- Geodinámica interna o procesos endógenos

Estudia las transformaciones de la estructura interna de la Tierra en relación con las fuerzas que actúan en su interior, usando técnicas de prospección (técnicas geofísicas).

- Geodinámica externa o procesos exógenos de la superficie terrestre

Intervienen factores y fuerzas externas de la Tierra (viento, agua, hielo, etc.), ligada al clima y a la interacción de éste sobre la superficie o capas más externas. Sobre el compendio de metodologías y técnicas que pueden emplearse sobre las formas del relieve (Geomorfología), y sobre algunos de sus agentes, como el agua (Hidrogeología).

6.3.2 Agentes geodinámicos internos

- Actúan desde el interior de la Tierra.
- Pueden producir desplazamientos en contra de la gravedad.
- Suelen aumentar el relieve de la superficie terrestre.
- Se originan en el manto superior o en la astenosfera.

Agentes magmáticos

- Internos: las rocas originadas por enfriamiento y solidificación del magma (Plutonismo).
- Externos: el vulcanismo se refiere a los magmas que han logrado escapar a la superficie.

Agentes sísmicos

- Temblores y terremotos: los agentes sísmicos constituyen uno de los agentes que producen cambios más repentinos y violentos en el relieve terrestre.

Agentes tectónicos

- Plegamientos o pliegues: resultan de las deformaciones plásticas, debido a las presiones en el interior de la Tierra se caracterizan como anticlinal y sinclinal.
- Fallas geológicas: son fracturas de las rocas, se producen cuando las fuerzas aplicadas sobre las rocas superan su resistencia y se rompen.
- Orogénesis y orogenia: conjunto de procesos mediante los cuales se forman las grandes cadenas montañosas. Los movimientos orogénicos suelen iniciarse en los geosinclinales.
- Tectónica global: se denomina Teoría que empareja el actual concepto de la expansión del suelo oceánico con la antigua idea de la deriva continental.

6.3.3 Agentes geodinámicos externos

- Actúan sobre la corteza, como agente modelador.
- Se desplazan a favor de la gravedad.
- Son agentes destructores de relieve.
- Los responsables de llevar a cabo estos procesos son el agua, hielo y viento, actuando por medio de la meteorización y erosión.

Agentes atmosféricos

- El viento: Ejerce simultáneamente una labor de transporte, erosión y desgaste

- La temperatura: el cambio de temperatura es uno de los agentes mas eficaces de la descomposición de las rocas, especialmente en climas desérticos o de alta montaña, donde la variación de la temperatura es considerable.
- La humedad: la humedad atmosférica (vapor, de agua, rocío) penetra en las fisuras y grietas superficiales de las rocas y ejerce una acción química que conduce a la descamación y exfoliación de las rocas.

Agentes hidrológicos

- Aguas pluviales: el agua que se precipita sobre los continentes crea una acción disolvente y química que actúa como agente de meteorización.
- Aguas fluviales: cuando las aguas de lluvia son encauzadas progresivamente por los accidentes del terreno, discurren por cauces cada vez más estables y se inicia una red fluvial. Se divide en torrentes y ríos.
- Aguas marinas: agente geológico que ejerce en las costas una acción erosiva y abrasiva. Produce farallones, playas y terrazas.
- Aguas congeladas: se distinguen dos modalidades de agua congeladas; una, la más importante forma los casquetes polares y la otra esta en las zonas de las altas montañas, donde forma los glaciares de montaña.

Agentes biológicos

- Los animales: ejercen escasa influencia en el ambiente terrestre, pero contribuyen a modificar sensiblemente en el medio marino.
- Las plantas: los líquidos y los hongos contribuyen, desde un principio a la descomposición química de las rocas, extrayendo los elementos minerales que necesitan.
- El hombre y su medio: el hombre se encuentra entre los principales agentes que originan cambios en la superficie terrestre.

6.4 OTROS PROCESOS EXTERNOS

Se denominan procesos externos porque tienen lugar en la superficie terrestre o cerca de ella y se alimentan de la energía solar. Por el contrario, los procesos internos, como el vulcanismo y la formación de montañas, derivan su energía del interior de la Tierra.

Entre los procesos externos que eliminan continuamente los materiales de las zonas más elevadas y los transportan a las menos elevadas se cuentan:

- **La meteorización:** fragmentación física (desintegración) y alteración química (descomposición) de las rocas de la superficie terrestre, o cerca de ella.
- **Procesos gravitacionales:** transferencia de roca y suelo pendiente abajo por influencia de la gravedad.
- **Erosión:** eliminación física de material por agentes dinámicos como el agua, el viento o el hielo.

6.4.2 Meteorización mecánica

Cuando una roca experimenta este proceso, se rompe en fragmentos cada vez más pequeños, conservando así las características del material original. El resultado final son muchos fragmentos pequeños procedentes de uno grande. En la naturaleza, hay cuatro procesos físicos importantes que inducen la fragmentación de la roca

- **Gelifracción:** es el rompimiento de las rocas aflorantes a causa de una la presión que se ejercen sobre los cristales de hielo.
- **Descompresión:** cuando grandes masas de roca ígnea, en especial el granito, quedan expuestas a la erosión, empiezan a soltarse las concéntricas.
- **Termoclastia:** el cambio diario de temperatura puede meteorizar las rocas, en particular en desiertos cálidos donde las variaciones diurnas pueden superar los 30 °C.
- **Bioclastia:** la actividad de los organismos, entre ellos las plantas y animales excavadores provoca la meteorización.

6.4.3 Meteorización química

La meteorización química es el conjunto de los procesos llevados a cabo por medio del agua o por los agentes gaseosos de la atmósfera como el oxígeno y el dióxido de carbono.

Los principales procesos de meteorización química son:

- **Disolución:** Consiste en la incorporación de las moléculas de un cuerpo sólido a un disolvente como es el agua.

- **Oxidación:** se produce por el contacto del aire con las rocas en cuya composición entran minerales que se pueden combinar con el oxígeno para formar óxidos e hidróxidos.
- **Hidrolisis:** Consiste en la reacción de cualquier sustancia con el agua en medio ácido.

6.4.4 Procesos gravitacionales

Caracteriza el tipo de material implicado en un acontecimiento de movimiento de masa. En general, la clase de movimiento se describe como desprendimiento, deslizamiento y flujo.

Movimientos rápidos

- **Desprendimiento:** Cuando el movimiento implica la caída libre de fragmentos sueltos de cualquier tamaño. Es una forma común de movimiento en pendientes muy empinadas en donde el material suelto no puede mantenerse sobre la superficie.
- **Deslizamiento:** La mayoría de los procesos gravitacionales se describe como deslizamiento. Los deslizamientos se producen cuando el material se mantiene bastante coherente y se mueve a lo largo de una superficie bien definida.
- **Flujo:** El flujo se produce cuando el material se desplaza pendiente abajo en forma de un fluido viscoso. La mayor parte de los flujos está saturada de agua.

Movimientos lentos

- **Reptación:** es un tipo de proceso gravitacional que implica el movimiento descendente gradual del suelo y el regolito. Un factor que contribuye a la reptación es la expansión y contracción alternantes del material de superficie causadas por congelación y deshielo o por humectación y sequedad.

7 METODOLOGIA DEL DESARROLLO

7.1 ETAPA DE INICIO

Buscando respuestas a la deserción y ante al rendimiento no esperado por parte de la escuela de Geología, iniciamos una estrategia que consiste en la creación de una encuesta y así analizar la situación ocurrida con los estudiantes de la asignatura “Introducción a las Geociencias”. Esta encuesta fue realizada a los estudiantes mientras finalizaban su curso de introducción.

Cabe aclarar, que el objeto de esta encuesta no es calificar al profesor, pues no pretendemos juzgar su modelo de enseñanza, por el contrario damos una percepción de lo que está ocurriendo en el aula de clase, basándonos en los resultados producto de las encuestas. Dichos resultados y encuesta la encontramos a continuación.

Figura 30. Encuesta y resultados



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA

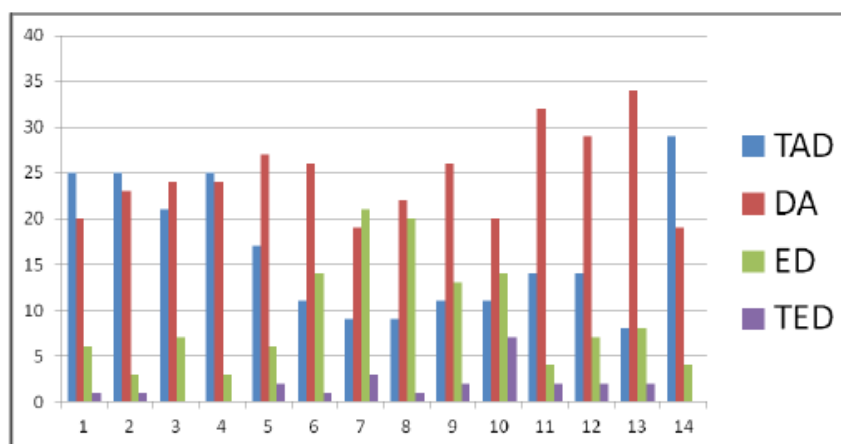
ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PERCEPCIÓN DE LOS PROCESOS EDUCATIVOS LLEVADOS A CABO DURANTE EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA "INTRODUCCIÓN A LAS GEOCIENCIAS"

Encuesta aplicada a los estudiantes de segundo nivel de la Escuela de Geología que ya aprobaron la asignatura "INTRODUCCIÓN A LAS GEOCIENCIAS"

Total de estudiantes encuestados: 52

Las barras señalan el número de estudiantes que respondieron en cada opción TDA: Totalmente de Acuerdo DA: De Acuerdo N: Neutro ED: En Desacuerdo TED: Totalmente en Desacuerdo

Gráfica de respuestas de la encuesta respondida por los estudiantes



INDICADORES		TDA	DA	ED	TED
1	El profesor proporciona el programa de la asignatura a los estudiantes para su conocimiento	25	20	6	1
2	Los contenidos que se presentan contribuyen con el desarrollo de los objetivos establecidos en el programa de la asignatura	25	23	3	1
3	Los contenidos que se presentan en <i>medios digitales</i> contribuyen con el desarrollo de los objetivos establecidos en el programa de la asignatura	21	24	7	0
4	La información recibida en las clases es coherente con los contenidos de la asignatura	25	24	3	0
5	Las estrategias de enseñanza y aprendizaje utilizadas son coherentes con los objetivos del programa	17	27	6	2
6	Las estrategias de enseñanza y aprendizaje utilizadas son coherentes con el número de estudiantes por actividad.	11	26	14	1
7	Los recursos audiovisuales para el componente teórico del laboratorio son adecuados	9	19	21	3
8	Los recursos informáticos para el componente teórico del laboratorio son adecuados	9	22	20	1
9	Los recursos bibliográficos para el componente teórico del laboratorio son adecuados	11	26	13	2
10	Las guías para el desarrollo del componente práctico del laboratorio son claras en las indicaciones e indicadores de logro	11	20	14	7

INDICADORES		TDA	DA	ED	TED
11 *	La forma en que se evalúa el aprendizaje y el desarrollo de las competencias de los estudiantes es adecuada	14	32	4	2
12	Las formas de evaluación son coherentes con los propósitos de formación del programa.	14	29	7	2
13	Las formas de evaluación son coherentes con las estrategias pedagógicas utilizadas para el desarrollo del programa.	8	34	8	2
14	Considera necesario que se utilice un espacio virtual como un apoyo a las actividades presenciales programadas para la asignatura	29	19	4	0



FORTALEZAS, DEBILIDADES y CONCLUSIONES DETECTADAS A PARTIR DE LAS ENCUESTAS

De los resultados de las encuestas respondidas, se detectó que

- La socialización oportuna del programa de la asignatura a los estudiantes
- Los recursos en medio digital no son variados ni llamativos, están limitados a presentaciones en power point un poco tediosas
- Los recursos bibliográficos, tales como libros, no siempre están disponibles
- La existencia de procesos de evaluación del aprendizaje tales como previos teóricos, quices, talleres y laboratorios pueden ser sistematizados con el uso de la plataforma.
- No hay un buen uso de material multimedia que apoye los contenidos de la asignatura



Es de resaltar que 92% de los encuestados están totalmente de acuerdo y/o de Acuerdo con que es necesario el uso de un espacio virtual como apoyo a los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación

Del anterior análisis concluimos que es necesario implementar un espacio virtual para la asignatura, para esto, iniciamos con la planificación de los contenidos para cada tema de la asignatura, es realizado en esta etapa: recursos, actividades y estrategias de aprendizaje y evaluación. Por ende se desarrolla el siguiente formato para el diseño de experiencias en línea teniendo en cuenta la funcionalidad de que ofrece la plataforma MOODLE; a continuación se muestra todo el formato para la asignatura:

 		Formato para el Diseño de Experiencias en línea Facultad de Físico- Químicas Escuela de Geología	
Nombre de la asignatura:		Introducción a las Geociencias	
Nombre del Docente:		Juan Diego Colegial Gutiérrez	
E-mail:		Colegial@uis.edu.co	
URL aula virtual			
PROPÓSITO DE LA ASIGNATURA			
<ul style="list-style-type: none"> • Promover en el estudiante el desarrollo de sentidos de identidad, pertenencia y análisis crítico frente a la realidad Universitaria y con relación a la realidad social, económica y cultural del país. • Dar a conocer al estudiante el espacio de la Universidad y el proceso educativo a través de la identificación de los diferentes actores e intereses que confluyen en estos escenarios y así mismo, aportar elementos informativos básicos sobre las políticas y estructuras administrativas de la Universidad. • Permitir al estudiante una visión lo más clara y amplia posible acerca de la profesión que libremente eligió como parte de su proyecto de vida y al mismo tiempo motivarlo para que asuma el reto de su formación con un alto nivel de compromiso. • Propiciar la integración de los alumnos a los programas académicos. • General un espacio de reflexión donde el estudiante comprenda desde una visión holística el mundo natural y social. • Sensibilizar al estudiante con procesos estéticos, culturales y artísticos como elemento fundamental de su formación integral y profesional. 			
Unidad o Tema		Generalidades	
Competencia(s) a desarrollar		<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer conceptos básicos y disciplinas de la geología. • Entender la composición y su estructura interna y externa de la Tierra. • Conocer y entender clases y las fuentes de energía • Analizar y comparar la evolución de la tierra con la escala de tiempo geológico. 	
Recursos			
(Descripción de los recursos que se suministrarán a los estudiantes para el desarrollo de las actividades presenciales o para el trabajo independiente)			
Nombre del recurso		Tipo (video, documento, animación...)	
Presentación en Power Point - La geología como ciencia		Documento en medio electrónico	
La Tierra: que pasaría si no existiera nuestra Luna		Video	
Presentación en Power Point - El planeta Tierra		Documento en medio electrónico	

Así se hizo la Tierra		Video	
Presentación en Power Point - Principios fundamentales de la Geología		Documento en medio electrónico	
Taller		Documento	
Estrategias y Actividades (Descripción de estrategias a utilizar y actividades a realizar para el logro del propósito y el desarrollo de la(s) competencia(s))			
Estrategias	Descripción de actividades (definición y lineamientos para su realización)	Tipo (correspondiente en Moodle)	Valoración/calificación (Descripción de la forma cómo se valorará la actividad y qué tipo de calificación tendrá)
Comprensión de video	Realizar un ensayo a partir del video "La Tierra: que pasaría si no existiera nuestra Luna" Mínimo de 2 páginas.	Actividad: Tareas	Se valora la redacción, coherencia y ortografía de textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0
Comprensión de video	A partir de los videos "Así se hizo la Tierra" hacer un ensayo con los contenidos del video, mínimo 6 página.	Actividad: Tareas	Se valora la redacción, coherencia y ortografía de textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0
Aplicación de conceptos	Participar en la solución de la preguntas presentadas por los demás estudiantes.	Actividad: Foro	Se valora la participación activa en discusiones y preguntas del profesor. Su máxima calificación será 5.0
			Se valoran los conocimientos y



Aplicación de los conceptos	Desarrollar el taller	Actividad: Tarea	razonamiento en temas vistos. Su máxima calificación será 5.0
Compromisos de los participantes			
Actividades del profesor		Actividades de los estudiantes	
Dar a conocer los propósito, competencias y actividades de la asignatura		Conocer los propósito, competencias y actividades de la asignatura	
Tener preparadas las clases con días de anterioridad		Conocer y revisar a diario la información disponible en Moodle	
Montar las herramientas necesarias para el desarrollo de actividades en Moodle		Asistir cumplida y ordenadamente a las clases y actividades asignadas por el docente	
Hacer visitar frecuentes para estar al día en los asuntos relacionados con la asignatura y necesidades de los estudiantes		Contar con por lo menos el doble de horas de la asignatura para realizar un trabajo independiente	
Contar con horas disponibles semanales para atender a sus estudiantes		Estar actualizado en temas relacionados con su plan de estudios	
Atender solicitudes y necesidades de los estudiantes		Cumplir con las tareas y actividades planteadas por el docente	

 	Formato para el Diseño de Experiencias en línea Facultad de Físico- Químicas Escuela de Geología
Nombre de la asignatura:	Introducción a las Geociencias
Nombre del Docente:	Juan Diego Colegial Gutiérrez
E-mail:	Colegial@uis.edu.co
URL aula virtual	
PROPÓSITO DE LA ASIGNATURA	
<ul style="list-style-type: none"> • Promover en el estudiante el desarrollo de sentidos de identidad, pertenencia y análisis crítico frente a la realidad Universitaria y con relación a la realidad social, económica y cultural del país. • Dar a conocer al estudiante el espacio de la Universidad y el proceso educativo a través de la identificación de los diferentes actores e intereses que confluyen en estos escenarios y así mismo, aportar elementos informativos básicos sobre las políticas y estructuras administrativas de la Universidad. • Permitir al estudiante una visión lo más clara y amplia posible acerca de la profesión que libremente eligió como parte de su proyecto de vida y al mismo tiempo motivarlo para que asuma el reto de su formación con un alto nivel de compromiso. • Propiciar la integración de los alumnos a los programas académicos. • General un espacio de reflexión donde el estudiante comprenda desde una visión holística el mundo natural y social. • Sensibilizar al estudiante con procesos estéticos, culturales y artísticos como elemento 	

fundamental de su formación integral y profesional.			
Unidad o Tema	Materia mineral		
Competencia(s) a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer las propiedades físicas de los principales minerales formadores de rocas. • Identificar como se forman los minerales y cuáles son los ambientes en donde estos cristalizan. • Identificar minerales en muestras de mano. • Manejar los instrumentos disponibles en el laboratorio para identificación y caracterización de los minerales. 		
Recursos (Descripción de los recursos que se suministrarán a los estudiantes para el desarrollo de las actividades presenciales o para el trabajo independiente)			
Nombre del recurso		Tipo (video, documento, animación...)	
Presentación en Power Point - Estructura de la materia mineral		Documento en medio electrónico	
Materia cristalina, cristales y cristalización		Video	
Presentación en Power Point - Propiedades e identificación de minerales		Documento en medio electrónico	
Minerales: propiedades, formación, cristalización		Video	
Presentación en Power Point -Clasificación química de los minerales		Documento en medio electrónico	
Guía de laboratorio parte teórica "Identificación de minerales"		Documento en medio electrónico	
Guía de laboratorio parte práctica "Identificación de minerales"		Documento	
Estrategias y Actividades (Descripción de estrategias a utilizar y actividades a realizar para el logro del propósito y el desarrollo de la(s) competencia(s))			
Estrategias	Descripción de actividades (definición y lineamientos para su realización)	Tipo (correspondiente en Moodle)	Valoración/calificación (Descripción de la forma cómo se valorará la actividad y qué tipo de calificación tendrá)
	Leer del libro Ciencias de la Tierra "Tarbuck&Lutgens" capítulo 3, 8va ed. (pgnas 78-86)		Se valora la redacción, coherencia y ortografía de

Comprensión y redacción de textos	<ul style="list-style-type: none"> • Minerales: componentes básicos de las rocas. • Composición de los minerales. Mínimo de 1, máximo 3 paginas cada uno	Actividad: Tareas	textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0
Comprensión de video	A partir del video realizar un ensayo "Materia cristalina, cristales y cristalización" Mínimo de 2 páginas.	Actividad: Tareas	Se valora la redacción, coherencia y ortografía de textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0
Comprensión de video	A partir del video "Minerales: propiedades, formación, cristalización" hacer un ensayo con los contenidos del video, mínimo 1 página.	Actividad: Tareas	Se valora la redacción, coherencia y ortografía de textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0
Aplicación práctica de los conceptos	Desarrollar las tablas de laboratorio y el cuestionario	Actividad: Tareas	Conocimientos aplicados en la entrega del informe y puntualidad, la mayor nota será 5.0
Preguntas propuestas del estudiante para discusión	Participar en la solución de la preguntas presentadas por los demás estudiantes	Actividad: Foro	Se valora la participación activa en discusiones y preguntas estudiante. Su máxima calificación será 5.0
Aplicación práctica de los conceptos	Desarrollar el cuestionario	Actividad: Quiz	Se valoran los conocimientos y razonamiento en temas vistos. Su máxima calificación será



			5.0
Compromisos de los participantes			
Actividades del profesor		Actividades de los estudiantes	
Dar a conocer los propósitos, competencias y actividades de la asignatura		Conocer los propósitos, competencias y actividades de la asignatura	
Tener preparadas las clases con días de anterioridad		Conocer y revisar a diario la información disponible en Moodle	
Montar las herramientas necesarias para el desarrollo de actividades en Moodle		Asistir cumplida y ordenadamente a las clases y actividades asignadas por el docente	
Hacer visitar frecuentes para estar al día en los asuntos relacionados con la asignatura y necesidades de los estudiantes		Contar con por lo menos el doble de horas de la asignatura para realizar un trabajo independiente	
Contar con horas disponibles semanales para atender a sus estudiantes		Estar actualizado en temas relacionados con su plan de estudios	
Atender solicitudes y necesidades de los estudiantes		Cumplir con las tareas y actividades planteadas por el docente	

 		Formato para el Diseño de Experiencias en línea Facultad de Físico- Químicas Escuela de Geología	
Nombre de la asignatura:		Introducción a las Geociencias	
Nombre del Docente:		Juan Diego Colegial Gutiérrez	
E-mail:		Colegial@uis.edu.co	
URL aula virtual			
PROPÓSITO DE LA ASIGNATURA			
<ul style="list-style-type: none"> • Promover en el estudiante el desarrollo de sentidos de identidad, pertenencia y análisis crítico frente a la realidad Universitaria y con relación a la realidad social, económica y cultural del país. • Dar a conocer al estudiante el espacio de la Universidad y el proceso educativo a través de la identificación de los diferentes actores e intereses que confluyen en estos escenarios y así mismo, aportar elementos informativos básicos sobre las políticas y estructuras administrativas de la Universidad. • Permitir al estudiante una visión lo más clara y amplia posible acerca de la profesión que libremente eligió como parte de su proyecto de vida y al mismo tiempo motivarlo para que asuma el reto de su formación con un alto nivel de compromiso. • Propiciar la integración de los alumnos a los programas académicos. • General un espacio de reflexión donde el estudiante comprenda desde una visión holística el mundo natural y social. • Sensibilizar al estudiante con procesos estéticos, culturales y artísticos como elemento fundamental de su formación integral y profesional. 			
Unidad o Tema		Rocas	

Competencia(s) a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer las propiedades físicas de las rocas. • Identificar como se forman las rocas y cuáles son los ambientes en donde estas se depositan. • Identificar las diferentes clases de rocas y sus propiedades en muestras de mano. • Manejar los instrumentos disponibles en el laboratorio para identificación y caracterización de las diferentes clases de rocas en muestras mano. 		
Recursos			
(Descripción de los recursos que se suministrarán a los estudiantes para el desarrollo de las actividades presenciales o para el trabajo independiente)			
Nombre del recurso		Tipo (video, documento, animación...)	
Presentación en Power Point - Rocas ígneas		Documento en medio electrónico	
Presentación en Power Point - Rocas Metamórficas		Documento en medio electrónico	
Presentación en Power Point - Rocas Sedimentarias		Documento en medio electrónico	
Ciclo de las rocas		Video	
Formación de las rocas con GEA		Video	
Guía de laboratorio teórico práctica "Identificación de rocas Igneas"		Documento	
Guía de laboratoriotéorico práctica "Identificación de rocas sedimentarias"		Documento	
Guía de laboratoriotéorico práctica "Identificación de rocas metamórficas"		Documento	
Estrategias y Actividades			
(Descripción de estrategias a utilizar y actividades a realizar para el logro del propósito y el desarrollo de la(s) competencia(s)			
Estrategias	Descripción de actividades (definición y lineamientos para su realización)	Tipo (correspondiente en Moodle)	Valoración/calificación (Descripción de la forma cómo se valorará la actividad y qué tipo de calificación tendrá)
	Leer del libro Ciencias de la Tierra		Se valora la redacción,

Comprensión y redacción de textos	"Tarbuck&Lutgens" capítulo 4,7,8, 8va ed. (págs 108 a 115, 202 a 223, 228 - 246) <ul style="list-style-type: none"> • Rocas ígneas • Rocas sedimentarias • Rocas metamórficas Mínimo de 2, máximo 4 páginas cada uno.	Actividad: Tareas	coherencia y ortografía de textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0
Comprensión de video	A partir del video "Ciclo de las rocas" realizar un ensayo mínimo de 2 páginas.	Actividad: Tareas	Se valora la redacción, coherencia y ortografía de textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0
Comprensión de video	A partir del video hacer un ensayo "Formación de las rocas con GEA" hacer un ensayo con los contenidos del video, mínimo 2 páginas.	Actividad: Tareas	Se valora la redacción, coherencia y ortografía de textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0
Aplicación práctica de los conceptos	Realizar el informe de laboratorio: Identificación de rocas sedimentarias y metamórficas.	Actividad: Tarea	Conocimientos aplicados en la entrega del informe y puntualidad, la mayor calificación será 5.0
Preguntas propuestas del estudiante para discusión	Participar en la solución de las preguntas presentadas por los demás estudiantes	Actividad: Foro	Se valora la participación activa en discusiones y preguntas del profesor. Su máxima calificación será 5.0
			Se valoran los conocimientos y razonamiento en

Aplicación práctica de los conceptos	Desarrollar el cuestionario	Actividad: Quiz	temas vistos. Su máxima calificación será 5.0
Aplicación de los conceptos	Desarrollar el taller	Actividad: Tarea	Se valoran los conocimientos y razonamiento en temas vistos. Su máxima calificación será 5.0
Compromisos de los participantes			
Actividades del profesor		Actividades de los estudiantes	
Dar a conocer los propósitos, competencias y actividades de la asignatura		Conocer los propósitos, competencias y actividades de la asignatura	
Tener preparadas las clases con días de anterioridad		Conocer y revisar a diario la información disponible en Moodle	
Montar las herramientas necesarias para el desarrollo de actividades en Moodle		Asistir cumplida y ordenadamente a las clases y actividades asignadas por el docente	
Hacer visitar frecuentes para estar al día en los asuntos relacionados con la asignatura y necesidades de los estudiantes		Contar con por lo menos el doble de horas de la asignatura para realizar un trabajo independiente	
Contar con horas disponibles semanales para atender a sus estudiantes		Estar actualizado en temas relacionados con su plan de estudios	
Atender solicitudes y necesidades de los estudiantes		Cumplir con las tareas y actividades planteadas por el docente	

 	Formato para el Diseño de Experiencias en línea Facultad de Físico- Químicas Escuela de Geología
Nombre de la asignatura:	Introducción a las Geociencias
Nombre del Docente:	Juan Diego Colegial Gutiérrez
E-mail:	Colegial@uis.edu.co
URL aula virtual	
PROPÓSITO DE LA ASIGNATURA	
<ul style="list-style-type: none"> • Promover en el estudiante el desarrollo de sentidos de identidad, pertenencia y análisis crítico frente a la realidad Universitaria y con relación a la realidad social, económica y cultural del país. • Dar a conocer al estudiante el espacio de la Universidad y el proceso educativo a través de la identificación de los diferentes actores e intereses que confluyen en estos escenarios y así mismo, aportar elementos informativos básicos sobre las políticas y estructuras administrativas de la Universidad. 	

<ul style="list-style-type: none"> • Permitir al estudiante una visión lo más clara y amplia posible acerca de la profesión que libremente eligió como parte de su proyecto de vida y al mismo tiempo motivarlo para que asuma el reto de su formación con un alto nivel de compromiso. • Propiciar la integración de los alumnos a los programas académicos. • General un espacio de reflexión donde el estudiante comprenda desde una visión holística el mundo natural y social. • Sensibilizar al estudiante con procesos estéticos, culturales y artísticos como elemento fundamental de su formación integral y profesional. 			
Unidad o Tema		Geodinámica	
Competencia(s) a desarrollar		<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer las capas de la Tierra responsables de la generación de magmas y dinámica interna. • Comprender como los procesos de la tectónica de placas, erosión y dinámica han moldeado la superficie terrestre. • Comprender los agentes o fuerzas que intervienen en los procesos dinámicos de la Tierra. • Entender la dinámica interna y externa, así como las transformaciones de su estructura, agentes y fuerzas que actúan en la Tierra. • Conocer las fuentes futuras de energía. 	
Recursos			
(Descripción de los recursos que se suministrarán a los estudiantes para el desarrollo de las actividades presenciales o para el trabajo independiente)			
Nombre del recurso		Tipo (video, documento, animación...)	
Presentación en Power Point -Tectónica de placas		Documento en medio electrónico	
Deriva continental y Tectónica de Placas		Video	
Presentación en Power Point -Agentes dinámicos		Documento en medio electrónico	
Viaje al centro de la Tierra		Video	
Presentación en Power Point - Otros procesos externos		Documento en medio electrónico	
Estrategias y Actividades			
(Descripción de estrategias a utilizar y actividades a realizar para el logro del propósito y el desarrollo de la(s) competencia(s))			
Estrategias	Descripción de actividades (definición y lineamientos para su realización)	Tipo (correspondiente en Moodle)	Valoración/calificación (Descripción de la forma cómo se valorará la actividad y qué

			tipo de calificación tendrá)
Comprensión y redacción de textos	<p>Leer del libro Ciencias de la Tierra "Tarbuck&Lutgens" capítulo 2, 8va ed. (págs 34 - 41)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deriva continental • El gran debate <p>Mínimo de 2, máximo 3 páginas cada uno</p>	Actividad: Tareas	<p>Se valora la redacción, coherencia y ortografía de textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0</p>
Comprensión de video	A partir del video "Deriva continental y Tectónica de Placas" hacer un ensayo mínimo de 2 páginas.	Actividad: Tareas	<p>Se valora la redacción, coherencia y ortografía de textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0</p>
Comprensión de video	A partir del video "Viaje al centro de la Tierra" hacer un ensayo con los contenidos del video, mínimo 5 páginas.	Actividad: Tareas	<p>Se valora la redacción, coherencia y ortografía de textos. Calificación cuantitativa, la mayor nota será 5.0</p>
Preguntas propuestas del estudiante para discusión	Participar en la solución de las preguntas presentadas por los demás estudiantes	Actividad: Foro	<p>Se valora la participación activa en discusiones y preguntas del profesor. Su máxima calificación será 5.0</p>
Aplicación práctica de los conceptos	Desarrollar el cuestionario	Actividad: Quiz	<p>Se valoran los conocimientos y razonamiento en temas vistos. Su máxima calificación será 5.0</p>

Compromisos de los participantes	
Actividades del profesor	Actividades de los estudiantes
Dar a conocer los propósito, competencias y actividades de la asignatura	Conocer los propósito, competencias y actividades de la asignatura
Tener preparadas las clases con días de anterioridad	Conocer y revisar a diario la información disponible en Moodle
Montar las herramientas necesarias para el desarrollo de actividades en Moodle	Asistir cumplida y ordenadamente a las clases y actividades asignadas por el docente
Hacer visitar frecuentes para estar al día en los asuntos relacionados con la asignatura y necesidades de los estudiantes	Contar con por lo menos el doble de horas de la asignatura para realizar un trabajo independiente
Contar con horas disponibles semanales para atender a sus estudiantes	Estar actualizado en temas relacionados con su plan de estudios

7.2 ETAPA DE DISEÑO

Después de tener el desarrollo de los formatos, con los que identificamos recursos y actividades que se necesitan, iniciamos con la adecuación y diseño de cada tema de la asignatura; estos fueron: presentaciones, talleres, lecturas complementarias, ejercicios y solucionarios. A continuación algunos pantallazos de las presentaciones elaboradas:

Figura 31. Capas de la Tierra.



Figura 32. Principio de sucesiones faunísticas.



Figura 33. Ejercicio en clase - fracturas en minerales.



CONSTRUYENDO FUTURO

Propiedades físicas de los minerales

¿Puedes identificar los tipos de fractura?



1.



2.



3.



4.




5.

Imagen tomada de: <http://www.mineralaspecimens.com/spanish/informacion-sobre-minerales/fractura-en-los-minerales.html>

Facultad de Salud / Facultad de Ciencias Humanas / Facultad de Ciencias / Facultad de Ingenierías Risco Mecánicas / Facultad de Ingenierías Físico Químicas / Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED www.uis.edu.co

Figura 34. Composición de los magmas.



CONSTRUYENDO FUTURO

Principales Magmas

Principales tipos de magmas

Los magmas más abundantes y característicos son tres: básico o basáltico, ácido o granítico e intermedio o andesítico.

Los dos primeros (básico y granítico) son magmas primarios, provienen de la fusión directa de rocas del manto.

- Magma básico
- Magma ácido
- Magmas de composición intermedia

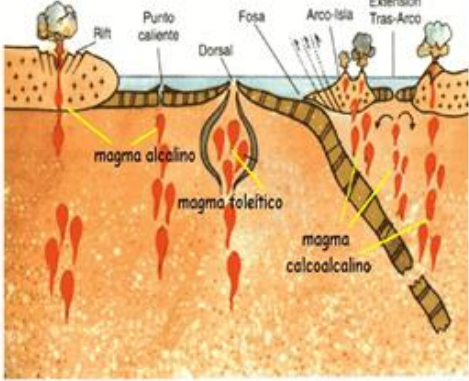


Imagen ilustrativa de la formación y ubicación de los tipos de magmas

Imagen tomada de http://educativa.catedu.es/44700165/bula/archivos/repositorio/750/984/html/11_clasificacin_y_tipos_de_magmas.html

Facultad de Salud / Facultad de Ciencias Humanas / Facultad de Ciencias / Facultad de Ingenierías Risco Mecánicas / Facultad de Ingenierías Físico Químicas / Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED www.uis.edu.co


Figura 35. Modelo de corrientes de convección.


CONSTRUIMOS FUTURO

Movimiento de las placas

Corrientes de convección

En las zonas profundas del manto, en contacto con el núcleo, el calor es muy intenso, por eso grandes masas de roca se funden parcialmente y al ser más ligeras ascienden lentamente por el manto, produciendo unas corrientes ascendente de materiales calientes, las plumas o penachos térmicos.




Corte esquemático de la Tierra en donde vemos el ascenso y descenso de materiales. Cabe aclarar que existen varios modelos y diferentes interpretaciones.


Imagen tomada de: <http://blogonero.blogspot.com/>
www.uis.edu.co

De igual forma, se diseñaron los ejercicios propuestos, talleres, laboratorios y lecturas basadas en textos científicos para cada uno de los temas. A continuación, algunas imágenes de como quedaron dichos recursos:

Figura 36. Taller de generalidades.



Universidad
Industrial de
Santander



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INTRODUCCION A LA GEOCIENCIAS
TALLER

TALLER INTRODUCCION DE LAS GEOCIENCIAS “Generalidades”

- En términos generales que es la geología y como se debe utilizar a nivel histórico como se ha desarrollado la geología.
- En cuanto a tiempo como está dividida la edad de nuestro planeta geológicamente.
- En que consiste el ciclo de Wilson y la composición de las rocas según sistema de depositación, explique brevemente máximo de una hoja.
- Cuáles son las disciplinas de la geología, explique brevemente para qué sirve cada una de ellas y que importancia tienen.
- Cuáles son las clases y fuentes de energía y cual sería nuestro aporte para un futuro sin contaminación.
- Hacer un recuento de cómo empezó a formarse el universo, las estrellas y la tierra hasta llegar a un estado casi perfecto en la actualidad.
- Realizar un esquema donde explique la estructura interna y externa del planeta tierra.
- Hacer un cuadro sinóptico diferente al mostrado en clase explicado cada una de las estructuras sedimentarias.
- Esquematizar regresión y transgresión con sus partes, causas, acontecimientos y diga en Colombia donde se encuentran.
- Hacer un cuadro comparativo explicando la edad geológica y escala de tiempo geológico con sus principales acontecimientos.

Figura 37. Laboratorio para identificación de minerales (una sección)

Su instructor le proporcionará un impreso con la escala de Mohs, además una colección de minerales para determinar el rango de dureza. Determine el rango de dureza de cada mineral y coloque sus resultados en la tabla 3.

Tabla 3. Dureza

No	Rango de dureza	Observación
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Su instructor le presenta una muestra de minerales, identifique en ellos la característica de brillo, color y raya. Resuma sus resultados en la tabla 4.

Tabla 4. Brillo, color, raya

No	Brillo	Color	Raya
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Su instructor le presenta una muestra de minerales, en los cuales una o más propiedades distintivas son manifiestas. Identifique esas propiedades y en base a ello identifique cada mineral de la muestra (esta identificación la realizará al finalizar la práctica, después de investigar las propiedades particulares que presentan ciertos minerales, por lo cual la última columna se completará fuera del laboratorio).

Coloque sus resultados en la tabla 5.

Tabla 5. Otras propiedades

No	Magnetismo	Reacción con HCl	Olor	Nombre
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

También se dejaron actividades a partir de video en temas concretos, en donde el estudiante debe hacer ensayos, resúmenes o ser participe en un foro. Lógicamente todas estas actividades tienen un valor cuantitativo, por lo tanto es deber del estudiante estar visitando la plataforma Moodle y ser participe tanto en clases presenciales como en las demás actividades.

7.3 ETAPA DE IMPLEMENTACION

Una vez realizada la elaboración de formatos, presentaciones, videos, talleres y demás recurso y actividades, se desarrolló el montaje en la plataforma Moodle, para lo cual participamos en una capacitación sobre el manejo de la misma. Como resultado de lo anteriormente mencionado, se muestra a continuación el espacio virtual creado.

Los contenidos del curso se montaron de acuerdo a los formatos diseñados, dando como resultado la información correspondiente a: el programa de la asignatura, los foros correspondientes a novedades del curso que tiene como finalidad brindar un espacio para las últimas noticias del curso; el foro de preguntas y respuestas usado en el caso de dudas y el foro social o cafetería destinado para el espacio social del curso, algunas URL externas, libros de consulta y videos. Asimismo se evidencia en la zonas laterales los bloques de izquierda a derechas: Personas, Actividades, Ajustes, últimas noticias, Entrar/salir, Calendario y Mensajes.

Figura 38. Pantalla de inicio del aula virtual

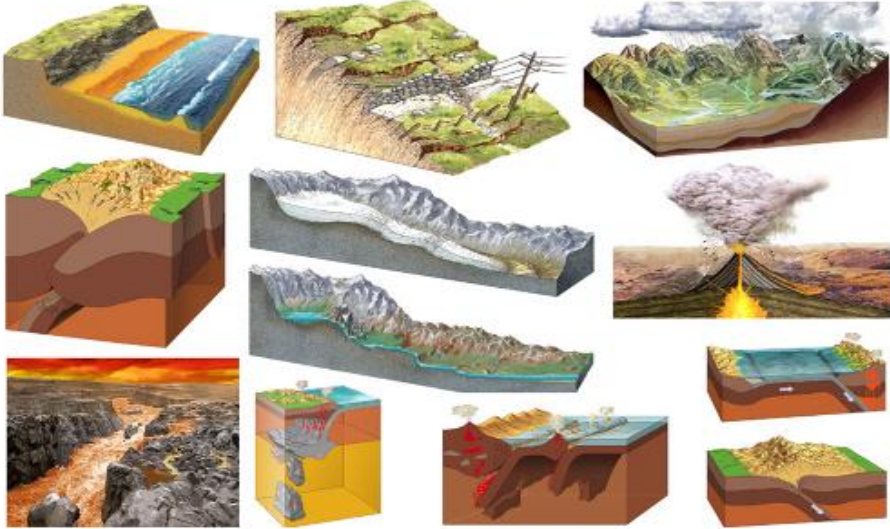


Respecto a la temática de la asignatura, como se mencionó anteriormente se encuentran divididas por temas. Cada uno de estos contiene recursos y actividades. A continuación se ilustran dos de los temas:


Figura 39. Pantalla Tema 1. Generalidades

Tema 1

GENERALIDADES




Recursos



- Planeación
- La Geología como Ciencia
- Origen de la Tierra
- Tiempo Geológico
- Resumen
- Evolución de nuestro planeta
- La luna: interacción con la Tierra

Actividades




- Taller
- QUIZ
- entrega de tareas propuestas


Figura 40. Pantalla Tema 2. Materia Mineral

Tema 2

MATERIA MINERAL




Recursos



- Planeación
- Estructura de los Minerales
- Propiedades de los Minerales
- Minerales Formadores de Roca
- Resumen
- Materia cristalina
- Minerales

Actividades



- Entrega de tareas propuestas
- Laboratorio Minerales Teoría
- Laboratorio Minerales Práctica
- QUIZ

Figura 41. Tema 3. Rocas

ROCAS

Tema 3

El diagrama ilustra el ciclo de las rocas. En la parte superior, un volcán emite lava que se convierte en rocas magmáticas volcánicas. Estas rocas pueden sufrir erosión, transporte y sedimentación para convertirse en sedimentos. Los sedimentos experimentan diagénesis para convertirse en rocas sedimentarias. Tanto las rocas sedimentarias como las rocas magmáticas volcánicas pueden experimentar metamorfismo para convertirse en rocas metamórficas. Las rocas metamórficas pueden sufrir fusión para convertirse en magma. El magma puede solidificarse para convertirse en rocas magmáticas plutónicas, o ascender a la superficie para convertirse en rocas magmáticas volcánicas. El ascenso a la superficie también puede ocurrir directamente desde el magma.

— procesos geológicos externos
— procesos geológicos internos
— ascenso a la superficie

Recursos

- Planeación
- Rocas ígneas
- Rocas Metamórficas
- Rocas Sedimentarias
- Resumen
- Formación de las rocas
- Clases de rocas

Actividades

- Entrega de tareas propuestas
- Laboratorio Rocas ígneas
- Laboratorio Rocas Metamórficas
- Laboratorio Rocas Sedimentarias
- QUIZ

Figura 42.Tema 4. Geodinámica

Tema 4

GEODINÁMICA

Arc insulaire Fosse océanique Dorsale Fosse océanique Chaine côtière Rift Chaine intracontinentale

Manteau supérieur

Recursos
















































































































- Planeación
- Rocas Ígneas
- Rocas Metamórficas
- Rocas Sedimentarias
- Resumen
- Formación de las rocas
- Clases de rocas

Actividades

- Entrega de tareas propuestas
- Laboratorio Rocas ígneas
- Laboratorio Rocas Metamórficas
- Laboratorio Rocas Sedimentarias
- QUIZ

En cuanto a las calificaciones, los estudiantes podrán consultar sus respectivas notas una vez el tiempo de cierre del cuestionario para todos los participantes se haya terminado. Igualmente podrán consultar todas las notas que haya obtenido y conocer su nota final.

Figura 43. Pantallazo hoja de Calificaciones del aula virtual

Nombre	Cálculo total	Puntos extra	Calif. máx.	Acciones	Seleccionar
Introducción a las Geociencias	Media ponderada simple de calificaciones	-	-	  	Todos Ninguno
 Quiz Generalidades	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Quiz Rocas	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Quiz Materia Mineral	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Quiz Geodinámica	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Entrega de tareas propuestas Materia Mineral	-	<input type="checkbox"/>	5,0	   	<input type="checkbox"/>
 Entrega de tareas propuestas Generalidades	-	<input type="checkbox"/>	5,0	   	<input type="checkbox"/>
 Entrega de tareas propuestas Rocas	-	<input type="checkbox"/>	5,0	   	<input type="checkbox"/>
 Entrega de tareas propuestas Geodinámica	-	<input type="checkbox"/>	5,0	   	<input type="checkbox"/>
 Ensayo video Generalidades	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Informe laboratorio minerales	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Informe laboratorio de rocas sedimentarias	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Informe salida de campo	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Informe laboratorio de rocas metamórficas	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Informe laboratorio de rocas ígneas	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Ensayo video Generalidades	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Texto escrito Generalidades	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Ensayo video Materia Mineral	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Ensayo video Materia Mineral	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Texto escrito Materia Mineral	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Ensayo video Rocas	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Ensayo video rocas	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Texto escrito Rocas	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Ensayo video Geodinámica	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Ensayo video Geodinámica	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Texto escrito Geodinámica	-	<input type="checkbox"/>	5,0	  	<input type="checkbox"/>
 Total del curso	-		100,0	  	

8. CONCLUSIONES

Con la elaboración de la plataforma virtual se contribuye al mejoramiento de los procesos de enseñanza aprendizaje y evaluación en la Escuela de Geología, adicionalmente incentiva la creación de más plataformas con temáticas diferentes en los demás programas académico favoreciendo el trabajo tecnológico.

El contenido fue desarrollado con el propósito de servirle al docente y como apoyo para facilitar la exposición de los temas, permitiendo así, un manejo adecuado del tiempo para el aprendizaje del estudiante, pues no siempre se cuenta con una enseñanza presencia óptima

El espacio virtual implementado pone a disposición diversos recursos y actividades que brinda un gran apoyo a la asignatura presencial de Introducción a las Geociencias; permitiendo el acompañamiento en los procesos de aprendizaje, enseñanza y evaluación con herramientas tecnológicas, aportando valor agregado a dichos procesos educativos.

La dinámica que maneja la plataforma permite al docente abarcar una temática previamente establecida a pesar de diversos inconvenientes o interrupciones que puedan llegar a presentarse en la institución.

La creación de nuevas herramientas y el mejoramiento de las ya existentes favorecen el trabajo interdisciplinario en la universidad.

9 RECOMENDACIONES

La función de la plataforma es proporcionar al estudiante una fuente de información de calidad, por tanto, se recomienda que su uso no sea para una adquisición del conocimiento completamente autodidacta, pues es importante el acompañamiento del profesor.

Es necesario identificar las posibles ventajas y desventajas que puedan surgir de la implementación de este tipo de tecnologías para los estudiantes.

Es indispensable el desarrollo de similares plataformas, como soporte académico de las demás asignaturas de la Escuela de Geología.

Esta plataforma, no debe ser la única fuente al momento de estudio, se debe usar como un valioso apoyo para el estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

- ¿Qué es la educación virtual? [Consultado Octubre 2013]. Disponible en: http://www.pucpr.edu/congresoeducacionvirtual/congreso2010/que_es_educacion_virtual.htm
- BAÑOS, Jesús. La Plataforma Educativa Moodle: Manual de consulta para el profesorado (versión 1.8). Getafe, 2007, 286 p.p. Disponible en: http://campus.ffyb.uba.ar/file.php/1/Moodle18_Manual_Prof.pdf
- BELLOCH ORTÍ, Consuelo. Las tecnologías de la información y Comunicación (T.I.C.) en el aprendizaje. [Consultado septiembre 2013]. Disponible en: <http://www.uv.es/bellochc/pdf/pwtic2.pdf>
- Características Moodle. [Consultado Marzo 2014]. Disponible en: <http://docs.moodle.org/all/es/Caracter%C3%ADsticas>
- DANA, J. “Cristalografía”. En. Manual de Mineralogía. México: Editorial Reverté S.A, 1997.
- Desafíos y fundamentos de educación virtual. [Consultado Septiembre 2013]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos13/educvirt/educvirt.shtml>
- DÍAZ, Javier. FILOMENA, Guiseppe. Estudio de casos como herramienta pedagógica en la asignatura Creación de Empresas de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la universidad Industria de Santander. Bucaramanga, 2011. Trabajo de grado
Disciplinas de la geología. [Consultado Diciembre 2013]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Geolog%C3%ADa>
- GIBANEL, Paco. Geología 2º de Bachillerato. [Consultado Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.iesbinef.educa.aragon.es/departam/webinsti/bach/geo/tema03.pdf>
- Guía de trabajo Recursos y Actividades Moodle 2011. [Consultado Febrero 2014]. Disponible en: http://educa2011.uct.cl/file.php/1/Biblioteca/moodle/manuales/Profesor_editor_2011.pdf
- Guía interactiva de rocas y minerales. [Consultado Enero 2014]. Disponible en:

<http://www2.montes.upm.es/Dptos/DptoSilvopascicultura/Edafologia/aplicaciones/GIMR/page.php?q=986e4f83a88>

- Guía para la presentación de referencias bibliográficas. [Consultado Febrero 2014]. Disponible en: http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/investigacion/file.php/38/ARCHIVOS_2010/textos/guia_Bibliografia.PDF
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. Documentación: Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Colombia. ICONTEC. 2000.
- La Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC). Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual [Consultado Septiembre 2013]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos13/educvirt/educvirt.shtml>
- Las TICS para el sector educativo. [Consultado Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.iicd.org/files/Education-impactstudy-Spanish.pdf/>
- Los minerales y sus propiedades. [Consultado Diciembre 2013]. Disponible en: https://www.codelcoeduca.cl/procesos_productivos/tecnicos_exploracion_reconocimiento_minerales.asp#franja-arriba
- Norma Técnica Colombiana. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Bogotá D.C: ICONTEC, 2008
- Normas de presentación para trabajo de grado. [Consultado Septiembre 2013]. Disponible en: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_15/recursos/01_general/documentos/16042010/normas_icontec_1486_ua.pdf
- Rocas y el ciclo de las rocas. [Consultado Octubre 2013]. Disponible en: http://www.windows2universe.org/earth/geology/rocks_intro.html&lang=sp
- RODRIGUEZ, Martha. Importancia de las TICS en la educación. [Consultado septiembre 2013]. Disponible en: <http://ticsenlaeducacion-yaneth.blogspot.com/>
- SULVARAN, Nadia. La WEB 2.0 en la Educación Superior. Veracruz, 2009, 120 p.p. Trabajo de Grado (Licenciado en Sistemas Computacionales Administrativos). Universidad Veracruzana. Facultad de Contaduría y Administración. Disponible en: http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/investigacion/file.php/38/ARCHIVOS_2010/textos/guia_Bibliografia.PDF

- TARBUCK, Edward, FREDERICK, Lutgens. “Ciencias de la Tierra” En. Ciencias de la Tierra. Madrid: Editorial Pearson Educación S. A, 2005. p.p 680
- Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC´S). [Consultado Noviembre 2013. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos67/tics/tics.shtml#ixzz2xfi6VAvp>
- Tectónica de placas. [Consultado Diciembre 2013]. Disponible en: <http://www.astromia.com/tierraluna/tectonica.htm>