



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA  
LA EDUCACIÓN MEDIA  
SUPERIOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**SISTEMA MODULAR DE EXPERIMENTOS  
DE FÍSICA APLICADA EN CIENCIAS DE LA  
TIERRA**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRA EN DOCENCIA  
PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR  
(F Í S I C A)  
P R E S E N T A  
**ANTONIA MARÍA TERESA DÍAZ MARTÍNEZ**

**DIRECTORA DE TESIS: M. EN C., ALICIA ZARZOSA PÉREZ**

**MÉXICO, D. F.**

**JUNIO, 2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la UNAM por el apoyo otorgado, a través de la DGAPA, durante la realización de esta Maestría.

A la Maestra Alicia Zarzosa P., muy especialmente, por la dirección de este trabajo, así como por su disposición, entusiasmo y apoyo que mostró siempre.

A la Maestra Milagros Figueroa C., por sus valiosas enseñanzas durante la maestría y por la revisión y sugerencias para este trabajo.

A la Doctora Pilar Segarra A. por la minuciosa revisión, comentarios y valiosas sugerencias a esta tesis.

A la Doctora Ana María Soler A. por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo y por sus sugerencias.

A la Maestra Glinda Irazoque P. por sus sugerencias a la revisión de este trabajo.

A los profesores Edgar Méndez P. y León Díaz Ch. por el apoyo, consejos y sugerencias proporcionadas durante el desarrollo de la Práctica Docente.

A todos y cada uno de los alumnos que con su cooperación y buena disposición, permitieron la implementación de algunos de los materiales de esta tesis.

*a Joram*

# ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
1. Antecedentes.....	2
2. Planteamiento del problema.....	4
CAPÍTULO 1.- FUNDAMENTACIÓN PSICOPEDAGÓGICA- DIDÁCTICA.....	7
1.1. Introducción.....	7
1.2. Adolescencia.....	9
1.3. Marco Teórico.....	11
1.4. Evaluación.....	14
1.5. Las Ciencias de la Tierra como contexto de enseñanza de la Física.....	15
1.6. Las actividades experimentales como recurso didáctico.....	21
1.7. El Sistema Modular como estructura teórico metodológica..	25
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	27
CAPÍTULO 3. SISTEMA MODULAR.....	42
3.1 Características Generales.....	42
3.2 Contenidos.....	46
3.3 Introducción a las Ciencias de la Tierra.....	48
3.4 La Tierra como un sistema.....	49
3.5 Módulo I. La Tierra.....	53
3.6 Módulo II. Rocas.....	69
3.7 Módulo III. Atmósfera.....	84
3.8 Modulo IV. Movimientos de la Corteza Terrestre.....	99
3.9 Módulo V. Océanos.....	135

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	148
CONCLUSIONES.....	163
ANEXOS.....	166
REFERENCIAS.....	180

## RESUMEN

Se presenta un Sistema Modular de temas teórico-prácticos enfocados al contexto de Ciencias de la Tierra, cuya flexibilidad hace que pueda ser utilizado para la enseñanza y aprendizaje de la Física en los cursos del nivel bachillerato.

El trabajo está fundamentado en las teorías psicopedagógicas del aprendizaje significativo y pretende favorecer la relación de los conceptos físicos con elementos de la vida cotidiana del alumno.

Se considera que la propuesta de actividades experimentales es un recurso didáctico que utilizado junto con las estrategias de enseñanza-aprendizaje adecuadas, logra un aprendizaje significativo.

Los trabajos prácticos, en un total de 12, se incluyen en cinco módulos: La Tierra, Rocas, Atmósfera, Movimientos de la Corteza Terrestre y Océanos.

Durante el desarrollo de las Prácticas Docentes II y III, del plan de estudios de la MADEMS, se probaron algunas de ellas, atendiendo a alumnos de 3° y 4° semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades-Sur, en el marco de las asignaturas de Física I y II. Además de evaluar los contenidos también se evaluó la pertinencia de los temas y los instructivos correspondientes.

Las actividades se complementaron con diferentes materiales de apoyo que se presentan aquí.

Los resultados mostraron una muy buena aceptación de las actividades por parte de los alumnos y se lograron objetivos particulares como que los alumnos tomaran actitudes críticas, discutieran y externaran conclusiones que revelaron una toma de conciencia al proponer soluciones ante la problemática planteada en las actividades. Mostrando que el contexto de Ciencias de la Tierra es ideal para la enseñanza de conceptos, procedimientos y actitudes.

Ya que este trabajo constituye una propuesta inicial para lograr un aprendizaje más significativo, queda por explotar al máximo las bondades de este contexto, dándole un tratamiento que permita a los alumnos desarrollar habilidades cognoscitivas más complicadas, como el desarrollo de proyectos, la elaboración de dispositivos, o el diseño de otras actividades que hagan uso de otros recursos como pueden ser los proporcionados por Internet.

# INTRODUCCIÓN

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 Generales

En febrero del 2004, dentro del Sistema de Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, se inicia la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, MADEMS, teniendo como objetivo general formar profesores con bases sólidas y multidisciplinarias para que puedan ejercer su labor de acuerdo a las necesidades de la educación en dicho nivel.

La estructura curricular de esta Maestría proporciona a los estudiantes elementos conceptuales y metodológicos en sus tres líneas de formación: socio-ético educativa, psicopedagógica-didáctica y disciplinaria; los cuales le permitirán un ejercicio docente adecuado al objetivo de formar alumnos en el nivel Medio Superior de manera integral y atender la necesidad de adecuar el proceso educativo al momento actual de la sociedad.

Como parte de esta primera generación, con este trabajo se aplicarán los conocimientos adquiridos en dicha Maestría. Así, tomando en cuenta las características de la Tesis en la MADEMS<sup>1</sup>, se aporta un material con el fin de mejorar la calidad de la enseñanza de los alumnos, integrando las diferentes líneas de formación estudiadas.

### 1.2 Particulares

La idea de prevenir, en la manera de lo posible, los efectos de algunos de los diversos fenómenos naturales a los que estamos expuestos hacen que en la actualidad se requiera de científicos capacitados que se encarguen del estudio de estos fenómenos. Terremotos, erupciones volcánicas, huracanes, etc., son fenómenos que en la actualidad han cobrado particular importancia por su efecto sobre la población ya que ésta queda a expensas de las consecuencias de estos fenómenos naturales. Al igual que otros países, México requiere de gente

---

<sup>1</sup> Características de la Tesis, 2005, Programa de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior. (MADEMS). UNAM , Posgrado.

capacitada que pueda incidir en esta problemática. En la actualidad se tiene una buena demanda de alumnos que desean dedicarse a esta área a nivel profesional, pero hace falta que esta gente cuente con las bases adecuadas para obtener una formación más completa y de buen nivel.

Para resolver este problema, la Facultad de Ciencias tiene un proyecto donde se contempla la creación de una carrera específica en Ciencias de la Tierra y la Escuela Nacional Preparatoria, a través del Departamento de Física, también tiene planeado dar una materia optativa llamada Ciencias de la Tierra.

La ausencia de las Ciencias de la Tierra en las asignaturas correspondientes en el nivel de bachillerato es preocupante. Aunque algunos de sus temas aparecen ligados a la Biología o a la Geografía, su presencia como tal es muy escasa.

Como México, son pocos los países que no le conceden importancia a la enseñanza de estas disciplinas en los niveles básico y medio superior en cambio otros países como España, EUA y algunas naciones sudamericanas, como Chile y Argentina, cuentan ya con una estructura muy sólida de esta enseñanza. Ya sea con asignaturas como Ciencias de la Naturaleza o de Educación Ambiental con sus correspondientes libros de texto (Fernández, 1997, Vels, 1998), o con instituciones encargadas de ello, como la ESTA<sup>2</sup> en el reino Unido o la AEECT<sup>3</sup> en España.

Un enfoque actual que varios países han adoptado es el de introducir a nivel bachillerato una asignatura denominada Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Una materia que reúne contenidos de biología, física, geología, y química.

Aunque en México se ha implantado la Educación Ambiental a nivel secundaria<sup>4</sup>, en ésta no se cubren muchos de los temas que abarcan las Ciencias de la Tierra. En los nuevos planes de estudio de la ENP (1996), se incluye la asignatura Geología y Mineralogía que reúne muchos de los tópicos relacionados con las Ciencias de la Tierra pero ésta no se imparte, por motivos que se desconocen. En la actualidad, la ENP a través de Departamento de Física, ha comenzado un

---

<sup>2</sup> Earth Science Teachers Association

<sup>3</sup> Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra

<sup>4</sup> Secretaria de Educación Pública, página Web, [www.sep.gob.mx](http://www.sep.gob.mx)

proyecto de formación de profesores en Ciencias de la Tierra, existiendo el propósito de incluir la asignatura, como optativa, en sus planes de estudio<sup>5</sup>.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En los programas del currículum vigente de Física de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la UNAM no se hace énfasis en señalar que muchos de los contenidos están relacionados con temas del área de Ciencias de la Tierra, pero no sólo es el caso de Física, si no que varias materias como Biología, Química y Geografía contienen información relacionada con estos temas<sup>6</sup>.

Este trabajo pretende ser una base para que el alumno realice algunas prácticas que le hagan relacionar lo visto en Física y en algunas otras materias con lo que es el área de Ciencias de la Tierra, y mostrar que éstas están relacionadas con diversos fenómenos y tienen aplicaciones inmediatas en su vida cotidiana. Pretendiendo que el proceso de enseñanza aprendizaje sea significativo, de acuerdo a las teorías psicopedagógicas.

Esta tesis desea integrar en la medida de lo posible, algunos de los contenidos de asignaturas tales como Geografía, donde un tema relevante sería el movimiento de la corteza terrestre y sus diversas consecuencias o Biología, con un tema como la evolución.

El trabajo está enfocado a alumnos del bachillerato y el diseño de las prácticas sugeridas es flexible entendiendo por esto que determinada práctica se puede implementar tal cual, en cuarto año, para la ENP o tercer semestre para el CCH, pero añadiendo otro objetivo u otra actividad sirva para cualquier grupo de un nivel superior. Las prácticas pueden ser demostrativas, cualitativas o cuantitativas y se pueden utilizar para introducir un concepto o reafirmarlo.

El marco teórico del sistema modular servirá como una guía para el profesor, con lo cual se pretende soslayar algunas de las problemáticas del profesorado de este nivel, como son la falta de conocimientos en el área, la actualización, la

---

<sup>5</sup> Informe de Labores 2004-2005, Jefatura Departamental de Física, ENP.UNAM.

<sup>6</sup> Programas de estudio de las asignaturas de Química, Biología y Geografía, 1996, ENP. UNAM .

metodología y la enseñanza unificada. Así, también, queda abierta la posibilidad de que el manual se vaya enriqueciendo día a día.

Igualmente se incluyen dentro de las prácticas una serie de reactivos que permiten al alumno, reafirmar los conceptos, extrapolar a otros resultados o predecir otros fenómenos derivados del concepto.

Otro de los objetivos de este trabajo es el de integrar las líneas de formación de la maestría. La correspondiente a la parte disciplinaria queda plasmada en la fundamentación teórica del trabajo, la psicopedagógica-didáctica se verá en la metodología usada para desarrollar las prácticas, teniendo en cuenta que este manual va dirigido a adolescentes del bachillerato. La parte histórica, se resuelve incluyendo un bosquejo histórico del contexto en el cual se descubrió tal concepto o quién lo hizo y cómo ha ido evolucionando el conocimiento en esta área, no se habla de la evolución de los conceptos o de las metodologías. Lo histórico quedará asentado también en el hecho de que es un trabajo para un contexto no contemplado en los programas de estudio, hasta la fecha, lo que le da una característica de un trabajo innovador.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Que el alumno comprenda algunos fenómenos de su entorno y observe algunas aplicaciones inmediatas de la Física en su vida cotidiana, con una visión integrada de diferentes contenidos que el estudio o esta estudiando, en las diferentes materias ya mencionadas, resaltando las bases físicas, haciendo que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea significativo.
- Que la fundamentación teórica del trabajo sea una guía para el profesor y permita la formación, actualización y discusión de los profesores en un proceso constante.
- Recabar las experiencias de las Prácticas Docentes que fueron el laboratorio donde se contrastaron, probaron y rediseñaron las actividades prácticas de este sistema modular.

En el capítulo I se realiza la fundamentación psicopedagógica didáctica, que no es sino la integración de los diferentes conocimientos adquiridos en los estudios de la

Maestría, que dan solución al problema planteado. En el capítulo II se describe la metodología utilizada para la elaboración del Sistema Modular, haciendo énfasis en el trabajo desarrollado durante las Prácticas Docentes. En el capítulo III se presenta lo que es en sí el Sistema Modular, con el marco teórico correspondiente a cada uno de los módulos, junto con el instructivo de las diferentes actividades experimentales que lo forman. Posteriormente se analizan y discuten los resultados y finalmente se dan las conclusiones.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTACIÓN PSICOPEDAGÓGICA- DIDÁCTICA

### 1.1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, a través de sus dos subsistemas Colegio de Ciencias Y Humanidades, CCH y Escuela Nacional preparatoria, ENP, es la encargada de atender la demanda de la Enseñanza Media Superior.

Los objetivos particulares de estos dos subsistemas son:

ENP.- “educar hombres y mujeres comprometidos con la sociedad, mediante una formación integral que les permita adquirir los conocimientos, destrezas y habilidades necesarios para su éxito en estudios superiores, así como, para enfrentar los retos de la vida de manera positiva y responsable”<sup>1</sup>.

CCH.- “dotar al alumno de una cultura integral básica que al mismo tiempo que forme individuos críticos creativos y útiles a su medio ambiente natural y social, lo habilite para seguir estudios superiores”<sup>2</sup>.

De acuerdo con estos objetivos la enseñanza en estos centros debe de seguir estos lineamientos y proporcionar los elementos para lograr dichos fines.

El estado actual de nuestra sociedad sitúa a la enseñanza entre las actividades valoradas como esenciales no solamente para el desarrollo sino para la supervivencia. La educación es la respuesta de una cultura a las cuestiones de una época concreta (Postman, 1981).

La enseñanza cumple una función mediadora, ya que no sólo trasmite informaciones, sino que sobre todo, organiza una serie de actividades que influyen en la orientación del aprendizaje desarrollando nuevas capacidades de tratamiento de la información.

---

<sup>1</sup> En, Misión de la ENP. Página Web <http://dgenp.unam.mx>

<sup>2</sup> Plan de Estudios Actualizado, 1996, CCH,UACB, CCH, Secretaría de Divulgación, UNAM. México.

Hay que resaltar el papel educativo de la enseñanza. Dirigir el desarrollo haciendo que se adquirieran nuevas capacidades intelectuales.

Enseñar es, fundamentalmente, trabajar para establecer una relación peculiar, la relación pedagógica, una relación que lleva a una persona a adquirir nuevas capacidades.

Para que exista enseñanza, es necesario fundamentalmente que existan tres elementos: un alumno, una materia y alguien que enseñe. El conjunto de tareas tiene como función relacionar dinámicamente estos tres elementos.

La relación pedagógica se establece mediante tres relaciones diferentes, pero en interacción. Primero, se establece una relación entre los que enseñan y la materia que se enseña; esta es la relación didáctica. Segundo, se crea una relación interactiva entre los profesores y el alumno, es la relación de enseñanza y además una relación de mediación. Y tercero, existe una relación directa del alumno con la materia o con los conocimientos a adquirir; es la relación de estudio.

En estos tres procesos ocurren diferentes hechos:

*Relación didáctica.* Por un lado el profesor adquiere una nueva comprensión de su especialidad cuando tiene que enseñarla. Esta nueva comprensión repercute en su forma de enseñar para lo cual los programas de estudio oficiales son siempre transformados por los profesores en función de su dominio de la materia y sus preferencias. Aunque se deberían de privilegiar, en esta reestructuración, los fines pedagógicos.

El problema no es sólo qué deben aprender los alumnos, sino qué se debe de pensar cómo el alumno va a llegar a adquirir estos conocimientos.

El cómo se organicen estos conocimientos, es tema del campo de la didáctica.

*Relación de mediación.* La preocupación fundamental en este punto es que el alumno debe ser dirigido en la construcción de su propio saber. Esta relación asegura la calidad del desempeño del alumno en su búsqueda del saber. Hayman (1974), divide las actividades de los que enseñan en dos categorías: las operaciones lógicas, que tienen como objetivo la activación de los procesos mentales y las operaciones estratégicas, destinadas a influir en la marcha del aprendizaje del alumno y conducir las actividades intelectuales.

*Relación de estudio.* En el proceso de enseñanza, el alumno se sitúa frente a la materia que tiene que aprender: tiene que apropiarse de ella, comprenderla. Esta relación no es facultativa es parte integral del proceso de enseñanza.

Así, la relación pedagógica es algo más que la presencia de un contenido de un profesor y de un alumno. Es la creación de una interacción entre ellos.

La relación didáctica la establece el profesor, proveyéndose de los medios adecuados para lograrla pero teniendo el compromiso fundamental de mantenerse actualizado en la asignatura que imparte; el dominio de la materia es indispensable para alcanzar el éxito en cualquiera de las otras tareas de la enseñanza. La postura epistemológica acerca de la materia (de Souza y Elia, 2000) y sobre la enseñanza de ésta (Desaultes y Larochelle, 2000), son también importantes para alcanzar los objetivos de la instrucción.

La relación de mediación se da a partir de dos preguntas ¿qué deben de aprender los alumnos? y ¿cómo van a aprender? Para el nivel educativo que nos ocupa, tenemos contestada de alguna manera, la primera pregunta, ya que la UNAM a través de los Consejos Académicos del Bachillerato (CAB) señala los contenidos fundamentales a través del Núcleo de Conocimientos y Formación Básicos<sup>3</sup> y cada una de las Escuelas y Colegios correspondientes cuentan con sus respectivos programas de estudio para las distintas asignaturas. La organización de dichos contenidos da respuesta a la segunda pregunta, al contener los diferentes métodos de enseñanza.

Se sabe que uno de los puntos principales para implementar cualquier estrategia de enseñanza es conocer las características del aprendiz (Díaz Barriga, 1987), sobre todo en el dominio cognitivo. La enseñanza en el nivel medio superior atiende a adolescentes por lo que a continuación se presenta una breve semblanza sobre las características de esta etapa.

## **1.2. ADOLESCENCIA**

La adolescencia es la etapa que se extiende desde los 12-13 años hasta aproximadamente el final de la segunda década de la vida. Como lo señala Knobel

---

<sup>3</sup> NCFB. Presentación de los desempeños de Física. CAB. Primera aproximación. 1999.

(1980) las características de la adolescencia se pueden describir dentro de los siguientes puntos: 1) búsqueda de si mismo y de la identidad; 2) tendencia grupal; 3) necesidad de intelectualizar y fantasear; crisis religiosas; 4) desubicación temporal, en donde el pensamiento adquiere las características del pensamiento primario; 5) evolución sexual; 6) actitud social reivindicatoria con tendencias anti o asociales; 7) contradicciones sucesivas en todas las manifestaciones de la conducta, dominada por la acción, que constituye la forma de expresión conceptual más típica de este periodo; 8) una separación progresiva de los padres, y 9) fluctuaciones de humor y del estado de ánimo.

Erikson (1970), considera a la adolescencia como un periodo fundamental en el desarrollo de la personalidad, ya que los cambios físicos, psíquicos y sociales llevan a los jóvenes a una crisis de identidad cuya resolución contribuirá al desarrollo de la personalidad adulta.

Desde el punto de vista cognitivo, es durante la adolescencia que se inicia la adquisición del pensamiento formal, de acuerdo a la teoría de Piaget, en la cual

“...un sujeto en este estadio suele enfocar la resolución de un problema invocando todas las situaciones y relaciones causales posibles entre sus elementos. Relaciones que más tarde tratará de confrontar con la realidad mediante la experimentación y que analizará lógicamente”<sup>4</sup>

Al abordar un problema el sujeto adopta un razonamiento deductivo donde no sólo formula hipótesis sino que también las maneja y las selecciona al comprobarlas sistemáticamente y someter los resultados a pruebas de análisis en el que utiliza operaciones lógicas como la disyunción, la implicación y la exclusión entre otras.

El desarrollo del pensamiento formal se ve favorecido por un entorno que además de ayudar al intercambio de diferentes puntos de vista ayuda a la adquisición de una manera de pensar relativista.

---

• <sup>4</sup> Carretero, M., 1985, *El Desarrollo Cognitivo en la Adolescencia y la Juventud: Las operaciones Formales*. En Carretero, M., Palacios, J. y Marchesi, A. (Comps.). *Psicología Educativa*, Vol 3, Adolescencia, Madurez y Senectud. Alianza. Madrid.

Sin embargo, el que un sujeto adquiera o no un pensamiento formal no depende sólo de sus capacidades sino también de diferencias de género, diferencias individuales y sociales. (Carretero y León, 2000)

Resumiendo, de acuerdo a Díaz Barriga (1987), la construcción del pensamiento formal depende de tres factores principales: la maduración del sistema nervioso, la experiencia adquirida en función del medio físico y la acción del medio social.

La escuela representa uno de los contextos de mayor influencia en el desarrollo del adolescente (Meece, 2000). Ante la crisis de desintegración familiar que vive la sociedad actual, la escuela se convierte en el principal apoyo para que el adolescente adquiera no sólo las habilidades intelectuales básicas sino que también logre un desarrollo emocional que le ayude a organizar sus pensamientos e ideas, y le proporcione experiencias que resultan en aspiraciones profesionales, autoestima, motivación, relaciones sociales, y adquisición de valores.

Las características del centro educativo así como el comportamiento y el estilo docente de los profesores son un factor importante en la formación del adolescente, ya que pueden evitar el fracaso escolar o el abandono, que truncaría las aspiraciones profesionales y permiten una mejor adaptación en la edad adulta (Oliva, 2000).

### **1.3. MARCO TEÓRICO**

La fundamentación psicopedagógica de este trabajo se remonta inicialmente a la teoría socio cultural de Vigotsky la cual deja entrever a la educación como la vía para promover el desarrollo sociocultural e integral del alumno (Guzmán, 2003) y donde los procesos de desarrollo no son autónomos de los procesos educacionales. Para Vigotsky los procesos de aprendizaje y desarrollo se influyen entre sí de tal manera que no hay aprendizaje sin un nivel de desarrollo previo, como tampoco existe desarrollo sin aprendizaje. Así las estrategias de aprendizaje deben centrarse en procesos que lleven a un desarrollo real. Desde ese punto de vista el profesor tiene dos papeles que debe ejercer en momentos distintos uno como director del proceso y otro como guía, el maestro es un mediador, que negocia significados que el posee, con los alumnos, que han de reconstruirlos.

Bajo este esquema el alumno es visto como un ente social que reconstruye el conocimiento con la interacción del maestro, iguales y expertos.

Otra de las bases teóricas de este trabajo es la teoría del aprendizaje significativo propuesta por Ausubel bajo las bases de la psicología educativa (Ausubel, et al., 1990). De acuerdo a ésta, el aprendizaje en el salón de clase puede situarse a lo largo de dos dimensiones independientes: la dimensión repetición-aprendizaje significativo y la dimensión recepción-descubrimiento. De acuerdo a esto, el aprendizaje puede ser significativo si: 1) el estudiante emplea una actitud de aprendizaje significativo (una disposición para relacionar de manera significativa el nuevo material de aprendizaje con su estructura existente de conocimiento) y 2) la tarea de aprendizaje en sí es potencialmente significativa (si consiste de un material razonable o sensible y puede relacionarse de manera sustancial y no arbitraria con la estructura cognoscitiva del estudiante particular). Es decir, en el aprendizaje significativo el alumno muestra disposición para relacionar de manera sustancial y no arbitraria el nuevo material con algún elemento de su estructura cognoscitiva, además de que el material que aprende es potencialmente significativo es decir relacionable con su estructura de conocimiento.

Para esta teoría, la comprensión y resolución significativa de problemas dependen en gran parte de la disponibilidad, en la estructura cognoscitiva del alumno, de conceptos y estos a su vez se adquieren a través del aprendizaje significativo. Sin embargo cada individuo posee significados denotativos y connotativos idiosincráticos de un concepto dado. Para la adquisición de un concepto el alumno debe pasar por procesos de abstracción, diferenciación, generación y comprobación de hipótesis y generalización. Los atributos que definen a un concepto son aprendidos con más prontitud cuando éste se encuentra en gran número de contextos diferentes, el aprendizaje multicontextual facilita la abstracción de los rasgos comunes, fortalece la generalidad y la transmisión del concepto resultante y le suministra mayor estabilidad (Ausubel, 1990).

Destacar más los aspectos relevantes de un concepto tiende a facilitar la adquisición de éste. Los conceptos permiten organizar la realidad y poder predecirla.

Ausubel habla específicamente de las condiciones que deben de cumplir los materiales de apoyo para lograr un aprendizaje significativo y pone como principal exigencia que dicho material tenga una organización conceptual interna, es decir, no constituya una lista arbitraria de elementos yuxtapuestos, cada parte del material debe de tener una conexión lógica o conceptual con el resto de las partes. En el caso de textos o discursos expositivos, la terminología y el vocabulario no deben de ser excesivamente novedosos ni difíciles para el alumno. No puede elaborarse un material sin tener en cuenta las características de los alumnos a los que va dirigido.

Sin embargo, la enseñanza no sólo se limita a los conceptos, sino más bien a la enseñanza de contenidos, entendiendo por estos el conjunto de saberes y formas culturales cuya asimilación y apropiación por los alumnos se considera esencial para su desarrollo y socialización. La enseñanza y el aprendizaje de contenidos específicos no es un fin en si mismo, sino un medio imprescindible para desarrollar las capacidades de los alumnos, lo que importa es que los alumnos puedan construir significados y atribuirle sentido a lo que aprenden.

Dentro de los contenidos se encuentran los conceptos, los procedimientos y las actitudes. Incorporar estos tres tipos de contenidos en las propuestas curriculares permite una enseñanza sistemática de formas y saberes culturales que anteriormente se excluían y se dejaban como responsabilidad de los alumnos (Coll, 1992).

De acuerdo a dicho esquema el profesor puede planificar y desarrollar actividades que permitan trabajar de forma interrelacionada los tres tipos de contenidos, los cuales se hallan íntimamente vinculados.

Este nuevo enfoque de la enseñanza y el aprendizaje promueve también el aprendizaje significativo visto como:

“... un proceso en el que lo que aprendemos es el producto de la información nueva interpretada a la luz de lo que ya sabemos. No basta sólo con reproducir una información nueva, también hay que asimilarla o integrarla en nuestros conocimientos anteriores”<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Pozo, J. I. 1992. El aprendizaje y la enseñanza de hechos en Los contenidos en la Reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Coll, C; Pozo, J.I.; Sarabia, B. Y Valls, E. Aula XXI, Santillana. España.

Los contenidos referidos a conceptos designan conjuntos de objetos, sucesos, símbolos con características comunes o definen relaciones entre los conceptos, se trata de conocimientos con los cuales declaramos cosas.

Los contenidos referentes a procedimientos designan conjuntos de acciones, de formas de actuar y de llegar a resolver tareas. Se trata de conocimientos referidos al saber hacer las cosas. Hacen referencia a las actuaciones para solucionar problemas, para llegar a objetivos o metas, para satisfacer propósitos y para conseguir nuevos aprendizajes. Las relaciones entre teoría y práctica, entre conocimiento y aplicación son más claras al incluir contenidos referidos a procedimientos en el trabajo escolar.

Las actitudes se definen como tendencias o disposiciones adquiridas y relativamente duraderas a evaluar de un modo determinado un objeto, persona, suceso o situación y a actuar en consonancia con dicha evaluación. Las actitudes tienen tres componentes básicos que actúan de modo interrelacionado (Sarabia, 1992):

Componente cognitivo (conocimientos creencias).

Componente afectivo (sentimientos preferencias).

Componente conductual (acciones manifiestas y declaración de intenciones).

Relacionado a estos contenidos se encuentran los valores, definidos éstos como principios éticos con respecto a los cuales las personas sienten un fuerte compromiso emocional y que emplean para juzgar las conductas (Raluy, 1991). Así la institución educativa no se puede limitar a enseñar conocimientos, habilidades y métodos, la escuela debe de transmitir, reproducir y contribuir a generar los valores básicos y universales de la sociedad.

#### **1.4. EVALUACIÓN**

La manera de constatar que los diferentes tipos de contenidos han sido asimilados por los alumnos, a través de las diferentes estrategias de enseñanza aprendizaje

utilizadas por el profesor, es realizando una evaluación. Para evaluar se necesitan establecer criterios y aplicar instrumentos de medida a la calidad de los procesos y productos educativos y su impacto en el rendimiento escolar, para ayudar al mejoramiento de la enseñanza.

La evaluación debe de realizarse a lo largo de todo el proceso de enseñanza, señalándose tres momentos para hacerlo, antes, durante y al final. De acuerdo a esto se pueden distinguir tres tipos de evaluación (Nieto, 2001):

\_ Diagnóstica. Identifica las ideas previas de los alumnos sobre el tema y da a saber su grado de dominio.

\_ Formativa. Sirve de retroalimentación y da oportunidad de ajustar la enseñanza.

\_ Sumaria. Valora integralmente el aprendizaje de los alumnos.

Para obtener una evaluación de calidad los instrumentos usados para ello deben de ser los adecuados, por lo que deben de cumplir los siguientes requisitos: validez, confiabilidad, representatividad, poder discriminativo y factibilidad<sup>6</sup>.

El proceso de enseñanza y el proceso de evaluación no pueden ser ajenos, se deben de modificar las prácticas educativas de tal manera que la evaluación convierta el aprendizaje en un proceso metacognitivo que se automonitoree permanentemente. La evaluación de los contenidos debe ser un proceso dinámico inmerso dentro de la instrucción misma (Shepard, 2000).

## **1.5. LAS CIENCIAS DE LA TIERRA COMO CONTEXTO DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

Las Ciencias de la Tierra han tenido desde hace algunas décadas una espectacular revolución científica que no sólo la elevó al rango de ciencia predictiva, sino que hace que sus contactos con la Física se estrechen, llevando a primer plano del avance científico la especialidad de la Geofísica (Anguita, 1994). Además, en un mundo preocupado cada vez más por los problemas medioambientales, es difícil escapar de la realidad de que la mayor parte de los recursos que usa la civilización moderna, desde el acero al agua, se generan o se

---

• <sup>6</sup> Para una explicación mas detallada ver Guzmán, J. C. , 2003, Manual para evaluar los aprendizajes escolares. Programa de Material Didáctico. Fac de Psicología, UNAM, México.

concentran a través de procesos geológicos; y porque igualmente algunos de los más temibles riesgos naturales, desde terremotos a avalanchas son procesos geológicos. Y por último esta área aporta a la cultura del hombre moderno el concepto de la antigüedad de la Tierra. Este anclaje en el tiempo tiene, como el anclaje espacial que suponen los modelos cosmológicos, un gran valor psicológico para que el hombre se sitúe en el Universo.

Como ya se mencionó, la asignatura de Geografía trata muchos de los temas correspondientes a las Ciencias de la Tierra pero con un enfoque muy diferente. Pero tal tratamiento no debiera de permitirse ya que la Geografía sólo se ocupa de los procesos geológicos sobre el paisaje y la Geología se dedica, utilizando el método analítico propio de la ciencia, a estudiar las causas de esos procesos y de integrarlos en una comprensión global del planeta. Si bien la Geología tuvo su auge con la prospección de yacimientos y recursos, en la actualidad, su campo de estudio se ha ampliado a otras muchas aplicaciones, como sucede en el caso de los riesgos geológicos.

En la actualidad se ha visto que no basta con la Geología para comprender la Tierra sino que junto con ella, la Geofísica, la Geoquímica y disciplinas como la Meteorología, la Climatología y la Oceanografía, son indispensables para comprender el funcionamiento de muchos procesos terrestres, formando lo que se denominan las Ciencias de la Tierra. Este concepto ampliado es imprescindible para poner en contexto muchos de los problemas actuales relacionados con la Tierra.

Las Ciencias de la Tierra, como conjunto, admiten varios tipos de análisis cada vez más comunes en la ciencia moderna: la teoría de sistemas, la teoría de catástrofes y la física de los sistemas complejos o física del caos.

Aunque enunciados por separado, en la realidad, estas conexiones se solapan: podemos proponer como ejemplo la erosión de las playas debida a las lluvias torrenciales. Este fenómeno no es nuevo, pero si lo es intentar entenderlo como el resultado de la superación de un umbral (es decir una catástrofe en el sentido estricto de la palabra) de energía (la lluvia torrencial) en un sistema en cascada (energía solar, viento, arrastre de materiales) en el que casi todos los elementos

(el Sol, la atmósfera, la hidrosfera) son a su vez sistemas disipativos, estudiados no por la física lineal sino por la física del caos. Muchos otros fenómenos que tienen lugar en el sistema Tierra (incluyendo algunos tan aparentemente alejados de la Física como son las extinciones masivas) podrían ser replanteados con este nuevo enfoque.

La consideración de que la Tierra es un sistema permite explotar con facilidad una visión holística del planeta. Visión que no es meramente ideal, sino que está apoyada por la gran variedad de datos que los satélites artificiales envían continuamente. Estos datos son globales, no sólo en el sentido geográfico, sino también epistemológico, ya que la mayoría no son clasificables como datos físicos, químicos, biológicos, son simplemente datos científicos sobre algún subsistema de la Tierra.

En resumen, las Ciencias de la Tierra permiten integrar la Geología con otras ciencias, especialmente con la Física y a través de ello, comprender a fondo a la Tierra y sus procesos.

La mayoría de los procesos biológicos, físicos y químicos que los alumnos adolescentes deberán comprender para poseer una cultura científica, se pueden aprender en el contexto de algunos de los subsistemas del sistema Tierra. Por ejemplo, los impactos de asteroides, como el que hace 65 millones de años, pudo causar la extinción tres cuartas partes de las especies vivientes, necesita de la visión de los paleontólogos y especialistas como, oceanógrafos, sedimentólogos y geoquímicos ya que se relaciona con temas de continuidad o discontinuidad de la naturaleza. Igualmente diferentes profesionales interactúan para encontrar pautas para descifrar las tendencias del clima futuro de la Tierra.

No se puede seguir ignorando el contexto de Ciencias de la Tierra. La enseñanza de la Física a través de éste es un buen pretexto para concientizar al alumno sobre cuidar la Tierra, convivir con ella y ¿por qué no?, vislumbrar un regreso a la naturaleza. Pero sobre todo preparar gente que atienda nuestros propios problemas y adapte las teorías correspondientes a nuestras circunstancias actuales.

Por otro lado, El 20 % de la población mundial consume el 80% de los recursos planetarios y de acuerdo al informe del Banco Mundial (2005), se estima que de aquí al 2030 la población mundial crecerá en 3700 millones de personas, con lo que la producción industrial y el consumo de energía se quintuplicarán en los países en desarrollo. Este crecimiento trae consigo el riesgo de un deterioro ambiental desastroso.

Es indispensable que el alumno adquiera conciencia de esta problemática y actúe de acuerdo con sus posibilidades y niveles de responsabilidad y compromiso.

No es mera coincidencia que E. Morin, en Los Siete Saberes Necesarios para la Educación del Futuro<sup>7</sup> haga alusión a la relación del hombre con la Tierra en dos de ellos, a saber:

3. Enseñar la condición humana: "... la educación deberá mostrar el destino individual, social, global, de todos los humanos y nuestro arraigamiento como ciudadanos de la Tierra..."

4. Enseñar la identidad terrenal: "...la perspectiva planetaria es imprescindible en la educación. Pero, no sólo para percibir mejor los problemas, sino para elaborar un auténtico sentimiento de pertenencia a nuestra Tierra considerada como última y primera patria..."

Esta enseñanza se puede ver favorecida introduciendo los distintos conocimientos desde su perspectiva histórica, al igual que con el resto de la Física, la Historia sirve para fomentar el desarrollo de nuevas actitudes hacia la ciencia (Barojas, 1987). A través de esta ciencia, se puede mostrar cuál es el desarrollo que ha tenido el conocimiento de la Tierra y cómo diferentes científicos, con un trabajo riguroso han contribuido a éste.

El manejo de conceptos físicos dentro del contexto de Ciencias de la Tierra es idóneo para conocer las ideas previas de los alumnos, en cuanto a lo que *saben de la Tierra*, ya que como se dijo anteriormente, a excepción de la asignatura de Geografía, ninguna otra asignatura revisa la temática de la Tierra.

---

<sup>7</sup> Conferencia dictada en 1989, tomada de <http://www.personal.tel.una.es.biblioteca/morin.htm>

Al animarlos a expresar sus ideas se puede lograr ciertos objetivos, como el que identifiquen a la Tierra como un sistema en continua evolución, siempre cambiante. Ya que uno de los preconceptos de los alumnos es el que los cambios en la corteza terrestre son sólo externos, y como es natural, mencionan siempre los más violentos como terremotos o volcanes, pero no se toman en cuenta eventos como la formación de sedimentos o los movimientos de la tectónica de placas o en general carecen de una concepción científica de la Tierra (Nussbaum, 1989). Igualmente, la enseñanza de las Ciencias de la Tierra permite, de alguna manera, estimular la percepción espacial y temporal de los alumnos desde esta perspectiva y da oportunidad de evidenciar errores conceptuales que en otras áreas pasarían desapercibidos (Beviá, 1994). La reflexión y argumentación de sus puntos de vista pueden lograr la modificación y evolución de sus ideas previas. En general, la enseñanza en este contexto es una oportunidad para cambiar algunas de las características de las ideas previas de los alumnos respecto a la ciencia en general.

Particularmente los contenidos del campo de la Física se pueden enseñar de una manera nueva e interesante en el contexto de Ciencias de la Tierra. Dicho contexto es muy amplio y contiene varias instancias donde los conceptos físicos pueden hacerse más relevantes para los alumnos y sobre todo por que están referidos a un mundo real que es el que existe a su alrededor. El entendimiento de las Ciencias de la Tierra basado en sólidos principios físicos viene a ser muy importante para los ciudadanos del futuro ya que ellos deben de discutir y tomar decisiones que pueden afectar nuestro planeta a una escala global (King y Kenett, 2002a).

La Tabla 1.1, en la página siguiente, muestra un resumen de los temas de física que pueden enseñarse en el contexto de Ciencias de la Tierra. La tabla está estructurada con base en los contenidos de los diferentes programas de estudios de las asignaturas de Física, tanto del sistema de la ENP como del CCH, aunque por su generalidad pueden ser los de cualquier plan de estudio de dichas asignaturas.

Tabla 1.1- Resumen del contexto de Ciencias de la Tierra con los diversos temas que se pueden enseñar en Física.

Temas	Contenidos	Contexto Tierra
Electricidad y Magnetismo	Circuitos Campo magnético Fenómenos electrostáticos Corriente eléctrica en la electrólisis	Prospección usando métodos resistivos Campo magnético de la Tierra magnetización remanente en rocas, Truenos y relámpagos  Prospección usando métodos magnéticos
Fuerzas y Movimiento	Masa y peso Fricción Fuerza y presión	Campo gravitacional de la Tierra Deslizamientos en Terremotos Fuerzas en, atmósfera, océanos, litosfera
Luz y Sonido	Reflexión de la Luz	Efectos del albedo en la temperatura
Recursos energéticos y transferencia de Energía	Variedad de recursos energéticos El Sol como principal fuente de energía Diferencia entre temperatura y calor Formas de transferencia de energía Aislamiento reduciendo la transferencia de energía Recursos energéticos-problemas económicos y ambientales Efectos electromagnéticos	Energías renovables y no renovables Energía geotérmica  Energía solar  Efectos metamórficos de cuerpos ígneos Transferencia de energía en el ciclo del agua, la atmósfera y la Tierra  Enfriamiento de cuerpos ígneos  Causas del calentamiento global Clima  sismómetros
Ondas	Reflexión/refracción  Espectro electromagnético y transferencia de energía Uso de diferentes fuentes de ondas Sonido y ultrasonido	Reflexión/refracción de olas en costas Reflexión/refracción de ondas sísmicas Efecto invernadero  Prospección minera  Tomografía sísmica en paralelo con ultrasonido
Radiactividad	Fuentes de radiación  Vida media	Peligros del radón Energía térmica producto de la radiactividad de componentes terrestres Simulación de vida media
La Tierra y mas allá	Satélites usados para sondear la Tierra El Sistema Solar	Sondeo remoto de la Tierra  La Tierra como planeta único

## **1.6. LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES COMO RECURSO DIDÁCTICO**

En el ambiente escolar se ha visto que el elevado número de alumnos por aula limita los posibles recursos didácticos y conduce usualmente a la metodología pasiva tradicional de enseñanza: las clases magistrales. Con esto, la aplicación de los contenidos por parte de los alumnos, a través de experiencias que posibiliten un aprendizaje significativo, no siempre puede llevarse a cabo de una manera eficaz.

Entre los recursos disponibles por el profesor para exponer los contenidos, las actividades experimentales pueden utilizarse de forma eficaz como complemento o como núcleo en torno al cual organizar la estrategia a seguir (Vázquez, et al., 1994).

Las actividades de laboratorio proporcionan la oportunidad para introducir y dar significado a conceptos científicos, permiten verificar, o cuestionar, las ideas del alumnado, ofrecen la posibilidad de manipular, construir una imagen mental de procesos naturales, fomentar el conocimiento de la naturaleza del trabajo científico o desarrolla actividades cognitivas como el análisis y la aplicación (Caballer y Oñorbe, 1997).

Las actividades experimentales se desarrollan en el aula con la introducción de cualquier material, instrumento o montaje experimental que permite al alumno obtener una visualización directa y sencilla de conceptos o de fenómenos físicos que se van a explicar, que se están explicando o que se explicaron en un determinado bloque temático.

En estas experiencias se potencia la observación del fenómeno por parte del alumno frente a la manipulación del mismo.

Posibilitan una observación y participación directa del alumno dentro del aula, ayudando a la comunicación profesor-alumno y a romper la rutina en que pueden caer las clases expositivas.

Las actividades prácticas pueden considerarse como actividades socializadas puesto que se pide que el alumno participe de forma activa observando y discutiendo el fenómeno.

Las actividades experimentales se suelen dividir en tres modelos principales de acuerdo a los objetivos que se persigan (Caamaño, 2001):

- Experiencias.-destinadas a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos, por ejemplo observar diferentes estratos sedimentarios.
- Experimentos ilustrativos.-tienen el propósito de ilustrar un principio o una relación entre variables. Suponen una aproximación cualitativa o semicuantitativa al fenómeno, por ejemplo comprobar cómo aumenta la capacidad erosiva de una corriente de agua al incrementarse la pendiente.
- Ejercicios prácticos.- diseñados para aprender determinados procedimientos o destrezas o para realizar experimentos que ilustren o corroboren la teoría.
- Investigaciones.-Dirigidas al aprendizaje de metodologías y a aproximar al alumno al proceso de hacer ciencia.

Las experiencias son actividades prácticas destinadas a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos. Sus objetivos son:

- La adquisición de experiencia vivencial sobre fenómenos del mundo físico, imprescindible para plantear una comprensión teórica de ellos.
- La adquisición de un potencial de conocimiento tácito que puede ser usado para resolver problemas.

Desde ese punto de vista éstas pueden ser usadas para:

- explorar las ideas de los alumnos, al pedirles que interpreten lo que observan
- crear conflictos conceptuales cuando la experiencia no responde a las expectativas de los alumnos
- **consolidar nuevas ideas en contextos experimentales diferentes**
- evaluar el proceso de cambio conceptual con relación a la interpretación de determinados fenómenos.

La importancia de este tipo de actividades para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se ha destacado insistentemente (Hodson, 1994; Etkina, et al., 2002) ya que:

- Motivan al alumno

- Permiten ilustrar la relación entre variables significativas
- Pueden ayudar a la comprensión de conceptos.
- Constituyen una oportunidad para el trabajo en equipo y el desarrollo de actitudes.
- Permiten la aplicación de normas propias del trabajo experimental: planificación, orden, limpieza, y seguridad entre otras.

Lo anterior se puede lograr gracias a que los alumnos basan su razonamiento en las características observables de un hecho. Las actividades experimentales bien dirigidas les estimulan a construir modelos mentales para las entidades que no son directamente percibidas relacionándolas a conceptos como energía, fuerzas, etc. Los puntos anteriores, en si mismos se pueden convertir en los objetivos de algunas actividades de laboratorio, además de los mencionados arriba, ya que estos no son excluyentes sino complementarios. Sin embargo, no se puede pretender conseguir todos estos objetivos en una actividad única, ya que cada experiencia tiene un enfoque diferente que depende de los aprendizajes que se quieren lograr y en consecuencia lo que debe evaluarse.

Las relaciones entre los aspectos teóricos y la información obtenida en el trabajo practico son fundamentales y sólo pueden desarrollarse mediante un dialogo constante entre los alumnos y el profesor a partir de las observaciones realizadas, para que puedan ser interpretadas de una forma coherente a la luz de las teorías determinadas.

Algo que puede parecer obvio pero que es muy importante es que para realizar trabajos prácticos de manera adecuada es necesario disponer de un espacio funcional, dotado de unas instalaciones y recursos mínimos. Otro aspecto a tener en cuenta es garantizar el material necesario para la realización de los trabajos prácticos para que todos los equipos puedan participar activamente en su realización. Existen muchos que requieren un material sencillo y fácil de obtener o puede contarse con la colaboración de los propios alumnos para conseguir determinados materiales. Muchos de los objetos que regularmente se tiran a la basura pueden servir para tal fin, como los envases de plástico, juguetes viejos,

etc. Además los alumnos pueden aportar también elementos naturales recogidos por ellos mismos, rocas, insectos, etc.

Una vez definidos los objetivos de un trabajo práctico y establecido las relaciones pertinentes con los contenidos teóricos se hace necesario preparar de manera concreta la secuencia de las actividades que se desarrollarán con los alumnos, prever el tiempo que piensa dedicársele y los recursos necesarios.

Un trabajo práctico requiere una pequeña secuencia de actividades para llevarlo a cabo (del Carmen, 2000):

- Introducción por parte del profesor para presentar los objetivos de la actividad y ubicarlo dentro de los temas del curso.
- Explicación de la práctica propiamente dicha y definir el trabajo que harán los alumnos.
- Comprobación, por parte del profesor, de que las indicaciones se han comprendido.
- Elaboración de un resumen y obtención de conclusiones ya sea de manera individual o en equipo.
- Comunicación continua con los alumnos.
- Revisión de conclusiones.
- Evaluación.

Una secuencia de este tipo favorece la motivación de los alumnos, ayudándoles a encontrar un significado a la actividad.

Una atención especial merecen las guías que utilizarán los alumnos para la realización del trabajo práctico. Existen diferentes opciones entre las que se encuentran: adoptar una guía ya preparada, adaptarla a los requerimientos particulares o elaborar una. En todo caso tal material debe de ser: comprensible para todos los alumnos, breve, claro y concreto e ilustrado con dibujos y esquemas que faciliten su comprensión.

Por último, para realizar una evaluación adecuada de la actividad se deben de tener muy claros los objetivos de la misma, tanto por parte del profesor como de los alumnos. Una de las formas más útiles para evaluar el trabajo práctico es la

observación ya que para evaluar si los alumnos utilizan adecuadamente determinados procedimientos o manifiestan determinadas actitudes es viéndolos trabajar. Otro punto de información lo proporcionan los productos elaborados por los alumnos: reportes, dibujos, dispositivos, etc. Para poder valorarlos es necesario establecer de antemano criterios que deben ser explicados y mostrados previamente a los alumnos.

### **1.7. EL SISTEMA MODULAR COMO UNA ESTRUCTURA TEÓRICA METODOLÓGICA.**

En esta sección se mencionan algunas de las características de un sistema modular, visto como una estructura viable en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el plan modular se necesita contar con algunos problemas teóricos y prácticos que sirvan de centro integrador de todos los contenidos que se van a desarrollar. Para resolver los problemas enunciados se requiere un acercamiento multidisciplinario de modo tal que el modulo puede ser trabajado en varias áreas. El punto fuerte de esta organización es la idea de totalidad con sentido en el cual diversos contenidos pueden ser integrados en torno a ejes conceptuales y/o prácticos. El punto débil lo constituye la amenaza de superficialidad, puesto que la integración de contenidos se logra en detrimento de la profundización de éstos.

En la situación educativa modular el alumno, a través de una práctica real y sistemática, confronta problemas, encuentra un conjunto de interrogantes frente a las cuales busca encontrar respuestas científicas. Desarrolla en su práctica un conjunto de experiencias que le hacen remitirse a formas más generales de explicación, se orienta a la búsqueda de cuerpos teóricos que le permitan conocer los fenómenos frente a los cuales se enfrenta. Transforma su práctica en una actividad educativa y adquiere de esa manera las capacidades y habilidades necesarias para desarrollar sus conocimientos.

El sistema modular privilegia el trabajo en grupo, a la vez que desarrolla, en el alumno, una valoración de su propio trabajo frente a grupo y un sentido de corresponsabilidad en su práctica educativa. En el módulo, el desarrollo de los

esquemas de cooperación es apoyado por una nueva concepción de la evaluación y de las relaciones internas en el aula.

La interrelación entre diseño curricular y el sistema modular es muy estrecha de tal manera que algunos contenidos de uno y otro se pueden integrar lo cual obliga a el profesorado a un trabajo permanente de readecuación y revisión de estos aspectos.

El sistema modular implica un nuevo papel del maestro el cuál es, dentro de esta estructura, un organizador, un motivador del trabajo en su grupo, un creador de situaciones favorables para el intercambio y la comunicación.

Dentro de la situación modular se permite el desarrollo de una actitud crítica, mostrando al alumno cómo la realidad y el mundo no son un conjunto disperso de elementos, sino que éstos están integrados en una unidad que funciona de acuerdo a leyes.

El elemento básico de la estructura modular es la interacción entre el alumno y la realidad (Rojas, 1986), siempre que esta interacción se realice como un proceso planeado y articulado frente al cual el alumno accede al conocimiento.

Dentro del sistema modular se encuentran algunos elementos tales como la necesidad de actividades que impliquen la participación de alumnos y profesores, pero con la idea de que se de un descubrimiento colectivo en el que ambos sean actores. Dicho descubrimiento, en este sistema, debe darse a partir de la experiencia inmediata, con el fin de impulsar acciones que promuevan su aplicación en la resolución de problemas reales y a crear una conciencia que lleve a la acción.

A pesar de sus ventajas el sistema modular no puede usarse para enseñar cualquier clase de temas, ni como herramienta única en un proceso de enseñanza aprendizaje, no puede resolver todos los problemas planteados de manera inmediata y directa, ya que necesita del estudio de temas aparentemente poco relacionados (Shojjet, 1997).

## CAPÍTULO 2

### METODOLOGÍA

Inicialmente, se hizo una revisión de los programas de Física I y II, Física III y IV para el sistema CCH<sup>1</sup> y Física IV, y Física VI (área I) de la ENP, simultáneamente, para cumplir con el objetivo de integrar algunos de los contenidos de otras asignaturas como Geografía, Biología y Química, se realizó la revisión de los programas de estudio de estas asignaturas tanto para el sistema de CCH como para el de la ENP<sup>2</sup>. Aunque este estudio sólo se hizo para los dos subsistemas de la UNAM, una lectura de los programas de estudio de las asignaturas de Física correspondientes al Colegio de Bachilleres<sup>3</sup> y al del Conalep<sup>4</sup> permite observar una coincidencia en temas básicos.

Dicho análisis sirvió para seleccionar los módulos que conforman este trabajo los cuáles son:

- I. La Tierra
- II. Rocas
- III. Atmósfera
- IV. Movimientos de la Corteza Terrestre
- V. Océanos

La elección de éstos se hizo de acuerdo a:

- a) Los contenidos de Física más relevantes que aparecen en la mayoría de los programas.
- b) Los temas que se pueden relacionar con los otros programas de las asignaturas mencionadas.
- c) Su relevancia en la sociedad y momento actual.

---

<sup>1</sup> Programas de estudio de las asignaturas de Física, 2000, CCH, UNAM

<sup>2</sup> Programas de estudio de las asignaturas de Química, Biología, Geografía y Física, 1996, ENP. UNAM

<sup>3</sup> Programas de estudio en página Web: [www.cbachilleres.edu.mx](http://www.cbachilleres.edu.mx)

<sup>4</sup> Programas de estudio en página Web: [www.conalep.edu.mx](http://www.conalep.edu.mx)

En cada uno de los módulos se incluyen diferentes temas que son tratados en el marco teórico correspondiente, que se elaboró para cada módulo y que sirve de referencia al profesor.

En total se conformó una lista de doce temas, siguiendo los mismos criterios que para seleccionar los módulos, y a partir de los cuáles se diseñó la actividad experimental correspondiente. Cada actividad cuenta con un protocolo escrito que sirve de instructivo para el alumno. El desarrollo de las actividades experimentales generó material didáctico que apoya la enseñanza de los temas y la evaluación de los aprendizajes en las mismas.

La Tabla 2.1 muestra los módulos que contienen el manual propuesto, las actividades experimentales correspondientes y el número de actividad con que aparece en el manual; dicho orden es arbitrario, pero similar a de la literatura propia del tema (Ver por ejemplo, Strattler, 1990).

Tabla 2.1. Módulos que conforman el manual propuesto en esta tesis, con cada una de las actividades correspondientes y lugar en el que aparecen en dicho trabajo.

Módulo	Título de la actividad experimental	No. de actividad experimental
I. La Tierra	La rotación de la Tierra	1
	Magnetismo Terrestre	2
II. Rocas	Rocas Sedimentarias	3
	Fósiles	4
III. Atmósfera	Cocina Solar	5
	Dispersión de la luz por partículas	6
	Filtros Solares	7
IV. Movimientos de la corteza terrestre	Tectónica de Placas	8
	Terremotos	9
	Volcanes	10
V. Océanos	Efecto Coriolis	11
	Corrientes oceánicas	12

Se elaboró un instructivo para cada una de las actividades experimentales. El formato y presentación del contenido planteado se eligió considerando que el manual debe de incluir un aspecto histórico del tema y debe de proporcionar una introducción teórica, además, que va dirigido a adolescentes que necesitan algo inmediato, breve, explícito y llamativo. Bajo estos mismos principios se seleccionaron los contenidos y las ilustraciones que cumplieran estos requerimientos. La estructura del instructivo se presenta en las Figs. 2.2a y 2.2b en las páginas siguientes.

En el instructivo se especifican los materiales y recursos que se necesitan para el desarrollo de la actividad experimental correspondiente, la mayoría de los materiales empleados son sencillos, baratos, de fácil adquisición y manejo. Los alumnos deben ser los encargados de proveerse de los distintos materiales a usar en la clase y sólo se requerirá un pequeño porcentaje del existente en los laboratorios.

En los instructivos se incluyeron preguntas o cuestionarios para evaluar la comprensión del tema, y en algunos casos llevar al alumno a hacer predicciones o, en los casos pertinentes, a externar una opinión o posición ante la temática planteada en la actividad experimental. El instructivo ya con las preguntas contestadas se utiliza como reporte de la actividad experimental y una vez revisado se le asigna una calificación.

### **Implementación del trabajo de Tesis en las Prácticas Docentes.**

Cumpliendo con las exigencias de la MADEMS, las asignaturas de Práctica Docente II y III fueron el escenario para probar y desarrollar nuestro trabajo de Tesis. Las intervenciones ante grupo se realizaron, las dos, en el Plantel Sur del Colegio de Ciencias y Humanidades. La razón para realizarlas en un sistema diferente al que se labora regularmente (ENP), fue la de experimentar y probar con diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje y afrontar los retos propios del sistema.

Número de Actividad experimental	
Título de la actividad experimental	
Objetivo	
<div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>Figura que hace referencia al tema de la actividad experimental</p> </div>	
<p><i>Marco teórico con algunos hechos y datos relacionados al tema</i></p>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>Figura relacionada al tema histórico</p> </div> <p>Marco histórico breve sobre el tema o sobre algún personaje relacionado con éste.</p>

Fig. 2.1a Formato general de la primera página de los instructivos de las distintas actividades experimentales.

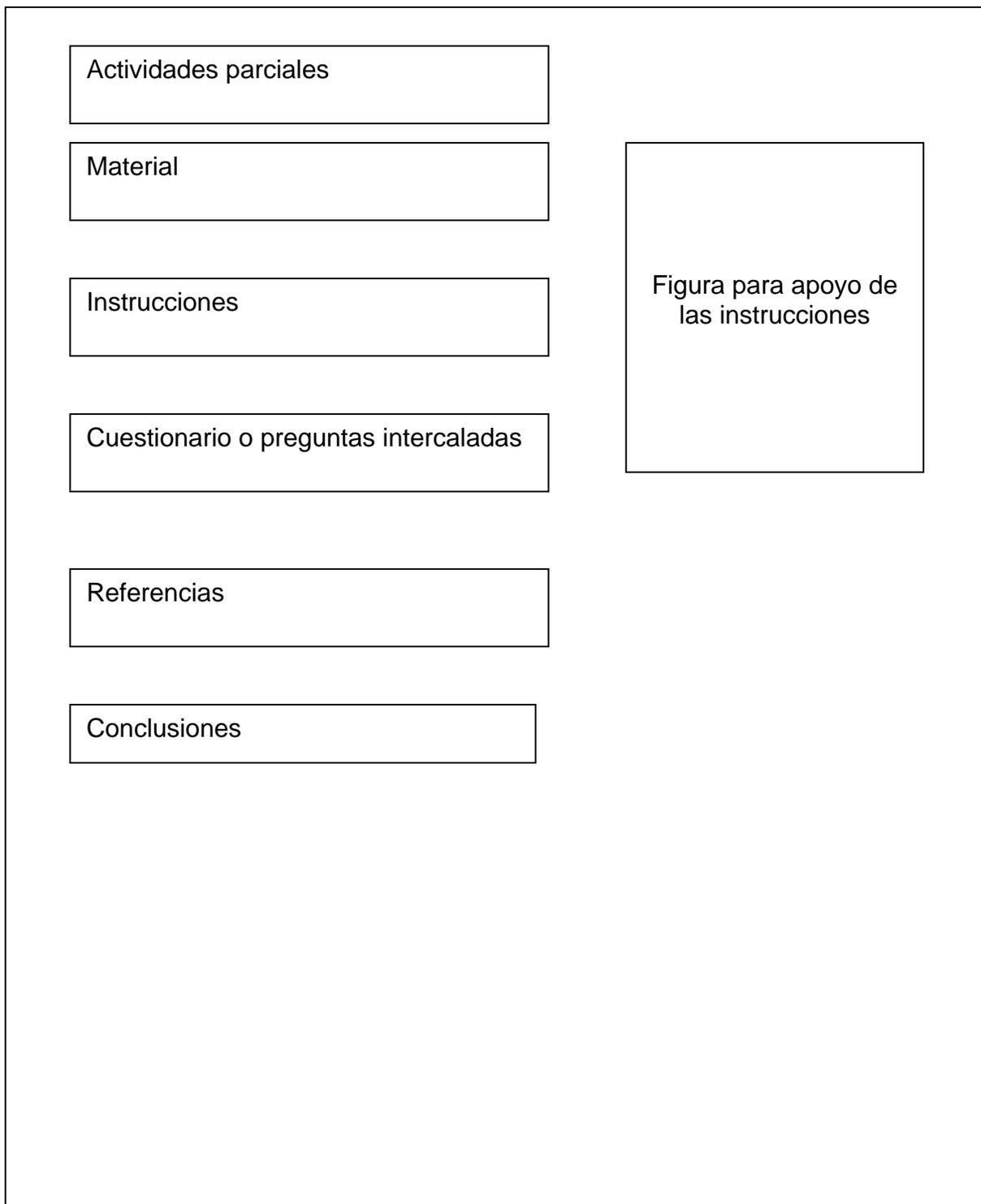


Fig. 2.2 b. Formato tipo de las siguientes páginas del instructivo de las actividades experimentales.

Todas las sesiones de la Práctica Docente II se realizaron en el grupo 411, dentro de la asignatura de Física II. Se implementaron, en esta ocasión, tres de las actividades experimentales contenidas en el trabajo de tesis: Magnetismo Terrestre, Cocina Solar y Fósiles. Las tres actividades fueron presentadas para reafirmar los conceptos físicos propios a estos fenómenos; campo magnético, para la primera, energía solar y energías alternativas para la segunda y presión y desintegración radiactiva para la última.

Una parte muy importante de las presentaciones fue la planeación didáctica que constituye una pieza fundamental de las fases del proceso de enseñanza.

La estructura de las presentaciones está contenida en la planeación didáctica (Anexo 1) que presenta la correspondiente a Magnetismo Terrestre, pero es el esquema básico que siguieron las otras dos, sólo que en la primera, además de la introducción del tema, se incluyó una introducción a lo que son las Ciencias de la Tierra. Así la estructura general fue: Introducción al tema, desarrollo de la actividad experimental por parte de los alumnos a través del instructivo correspondiente y revisión de conclusiones. Los contenidos temáticos que aparecen en este documento están referidos a los programas de estudio de la asignatura de Física II, del CCH.

La implementación de estas actividades también pretendía evaluar cuántas sesiones se necesitaban para llevarlas a cabo de manera satisfactoria. Teniendo en cuenta que en un curso regular, el profesor realiza una práctica común y corriente en una sesión de dos horas (CCH) o en una sesión de una hora cuarenta minutos (ENP), la planeación contempló: tres horas para la primera y segunda actividad y dos sesiones de dos horas mas una para la segunda.

En vista de que por los temas tratados fueron tres actividades diferentes, se describirá el modo de presentación de las actividades por separado, señalando las estrategias de enseñanza y aprendizaje utilizadas en las mismas.

A continuación se muestran tablas con la estructura, secuenciación y estrategias de enseñanza-aprendizaje para cada una de las intervenciones.

Actividad experimental: <b>MAGNETISMO TERRESTRE</b>		
Objetivos : el alumno identificará al magnetismo terrestre como una manifestación de un campo magnético		
Contenidos temáticos: 5.4 Fenómenos electromagnéticos 5.5. Ondas electromagnéticas		
Fenómenos y conceptos claves: campo magnético, magnetismo terrestre y ondas electromagnéticas.		
Tiempo utilizado: una sesión de dos horas + una hora para evaluación = 3hrs		
Actividades	Recursos	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Presentación de los objetivos de la clase.</li> <li>-Ubicación del tema dentro del programa de la asignatura.</li> <li>- Lluvia de ideas para conocer lo que los alumnos saben del tema.</li> <li>- Discusión guiada para establecer la estructura interna de la Tierra. Presentación de diagramas que muestran dicha estructura.</li> <li>-Presentación de un diagrama que muestra a la Tierra como un sistema.</li> <li>-Discusión guiada para indicar cuales son y de que se ocupan las Ciencias de la Tierra</li> <li>- Presentación de la actividad experimental y del instructivo correspondiente.</li> <li>-Discusión sobre la necesidad de realizar prácticas para conocer más sobre el tema.</li> <li>-Desarrollo de la actividad.</li> <li>-Formulación de preguntas sobre el tema para mantener la atención y ahondar en la actividad experimental.</li> <li>-Lluvia de ideas para realizar un resumen de lo visto en clase.</li> <li>- Realización de un trabajo de investigación con temas relativos al magnetismo terrestre, como: auroras boreales, viento solar, telecomunicaciones, etc.</li> <li>-Revisión de conclusiones.</li> <li>-Aplicación de la evaluación del instructivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gis</li> <li>Pizarrón</li> <li>Proyector de acetatos</li>   <li>Acetato de la Fig. 3.5.1 (Pág. 56)</li>   <li>Diagrama 3.5.1(Pág. 67)</li>   <li>Instructivo de la actividad experimental (Pág. 64)</li>   <li>Materiales propios de la actividad</li>   <li>Libros de texto, libros de divulgación, revistas y páginas Web.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación formativa tomando en cuenta la participación en clase</li>   <li>Participación en el trabajo en equipo. Participaciones individuales</li>   <li>Reporte de la actividad experimental.</li>   <li>Trabajo de investigación</li>   <li>Participación individual</li> </ul>

<b>Actividad experimental: COCINA SOLAR</b>		
Objetivos : el alumno identificará algunas características de la energía solar Y indicará las diferentes formas de energía que existen		
Contenidos temáticos: 3.1-Transformaciones y transferencia de energía 6.3- Aplicaciones de Física contemporánea		
Fenómenos y conceptos claves: transferencia de energía, energía solar y energías alternativas		
Tiempo utilizado: dos sesión de dos horas + una hora para evaluación = 5hrs		
Actividades	Recursos	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación de los objetivos de la clase.</li> <li>_Ubicación del tema dentro del programa de la asignatura.</li> <li>- Lluvia de ideas para conocer lo que los alumnos saben sobre el origen de la energía solar.</li> <li>- Discusión guiada sobre las distintas radiaciones que provienen del sol,</li> <li>-Presentación de ilustraciones sobre las características y usos de algunas formas de energía como la eólica, hidráulica y geotérmica.</li> <li>-Realización, por parte de los alumnos de una reseña histórica, breve, de cómo el hombre ha utilizado las distintas formas de energía para vivir con mas confort.</li> <li>-Presentación del instructivo para la actividad experimental</li> <li>-Discusión sobre la necesidad de realizar la actividad experimental para conocer más sobre el aprovechamiento de la energía solar.</li> <li>- Desarrollo de la actividad.</li> <li>_Formulación de preguntas sobre el tema para mantener la atención y ahondar en la actividad experimental.</li> <li>- Mediante una discusión dirigida los alumnos mencionarán los conceptos físicos involucrados en el proceso.</li> <li>- Realización de un ejercicio para retomar algunos de los temas revisados.</li> <li>- Revisión de conclusiones</li> </ul>	<p>Gis pizarrón</p> <p>proyector de acetatos</p> <p>acetato de la figura 3.7.1 (Pág. 85)</p> <p>Instructivo de la actividad experimental (Pág. 89)</p> <p>Materiales propios de la actividad</p> <p>Ejercicio 3.7.1 (Pág. 97)</p>	<p>Evaluación formativa tomando en cuenta la participación en clase</p> <p>Participación en el trabajo en equipo. Participaciones individuales Reporte de la actividad experimental.</p> <p>Revisión del ejercicio</p> <p>Participación individual</p>

<b>Actividad experimental: FÓSILES</b>		
Objetivos: el alumno describirá el proceso de formación de fósiles y conocerá la importancia de la radiactividad para el registro fósil.		
Contenidos temáticos: 2. Sistemas Fluidos 6.3. Física Nuclear		
Fenómenos y conceptos claves: presión , densidad, decaimiento radiactivo		
Tiempo utilizado: una sesión de dos horas		
Actividades	Recursos	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Presentación de los objetivos de la clase.</li> <li>-Ubicación del tema dentro del programa de la asignatura.</li> <li>- Lluvia de ideas para conocer lo que los alumnos saben del tema.</li> <li>- Discusión guiada para introducir el tema de rocas sedimentarias</li> <li>- Presentación de diagramas que muestran estas rocas.</li> <li>- Presentación de la actividad experimental y del instructivo correspondiente.</li> <li>-Discusión sobre la necesidad de realizar prácticas para conocer más sobre el tema.</li> <li>-Desarrollo de la actividad.</li> <li>-Formulación de preguntas sobre el tema para mantener la atención y ahondar en la actividad experimental.</li> <li>-Lluvia de ideas para realizar un resumen de lo visto en clase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gis</li> <li>pizarrón</li>   <li>proyector de acetatos</li>   <li>acetato rocas sedimentarias</li> <li>.</li> <li>Instructivo de la actividad experimental (Pág. 80)</li> <li>Materiales propios de la actividad</li> <li>Muestras de Fósiles y una Roca sedimentaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación formativa tomando en cuenta la participación en clase</li>       <li>Participación en el trabajo en equipo.</li>     <li>Participación individual</li> </ul>

Siguiendo con los objetivos de la maestría, la Práctica Docente III fue un nuevo escenario para probar algunos de los elementos de nuestro trabajo de tesis. En este caso las intervenciones se realizaron con los grupos 303 y 311, dentro de la signatura de Física I. Y en el grupo 390 de recursadores de Física I.

En esta ocasión se implementaron las prácticas de Tectónica de Placas, Terremotos y Volcanes. La estructura de las presentaciones se encuentra en la planeación didáctica (Anexo 2), la que presenta sólo la actividad de Tectónica de Placas, con la aclaración de que las otras dos siguen la misma dinámica para el tema correspondiente.

<b>Actividad experimental: TECTÓNICA DE PLACAS</b>		
Grupo: 303		
Objetivos: el alumno identificará a Tectónica de placas como un fenómeno físico, conocerá algunas de las manifestaciones del fenómeno.		
Contenidos temáticos: 2.2 Segunda ley de Newton 2.5 Energía mecánica, energía en procesos disipativos		
Fenómenos y conceptos claves: desplazamiento, fuerza, fricción, energía.		
Tiempo utilizado: una sesión de dos horas + una hora para evaluación = 3hrs		
<b>Actividades</b>	<b>Recursos</b>	<b>Evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación de los objetivos de la clase.</li> <li>_Ubicación del tema dentro del programa de la asignatura.</li> <li>-A través de una lluvia de ideas los alumnos expresaran lo que conocen del fenómeno.</li> <li>- Mediante un cuadro sinóptico presentado por el profesor se hablará brevemente de cuales son y de que se ocupan las Ciencias de la Tierra.</li> <li>Discusión guiada sobre la estructura de la Tierra.</li> <li>-Presentación de ilustraciones sobre la estructura interna de la Tierra</li> <li>- Presentación del manual para la actividad experimental.</li> <li>-Discusión sobre la necesidad de realizar actividades de laboratorio para conocer más sobre la tectónica de placas.</li> <li>-Formulación de preguntas intercaladas sobre el tema correspondiente para mantener la atención y favorecer la actividad experimental.</li> <li>-Mediante una lluvia de ideas se realizará un resumen de los temas vistos en clase.</li> <li>-Realización de una lectura acerca de la tectónica de placas así como de otros fenómenos relativos al tema.</li> <li>- Revisión de conclusiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gis</li> <li>Pizarrón</li> <li>Proyector de acetatos</li>   <li>Diagrama 3.5.1(Pág. 67)</li>   <li>Acetato de la Fig. 3.5.1 (Pág. 56)</li>   <li>Instructivo de la actividad experimental (Pág.118)</li> <li>Materiales propios de la actividad</li> <li>Diagrama de fallas (Fig. 3.7.1, Pág. 106)</li>   <li>Lectura 3.8.1 (Pág. 128)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación formativa tomando en cuenta la participación en clase</li>   <li>Participación en el trabajo en equipo.</li> <li>Participación individual</li> <li>Reporte de la actividad experimental.</li>   <li>Revisión de la lectura</li> <li>Participación individual</li> </ul>

<b>Actividad experimental: TERREMOTOS</b>		
Grupo: 311		
Objetivos: Identificará a los terremotos como un fenómeno físico. Conocerá el comportamiento de las ondas sísmicas		
Contenidos temáticos: 2.5 Energía Mecánica 4.2 Fenómenos ondulatorios		
Fenómenos y conceptos claves: ondas sísmicas, disipación de energía, riesgo		

sísmico.		
Tiempo utilizado: una sesión de dos horas + una hora para evaluación = 3hrs		
Actividades	Recursos	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Presentación de los objetivos de la clase.</li> <li>-Ubicación del tema dentro del programa de la asignatura.</li> <li>-A través de una lluvia de ideas los alumnos expresaran lo que conocen del fenómeno.</li> <li>-Mediante un cuadro sinóptico presentado por el profesor se hablará brevemente de cuales son y de que se ocupan las Ciencias de la Tierra.</li> <li>-Discusión guiada sobre la estructura de la Tierra.</li> <li>-Presentación de ilustraciones sobre la estructura interna de la Tierra</li> <li>-Mediante preguntas dirigidas los alumnos expresaron como se transmiten las ondas sísmicas.</li> <li>- Presentación de ilustraciones sobre ondas sísmicas</li> <li>-Demostración de cómo se propagan las ondas sísmicas en la Tierra y como estas sirven para conocer la estructura de ésta.</li> <li>-Presentación del manual para la actividad experimental.</li> <li>-Discusión sobre la necesidad de realizar actividades de laboratorio para conocer más sobre la tectónica de placas.</li> <li>-Formulación de preguntas intercaladas sobre el tema correspondiente para mantener la atención y favorecer la actividad experimental.</li> <li>-Mediante una lluvia de ideas se realizará un resumen de los temas vistos en clase.</li> <li>- Realización de un ejercicio acerca de velocidad de propagación de ondas sísmicas</li> <li>- Revisión de conclusiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gis</li> <li>Pizarrón</li> <li>Proyector de acetatos</li>   <li>Diagrama 3.5.1(Pág. 67)</li>   <li>Acetato de la Fig. 3.5.1 (Pág. 56)</li>   <li>Vaso de cristal largo</li> <li>Agua</li> <li>Linterna</li>   <li>Instructivo de la actividad experimental (Pág. 125)</li> <li>Materiales propios de la actividad</li>   <li>Ejercicio 3.8.2 (Pág. 130)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación formativa tomando en cuenta la participación en clase</li>   <li>Participación individual</li>   <li>Participación en el trabajo en equipo.</li> <li>Reporte de la actividad experimental</li>   <li>Participación individual</li> <li>Reporte del ejercicio</li> </ul>

<b>Actividad experimental: VOLCANES</b>		
Grupo: 390		
Objetivos: el alumno identificará la erupción de un volcán como un fenómeno físico, conocerá algunas de las manifestaciones del fenómeno.		
Contenidos temáticos: 2. Sistemas Fluidos 3.4. Leyes de la termodinámica		
Fenómenos y conceptos claves: densidad, presión, fluidos, transferencia de calor, riesgo volcánico.		
Tiempo utilizado: una sesión de dos horas + una hora para evaluación = 3hrs		
Actividades	Recursos	Evaluación
<p>clase.</p> <p>_Ubicación del tema dentro del programa de la asignatura.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lluvia de ideas para conocer lo que los alumnos saben del tema.</li> <li>- Discusión guiada para establecer la estructura interna de la Tierra. Presentación de diagramas que muestran dicha estructura.</li> <li>-Presentación de un diagrama que muestra a la Tierra como un sistema.</li> <li>-Discusión guiada para indicar cuales son y de que se ocupan las Ciencias de la Tierra.</li> <li>- Presentación de un diagrama con las partes de un volcán a ser completado por los alumnos.</li> <li>-Lectura de comprensión para conocer los materiales que arroja un volcán y sus consecuencias en la atmósfera.</li> <li>-Realización de un ejercicio que muestra los distintos tipos de erupciones.</li> <li>- Presentación de la actividad experimental y del instructivo correspondiente.</li> <li>-Discusión sobre la necesidad de realizar prácticas para conocer más sobre el tema.</li> <li>-Desarrollo de la actividad.</li> </ul> <p>_Formulación de preguntas sobre el tema para mantener la atención y ahondar en la actividad experimental.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Trabajo de investigación sobre lo qué es un mapa de riesgos y su utilidad.</li> </ul>	<p>Gis</p> <p>Pizarrón</p> <p>Proyector de acetatos</p> <p>Diagrama de un volcán (Fig. 3.8.7, Pág. 111)</p> <p>Lectura 3.8.3 (Pág. 131)</p> <p>Ejercicio 3.8.4 (Pág. 132)</p> <p>Instructivo de la actividad experimental (Pág. 122)</p> <p>Materiales propios de la actividad</p> <p>Pagina Web del CENAPRED*</p>	<p>Evaluación formativa tomando en cuenta la participación en clase</p> <p>Participación individual</p> <p>Participación en el trabajo en equipo. Reporte de la actividad experimental</p>

\*CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres, [www.cenapred.gob.mx](http://www.cenapred.gob.mx)

## **Técnicas y criterios de evaluación**

Cómo se especifica en la planeación, la evaluación de los contenidos conceptuales se realizó principalmente durante la actividad experimental, cuestionando a los alumnos sobre las explicaciones de las observaciones de los experimentos que se estaban realizando y a través de la revisión de las respuestas a las preguntas y cuestionarios contenidos en el instructivo mismo. Algunos de los trabajos dejados como tarea también sirvieron a este fin. Así, se considera que los instrumentos de evaluación usados para este punto fueron, cuestionarios, ejercicios, y preguntas directas. Se tomó en cuenta que los aprendizajes son tanto conceptuales como procedimentales y actitudinales.

La evaluación de los contenidos procedimentales se efectuó a lo largo de la realización de la actividad experimental. Primero, verificando si cumplían con traer su material completo y adecuado, segundo, observando el uso correcto del instructivo y tercero siguiendo su desenvolvimiento en el desarrollo de las actividades sugeridas así como su desempeño como integrantes de un equipo. El instrumento de evaluación fue la observación directa.

Los contenidos referentes a actitudes se evaluaron a lo largo de toda la intervención ante el grupo, durante el desarrollo de la actividad experimental, observando la disposición de los alumnos a la realización de la misma. Igualmente algunos de los ejercicios y tareas llevaban la finalidad de que el alumno externara una opinión o tomara una posición ante determinado problema. En la parte de las conclusiones, en sus reportes y las comentadas en clase, muchos de los alumnos externaron sus reflexiones respecto al tema.

Atendiendo a las propuestas formuladas en el Proyecto de formación docente individualizado (Profodi) I, en las Práctica Docente II y III se contó con una mayor claridad respecto a la evaluación del aprendizaje de los alumnos así como el propio desempeño docente. Se planeó realizar una evaluación formativa que sirviera para retroalimentar el interés de los alumnos así como para darse cuenta de que las estrategias de enseñanza y aprendizaje fuesen las pertinentes. Por como se estructuraron estas intervenciones particularmente por el tiempo dedicado a cada sesión, no se consideró viable hacer un examen diagnóstico o

darle un seguimiento a la evolución de los conceptos en los alumnos. Ya que para cada una de las presentaciones de las diversas actividades experimentales se implementaron diferentes estrategias de enseñanza aprendizaje, también se consideraron técnicas y criterios de evaluación diferentes, por lo cual se presenta a continuación un resumen de los mismos para cada una de las actividades probadas en las Prácticas Docentes

*Magnetismo Terrestre.* Además de los criterios generales de evaluación ya mencionados para esta actividad, en particular, se pretendía que con la tarea del trabajo de investigación los alumnos adquirieran una visión muy amplia de los efectos y manifestaciones del magnetismo terrestre en situaciones muy ligadas a su vida cotidiana, para lo cuál el trabajo debería de entregarse con los puntos señalados.

*Cocina Solar.* Con el ejercicio 3.7.1 se pretendía que los alumnos además de hacer una retrospectiva histórica del tema, manejaran datos y establecieran relaciones entre variables. Y atendiendo a la obligación de educar en valores tomaran conciencia de las consecuencias del uso de una u otra forma de energía, así como su papel o responsabilidad ante las consecuencias de su toma de decisión.

*Fósiles.* El instructivo contenía al final un problema que buscaba una aplicación de lo visto en la práctica, es decir, donde ellos aplicarían el registro fósil para plantear una solución.

En relación al aspecto actitudinal, se pretendía que los alumnos se percataran de la parte correspondiente a la Física de un tema que ellos sólo habían revisado en Biología y reflexionaran sobre la utilidad del mismo en relación al hombre como especie.

*Tectónica de Placas.* En la lectura 3.8.1, dejada como tarea, se verificó que realmente hubieran leído el ejercicio, y buscado las palabras que habían señalado, igualmente se tomó en cuenta la profundidad de sus comentarios a la lectura.

En cuanto a las actitudes, la lectura mencionada pretendía evaluar qué tanto reflexionaron los alumnos sobre lo aprendido en el tema de la práctica y que tanto apreciaron que éste tiene una repercusión en la vida sobre el planeta.

*Terremotos.* Además de sus participaciones, aquí se hizo una evaluación de cómo contestaron al ejercicio, y cómo representaron en un esquema al modelo dinámico de la Tierra y al modelo geoquímico. Con el ejercicio 3.8.2 se pretendía que los alumnos manejaran ciertos datos y realizaran los cálculos correspondientes a partir de la gráfica para aplicar los conceptos aprendidos, en su clase normal, en la actividad experimental.

*Volcanes.* La evaluación de los conceptos en esta actividad se dio principalmente por su participación en los diversos ejercicios que se realizaron en la clase.

La evaluación de los tiempos requeridos para cada actividad experimental, se realizó a través de la planeación didáctica de éstas y observando que tanto de ellas se llevó a término de buena manera.

Una evaluación indispensable para este trabajo fue la evaluación del instructivo por parte de los alumnos. Éste se implementó en todas y cada una de las actividades probadas en la Práctica Docente. El instrumento usado, fue el Instrumento E1 (Anexo 3). Éste resultó muy significativo pues a partir de él se realizaron las correcciones y modificaciones expresadas por los alumnos.

Se evaluó la pertinencia del tema, por parte de los alumnos y fue sólo para la actividad experimental de Magnetismo Terrestre, esta se realizó con el instrumento E2 (Anexo 4).

El desempeño docente se evaluó al final de la Práctica Docente II con el instrumento E3 (Anexo 5). Como en la Práctica Docente III las intervenciones se realizaron en tres grupos distintos, en cada uno de ellos se hizo la evaluación de dicho desempeño con el mismo instrumento (E3).

Otro punto más que sirvió para evaluar los instructivos, y el desempeño docente fue la opinión del profesor de Práctica Docente y la de nuestros pares.

## CAPÍTULO 3

### SISTEMA MODULAR DE EXPERIMENTOS

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El objetivo fundamental del presente trabajo es el de proporcionar un contexto real para hacer que el aprendizaje de ciertos conceptos físicos sea más significativo para los alumnos.

La metodología que se utiliza y se sugiere a lo largo del mismo es una metodología activa, de participación, basada en el marco:

**Didáctico:** por lo que se supone ser un trabajo que pretende adaptar el proyecto curricular del área de Física a las exigencias de una educación relacionada con el entorno inmediato del alumno.

Presentado en forma de un recurso didáctico de fácil ejecución en el aula; dentro del nivel medio superior, facilita el aprendizaje del ciudadano del futuro, y adecua su formación a la línea educativa del presente, haciéndolo conciente de problemas actuales que requieren de su toma de posición.

**Curricular:** puesto que su elaboración toma en cuenta las bases conceptuales de las diferentes asignaturas de Física, en el nivel considerado, procurando adaptar dichas actividades al currículo.

**Metodológico:** porque su utilización permite al profesor la aplicación de diversas estrategias de enseñanza-aprendizaje para la adquisición de contenidos y proporciona un marco para su evaluación.

**Tecnológico:** para su implementación se hace uso de recursos técnicos audiovisuales, de uso actual en cada centro educativo y, por su posible variación, permite la aplicación de técnicas más sofisticadas, como Internet.

**Organizativo:** por la propia estructura elegida en su conjunto, que supone una enseñanza sistematizada de fácil aplicación.

### **Destinatario, área, nivel y curso de aplicación**

El material que se presenta en este Sistema Modular está pensado para ser utilizado indistintamente por los profesores y los alumnos: En función de la estructura elegida, tiene una ubicación y aplicación natural en las asignaturas de Física del nivel Bachillerato y con el se pretende facilitar el trabajo del profesorado con un material original, que le sirva, de punto de apoyo en su labor diaria y que le permita abrir, a través de sugerencias, nuevos caminos, gracias a la aportación personal de su trabajo diario en el aprendizaje de sus alumnos en estas asignaturas. Algunos de los aspectos tratados pueden utilizarse en asignaturas próximas del área o nivel, como las de Biología y las de Geografía. También se ha tenido en cuenta la posibilidad de dar al trabajo la suficiente versatilidad para que, además de utilizarse en el nivel apuntado, pudiera hacerse en otros de la misma área o de áreas afines, dado su carácter interdisciplinario. El profesor puede seleccionar y adaptar el material de acuerdo a las características del grupo o a sus objetivos de aprendizaje y la discusión de los temas puede ser al nivel que se elija.

### **Especificaciones técnicas y metodología de uso**

Los materiales de desarrollo curricular que se presentan y que sirven para la aplicación práctica de las asignaturas de Física, pretende ser un material relevante para el profesorado que contribuya a su autoformación.

El sistema modular, su planteamiento, desarrollo y diseño, pretende integrar en si mismo algunos de los contenidos relevantes de las asignaturas de Física, como se señalara mas adelante.

El diseño y la concepción original de los mismos se ha hecho, pensando en darle una utilización que fuera lo suficientemente versátil para usarlo principalmente como actividades experimentales cuya recomendación de uso en la enseñanza está fuera de toda duda, al estar contrastados los resultados.

La introducción a los distintos temas tratados en las actividades experimentales, debe de ir apoyado por diferentes materiales didácticos, los cuales se sugieren aquí, o pueden ser sugeridos por el profesor. Los aquí presentados no requieren medios audiovisuales sofisticados o de un desembolso extraordinario.

## **Material Didáctico. Instructivo de la Actividad Experimental**

Se presentan doce actividades experimentales que recogen contenidos básicos de las asignaturas de Física del nivel Bachillerato. Con esta propuesta se pretende conseguir un aprendizaje basado en el estudio de la Física en un contexto de Ciencias de la Tierra, haciendo que los contenidos teóricos sean estudiados en un contexto real.

La edición de este sistema modular se hizo pensando en que funcione como un volumen total conteniendo todas las actividades experimentales o que algunas de éstas puedan ser reproducidas individualmente. Igualmente las figuras y materiales de apoyo pueden ser reproducidos para que el profesor pueda dar una explicación más detallada del concepto que explica, si así lo desea. Aunque en el trabajo original las figuras se presentan a color se ha cuidado que en su impresión en blanco y negro no pierdan información.

Cada una de las actividades cuenta con el marco teórico propio, desarrollado de acuerdo al módulo al que pertenece, este material de apoyo facilita la comprensión del tema tratado en la misma y contiene los conceptos físicos básicos tratados en la actividad. La teoría incluida en las actividades experimentales es la considerada básica para la implementación de las mismas, pero el profesor puede ahondar más en la misma o pedir a los alumnos que investiguen o desarrollen algún otro tema relacionado, con lo cual otros aspectos metodológicos pueden ser explotados, como el desarrollo de habilidades escritas, de síntesis o de análisis.

La introducción, conducida por el profesor, a la temática presentada por una actividad experimental, cualquiera, es ideal para conocer y analizar los preconceptos de los alumnos, motivar la participación de los mismos y como elemento para una evaluación formativa. Los cuestionarios, preguntas y problemas, incluidos en las diferentes actividades, o como ejercicios adicionales sirven a la vez como una prueba de conocimientos, ya que permiten al alumno aplicar directamente los contenidos aprendidos para resolver casos particulares y como herramienta para extrapolar a otras situaciones. El marco teórico desarrollado para cada modulo servirá al profesor como guía, orientación, y base para elegir temas, según su criterio. Con lo cual se pretende ofrecer un material

concreto, específico, desarrollado en sus objetivos conceptuales, de procedimiento y actitud, así como una metodología experimentada, para su aplicación directa. La redacción de este apartado se realizó en base a los contenidos de las referencias consultadas, destacando los principios físicos a tratar.

El desarrollo de los materiales que se presentan, tanto en el plano gráfico, para su observación visual, como en el plano conceptual de estudio pretenden dar la suficiente consistencia pedagógica al tema en el nivel y área en el que se aplica.

En la búsqueda de un enfoque *interdisciplinario* algunas actividades como Fósiles, Tectónica de Placas y Volcanes se pueden referir, de manera natural, con temas relacionados a la Biología, a la Química y a la Geografía.

Muchas de las actividades como Filtros Solares, Cocina Solar y Dispersión de la Luz, pueden enfocarse, además, para mostrar la incidencia de los seres humanos en diversos fenómenos ambientales o sus repercusiones en estos. Y actividades como Terremotos y Volcanes podrán mostrar la importancia de la cultura de la prevención de riesgos por lo que se establece una relación con aspectos de la Ciencia y la Sociedad o entre Ciencia y Salud.

El tratamiento de los temas se ha dado aquí de una manera muy general, pero a manera de sugerencia, el profesor puede, en muchas de las actividades, tomar a nuestro país, México, como modelo de aprendizaje aprovechando que los alumnos tienen un conocimiento directo de éste.

Los diferentes temas de las actividades ofrecen un tratamiento científico de los problemas a diversas escalas: macroescala, problemas ambientales generales y globales, como la destrucción de la capa de ozono o corrientes oceánicas; mesoescala, el centro de la República Mexicana como una región altamente volcánica y microescala, la Ciudad de México como una zona de alto riesgo sísmico y alta contaminación ambiental.

Con todo esto el alumno, además de consolidar cierto aprendizaje de conceptos físicos, adquiere una metodología de trabajo y valores éticos respecto a su medio ambiente.

### 3.2 CONTENIDOS GENERALES

El trabajo está estructurado en cinco módulos temáticos:

- I. La Tierra
- II. Rocas
- III. Atmósfera
- IV. Movimientos de la Corteza Terrestre
- V. Océanos.

Para lograr una integración y un mayor entendimiento de estos temas, antes de abordar cada uno de los módulos, se presenta un breve apartado donde se hace una introducción a las Ciencias de la Tierra y a la Tierra vista como un sistema. La finalidad de éste, es que el profesor, que decida realizar alguna o algunas de las actividades de este sistema modular, lo tome como base para introducir a los alumnos en esta temática.

Respecto a los módulos, cada uno se presenta con los siguientes apartados:

- **Ubicación de los contenidos temáticos en los programas de estudio de las asignaturas de Física**
- **Objetivos**
- **Marco teórico**
- **Instructivo de las actividades experimentales**
- **Materiales didácticos de apoyo**
- **Bibliografía recomendada**
- **Páginas Web**
- **Videos**

Los contenidos temáticos correspondientes a las asignaturas de Física se muestran tal como aparecen en los diferentes programas de estudio de las asignaturas de Física III y Física IV (área I) correspondientes al sistema de la ENP y en los programas de estudio de las asignaturas de Física I y III y Física III y IV

para el sistema CCH. Estos también se construyeron tomando en cuenta la información de la Tabla 1.1. (Pág. 20).

Respecto a los objetivos, y ante la diversidad de temas mostrados, es tarea del profesor decidir el enfoque que le dará a la actividad experimental para privilegiar la adquisición o reafirmación de un concepto físico, en particular, dependiendo de sus objetivos de enseñanza y de las características del grupo.

Los objetivos que persiguen cada una de las actividades experimentales, en cuanto a conceptos, están referidos en el instructivo del mismo.

Pero no se debe de olvidar que en el proceso de instrucción no sólo se están enseñando conceptos sino también procedimientos y actitudes, por lo que otro de los objetivos será fomentar el aprendizaje de éstos.

Aunque no se realiza aquí, se sugiere que al inicio de la actividad experimental el profesor por medio de un organizador previo avanzado, haga una pregunta sobre un hecho real o plantee un problema para motivar a los alumnos. Por ejemplo para la actividad de Terremotos podría ser: ¿Por qué la zona de Tailandia ha sido azotada en los últimos años por Tsunamis y Terremotos?.

El marco teórico correspondiente explica de manera sencilla los temas a tratar en las actividades experimentales, resaltando los conceptos físicos que se proponen cubrir de acuerdo a los contenidos de las asignaturas de Física. Este material pretende ser una *guía rápida* que permita al profesor o a los alumnos conocer ciertos temas y ciertos conceptos en los que puede ahondar utilizando otras referencias.

Los instructivos de las actividades experimentales se presentan de forma independiente, favoreciendo su reproducción (copiar).

Los materiales didácticos que se presentan aquí son los utilizados en las Prácticas Docentes y son sólo una sugerencia a partir de la cuál el profesor o los alumnos pueden elaborar algunos otros.

La bibliografía recomendada, sirve para enriquecer el marco teórico correspondiente o puede ser utilizada para otras actividades que apoyen la enseñanza del tema.

Las páginas Web sugeridas, apoyan la enseñanza del tema proporcionando información, actividades virtuales y datos e imágenes en tiempo real.

Los videos recomendados son un excelente material con el cual el profesor, utilizando las estrategias didácticas adecuadas, puede introducir o consolidar los aprendizajes correspondientes.

Algunos de los módulos presentan al final un mapa conceptual, que el profesor puede usar ya sea para introducir el tema o redondearlo.

### **3.3 INTRODUCCIÓN A LAS CIENCIAS DE LA TIERRA**

Varios cambios profundos en las Ciencias de la Tierra tuvieron lugar en el siglo XX llegando al siglo XXI con una nueva perspectiva de cómo funciona la Tierra y como se puede abordar su estudio. Algo que queda muy claro de esto es que la Tierra es un sistema integrado y un trabajo interdisciplinario es indispensable para su explicación completa.

El campo de estudio de las Ciencias de la Tierra combina disciplinas tales como la geoquímica, la biogeoquímica y geociencias ambientales. Los cambios ambientales y los riesgos geológicos son el resultado de la interacción de muchos sistemas terrestres y por lo tanto se necesitan diferentes tipos de científicos que puedan estudiar estas disciplinas y sean capaces de hacer recomendaciones para la conservación d recursos, minimizar la degradación ambiental y reducir el potencial de muerte y destrucción asociados a los riesgos geológicos.

Los científicos estudian a la Tierra como un todo: el origen y extracción de minerales, la predicción del clima y los temblores, la contaminación de la atmósfera, tierra y océanos y las fuerzas que dibujan el mundo físico. Lo que interesa a los científicos es el entendimiento global de aspectos de la estructura de la Tierra y su pasado, para conocer como los humanos podemos enfrentar el futuro. Las Ciencias de la Tierra están integradas por varias disciplinas como la:

**Geología.** Estudia el origen composición, estructura e historia de la Tierra;

**Meteorología.** Estudia la atmósfera, para predecir las distintas condiciones climáticas;

**Oceanografía.** La extensión y profundidad de los océanos, la evolución y composición del agua, sus características físicas y químicas, la topografía del fondo marino, las corrientes, las mareas, la vida marina y aspectos de su influencia en los humanos son algunos de los temas de estudio de esta ciencia.

**Geofísica.** Esta disciplina utiliza la física para el estudio de la superficie, el interior, la atmósfera y la hidrosfera de la Tierra;

**Geoquímica.** El aspecto principal de esta disciplina es aplicar la ciencia de la química a la geología, estudiando los cambios químicos que acompañan y han acompañado a los procesos geológicos.

**Vulcanología.** Esta puede verse como una rama de la geología y como su nombre lo indica, se encarga del estudio de los volcanes y de los fenómenos geológicos que éstos causan.

### **3.4 LA TIERRA COMO UN SISTEMA**

La metodología para estudiar las Ciencias de la Tierra debe de tener en cuenta la complejidad del medio ambiente para lo cual se propone utilizar una metodología sistemática para su estudio en el que se integren el reduccionismo (el análisis de procesos individualizados aislando partes y componentes) y el holismo (visión de conjunto).

El reduccionismo, como su nombre lo indica, divide cada una de los problemas, que se desee estudiar en tantas partes como sea posible y necesario; utilizando por consiguiente, un enfoque de carácter analítico.

En el siglo XIX comienza aplicarse el modelo holístico, centrado en el conocimiento global. Su enfoque es de carácter sistémico. A continuación se mencionan algunas de las características de la metodología holística (Sanz, 1992).

- Se concentra sobre las interacciones de los elementos
- Considera los efectos de las interacciones
- Se basa en la percepción global
- Integra la duración y la irreversibilidad
- La validación de los hechos se realiza por la comparación del funcionamiento del modelo con la realidad

- Enfoque eficaz cuando las interacciones son no lineales y fuertes

Teoría general de sistemas.- Se define un sistema como un conjunto de elementos en interacción. Esta teoría surge bajo tres postulados:

- a) Todo es un sistema
- b) Todo forma parte de un sistema mayor
- c) Todo está infinitamente sistematizado

Por ejemplo, el sistema Planeta Tierra forma parte de un sistema mayor Sistema Solar y este es un subsistema del Sistema Vía Láctea que a su vez forma parte de otros sistemas mayores. Por otra parte dentro del sistema Planeta Tierra nos encontramos con subsistemas como el sistema biosfera.

El funcionamiento de un sistema está determinado por una cadena causal y, por tanto, no está determinado de forma completa.

Los sistemas tienden a un estado de máxima estabilidad, lo cual permite que se produzca una evolución del sistema independientemente de su situación inicial.

Resumiendo, lo que define el funcionamiento de cualquier sistema es:

- a) Principio de organización. Un sistema funciona de forma semejante a otros sistemas
- b) Principio de totalidad. Un sistema no tiene un funcionamiento determinado por completo, sino que está sujeto a una cadena causal. Por lo tanto, si se producen alteraciones de un tipo u otro, se desencadenará una cascada de consecuencias que harán que el sistema se reajuste, variando su funcionamiento para conseguir de nuevo el equilibrio.
- c) Dinámica. Un sistema se mantiene en el estado más estable, frente a lo que le afecta y tiende al estado de máximo equilibrio, esto permite su evolución para conseguir ante una variación externa un nuevo equilibrio.

Dinámica de sistemas.- El funcionamiento de un sistema se estudia a través de modelos que, por comparación con la realidad, se validan o no.

Un modelo no es más que *una visión simplificada del mundo real*. Las fronteras son los límites del modelo y están definidas, mientras las zonas que separan al sistema de su entorno, dentro de lo que sería el mundo real, son difusas.

Lo que intercambian los sistemas con su entorno es materia, energía e información y se denominan *entradas* cuando el sentido del flujo es del entorno hacia el sistema y *salidas* cuando el sentido del flujo es del sistema hacia el entorno.

De acuerdo a como los sistemas realizan intercambios con su entorno, se distinguen tres tipos de sistemas:

- a) Sistemas aislados. Son aquellos que no intercambian ni materia ni energía con su entorno. En la realidad no existen, son sistemas teóricos, que se utilizan con el fin de simplificar sistemas de grandes dimensiones.
- b) Sistemas abiertos. Son los que realizan intercambios tanto de materia como de energía con su entorno próximo.
- c) Sistemas cerrados. Son los que tan sólo intercambian energía con su entorno.

Los elementos del sistema son sus componentes y representan de forma simplificada una característica de la realidad del objeto de estudio.

Entre los elementos de un sistema hay interacciones, al aumentar el número de elementos del sistema aumenta el número de relaciones entre ellos y su complejidad.

La regulación del sistema.- La *retroalimentación* es un conjunto de mecanismos de regulación de las salidas y entradas de materia y energía del sistema.

Las conexiones causa-efecto entre dos o más variables concretas que son objeto de estudio constituyen las denominadas *relaciones causales*.

La Tierra es un sistema compuesto de sistemas interconectados, es un sistema dinámico que cambia con el tiempo. Así, la Tierra es un sistema abierto y dinámico.

El sistema dinámico de la Tierra es potenciado principalmente por la propia energía interna del planeta pero también por la energía del Sol. Los sistemas

internos y medioambientales de la Tierra están basados en la manera en la que el planeta se involucra con nuestro sistema solar.

Una teoría que retoma, de manera muy singular, la idea de que la Tierra es un sistema, es la siguiente:

### **Hipótesis de Gaia**

La hipótesis de Gaia formulada en los años setenta por James Lovelock, suponía que la atmósfera, los océanos, el clima y la corteza de la Tierra se encuentran ajustados a un estado adecuado para la vida por el comportamiento de los mismos organismos vivos. En concreto, la temperatura, el estado de oxidación, de acidez y algunos aspectos de las rocas y las aguas se mantienen constantes en cualquier época gracias a procesos llevados a cabo de manera automática por la biota. La vida y su entorno están tan íntimamente asociados que la evolución afecta a Gaia, no a los organismos o al medio ambiente por separado. Así el planeta Tierra está vivo en el sentido de que es un sistema autoorganizado y autorregulado.

“A través de la teoría de Gaia entiendo la Tierra y la vida en ella como un sistema, un sistema que tiene la capacidad de regular la temperatura y la composición de la superficie de la Tierra, y de mantenerla idónea para los organismos vivos. La autorregulación del sistema es un proceso activo impulsado por la energía libre proporcionada por el Sol”<sup>1</sup>

Dos fenómenos que de acuerdo al autor fundamentan esta hipótesis son la concentración de oxígeno en la atmósfera de la Tierra en un 21% y la persistencia de una temperatura media de 20 °C. Hechos que convierten la atmósfera de la Tierra en una sorprendente improbabilidad desde el punto de vista químico (Volk, 1998).

---

• <sup>1</sup> Lovelock, J., 1995, *Las Edades de Gaia. Una biografía de nuestro planeta vivo*. Matemas No. 29. Tusquets Editores. España. pp.44-47

## 3.5 MÓDULO I

### LA TIERRA

#### Contenidos temáticos:

Módulo	ENP		CCH	
	Física III	Física IV (Área I)	Física I y II	Física III y IV
I. La Tierra	4.4 Campo Magnético 4.5 Inducción electromagnética	4.3 Campo Magnético 4.4 Inducción electromagnética	5.4 Fenómenos electromagnéticos 5.5 Ondas electromagnéticas	2ª Unidad. Sistemas electromagnéticos

#### Objetivos

Apreciará la influencia del campo magnético sobre el desarrollo y comportamiento de algunas formas de vida en la Tierra.

#### Marco teórico

La Tierra es el tercer planeta del Sistema Solar, es casi esférico achatado ligeramente en los polos y esta compuesto principalmente de tres capas concéntricas. Cerca del 70 % de la superficie esta cubierta por agua. La Tierra esta rodeada por una atmósfera que permite la vida en el planeta.

Distancia media al Sol: 149 500 000 Km.

Diámetro ecuatorial: 12 756 Km.

Circunferencia: 40 070 Km.

Periodo de rotación: 23 hr 56 min 4.1 s

Año (orbita completa, periodo sideral): 365 días 5 hr 48 min 46 s.

Velocidad promedio de la Tierra alrededor del Sol: 30 Km. /s.

Inclinación del plano de la orbita respecto al plano ecuatorial: 23.5 °.

Composición de la atmósfera: Nitrógeno(N) 78.09%, Oxígeno (O) 20.95 %, Argón (A) 0.93%, Dióxido de Carbono (NO) 0.03% y otros gases como el Hidrógeno, Zenón con menos del 0.0001%.

La superficie continental de la Tierra es de 150 000 000 km<sup>2</sup>, su mayor altitud se alcanza en el Monte Everest de 8 872 msnm. La superficie ocupada por agua es de 361 000 000 km<sup>2</sup>.

La Tierra posee un satélite natural, la Luna.

La edad de la Tierra se calcula en aproximadamente 4.6 billones de años. El comienzo de la vida en la Tierra se cree ocurrió hace 3.8 billones de años.

La Tierra está estructurada en una serie de capas más o menos concéntricas. Esta estratificación existe tanto considerando su composición química como sus propiedades mecánicas.

Atendiendo a su diferenciación química, se distinguen la corteza el manto y el núcleo mientras que según sus propiedades mecánicas se distinguen la litosfera, la astenosfera, la mesosfera y el núcleo o endosfera.

Dentro de su clasificación cada uno de estos subsistemas, interactúan unos con otros.

#### DIFERENCIACIÓN QUÍMICA

Las unidades químicas son las siguientes:

- a) La **corteza** es la capa mas externa de la Tierra, se extiende desde la superficie sólida hasta la discontinuidad de Mohorovicic, en los continentes tiene un espesor medio de 35 Km. y esta compuesta por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. La corteza oceánica tiene un espesor medio de 10 Km. y su composición es básicamente de gabros y basaltos.
- b) El **manto** se extiende desde la discontinuidad de Mohorovicic hasta la discontinuidad de Gutemberg. Se subdivide en dos partes: el manto superior y el manto inferior separados por la discontinuidad de Repetti, situada a unos 1000 Km.
- c) El **núcleo** es la parte mas interna del planeta, situado desde la discontinuidad de Gutemberg hasta unos 6370 Km. Se subdivide en dos capas: el núcleo externo, formado por hierro y níquel y el núcleo interno, formado principalmente de hierro puro, que llega hasta el centro de la Tierra.

## DIFERENCIACIÓN FÍSICA

Las unidades dinámicas son:

- a) La **litosfera** es la capa rígida más externa de la Tierra, que engloba la corteza y la parte más externa del manto. Su espesor va desde los 70 Km. en los océanos hasta 125 Km. bajo algunas zonas en los continentes.
- b) La **astenosfera** se localiza bajo la litosfera. Esta constituida por rocas que se comportan como un fluido debido a que a profundidades entre los 60 y 200 Km. el aumento de temperatura es mayor que el aumento de presión.
- c) La **mesosfera** se encuentra por debajo de la astenosfera. A esta profundidad la rigidez de los materiales es mayor debido a las condiciones ambientales.
- d) El **núcleo o endosfera**. Su parte más externa esta sometida a una circulación convectiva, responsable en parte del movimiento de las placas litósfericas.

La Fig. 3.5.1 muestra en esquema en capas de la diferenciación física de la Tierra.

## SISTEMAS DE ENERGÍA DE LA TIERRA

La energía de la Tierra puede considerarse como un sexto sistema ambiental.

Ya que la energía es la capacidad para realizar trabajo, la energía que reciben cada uno de los sistemas hace al planeta un sistema dinámico.

Fuentes de energía

Tres fuentes de energía dos interna y una externa potencian todos los procesos de la Tierra. La principal fuente de energía proporcionando el 99.98% de la energía de la Tierra es el Sol. Pequeñas cantidades de energía son creadas dentro de la Tierra a través del decaimiento radiactivo de algunos elementos en las rocas y algún calor residual de los inicios de la formación de la Tierra. Una pequeña cantidad de energía es proporcionada por la atracción gravitacional entre el sistema Luna-Tierra-Sol y maneja el movimiento de las aguas oceánicas por las mareas.

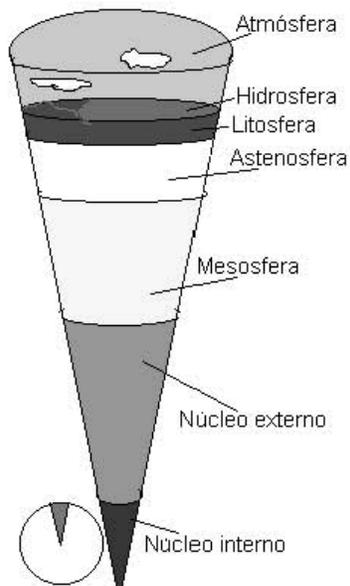


Fig. 3.5.1. Estructura en capas de la Tierra de acuerdo al modelo dinámico

Los flujos de entrada y salida de la energía en la superficie de la Tierra pueden cuantificarse a través de estas tres fuentes: la radiación solar, la energía térmica interna y la energía de las mareas. La Tierra recibe  $1.73 \times 10^{17}$  W del Sol. En comparación, la energía producida por la Tierra misma es de  $32 \times 10^{12}$  W y la energía relacionada a las mareas es de  $3 \times 10^{12}$  W.

El origen de la energía interna

Mecanismos de transporte de calor. El transporte de calor desde el interior de la Tierra hacia zonas más superficiales se realiza por radiación, conducción y convección.

- a) Radiación. El calor se propaga en forma de radiación electromagnética. Esta forma es más eficaz a gran profundidad y temperaturas cercanas a la fusión, porque en estas condiciones, la energía es emitida en longitudes de onda para las que muchos silicatos no ofrecen obstáculo a su paso.
- b) Conducción. En este caso el calor es transportado por las vibraciones y choques entre los átomos y las moléculas que forman los materiales terrestres. Este proceso se da principalmente en la litosfera y en el núcleo interno, debido al estado sólido de sus materiales, donde la transmisión del calor es relativamente baja

- c) Convección. El calor se transporta como consecuencia de movimientos en una masa fluida sometida a diferencias de densidad generadas por cambios en la temperatura. Por el estado fluido de sus materiales este proceso tiene lugar en el manto terrestre y el núcleo externo.

La energía externa y los procesos geodinámicos externos.

Los principales agentes geológicos externos son los ríos, los glaciares, las aguas subterráneas, el viento y la gravedad. Su fuente principal de energía es la solar y son los responsables de los procesos geológicos externos.

Los procesos geológicos externos principales son: Meteorización y erosión, transporte y sedimentación.

## MAGNETISMO TERRESTRE

En 1600 William Gilbert (1544-1603) declaró que la Tierra era un imán. Basó su afirmación en experimentos: usando un modelo a escala de la Tierra, un imán esférico que denominó "terrella" (pequeña Tierra) y moviendo una pequeña brújula sobre la superficie de la terrella, reprodujo todas las propiedades observadas de la aguja magnética, no solo su tendencia a apuntar hacia el norte cuando gira libre alrededor de un eje vertical, sino también su inclinación descendente hacia el interior de la Tierra cuando gira libre alrededor de un eje de este-oeste, un fenómeno descubierto unos 20 años antes. En un principio él sugirió que la Tierra era magnética porque tenía magnetita en su interior. Esta idea prevaleció durante más de dos siglos. Durante el siglo XIX, los científicos descubrieron que la magnetita no era la única fuente de magnetismo, sino que éste está relacionado con el flujo de corriente eléctrica. La sismología contribuyó a la hipótesis que se maneja actualmente en relación al origen del campo magnético, al descubrir que la Tierra posee un núcleo externo líquido, dicha teoría relaciona el magnetismo terrestre con los flujos de partículas cargadas eléctricamente en dicho núcleo. Estos flujos producen corrientes eléctricas que generan el campo magnético, este proceso puede comenzar con un débil campo inicial, que se amplifica rápidamente. Cuando el sentido de flujo cambia, el campo también cambia,

explicando no solo la variación gradual observada en el campo geomagnético, sino también la inversión ocasional de su polaridad norte-sur, a intervalos de medio millón de años. Las evidencias de estas inversiones se encuentran en las lavas volcánicas endurecidas que están ligeramente magnetizadas en la misma dirección del campo magnético que existía cuando se enfriaron. El campo magnético terrestre tiene una intensidad que oscila entre 0.25 oersted cerca del ecuador a casi 0,7 oersted en las regiones polares. En la actualidad el campo magnético terrestre es monitoreado desde satélites<sup>2</sup> que registran sus variaciones en el tiempo, las cuales se clasifican en tres categorías generales: variaciones seculares, variaciones diurnas y tormentas magnéticas. Los cambios seculares consisten en la deriva hacia el oeste y de una disminución observable en la intensidad, esta deriva es un cambio aparente de todo el campo magnético con respecto a puntos fijos sobre la superficie terrestre, esta deriva se da a una velocidad de 0.2 grados por año (Símons, 1990). La variación diurna es un ciclo diario y esta asociada con los efectos gravitatorios del Sol y la Luna sobre las partículas cargadas eléctricamente que rodean la Tierra. Las tormentas magnéticas son fluctuaciones erráticas y repentinas de la intensidad del campo asociadas con las manchas solares. Estas tormentas causan agudas interferencias en las comunicaciones por radio de onda corta. El efecto de las partículas cargadas moviéndose en el espacio, provenientes del Sol, contribuye a las fuentes externas del campo que provoca la distorsión de las líneas de fuerza. La Fig. 3.5.2 muestra esta configuración.

El campo tiene un efecto importante sobre la radiación electromagnética solar que llega a la Tierra. Dicho campo la atrapa en los cinturones de radiación que rodean la Tierra (cinturones de Van Allen). Esto nos protege de dicha radiación que podría ser letal para la vida. Pero también nos ofrecen la vista de un fenómeno sorprendente, las auroras boreales<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Ver las páginas <http://terra.nasa.gov> y <http://gsfc.nasa.gov>.

<sup>3</sup> Observación de auroras en tiempo real en <http://gedds.pfr.alaska.edu/allsky/default.htm/northern-lights.no>

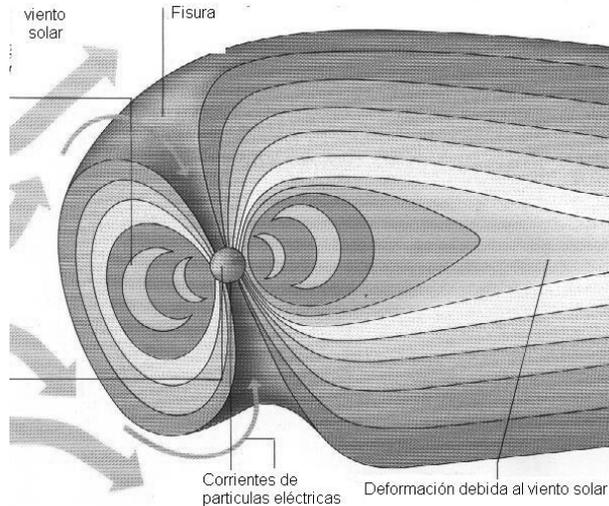


Fig. 3.5.2 Configuración del campo magnético terrestre.

El paleomagnetismo es la ciencia que estudia el comportamiento del campo magnético de la Tierra en la antigüedad. Se puede estudiar a partir del magnetismo remanente en las rocas ya que guardan un registro de sus campos<sup>4</sup>. La figura 3.5.3 muestra los registros de las inversiones del campo magnético terrestre durante los últimos 180 millones de años.

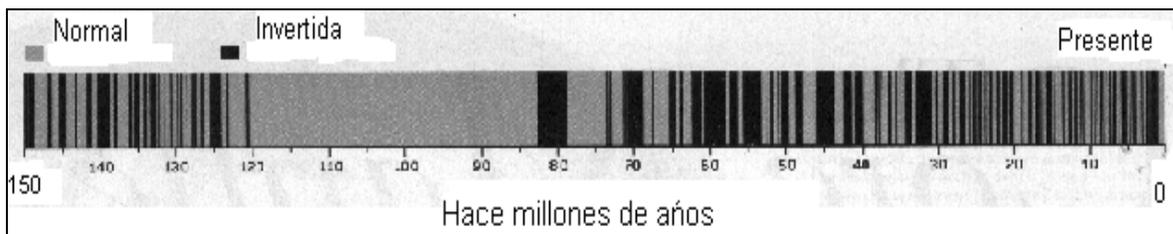


Fig. 3.5.3. Inversiones de la polaridad ocurridas en los pasados 150 millones de años.

En la actualidad se piensa que el campo Magnético de la Tierra ha iniciado un proceso de inversión (Glatzmaier, 2005): basados en modelos computacionales, estos estudios muestran que la configuración del flujo magnético de la Tierra, en el presente, es similar al presentado por el del modelo al inicio de una inversión.

<sup>4</sup> Para una revisión alternativa ver Hewitt, P., 2000. Física Conceptual, Adisson Wesley. México

La Fig. 3.5.4 muestra mapas del campo magnético que comienzan con una polaridad normal en los cuales algunos de los puntos de flujo magnético comienzan a viajar del Sur geográfico hacia el norte completando el proceso de inversión de polaridad, en un periodo de 9 000 años.

### ESPECIES ANIMALES Y MAGNETISMO TERRESTRE

Los organismos se desarrollan y evolucionan en presencia del campo magnético terrestre y, por tanto, puede existir una ventaja evolutiva en poder detectar dicho campo ya que podría utilizarse, por ejemplo, para la orientación. Así, no debería ser sorprendente la existencia de muchas especies capaces de orientarse usando el campo magnético terrestre.

Durante los periodos de inversiones magnéticas han ocurrido extinciones masivas o especiaciones en animales. Las razones pueden ser múltiples, como la disminución y desaparición del campo, lo que permite la entrada de partículas de alta energía que causan la muerte de seres vivos microscópicos en los mares y por lo tanto la interrupción de cadenas alimenticias; otra de ellas puede ser la pérdida de referencias en animales que son capaces de detectar el campo magnético terrestre.

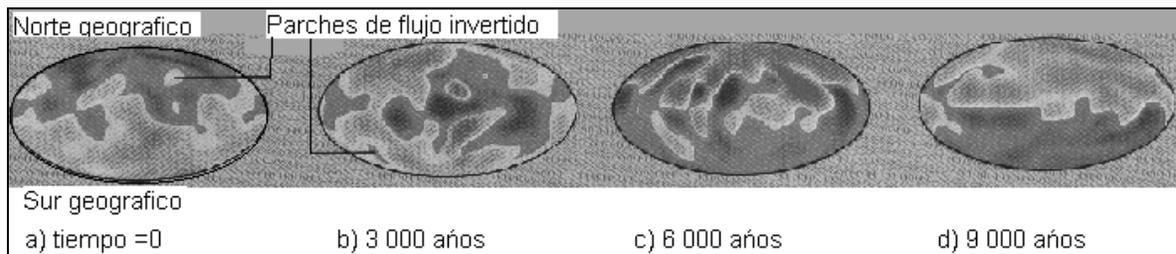


Fig. 3.5.4. Comportamiento del modelo computacional de Glatzmaier y Olson, donde se muestran las variaciones en los mapas de campo magnético en un proceso de inversión de polaridad para un periodo de 9 000 años.

Se han observado estos efectos de los campos magnéticos en el comportamiento de una amplia variedad de organismos, y estos seres tienen la posibilidad de detectar el campo magnético terrestre y usar dicha capacidad para orientarse. Para demostrar todas estas teorías se han hecho estudios en diversos grupos de animales como las aves, los insectos e incluso en bacterias.

## LA ROTACIÓN DE LA TIERRA

OBJETIVO. Observar algunas consecuencias de la rotación de la Tierra.



hacia el este. Si nos pudiéramos colocar en el polo Norte y miráramos *hacia abajo* se vería que la Tierra gira en sentido contrario a las manecillas del reloj. Debido a este movimiento el Sol sale por el este y se pone por el oeste. Todos los puntos sobre la Tierra tardan veinticuatro horas en dar una vuelta de rotación completa, pero cada punto gira a una velocidad diferente. Un péndulo de Foucault situado en el Ecuador no rota. Un péndulo situado en uno de los polos rota una vez al día. Un péndulo situado en cualquier otro punto de la Tierra rota con una velocidad proporcional al seno de su latitud; de modo que si se sitúa a  $45^\circ$  rota una vez cada 1,4 días y a  $30^\circ$  cada 2 días.

La Tierra tiene un eje que va del Polo Norte al Polo Sur. Cada 24 horas da una vuelta completa sobre su propio eje, intervalo que conforma el día y la noche. Este movimiento de rotación no se aprecia porque la velocidad es constante y todo lo que nos rodea se mueve con nosotros. La Tierra siempre gira en la misma dirección,



León Foucault (1819-1868), físico francés, en 1851 hizo una demostración de la rotación de la Tierra, suspendiendo un péndulo con un cable largo de la cúpula del Panteón de París: el movimiento del péndulo reveló la Rotación de la Tierra sobre su eje. Foucault empleó una masa de 28 kg atada a un cable de 67 m. En 1954, Maurice Allais, trabajaba con péndulos de Foucault y coincidió este experimento con un eclipse total de Sol. Y durante éste, Allais observó que el péndulo se desviaba de su dirección habitual, cambiando su ángulo de rotación en  $13,5^\circ$ .

## ACTIVIDADES

### 1. PENDULO DE FOUCAULT

#### **Material**

- Botella de plástico
- Armella
- 5 m de cuerda
- Cartón (embudo)
- Arena fina, seca
- Lápiz corto
- Tijeras
- Barrena

#### **Desarrollo**

- a) Pon un trozo pequeño de madera dentro del tapón de la botella y haz un agujero pequeño, en el que entre la armella.
- b) Enrosca la armella en la tapa de la botella. Dale un tirón para comprobar que esté bien sujeta.
- c) Con el cartón forma un embudo y llena las dos terceras partes de la botella con arena.
- d) Ata un extremo de la cuerda al techo y el otro extremo al gancho que está sujeto al tapón.
- e) Sujeta con plástilina el lápiz pequeño en el fondo de la botella, ajusta el nudo del gancho hasta que el lápiz llegue al ras del suelo. Empuja la botella suavemente hasta que describa un balance amplio, trata de que éste sea lo más regular posible. Cuando el movimiento sea constante. Coloca unas cartulinas debajo de la botella y marca la línea de oscilación
- f) Checa la línea de oscilación 20 min más tarde.

#### **Cuestionario**

1. ¿La línea de oscilación ha sufrido alguna variación?
2. ¿Por qué piensas que Foucault eligió esa masa y esa altura para realizar su experimento?
3. ¿La velocidad de este movimiento de rotación ha sido la misma desde los inicios de la Tierra?

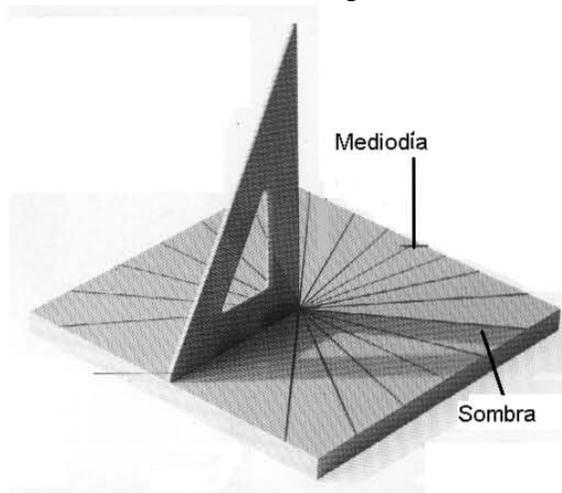
## 2.- RELOJ DE SOL SENCILLO

### Material

- Lámina de madera
- Escuadra
- Cartulina
- Lápiz
- Marcador
- Transportador pegamento
- Sierra

### Desarrollo

- Corta una lámina de madera cuadrada de 15 cm de lado, cúbrela con la cartulina.
- Traza las líneas para las horas, dividiendo cada cuadrante en seis ángulos de  $15^\circ$  cada uno.
- Pega la escuadra como se muestra en la figura.
- Para leer el reloj el tablero siempre debe de estar en el mismo lugar. Para calibrarlo debes de alinearlo, en un día determinado, de tal manera que justo al mediodía la escuadra no haga sombra.
- Las horas pueden calcularse ha medida que las sombra de la escuadra se proyecta en las líneas.



### Cuestionario

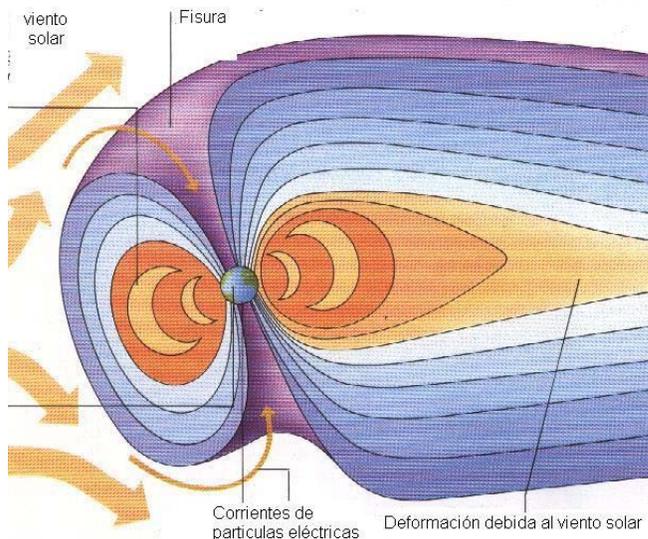
- Se mencionó que el cuadrante no se debería de mover de un solo lugar, pero, ¿que sucederá con las sombras si este lo dejas por más de dos semanas en el mismo sitio?
- ¿Cómo podrías hacer más exacta la lectura de la hora?

### CONCLUSIONES

### REFERENCIAS

## MAGNETISMO TERRESTRE

OBJETIVO. Identificar la forma del campo magnético terrestre.



La Tierra se comporta como un imán, pero es un imán tan grande, que afecta al resto de los imanes del planeta. Las agujas de las brújulas son simplemente pequeños imanes y como tal funcionan. En la actualidad existen algunas teorías respecto al porque la Tierra es magnética Una de ellas indica que el hierro y el níquel del núcleo exterior alcanzan tan altas

temperaturas que se cree que están fundidos permanentemente. Las corrientes que corren por esta zona pueden crear el campo magnético de la Tierra. Un campo magnético es el área situada alrededor de todo imán y en la cuál el magnetismo ejerce su fuerza. Cualquier imán tiene un campo magnético. Así la Tierra posee una zona en la que este campo se deja sentir a la que se le llama magnetosfera y se extiende en el espacio por más de 60 000 Km. Su forma no es exactamente igual que la del campo magnético de un imán, ya que esta deformado por el viento solar, que es una corriente de partículas cargadas de electricidad que emite el Sol de manera constante. Algunas de estas entran a la atmósfera a través de fisuras de la magnetosfera, sobre los polos creando las auroras, despliegue espectacular de luces de colores que aparecen algunas noches en las zonas más septentrionales.

William Gilbert  
(1544-1603)



Gilbert fue el primero que mostró que la Tierra se comporta como un imán gigante. Antes de 1600 nadie sabía el porque las brújulas apuntaban siempre al norte. En su libro *De magnete*, Gilbert describió como había fabricado una aguja magnética que podía girar libremente: tanto de arriba abajo como de un lado a otro en diferentes ángulos según lo lejos que se halle de los polos. Ésta aguja no sólo señala al norte sino que también se mueve hacia abajo, Gilbert probó una de estas agujas cerca de un imán en forma de globo terráqueo y vio que esta se movía hacia debajo de la misma manera,

## ACTIVIDADES

### 1. FABRICA UNA BRÚJULA

#### Material

- Imán de barra
- Recipiente para gelatina individual
- Corcho o unicel
- Cinta adhesiva (Masking tape)
- Aguja de cocer mediana

#### Desarrollo

- Magnetiza la aguja con un imán, frotándola con éste durante medio minuto, siempre en la misma dirección.
- Inserta sobre la aguja pequeñas esferas de unicel.
- Vierte agua en el recipiente de gelatina y pon a flotar la aguja.

¿Por qué la aguja se imana con el frotamiento? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Hacia adonde apunta la aguja cuando flota?

\_\_\_\_\_

¿Por qué?

\_\_\_\_\_

### 2. TRAZAR LAS LINEAS DE FUERZA DEL CAMPO MAGNÉTICO DE UN IMAN

#### Material

- Imán
- Brújula
- Pliego de Cartulina
- Lápiz

## Desarrollo

- a) Coloca el imán en el centro de la cartulina
- b) Coloca la brújula cerca del imán, la aguja de la brújula apuntará en una determinada dirección, haz una marca en el papel para señalarla.
- c) Mueve la brújula a otra posición, la aguja apuntará en otra dirección diferente a la primera, como en el paso anterior haz una marca sobre la cartulina señalando a nueva dirección
- d) Repite estos pasos unas 25 veces colocando la brújula alrededor del imán.

¿Qué figura se forma al unir los trazos? \_\_\_\_\_

---

### 3. CAMPO MAGNÉTICO DE LA TIERRA

#### Material

- Imán de barra
- Mitad de una pelota de hule espuma
- Limaduras de hierro
- Marco de papel china

#### Desarrollo

- a) Coloca la mitad de la pelota en el centro del marco. Esparce con cuidado las limaduras formando una capa fina y regular.
- b) Coloca con cuidado el marco sobre el imán de manera que la pelota quede sobre de él. Golpea ligeramente los bordes de la cartulina para que las limaduras se distribuyan.

¿Cómo es la distribución de las limaduras de hierro? \_\_\_\_\_

---

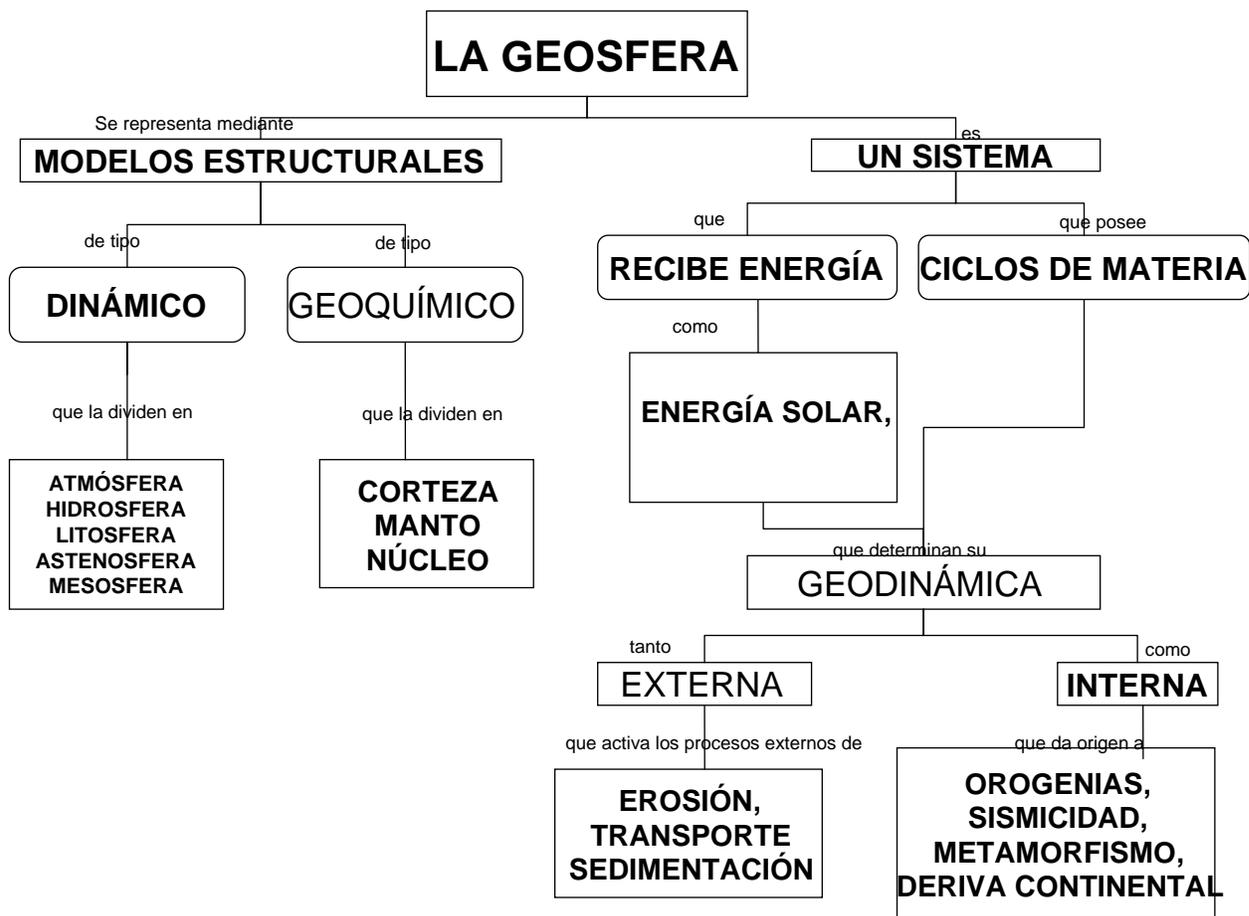
¿Por qué las limaduras se alinean de esa manera? \_\_\_\_\_

---

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

DIAGRAMA 3.5.1



### **Bibliografía recomendada**

Libros de la Colección La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica, México.

- Espíndola, J. M., 1997, El Tercer Planeta. Edad, estructura y composición de la Tierra. No. 74.
- Valdés. J. F. (Comp.), 1997, Nuestro Hogar en el espacio. No. 66

### **Páginas Web**

<http://terra.nasa.gov>

<http://gsfc.nasa.gov>

[Bradford Robotic Telescope](#)

### **Videos**

Planeta Azul, 2004, BBC

## 3.6 MÓDULO II

### ROCAS

#### Contenidos temáticos

Módulo	ENP		CCH	
	Física III	Física IV (Área I)	Física I y II	Física III y IV
II. Rocas	2.12 Presión, Densidad 5.7 Decaimiento radiactivo	2.1 Presión	6.3 Física Nuclear	2ª Unidad. Sistemas Fluidos

**Objetivo.** Valoración de la Tierra como fuente recursos minerales. Apreciar la importancia del registro fósil como un elemento que ubica a la especie humana en el tiempo geológico.

#### GENERALIDADES

La corteza terrestre está compuesta de diferentes clases de rocas. Estas rocas se formaron de diferentes maneras, pero todas están hechas de uno o más minerales. Un mineral es una sustancia inorgánica. Los minerales son los constituyentes principales de las rocas que forman la corteza de la Tierra. Existen cerca de 4 000 minerales conocidos. Los minerales se pueden ver cuando una roca es puesta al microscopio (Dixon, 1996).

Hay tres tipos de rocas: ígneas, sedimentarias y metamórficas. Las rocas ígneas se forman por la solidificación de la lava. Las rocas metamórficas se forman a partir de rocas preexistentes que son sometidas a condiciones de alta presión y alta temperatura. Las rocas sedimentarias se forman a partir de materiales que se han depositado y solidificado en capas.

Los sedimentos y las rocas sedimentarias cubren mucha de la superficie terrestre y del piso marino. Sin embargo, es sólo una delgada capa distribuida sobre las rocas ígneas y metamórficas que constituyen la mayoría del volumen de la corteza terrestre. La Fig. 3.6.1. Muestra la distribución de los diferentes tipos de rocas sobre la superficie terrestre.

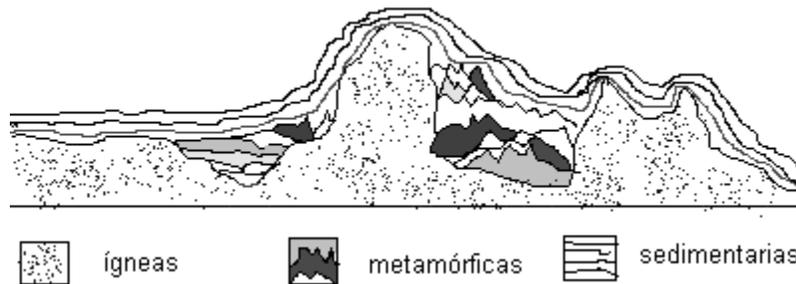
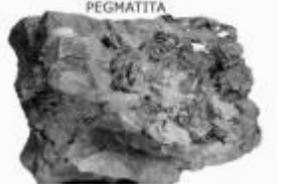
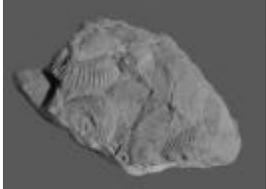


Fig. 3.6.1. El área y el volumen de las rocas metamórficas están divididos entre las rocas ígneas y sedimentarias, de acuerdo con el tipo de roca inicial que se ha metamorfozido.

Las altas temperaturas, la presión, las condiciones ambientales y la erosión son algunos de los procesos con los que la Tierra recicla las rocas. Los elementos y los minerales que conforman las rocas nunca se destruyen sino que se reciclan.

La Tabla 3.6.1. Muestra algunos ejemplos de los distintos tipos de rocas, los diferentes lugares en los que se forman, así como los procesos geológicos que les dan origen.

Tabla 3.6.1 Los tres diferentes grupos de rocas están representados aquí: la roca ígnea es pegmatita, la roca sedimentaria es una caliza fosilífera y la metamórfica es mármol

	ÍGNEAS	SEDIMENTARIAS	METAMORFICAS
			
Materiales	Fundición de rocas en caliente Corteza profunda y manto superior	Intemperismo y erosión de rocas expuestas. En superficie	Rocas sujeta a alta temperatura y presión Corteza profunda y manto superior
Proceso de formación	Cristalización (solidificación del magma)	Deposición, entierro y litificación	Recristalización, en estado sólido, de nuevos materiales

Conocer las distintas propiedades de las rocas y deducir su origen geológico, son esenciales no sólo para indagar acerca de la evolución de nuestro planeta, sino también para obtener información acerca de los diferentes recursos minerales que se pueden obtener para beneficio de la humanidad (Monroe y Wicander, 2001).

### EL CICLO DE LAS ROCAS

Fue enunciado hace 200 años por James Hutton, el fundador de la geología moderna. En la versión original de Hutton las rocas se meteorizan y forman

sedimentos, que luego se entierran en profundidad. Los sedimentos convertidos en rocas pueden sufrir más tarde un proceso de metamorfismo y/o fusión. Posteriormente se deforman y se levantan durante la génesis de las cordilleras para sufrir de nuevo meteorización y reciclaje. A pesar de las muchas puntualizaciones y teorías que objetan el ciclo de Hutton, sus líneas básicas coinciden aún con la presentación que dan los geólogos de una Tierra en constante cambio (Strattler, 1985).

### ROCAS SEDIMENTARIAS

Estas rocas se forman debido a la desintegración mecánica y descomposición química de rocas más antiguas (intemperismo). El agua, el hielo y el viento transportan los materiales a lugares donde constituyen capas de sedimentos, Fig. 3.6.2. A medida que estos residuos se acumulan, el peso ejercido sobre una capa aumenta y se compactan los granos. Los minerales que se precipitan debido al agua que circula a través de la capa, sirven como material cementante, estas son las dos maneras en las que ocurre la litificación, es decir la conversión de los sedimentos en rocas sedimentarias. Así en forma gradual se produce una capa sólida de roca sedimentaria a la que se van sucediendo otras, formando capas paralelas es decir, formando estratos.

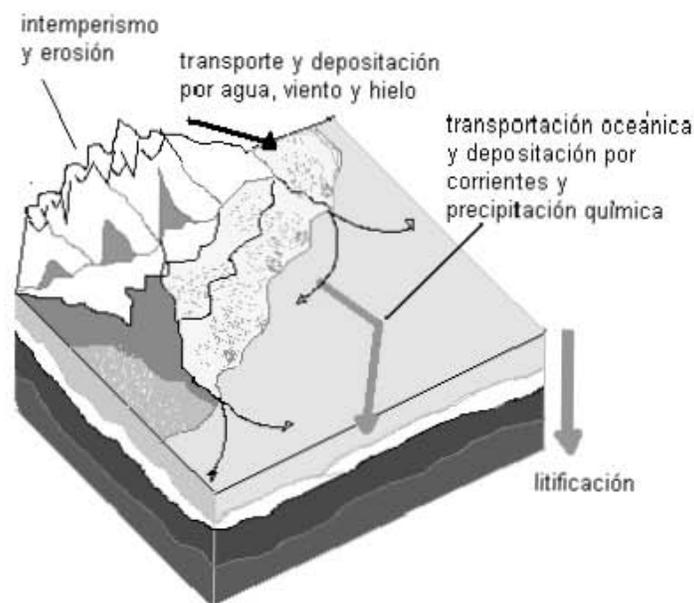


Fig. 3.6.2. Esquema que muestra los procesos que llevan a la depositación de los diferentes estratos que forman las rocas sedimentarias.

Las rocas sedimentarias cubren más de las dos terceras partes de la superficie de la Tierra y comprenden principalmente tres categorías: clásticas, por precipitación química y orgánica (o biogénicas). Los sedimentos clásticos son el grupo mayor y están compuestos de fragmentos de rocas preexistentes; incluyendo arcilla, arena y grava. Las provenientes de precipitación química incluyen algunas calizas y depósitos evaporados tales como el yeso y la halita (roca salada). Carbón, esquisto de aceite y las calizas, provenientes de la fosilización de materia orgánica, son ejemplos de rocas sedimentarias orgánicas.

La mayor parte de los combustibles de origen fósil como el petróleo y el gas natural provienen de estas rocas.

## FÓSILES

Un fósil puede ser un molde, una impresión, la huella de un animal o una planta preservada en roca, los fósiles incluyen huellas de pisadas, impresiones internas o externas. Pocos fósiles son preservados intactos, como el mamut fosilizado en hielo, encontrado en Siberia<sup>5</sup>, o insectos atrapados en la resina de los árboles que ahora constituye el ámbar. Existen también los microfósiles que incluyen polen, foraminíferos y diatomeas.

El proceso de transformación de un organismo en un fósil dura varios millones de años. La fosilización es un proceso casi accidental. Sólo unos pocos especímenes encuentran las condiciones adecuadas para la realización del proceso. La Fig. 3.6.3. Muestra como pueden conservarse los restos de organismos y descubrirse millones de años más tarde: 1) los cuerpos de los animales muertos, se hunden en el fondo de un lago o a la orilla de éste. Los restos son cubiertos con capas de sedimentos. 2) La acumulación de diferentes capas de sedimentos, van ejerciendo una gran presión sobre las capas más bajas haciendo que estas se conviertan en rocas y solidificando los restos con ellas. 3) Por los diferentes movimientos de la corteza terrestre las rocas se pliegan, y la erosión destruye las capas superiores. 4) De esa manera los fósiles emergen a las capas superiores o a la superficie.

El estudio científico de los fósiles data de hace apenas unos 300 años. En la Edad Media muchos naturalistas creyeron que los fósiles eran el producto de una

---

<sup>5</sup> Video, Despertando al Mamut, 2000, Discovery

misteriosa *fuera plástica* (vis plastica) que los formo dentro de la Tierra. Niels Stensen (1638-1687) fue un físico danés que comenzó a entender la verdadera naturaleza de los fósiles. Pero no fue hasta con George Cuvier (1769-1832) que se considera el nacimiento de la Paleontología como la ciencia que se encarga del estudio de los fósiles.

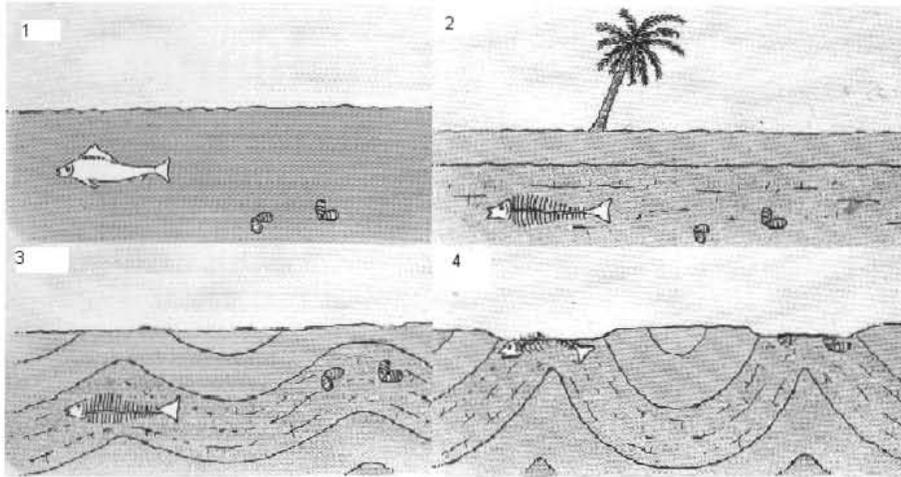


Fig. 3.6.3. Proceso mediante el cuál los organismos muertos se convierten en fósiles y como estos pueden retornar a la superficie.

En 1905, el físico Ernest Rutherford sugirió que la radiactividad podría ser usada para medir la edad exacta de las rocas, y fue uno de los primeros científicos en medir la edad de algunos minerales en su laboratorio. Este fue el comienzo de la datación radiométrica, la cual usa el decaimiento radiactivo natural para determinar la edad de las rocas.

#### MÉTODO DEL CARBONO 14

El carbono 14 tiene una vida media de 5730 años, se produce en la atmósfera por el bombardeo de los neutrones de radiación cósmica. Se supone que el nivel de radiación cósmica no ha cambiado significativamente durante los últimos 50 000 años (Simons, 1990) y que la cantidad de carbono 14 no ha variado. Existen dos isótopos estables del carbono: el carbono 12 y el carbono 13, y los cocientes carbono14/carbono12 y carbono 14/carbono13 permanecen constantes. Los organismos vivos continuamente intercambian carbono con la atmósfera. Como resultado los cocientes mencionados anteriormente también son constantes en los

especímenes. Pero cuando el organismo muere el intercambio se detiene y los cocientes empiezan a variar por la desintegración del carbono 14. Ya que se conoce la vida media del carbono se puede calcular el tiempo que transcurrió desde que el organismo murió.

## ESCALA DE TIEMPO GEOLÓGICO

Los fósiles que se encuentran en las capas sedimentarias son los indicadores más confiables para la correlación estratigráfica<sup>6</sup> y esto se hace a partir de los fósiles guía, los cuales representan una variedad de animal o de planta que estuvo ampliamente distribuido sobre la Tierra durante un corto intervalo de tiempo desde el punto de vista geológico. El estudio de los fósiles, junto con la investigación de otros procesos geológicos, como la tectónica de placas, ha hecho posible que los geólogos construyeran una escala de tiempo que es relativa ya que indica que tan antiguo es un material pero no puede determinar cuando exactamente se formó éste.

La creación de esta escala de tiempo, paralela al desarrollo de la paleontología y la teoría de la evolución, es una de las más revolucionarias y potentes ideas en la ciencia (Press y Siever, 2001).

## FÓSILES EN ÁMBAR

El ámbar es un vidrio polimérico amorfo con propiedades comunes a otros polímeros sintéticos. Es una resina fosilizada naturalmente que tiene una estructura cristalina.

Las resinas no se restringen a las coníferas, sino también las originan algunas especies de plantas florecientes, son una mezcla compleja de componentes terpenoides, ácidos y alcoholes secretados por células y son insolubles en agua. A través del proceso de oxidación y polimerización la resina se endurece y forma un producto semifosilizado conocido como copal.

El primer paso en la fosilización de la resina es la polimerización, el cual es un proceso donde moléculas pequeñas (monómeros) se combinan químicamente para producir una cadena de moléculas o polímeros. La polimerización hace que

---

<sup>6</sup> Determinación de la equivalencia, en edad geológica y posición en la secuencia de estratos en zonas diferentes.

la resina se endurezca y sea difícil de ser fracturada, después de unos pocos millones de años bajo las condiciones correctas. La razón de transformación puede variar dependiendo de las condiciones físicas y bioquímicas que estén presentes, la presión y la temperatura son otros dos factores que intervienen en el proceso a través de reacciones termoquímicas, reacciones piezoquímicas y posibles radiaciones.

Las inclusiones encontradas en el ámbar van desde bacterias, hongos, plantas, animales, insectos, animales como moluscos, artrópodos, hasta lagartos y pequeños mamíferos. La Fig. 3.6.4. Muestra un ejemplar encontrado en ámbar.

En México el mayor depósito de ámbar se encuentra en el estado de Chiapas, en el área de Simojovel, cerca de Tuxtla Gutiérrez. Los depósitos más antiguos en este sitio, de acuerdo a la datación radiométrica, son de hace 26 millones de años (Poinar, 2002).



Fig. 3.6.4. Fósil de un ejemplar contenido en ámbar

#### IMPLICACIONES DEL REGISTRO FÓSIL

En el ámbar del Cretáceo están los primeros registros conocidos de insectos sociales (abejas, hormigas y termitas).

Ayudan a establecer causas de extinción y evolución.

Ayudan a establecer la biogeografía de ciertas especies, mostrando patrones de distribución. Con los estudios del ámbar se pueden reconstruir, también antiguos

ambientes o ecosistemas originales pudiendo hacer especulaciones sobre el clima pasado.

El análisis de muestras de ámbar usa técnicas como: el Espectro Infrarrojo, Resonancia Magnética Nuclear y Rayos X, además de la utilización del microscopio de escaneo de electrones.

El alto grado de preservación del organismo entero o sus partes en ámbar ha sido una de las principales atracciones de su estudio en este medio, ya que se preservan la piel, células y partes de la célula.

Existe la posibilidad de recobrar DNA de células preservadas en ámbar: Semillas de loto de un antiguo lago en Manchuria germinaron después de permanecer latentes por aproximadamente 50 000 años (Libby y Arnold, 1951, citado por Poinar, 2002). Recobrando DNA de insectos en ámbar (Higuchi, 1984, citado por Poinar, 2002) se ha clonado DNA de especímenes de quagga (una especie de cebra que se extinguió en 1883) y de un mamut encontrado en Siberia que tenía una antigüedad de 40 000 años.

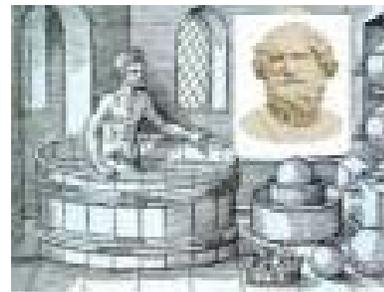
## DENSIDAD DE ROCAS

OBJETIVO. Medir la densidad de diferentes rocas.



Al mirar una roca de cerca raramente se verá completamente lisa y se observará que esta formado por granos o cristales, de diversos tamaños denominados minerales. Un mineral es un producto químico que se forma de modo natural en la Tierra. Existen miles de ellos pero alrededor de unos treinta son muy comunes. Estos pertenecen al grupo mineral de los *silicatos* que están formados principalmente de silicio y

oxígeno y constituyen el 98% de la corteza terrestre. Existen algunas propiedades que permiten identificar distintos tipos de minerales entre estos están su color, su brillo, su dureza y su densidad. Los minerales pueden ser metálicos o no metálicos de modo que existe una clara diferencia de densidad entre dichos minerales. Las diferentes rocas que se encuentran sobre la superficie Terrestre están formadas por uno o varios minerales La densidad de un cuerpo, en este caso una roca, la podemos calcular a través del cálculo del peso específico, recordando que éste es la densidad relativa de una sustancia comparada con la del agua. En esta actividad, para calcular el peso específico se utiliza el principio de Arquímedes el cual establece que sobre un cuerpo inmerso se ejerce un empuje que es igual al peso del fluido que desplaza.



Arquímedes (287-212 a.C.), notable matemático e inventor griego, que escribió importantes obras sobre geometría plana y del espacio, aritmética y mecánica. Nació en Siracusa, Sicilia, y se educó en Alejandría, Egipto. Arquímedes es conocido sobre todo por el descubrimiento de la ley de la hidrostática, el llamado principio de Arquímedes. Se dice que este descubrimiento lo hizo mientras se bañaba, al comprobar cómo el agua se desplazaba y se desbordaba.

## ACTIVIDADES

### ACTIVIDAD 1

#### Material

- Muestras de diferentes rocas (que quepan en el recipiente)
- Dinamómetro
- Hilo
- Tijeras
- Recipiente con agua ( 2 litros)

#### Desarrollo

- a) ata el hilo alrededor de la roca y cuélgala del dinamómetro para pesarla. Anota el peso llama a este el Peso1.
- b) Sumerge la roca en el recipiente con agua, en la parte central, y pésala de nuevo. Llama a este el Peso2.
- c) Con estos datos llena la siguiente tabla, haciendo los cálculos correspondientes.

Roca	Peso 1	Peso 2	Peso específico	Densidad

### ACTIVIDAD 2

#### Material

- Botella de Plástico(2 ½ l)
- Manguera transparente - 10 cm
- 2 vasos de precipitado
- agua

#### Desarrollo

- a) Haz un orificio en la botella de plástico y fija en el tramo de manguera.
- b) Llena la botella de agua y pésala.
- c) Sumerge la roca
- d) Pesa el agua desplazada
- e) Obtén el peso específico.

Compara los resultados obtenidos en las dos actividades.

### **Cuestionario**

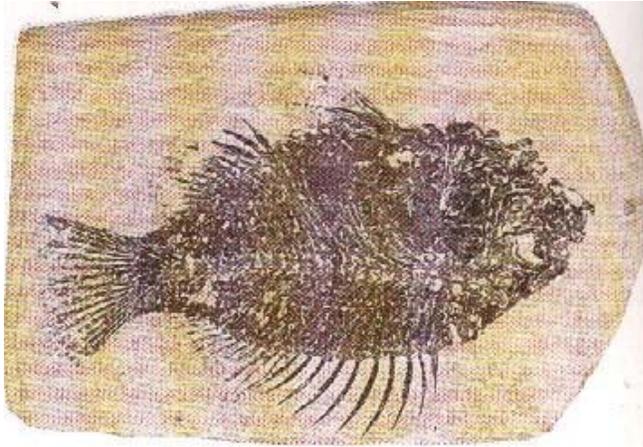
1. ¿Qué nos indica la diferente densidad de las rocas?
2. ¿Los métodos usados aquí para medir la densidad pueden usarse para cualquier tipo de roca?
3. Cómo piensas que se podría obtener, de manera aproximada, la densidad de la corteza terrestre?

### CONCLUSIONES

### REFERENCIAS

## FÓSILES

OBJETIVO. Simular algunos procesos de formación de fósiles.



Los fósiles son los restos y la prueba de la existencia de animales o plantas que se han conservado de modo natural. Un organismo puede fosilizarse siempre que su cuerpo sea enterrado rápidamente por fango o arena antes de que se pudra o se rompa. La mayoría de los fósiles están formados por sus partes duras como conchas, huesos, dientes, que se han

conservado en la turba, el alquitrán, el hielo y el ámbar. Los huevos, las huellas de pisadas y las madrigueras son considerados también fósiles, así como restos de madera. La Paleontología, que se encarga del estudio de los fósiles, nos cuenta que la vida empezó en la Tierra hace por lo menos 3 500 millones de años. Así, el registro fósil nos señala la evolución de las especies y la antigüedad del hombre sobre la Tierra. Todos los logros anteriores no se alcanzarían sin el apoyo de la Física que contribuye a la Paleontología con la datación de estos fósiles. El método usado es el del Carbono-14, que permite calcular el tiempo que transcurrió desde que el organismo murió. El Carbono 14 es un elemento esencial en las células vivas de todos los organismos. Sin embargo, este método sólo es útil para determinar la antigüedad de rocas relativamente jóvenes. La escala geológica del tiempo se determina a partir de los fósiles guía que se localizan en las rocas sedimentarias.



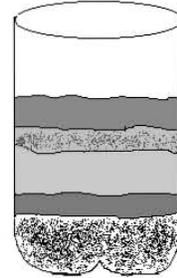
Los fósiles se conocían desde el siglo XVI, pero la Paleontología, como tal, nació con el anatomista George Cuvier (1769-1832) que comenzó a estudiar los fósiles. Cuvier era un experto en anatomía animal y enseñaba en el Museo de Historia Natural de París, la mayor institución científica de ese tiempo. En el estudio de los fósiles utilizó sus conocimientos de anatomía, para explicar cómo hubiera sido el aspecto del animal a partir de tan sólo unos pocos restos. De este modo fue capaz de clasificar y estudiar, principalmente, a los *vertebrados* fósiles (reptiles y mamíferos), incluso especies que se habían extinguido hacía millones de años.

## ACTIVIDADES

### 1. FÓSILES EN ROCAS SEDIMENTARIAS

#### Material

- Arena
- Masilla (Mezcla de harina con agua)
- Tierra
- Botella de plástico
- Conchas o *fósiles*
- Tijeras
- Recipiente



#### Desarrollo

- Mezcla la arena con un poco de masilla. Construye capas alternantes de la mezcla de arena y de tierra, en la botella, como en la figura, e introduce entre éstas las conchas y los *fósiles*. Haz **presión** sobre las capas.
- Deja endurecer tu roca durante unos minutos, después corta con cuidado la botella para sacarla.
- Puedes romper las capas para localizar la concha y objetos *fósiles* y su huella en la roca.

¿De manera natural cómo es que se da el proceso de fosilización? Dibuja en la parte de atrás los esquemas que lo expliquen.

### 2. FÓSILES EN ÁMBAR

#### Material

- Resina
- Catalizador
- Pigmento
- Moldes
- Restos de insectos

## Desarrollo

- a) Mezcla la resina con el pigmento hasta obtener el tono deseado.
- b) Mezcla 10 gotas del catalizador por cada 100 mL de resina.
- c) Vacía la mezcla sobre el molde, coloca el insecto cuidando que no flote y espera a que seque.

¿Qué es el ámbar? \_\_\_\_\_

¿Cómo se da el proceso de fosilización en este material? \_\_\_\_\_

---

### 3. RESUELVE EL CASO

El extraño caso del vino robado



El dueño de una tienda de licores en la Cd. de México, reportó que había sido robado. Dijo que había recibido un cargamento de vino de mesa y al abrir algunas de las cajas encontró que varias botellas habían sido removidas y reemplazadas con bloques de limonitas del mismo peso que las botellas. La

investigación se encaminó a determinar donde fue que las botellas habían sido reemplazadas por las rocas, si fue en el valle de Calafia, B. C., dónde habían sido destiladas, en el centro de distribución en las afueras de Guadalajara o en la misma Cd. de México.

¿Cómo llegarías a establecer el lugar dónde fue alterado el contenido de las cajas?\_

---

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

### **Bibliografía recomendada**

Libros de la Colección La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica, México.

- Espíndola, J. M., 1997, El Tercer Planeta. Edad, estructura y composición de la Tierra. No. 74.
- Hubp, J.L., 1996, La Superficie de la Tierra. Un vistazo a un mundo cambiante. No. 54
- ----- 1995, La Superficie de la Tierra II. Procesos catastróficos, mapas, el relieve mexicano. No. 101.

### **Páginas Web**

Ámbar

<http://www.emporia.edu/S/www/earthsci/amber/amber.htm>

<http://www.wmo.ch/>

### **Videos**

Despertando al Mamut, 2000, Discovery

## 3.7 MÓDULO III

### ATMÓSFERA

#### Contenidos temáticos

Módulo	ENP		CCH	
	Física III	Física IV (Área I)	Física I y II	Física III y IV
III. Atmósfera	Unidad 3 Interacciones térmicas, procesos termodinámicos y máquinas térmicas de Física 4.7 Ondas electromagnéticas 4.8 La luz como ondas electromagnéticas	3.9 Uso racional de la energía. Degradación de la Energía 4.7 Ondas electromagnéticas	3.1 Transformaciones y transferencia de Energía 3.4 Fenómenos Térmicos y Contaminación 5.5 Ondas electromagnéticas 6.3 Aplicaciones de Física contemporánea	2ª Unidad. Sistemas electromagnéticos 3ª Unidad. Sistemas Ópticos

**Objetivo.** Valoración de la importancia de la atmósfera en el mantenimiento de la vida, así como su contribución a la calidad de vida. Promoción de actitudes racionadas ante los problemas medioambientales, buscando explicaciones y soluciones científicas a los mismos.

#### GENERALIDADES

Las primeras nociones sobre la atmósfera provienen del deseo del hombre por saber el tiempo atmosférico. En un principio las observaciones eran las obvias, como el que unos negros nubarrones presagiaban lluvia, pero con el tiempo el hombre fue haciendo registros a través de observaciones que realizaba a lo largo de los años: por ejemplo, los antiguos egipcios, mediante el estudio de las estrellas, sabían que cuando Sirius aparecía la estación de secas terminaba y el río Nilo se desbordaría. Aristóteles (384-322 a. de C.) escribió un tratado sobre la atmósfera titulado *Meteorológicos*, el cual fue utilizado durante dos mil años, considerándose como la máxima autoridad en meteorología. En la Edad Media los *almanaques* fueron muy populares ya que ellos contenían el *pronóstico* del tiempo

para el año que comenzaba. Torricelli (1608-1647), formuló el concepto de presión atmosférica e inventó el barómetro para medirla. A partir de ahí los científicos han desarrollado diversos instrumentos y realizado investigaciones para conocer las características de la atmósfera, con el fin inicial de predecir el tiempo.

La Tierra se haya rodeada por una atmósfera de gases de un espesor de unos 800 Km. A medida que se asciende la densidad de los gases se va haciendo menor. La atmósfera protege a la Tierra de los efectos dañinos de la radiación solar.

La atmósfera se divide en cinco capas: exosfera, termosfera, mesosfera, estratosfera y troposfera. La ionosfera se halla en el interior de la termosfera. Las tres capas exteriores de la atmósfera contienen en conjunto sólo el 6% de los gases; la estratosfera contiene el 19% y la troposfera el 75%. Es en esta última capa donde nos desenvolvemos y donde suceden fenómenos tales como los huracanes y tornados.

El Sol es la fuente de energía para la circulación atmosférica y para el calentamiento de la superficie terrestre. Ya que la temperatura media global es aproximadamente constante, el planeta debe perder energía en la misma proporción que la absorbe; cualquier alteración en este balance podría tener consecuencias muy serias para la vida en la Tierra.

La energía solar llega a la Tierra en forma de ondas electromagnéticas, dentro de un espectro de radiación que depende de su longitud de onda e intensidad, Fig. 3.7.1.

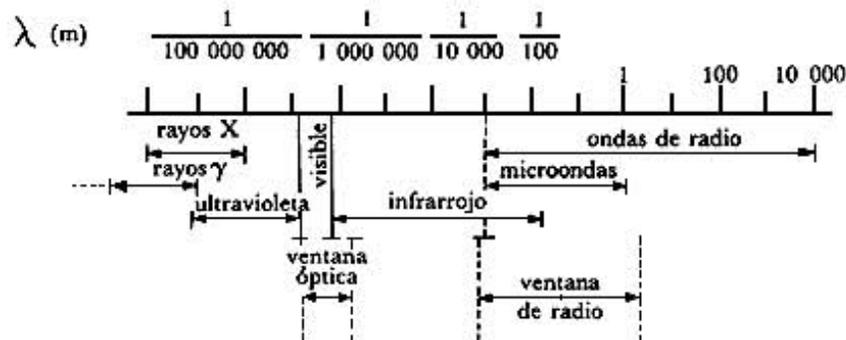


Fig. 3.7.1 Espectro de la radiación solar

El balance de energía global toma en cuenta las ganancias y pérdidas asociadas con la absorción y reflexión de energía solar en diferentes partes de la atmósfera y la superficie de la Tierra, Fig. 3.7.2. Este balance de la radiación atmosférica depende de la absorción de energía por vapor de agua, dióxido de carbono y de la interacción de las nubes en la parte infrarroja del espectro de energía.

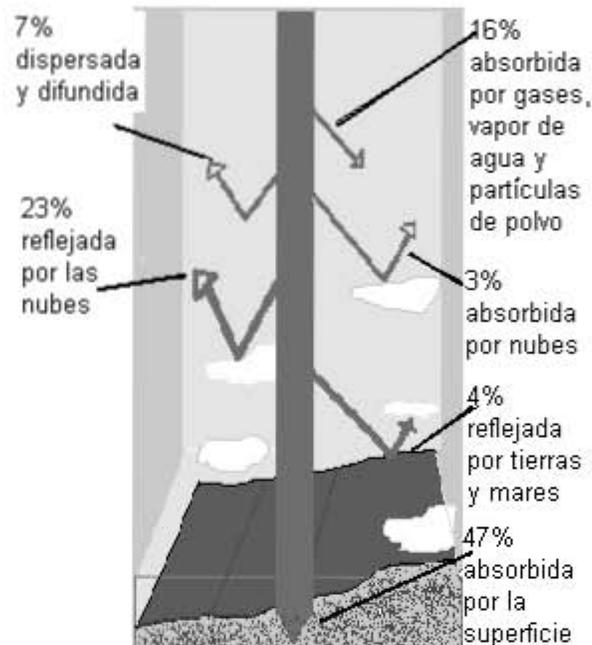


Fig. 3.7.2. Absorción de la energía solar a su paso por la atmósfera.

Las diferencias espaciales en el calentamiento y el enfriamiento de la atmósfera crean las fuerzas para la circulación atmosférica.

El papel de las partículas de aerosol en el balance de energía es muy importante ya que éstas esparcen la energía entrante y absorben la radiación infrarroja saliente. Las partículas que se encuentran cercanas a la superficie de la Tierra también esparcen y absorben radiación entrante y saliente y reemiten radiación en el infrarrojo. El efecto en la temperatura superficial depende de estas interacciones (Eden, 1996).

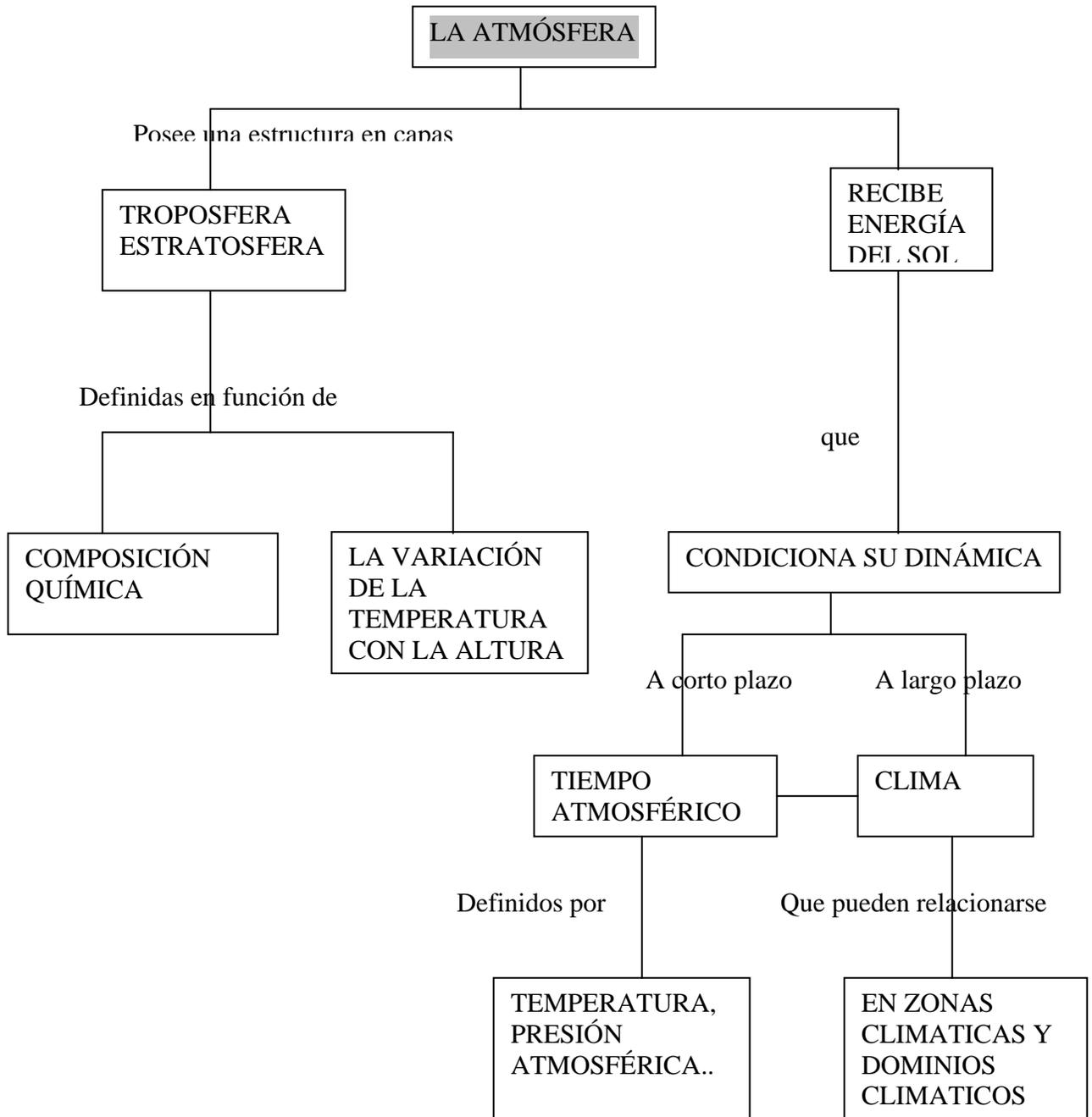
La presión atmosférica se debe al peso de las diferentes capas de aire que conforman la atmósfera, esta presión varía con la altitud, a medida que se asciende la presión disminuye, lo cual es claro si se piensa que la densidad de los distintos gases atmosféricos disminuye con la altura.

Los vientos se originan cuando existe una diferencia de presión en la atmósfera: el aire caliente y ligero tiende a subir reduciendo la presión del aire, el aire frío y más denso tiende a bajar aumentando la presión. Así los vientos soplan desde zonas de alta presión (anticiclones) hacia zonas de baja presión (ciclones).

#### Los colores del cielo

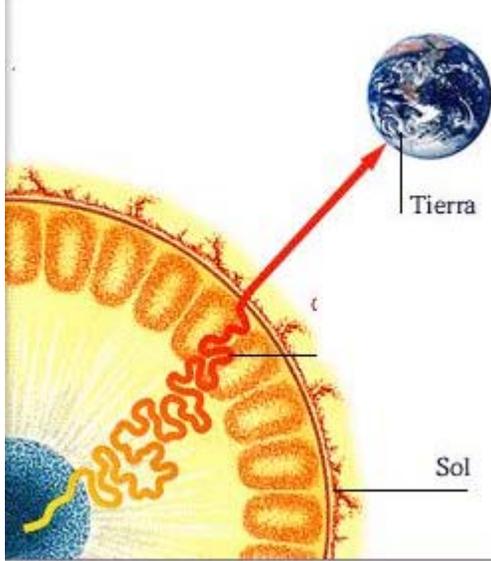
Cuando la luz del Sol atraviesa la atmósfera, los gases, el polvo, los cristales de hielo y gotitas de agua lo dividen en varios colores. Los colores que vemos dependen de los colores reflejados y de los que se absorben. Los cielos claros son azules porque los gases en el aire reflejan principalmente el azul de la luz solar. Los cielos más azules se ven cuando el aire es más limpio. El cielo se vuelve más pálido cuando el polvo o la humedad reflejan otros colores absorbiendo el azul. Las puestas de Sol son amarillas (o rojas, si hay muchas partículas de polvo en suspensión) porque los rayos solares tienen una trayectoria mayor a través de la atmósfera, y esta absorbe todos los colores excepto el amarillo.

**DIAGRAMA 3.7.1**



## COCINA SOLAR

**OBJETIVO.** Construir una cocina, que capte la energía solar, y con ella cocinar algunos alimentos.



La energía solar es la energía radiante producida por el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión que tienen lugar en el núcleo del mismo y que llegan a la Tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, se llama constante solar, y su valor medio es de  $2 \text{ cal/min/cm}^2$ . El Sol constituye la principal fuente de energía renovable a nuestro alcance. Nuestro planeta recibe del Sol  $5.4 \times 10^{24} \text{ J}$ , por año. El aprovechamiento de la radiación solar

está condicionado por tres aspectos: la intensidad de la radiación solar recibida por la Tierra, los ciclos diarios y anuales a los que está sometida y las condiciones climatológicas de cada lugar. En la actualidad se usan varios sistemas para captar la energía solar. Los más utilizados son los fototérmicos y los fotovoltaicos. Dentro de los primeros se encuentra la cocina solar que es un dispositivo que refleja y concentra la luz del Sol y sirve para cocinar alimentos y pasteurizar el agua, algo muy útil en lugares donde no se tiene acceso a otros medios. El uso de sistemas como éste reduce los efectos medioambientales al no producir contaminación y no generar residuos o desechos y reduce la dependencia de los combustibles fósiles.



El ser humano a lo largo de su historia evolutiva ha utilizado diferentes fuentes de energía. La primera fue la que le proporcionaba la combustión de la leña. En la Edad Media se comenzó a utilizar el carbón vegetal y antes de la Revolución Industrial los molinos de viento y de agua eran los únicos dispositivos usados para el aprovechamiento de la energía. En 1769 con el invento de la máquina de vapor el consumo de carbón se incrementó. A fines del siglo XIX con el motor de combustión interna se comenzaron a utilizar derivados del petróleo como la gasolina y el diesel. En la actualidad la mayor parte de la energía empleada por el hombre proviene de dichos combustibles que en un tiempo no muy lejano es posible que se agoten.

## ACTIVIDADES

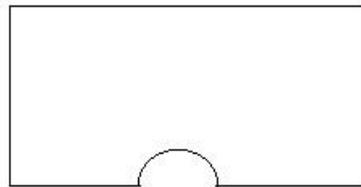
### 1. CONSTRUIR UNA COCINA SOLAR

#### Material

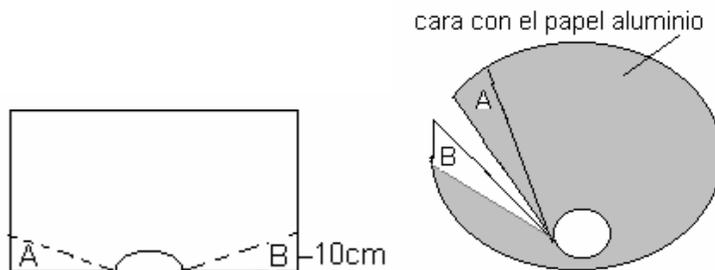
- Cartón plano de 60X120 cm
- Papel aluminio
- Engrudo
- Cinta adhesiva
- Recipiente hermético
- Pintura en spray para autos, negro mate
- Bloque de madera de 10x10x5 cm
- Bolsa de plástico (cómo la usadas en el *super* para poner las verduras)
- Caja de cartón

#### Desarrollo

- a) Corta medio círculo del cartón de la parte inferior como se muestra en la figura, el cual debe de ser lo suficientemente grande como para que quepa en el recipiente de cocción.



- b) Marca los dobleces que salen desde el medio círculo



- c) El papel de aluminio va DENTRO del embudo. Abre el embudo y déjalo extendido, con la cara interior hacia arriba.

- d) Pega el papel aluminio al cartón. Aplica el engrudo en la parte interior del cartón pon el papel aluminio. Asegúrate que la parte más brillante del papel aluminio quede hacia FUERA. Deja el papel aluminio tan liso como puedas.
- e) Sobrepón la parte A sobre la parte B
- f) Pega un trozo de papel aluminio alrededor del agujero inferior del embudo, con la parte brillante por dentro.
- g) Coloca el recipiente hermético sobre una superficie y rocíalo con la pintura negra. Cuida que quede cubierto completamente, incluso la tapa.

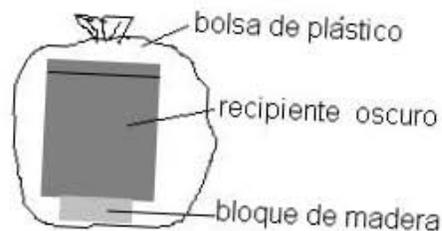
#### Recomendaciones

Evita ensuciar o dejar huellas en la parte interior del embudo. Debes mantener la cara interior limpia y brillante limpiándola cuidadosamente con una toalla húmeda.

## 2. COCINAR ALGUNOS ALIMENTOS

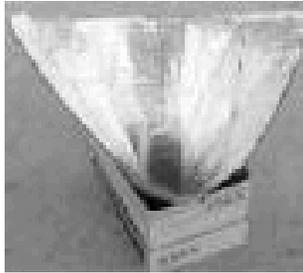
Ahora prepararás los recipientes para la cocción

- Pon el bloque de madera dentro de la bolsa de plástico. Encima coloca el recipiente hermético ya con los alimentos dentro. Sopla para hinchar la bolsa. **El recipiente no debe de tocar la bolsa.**



Ahora ya puedes usar la cocina

- Para una mayor estabilidad pon el embudo en el interior de una caja.
- Pon la bolsa completa con todos sus contenidos dentro del embudo como se muestra en la figura de abajo.



- Coloca la cocina de cara al sol de tal manera que capture el máximo de luz. Después de una hora reajusta la posición de la cocina para que siga bajo esa condición.

Ponte las gafas de sol para manejar la cocina.

Los alimentos a utilizar se eligen de acuerdo a los tiempos de cocción:

Verduras como papas, zanahorias, calabazas, etc. - hora y media

Cereales y Granos como arroz, trigo, cebada, avena, etc., previamente remojados, hora y media o dos horas.

Huevos - 1 hora u hora y media

Carne: pollo, cordero y pescado - Hora y media

Después de cocinar, el recipiente se calienta mucho. Déjalo enfriar antes de abrirlo.

Manipúlalo con guantes.

### **Cuestionario**

1. ¿Por qué la forma de embudo favorece el calentamiento?
2. ¿Por qué el recipiente que contiene los alimentos se pinta de negro?
3. ¿Cuál es el propósito de meter el recipiente en una bolsa de plástico?
4. ¿La cocina podría funcionar eficientemente en un día brumoso?
5. ¿Esta cocina podría usarse con buenos resultados en la región de la Patagonia?
6. Haz una tabla donde señales las ventajas y desventajas del uso de esta cocina solar.

### **CONCLUSIONES**

### **REFERENCIAS**

## DISPERSIÓN DE LA LUZ

OBJETIVO. Observar la dispersión de la luz y asociarla a otros fenómenos atmosféricos



Cuando observamos el cielo podemos encontrar cielos muy azules, en otras ocasiones casi blancos y si se trata de un atardecer el cielo puede ser rojo o de un amarillo pálido. La razón de estos fenómenos es que la mezcla de las partículas en la atmósfera es diferente en cada caso. Como se

sabe la luz visible proveniente del sol tiene el espectro de todos los colores, pero cuando atraviesa la atmósfera, los gases, el polvo, los cristales de hielo y las gotitas de agua lo dividen en varios colores, reflejando unos y absorbiendo otros. Así, los cielos claros son azules porque los gases en el aire reflejan principalmente el color azul del espectro solar. El cielo se vuelve más pálido cuando las partículas reflejan otros colores, absorbiendo el azul. Los atardeceres son rojos cuando existen muchas partículas de polvo en suspensión y estas absorben todos los colores excepto el rojo. Durante el amanecer y el crepúsculo la luz solar realiza un recorrido más largo a través de la atmósfera, por lo que su dispersión es mayor. La luz roja y anaranjada del espectro solar es más *resistente* a la dispersión por eso llega más de ella a la Tierra.



En la primera mitad del siglo pasado la ciudad de México fue considerada como *la región mas transparente*, pero a fines del siglo, ésta comenzó a tener una de las atmósferas mas contaminadas en el mundo. Las partículas suspendidas procedentes de la combustión de los millones de vehículos que circulan en la capital aunadas a la alta concentración de ozono atmosférico contribuyen a que en la mayoría de los días del año los cielos de la ciudad se vean brumosos. La vista de los volcanes que rodean la ciudad se ha convertido en un espectáculo inusual para sus habitantes.

## ACTIVIDAD

### DISPERSIÓN DE LA LUZ POR PARTÍCULAS

#### Material

- Vaso de cristal, alto
- Linterna
- Leche
- Cuchara
- Soporte
- Pinzas para soporte
- Hoja de papel blanca

#### Desarrollo

El experimento debe de realizarse en un cuarto oscuro

Utiliza las cantidades que se indican.

- a) Llena el vaso con agua fría y añade media cucharada de leche, revuelve suavemente.
- b) Alumbra con la linterna el vaso desde diferentes ángulos. Coloca la hoja de papel cerca de la boca del vaso de manera que sobre éste se proyecte la luz que atraviesa el agua lechosa. Observa como el color de la mezcla lechosa cambia ligeramente.
- c) Añade otra media cucharada de leche y repite el proceso. Anota tus observaciones.
- d) Por último vierte una cucharada de leche y repite el proceso.

#### Cuestionario

1. ¿Cuál es el color de la luz proyectada sobre la hoja cuando iluminas el vaso desde abajo, en cada uno de los casos?
2. ¿Cómo varía este color cuando colocas la linterna a otros ángulos?
3. ¿En nuestra atmósfera real, qué elementos juegan el papel de la leche?
4. ¿Cuáles serían las consecuencias de tener una atmósfera cada vez más *lechosa*?
5. ¿Qué acciones podrías realizar para evitar tener una atmósfera turbia?

## CONCLUSIONES

## REFERENCIAS

## FILTROS SOLARES

**OBJETIVO.** Determinar la efectividad de algunos filtros solares.



Cuando nuestra piel se expone al Sol cambia su color y se ve roja o más oscura, como una respuesta de protección del mismo cuerpo. La radiación estimula al cuerpo a autoprotgerse y éste lo hace escudándose a través de un mecanismo en el que la piel produce más melanina (pigmento oscuro) que filtra parte de la radiación, minimizando el efecto, es por eso que el color de la piel se oscurece. La luz visible llega a nosotros con una longitud de onda que varía entre 400 y 700 nm. En el extremo de 400nm se ubica la luz de color azul-violeta y la siguen ondas de longitud más corta, de entre 290 a 4000 nm, que forman la

porción de radiación ultravioleta (UV) que proviene del Sol. La radiación UV sale del Sol, atraviesa la capa de ozono y alcanza la superficie terrestre. La región de UV se divide en dos segmentos: UV-A (320-400 nm) y UV-B (290-320 nm) cuyos efectos sobre la piel son diferentes, siendo la segunda la que provoca mayor daño. Inicia el efecto rápidamente y después actúa con lentitud. El daño mas grave es que quema el tejido y este daño es similar al que se produce por calor directo, esto es, zonas enrojecidas, despellejamiento, ampulas, ardor, dolor y arrugas debido a que destruye colágeno una de las proteínas responsables de la firmeza de la piel. Exposiciones frecuentes y/o prolongadas producen, incluso, cáncer de piel, especialmente en personas de piel blanca.



La dosis mínima de radiación UV-B eritema génica efectiva, se maneja como Dosis Eritématica Mínima por Hora (MED/HR), la cual significa que, si durante una hora una persona se asolea, entonces estará expuesta a una irradiación efectiva de 1 MED y su piel reaccionará enrojeciendo en diversos grados según el tipo de piel que tenga. Para un manejo más práctico, se hace un reescalamiento de estas unidades definiendo el llamado índice UV (IUV) en términos del cual se clasifica el nivel de riesgo de la exposición al UV-B, para estimar los tiempos de exposición máximos a los que se pueden exponer los diferentes tipos de piel antes de padecer el eritema .

IUV	RIESGO
0-4	BAJO
5-7	MEDIO
8-9	ALTO
10-15 o más	EXTREMO

## ACTIVIDADES

### Material:

- 6 hojas de acetato
- 5 cremas de filtro solar de diferente grado de filtración
- hojas de papel periódico
- tijeras
- cinta adhesiva (masking tape)
- plastilina

### Desarrollo

- a) Selecciona hojas de papel periódico que sean muy similares, como las de la sección de avisos o anuncios y corta seis de 21 X 28 cm.
- b) Coloca las 6 hojas de papel periódico, una tras otra, sobre una mesa que esté al aire libre y que reciba directamente la luz del sol.
- c) Fija las hojas con la cinta adhesiva para que no las levante el aire.  
En las esquinas de cada hoja, coloca una pequeña bola de plastilina.
- d) Sobre la primera hoja, coloca una hoja de acetato, cerciorándote de que sus esquinas queden pegadas a las bolas de plastilina que hay en las esquinas de la hoja de periódico.
- e) Cada una de las 5 hojas de acetato restantes, úntalas con cada una de las cremas de filtro solar.

Toma la hoja de acetato con filtro solar de menor grado y colócala sobre la segunda hoja de periódico, de manera que el lado cubierto de crema quede hacia arriba.

Continúa con la hoja de acetato untada de crema del grado siguiente, y así sucesivamente, hasta que hayas colocado las otras 4 hojas de acetato; cerciórate que estén bien adheridas a la plastilina por las esquinas.

Déjalas bajo el sol durante 2 horas.

Retira las hojas de acetato y compara el color de la tinta del periódico.

Hay mucha diferencia entre la hoja de periódico que no se cubrió con un filtro solar y la que se cubrió con un filtro de alto grado? ¿Y con respecto a la de un filtro intermedio?

¿Cuál es el propósito de dejar una capa de aire entre las hojas de periódico y acetato?

### Cuestionario

¿De qué manera nuestro cuerpo responde a la radiación solar?

¿Por qué la piel se oscurece si nos asoleamos?

¿Cuál es la función de las cremas o lociones protectoras?

¿En qué difieren de las cremas bronceadoras?

¿Qué significa el grado de filtro solar?

## CONCLUSIONES

## REFERENCIAS

### EJERCICIO 3.7.1

La siguiente tabla muestra la evolución del consumo diario de energía por individuo (expresado en  $10^8$  J) a lo largo de diversas épocas históricas.

Época/ Destino	Hombre primitivo recolector	Hombre primitivo cazador	Hombre primitivo	Agricultor avanzado	Época Industrial	Época Tecnológica
Alimento	8	13	17	25	29	41
Confort y Consumo		8	17	51	134	277
Industria y Agricultura			17	29	101	381
Transporte				4	59	264
Total	8	21	51	109	323	963

Contesta las siguientes preguntas, recordando o investigando el tipo de energía utilizada por el hombre en las distintas épocas.

- Analiza el cuadro e indica las diferencias existentes entre el consumo energético y el tipo de energía utilizada en las épocas del hombre de hace 1.5 millones de años, del agricultor avanzado y de la etapa industrial.
- ¿Cuál es la ley general que podríamos extraer en relación con el consumo de energía, en cada etapa, su procedencia y el destino final?
- Teniendo en cuenta la tendencia del consumo de energía que aparece en la tabla, ¿Cuál sería la tendencia en el futuro, sino se toman medidas para evitarlo? ¿De qué manera afectará al medio ambiente y a la sociedad? ¿Cómo se podría evitar?

## **Bibliografía recomendada**

Libro de la Colección La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica, México.

- Tonda, J., 1993, El oro Solar y otras Fuentes de Energía. No. 119.
- 

## **Páginas Web**

Atmósfera

[www.epa.gov/](http://www.epa.gov/)

## **Páginas Web con datos y actividades en tiempo real**

Meteorología

- [GOES Satellite Images](#)
- [Real-Time Infrared Satellite Images from Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science](#)
- [Intellicast](#)
- [Earth Alert](#)

## **Videos**

Clima extremo, La Guía Máxima, 2001, Discovery

-----, Tornado, 2001, Discovery

Earthlight, 1998, Meel Reif

Planeta Azul, 2004, BBC

Videos Audiovisual, Serie Morada. (CCH-Sur)

Atmósfera

Calentamiento global

## 3.8 MÓDULO IV

### MOVIMIENTOS DE LA CORTEZA TERRESTRE

#### Contenidos temáticos

Módulo	ENP		CCH	
	Física III	Física IV (Área I)	Física I y II	Física III y IV
IV. Movimientos de la Corteza Terrestre	2.2 El concepto de fuerza 2.8 Segunda Ley de Newton 3.2 Transferencia y conservación de la energía mecánica Procesos Disipativos 3.9 Transferencia de energía.Ondas	1.1 El concepto de fuerza y las leyes de la dinámica 1.5 análisis y aplicación del modelo newtoniano 1.6 Conservación de la energía mecánica 2.4 Líquidos en movimiento	2.1 Interacciones y fuerzas 2.2 Segunda Ley de Newton 2.5 Energía Mecánica y Trabajo 3.4 segunda ley de la termodinámica 4.2 Fenómenos ondulatorios	1ª Unidad. Sistemas Sólidos 2ª Unidad Sistemas Fluidos

Objetivo. Identificar los fenómenos geológicos como agentes que afectan el desarrollo de la vida sobre el planeta. Desarrollar una actitud racional ante la información sobre distintos fenómenos geológicos. Valorar la importancia de la vigilancia, predicción y prevención ante un riesgo natural.

#### TECTÓNICA DE PLACAS

La teoría contemporánea del movimiento de los continentes - tectónica de placas- surgió apenas en los años sesentas luego de que se tuvo conocimiento de la composición del fondo oceánico y de que se conocieran las propiedades mecánicas del material del manto. A principios del siglo XX se pensaba que los continentes flotaban sobre el manto y que los únicos movimientos de la envoltura exterior de la tierra eran horizontales. Sin embargo, evidencias como el hundimiento de Holanda y el levantamiento de los países nórdicos modificaron radicalmente las concepciones sobre el tema.

La superficie de la Tierra no es de una sola pieza sino que esta rota como la cáscara de un huevo, en 20 o más bloques gigantes. Estos bloques se deslizan

llamando a este fenómeno la tectónica de placas. Las placas no están fijas en un lugar, pero se mueven y deslizan y rozan alrededor de la Tierra y en el tiempo. Ellas se mueven muy suavemente, pero como tienen un gran tamaño los efectos de su movimiento son dramáticos sobre la superficie de la Tierra. El movimiento causa terremotos forma volcanes y montañas y hace que los continentes se muevan. Hace tiempo los continentes estaban unidos en un continente mayor llamado Pangea rodeado por un océano gigante llamado Pantalasa. Alrededor de hace 200 millones de años las placas comenzaron a moverse llevando fragmentos del continente con ellos. Estos fragmentos han tenido diversas posiciones diferentes a las de la actualidad. La Fig. 3.8.1 muestra algunas de las diferentes placas en las que esta dividida la corteza terrestre así como algunas fallas importantes, en esta figura también se indican los distintos tipos de bordes que se explican más adelante. Las diferentes placas y fallas están señaladas con números correspondiendo a estos las siguientes: 1. Placa Pacífica; 2. Falla de Juan de Fuca; 3. Placa de Nazca; 4. Placa Sudamericana; 5. Placa del Caribe; 6. Placa Norteamericana; 7. Placa Euroasiática; 8. Placa Filipina; 9. Placa Africana; 10. Placa Indo australiana; 11. Placa Antártica; 12. Placa de Cocos; 13. Falla de Sn. Andrés.

La tectónica de placas es una teoría general sobre la dinámica terrestre (Merritts, et al., 1998). Según ésta, la litosfera está dividida en fragmentos llamados placas que se hallan delimitadas por bordes sísmicos. Los bordes de las placas son tres:

- a) Bordes constructivos de placa o dorsales oceánicas. Son lugares donde se crea litosfera. Desde ellos, la litosfera recién formada se separa (movimientos divergentes) produciendo la extensión del fondo oceánico hasta llegar a los bordes destructivos de la placa.
- b) Bordes destructivos de placa o zonas de subducción. Son zonas donde se produce la colisión de las placas litosféricas (movimientos convergentes) y en consecuencia destrucción de ésta, bien por subducción (zonas de subducción), si una placa se introduce debajo de la otra, o bien por obducción, si ninguna de las placas se introduce debajo de la otra, sino que se genera un cabalgamiento de una respecto a la otra.

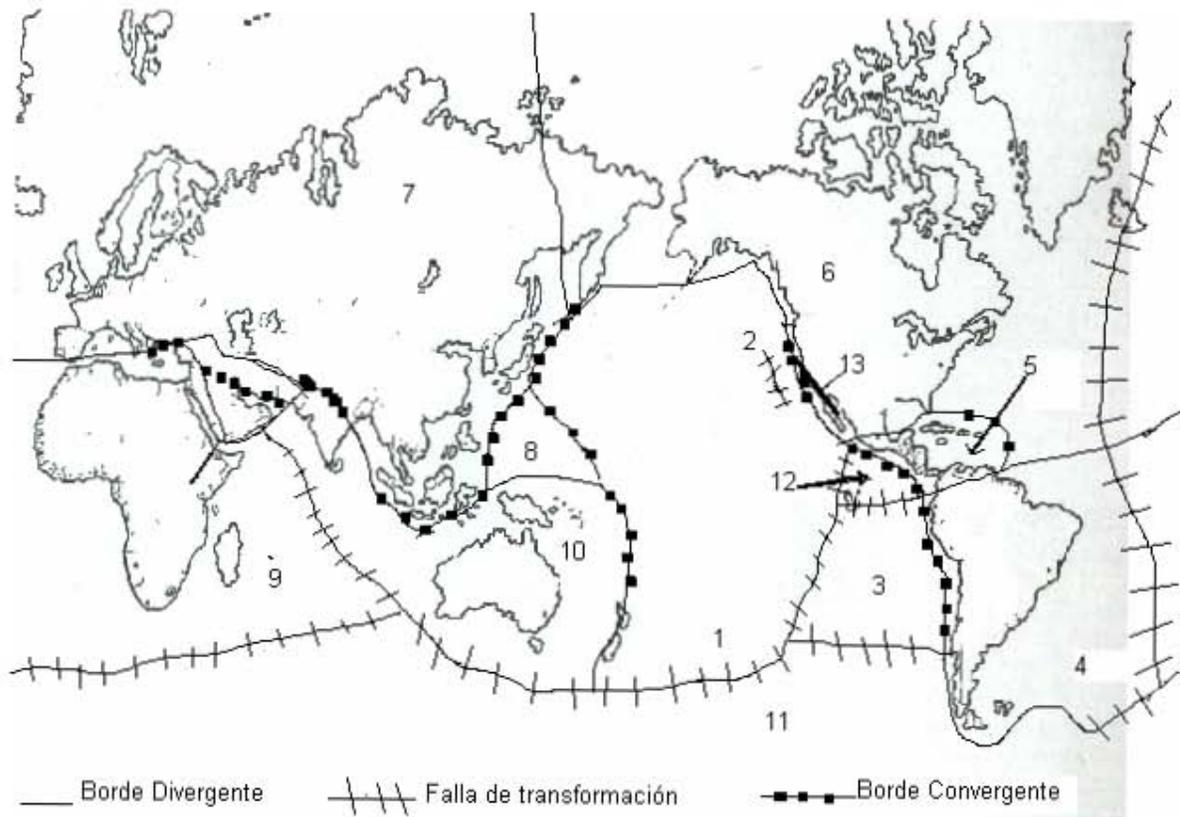


Fig. 3.8.1. Algunas de las placas tectónicas en las que está dividida la corteza terrestre

- c) Bordes pasivos de placa o fallas transformantes. Las interacciones por las placas también pueden ser por deslizamiento lateral de una placa respecto a la otra; esto es lo que sucede en los bordes pasivos, donde ni se crea ni se destruye litosfera.

La Fig. 3.8.2 muestra los diferentes bordes de placas que ocurren como consecuencia de la tectónica de placas.

En ocasiones se puede generar un borde constructivo satélite denominado extensión tras-arco, debido a que en zonas de subducción con bastante pendiente el calor genera, a consecuencia de fricciones, compresión de la placa, etc., el magma fluye hacia la superficie, volviendo dúctil la litosfera e incluso fundiéndola parcialmente. El resultado final puede ser la creación de un nuevo borde cuya actividad podría llegar a separar continentes.

Aunque casi toda la actividad geológica interna se produce en los bordes de placa, esta regla tiene dos excepciones: cuando una colisión entre placas es tan grande

que la deformación puede afectar a toda la placa y en el caso de los puntos calientes, que son volcanes activos situados lejos de los bordes de las placas, generados como consecuencia de la existencia de focos térmicos en el manto.

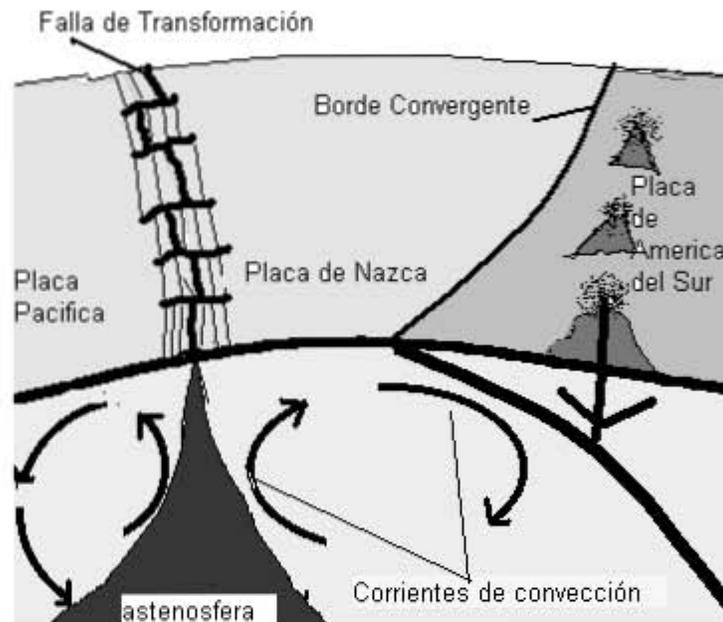


Fig. 3.8.2. Diagrama que muestra los tres tipos de interacciones entre placas.

La litosfera se forma en las dorsales oceánicas por ascenso de materiales e inyección en la dorsal. Desde ahí es transportada hasta un borde destructivo, donde sufre procesos exotérmicos (que liberan energía) y originan su fusión parcial y, en consecuencia, magmas de composiciones diversas. Por tanto, en el borde destructivo la litosfera es calentada por los magmas y comprimida por otra placa que subduce. La elevación de presión y temperatura produce metamorfismo. Las elevaciones térmicas que se originan sobre las zonas de subducción hacen que el manto litosférico pueda transformarse totalmente en astenosfera y la litosfera queda formada sólo por corteza continental, como sucede en el Himalaya. El movimiento de las placas está íntimamente relacionado con la existencia de materiales radiactivos en el interior de la Tierra como el torio, el uranio y el potasio. La desintegración de estos materiales es lo que ha proporcionado calor al interior del planeta desde sus edades tempranas. El calor generado de esta manera no se

puede transmitir por difusión, ya que la conductividad térmica del medio es muy baja. A profundidades del orden de 100 Km. la temperatura es lo suficientemente alta para producir un cambio en las propiedades mecánicas del material que entonces se vuelve lo suficientemente dúctil para comenzar una convección de estado sólido. El material no se funde, sin embargo las fuerzas de flotación generadas por las altas temperaturas son lo suficientemente importantes para que en periodos de tiempo geológico el material pueda fluir.

Ya en la década de 1930 se propuso la existencia de corrientes de convección en el interior de la Tierra. En la convección, cuando un fluido es calentado, se dilata y pierde densidad, subiendo, enfriándose en la superficie y volviendo a descender. La convección se da continuamente en la atmósfera y la hidrosfera.

Actualmente, los modelos experimentales mantienen que el calentamiento convectivo del manto debe ser producido desde abajo y su enfriamiento desde arriba. Como se cree que el núcleo externo está a su vez en convección, el calor que emita puede calentar el manto inferior, que podría entonces entrar en convección. Además como la litosfera es mas fría que la astenosfera, se producirá una pérdida de calor por su parte superior.

Modelos sobre la convección del manto

Son fundamentalmente tres:

- a) El manto esta estratificado en dos niveles, cada uno en convección independiente. Se fundamenta en dos argumentos:
  - \_ Los basaltos producidos en las dorsales y en los puntos calientes tienen elementos y distribución de isótopos muy distintos, como si proviniesen de zonas diferentes.
  - \_ La Tierra es todavía un planeta muy caliente y rico en volátiles y, quizá, contando con su edad, un solo sistema convectivo hubiese enfriado y desgasificado mas eficazmente el planeta; en este sentido el doble ciclo funciona como un sistema aislante.
- b) Hay un solo nivel convectivo en todo el manto. Éste se fundamenta en:

Las diferencias entre los basaltos procedentes de zonas de dorsal y de puntos calientes se deben a que antes de llegar a la superficie ha habido una mezcla entre los dos supuestos niveles.

- c) Modelos híbridos, que admiten una estratificación en dos niveles (manto superior y manto inferior), pero también la posibilidad de que las células convectivas atraviesen esporádicamente la barrera y alcancen desde el núcleo hasta la litosfera.

Las características concretas de estos tres modelos son:

- El principal motor de la convección es el enfriamiento del manto superior a causa de la subducción que puede perforar la litosfera (puntos calientes), contribuyendo a la fragmentación de continentes.
- Las placas litosféricas son movidas por dos procesos físicos que se superponen: el tirón causado por la densificación de la placa subducida y el empuje desde las dorsales hasta las trincheras, cuando éstas existen.
- En este esquema por lo tanto la fusión que se produce en las dorsales es pasiva, y se debe sobre todo a la caída de presión que las fracturas causadas por la tensión provocan en la astenosfera.

El ciclo de la materia en la geosfera

Entre los ciclos de la materia que tienen lugar en la geosfera destacaremos los siguientes:

- a) Ciclos biogeoquímicos, como por ejemplo el ciclo del carbono, el del nitrógeno y el ciclo hidrológico. Estos ciclos discurren entre la biosfera, la geosfera, la atmósfera y la hidrosfera.
- b) Ciclo de las rocas (Pág. 72), asociado a procesos geodinámicos externos e internos y que convierten rocas de un tipo en otro.

## **Fallas**

Una fractura en cada lado de una roca provoca el movimiento de una sobre la otra. Las fallas involucran desplazamiento o deslizamientos en un rango que va desde la escala microscópica a cientos de kilómetros. Largas cortaduras a lo largo de una falla son el resultado de pequeños movimientos (metros o menos) sobre un largo periodo de tiempo. Grandes movimientos causan terremotos detectables.

Las fallas tienen un comportamiento planar: la orientación de las fallas se describe por la inclinación de ésta con respecto a la horizontal y su dirección en el plano horizontal. Las fallas con un ángulo grande respecto a la horizontal (en el cual el plano de la falla es escalonado) se clasifican como *fallas normales*, cuando un bloque se ha movido aparentemente por debajo y a lo largo del plano de la falla, existe una *falla inversa* cuando un bloque se ha movido aparentemente por encima del plano de la falla. Las fallas normales ocurren cuando la roca o uno de sus lados se mueven. La falla inversa ocurre cuando la roca o un lado han sido forzadas juntas. Las fallas de cabalgadura se originan cuando un bloque queda elevado entre dos fallas normales. Cuando grandes zonas se fragmentan en complejos bloques inclinados se originan fallas complejas, Fig. 3.8.3.

Una clase particular de fallas se encuentra en el piso oceánico y es la falla de transformación. La corteza se rompe en secciones, cada sección desplaza a la siguiente, entre cada sección de la cresta la nueva placa generada se mueve pasando una sobre otra formando una falla de transformación.

Las fallas producen líneas en la superficie de la Tierra que afloran por procesos de calentamiento y erosión.

## **TERREMOTOS**

Movimientos abruptos que se propagan a través de la tierra y a lo largo de su superficie. Los temblores son causados por el deslizamiento de fuerzas acumuladas en el tiempo como el resultado de la tectónica. El estudio de los terremotos es llamado *sismología*.

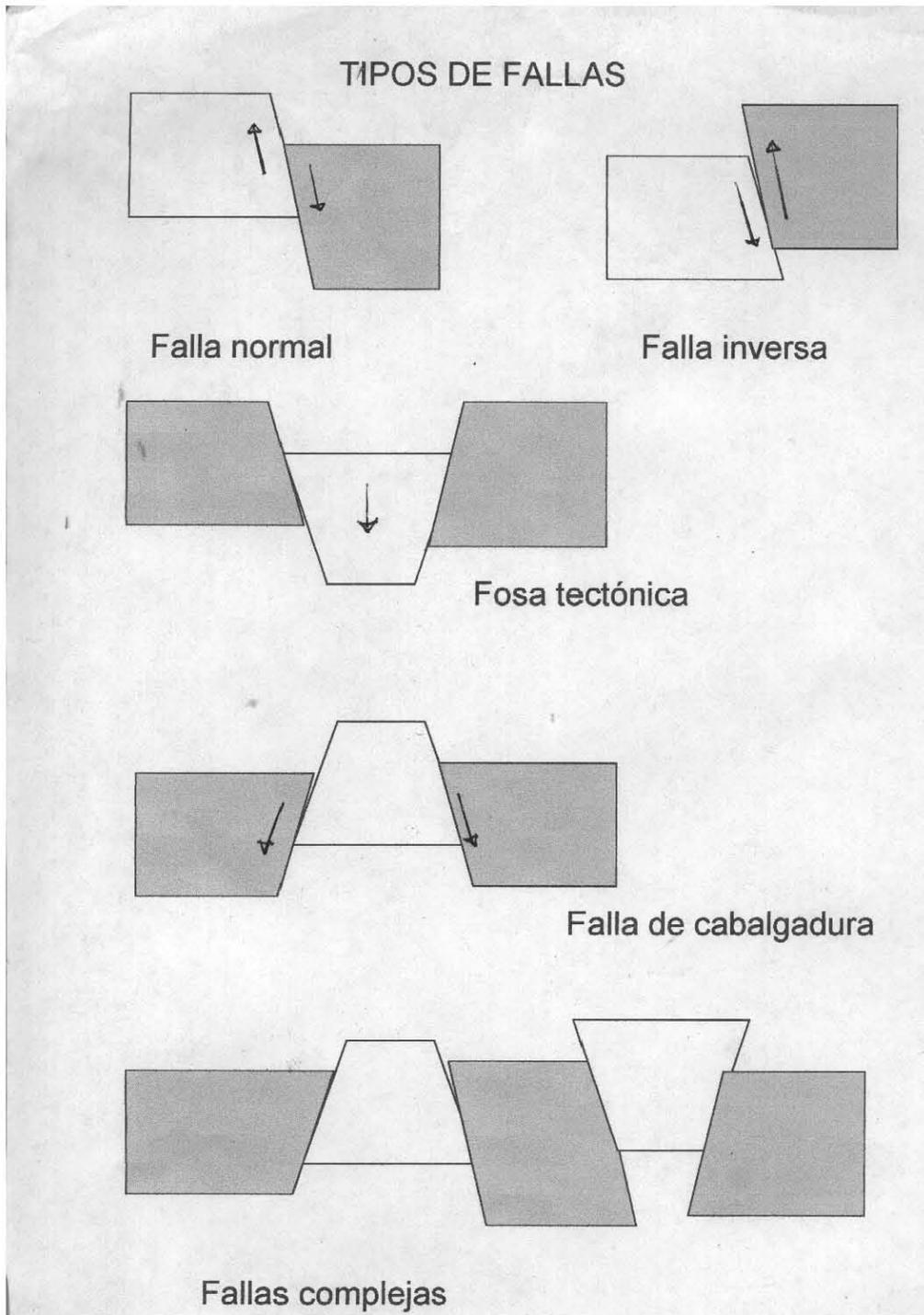


Fig. 3.8.3 Diferentes tipos de fallas

La mayoría de los terremotos ocurren a lo largo de fallas (fracturas o rompimientos). Los movimientos de la tectónica de placas generan la mayor

proporción: cuando dos placas se mueven pasando la una sobre la otra estas pueden atorarse. Cuando se ha acumulado un gran esfuerzo, las rocas se rompen provocando una serie de ondas elásticas (ondas sísmicas), y liberando una gran cantidad de energía. El punto en el cual el terremoto se origina es el foco sísmico o *hipocentro*, el punto sobre la superficie de la Tierra directamente sobre éste es el *epicentro*.

Existen tres tipos de ondas que se generan al ocurrir el terremoto Fig. 3.8.4.

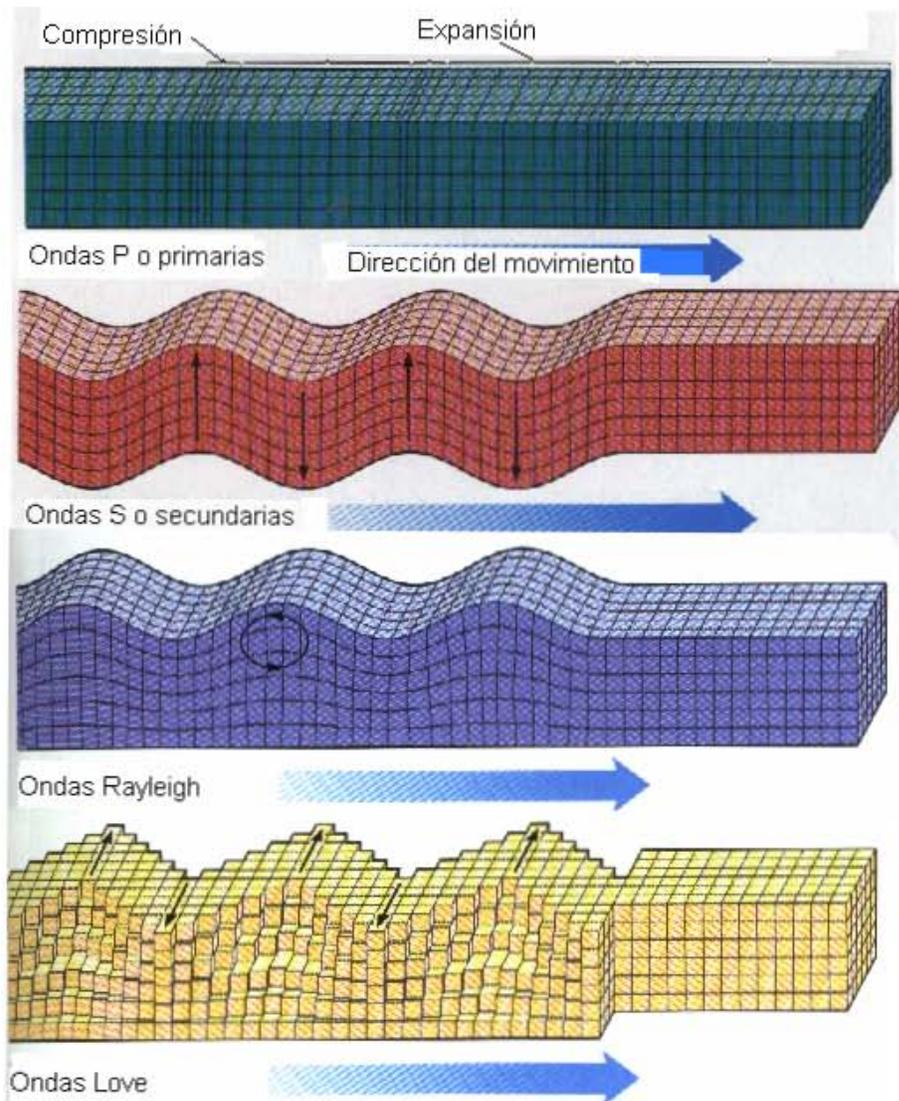


Fig. 3.8.4 Ondas sísmicas viajando a través de la tierra.

Estas son; las ondas P o primarias, las ondas S o secundarias y ondas superficiales: de Love y ondas R u ondas de Rayleigh. Las ondas P son ondas

longitudinales, las ondas S son transversales, las ondas R se mueven según una trayectoria elíptica completamente distorsionada y las ondas L tienen un movimiento similar a las ondas S, pero las partículas individuales se mueven de manera lateral, movimiento que causa severos daños a los cimientos de los edificios, Fig. 3.8.4

Las estaciones sismológicas son las encargadas de registrar este tipo de ondas por medio de un sismógrafo. Las ondas P viajan más rápido que las ondas S de tal manera que son las primeras en ser registradas. Al momento de producirse un terremoto ambas ondas se producen simultáneamente, y viajan del foco del temblor a la estación sismológica a través del interior de la Tierra, las ondas L y las ondas R arriban al último ya que son más lentas (Fig. 3.8.5).

El hecho anterior se usa para determinar el epicentro de un terremoto: De una gráfica como la de la figura 3.8.6 se puede conocer el intervalo de tiempo entre el arribo de las ondas P y el arribo de las ondas S a una determinada estación; se sabe la diferencia entre el tiempo de arribo de las dos ondas es una función de la distancia entre una estación sismológica y el foco del temblor y se cuenta con gráficas de distancia contra tiempo que muestran la velocidad de dichas ondas, así conociendo el intervalo de tiempo entre el arribo de las ondas P y las ondas S se puede conocer la distancia del foco a la estación sismológica (Peters y Davis, 2001).

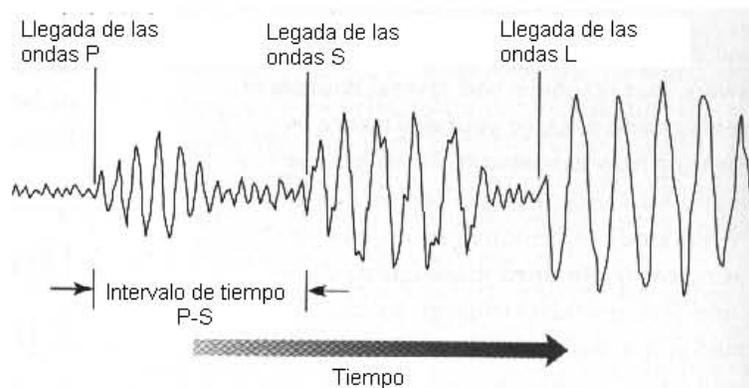


Fig. 3.8.5. Diferentes tipos de ondas registradas en un sismógrafo. Se observa el orden de llegada a si como el patrón descrito por cada una de ellas.

Con esto, en un mapa, se traza un círculo con radio igual a dicha distancia, tomando como centro la localización de la estación.

El mismo procedimiento se realiza en otras dos estaciones y el punto de intersección de los tres círculos es considerado el epicentro del temblor.

La fuerza del terremoto (magnitud) se mide en la escala de Richter y sus efectos (intensidad) en la escala de Mercalli. La magnitud de un temblor es una función de la cantidad total de energía liberada, y cada punto en la escala de Richter representa un incremento en la energía sobre el punto previo.

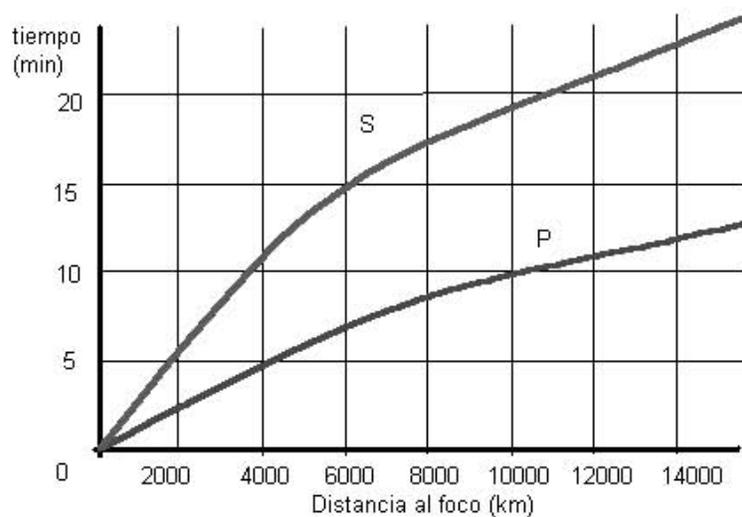


Fig. 3.8.6. Gráfica de distancia contra tiempo mostrando la velocidad de propagación de las ondas P y S.

Cuando los terremotos ocurren en áreas densamente pobladas causan una gran destrucción y pérdida de vidas. El terremoto de 1964 en Anchorage, Alaska es uno de los mayores en intensidad con 8.8 en la escala de Richter, el terremoto de 1985 en la ciudad de México tuvo una intensidad de 8.1 y el ocurrido en Tangshan, China con una intensidad de 8.0 se estima provocó la muerte de 750 000 personas.

Cuando los terremotos se originan en el mar dan lugar a los tsunamis que es una deformación del suelo marino que desplaza una cantidad enorme de agua. El fenómeno más reciente de este tipo ocurrió en diciembre de 2004 cuando la placa

India en subducción debajo de la Birmana sufrió una fractura, lo que produjo un gran sismo (9, en la escala de Richter) con epicentro en Sumatra.

Los terremotos han sido, los responsables de mover el polo Norte hacia Japón a una razón de 6cm cada 100 años. Esto porque la mayoría de los temblores ocurren en el cinturón del Pacífico y tienden a mover el polo hacia sus epicentros.

Las ondas sísmicas constituyen una fuente de información acerca del interior de la Tierra. La mayor parte de lo que se conoce del interior de la Tierra, proviene del análisis de las ondas sísmicas. Se ha llegado a establecer como los diferentes materiales son afectados por las ondas. De esta forma es posible interpretar los patrones de ondas para saber como están distribuidos los diferentes materiales en la Tierra (Vocadlo y Dobson, 2001).

## **VULCANISMO**

Como se vio con anterioridad, la parte externa de la Tierra está constituida por bloques que se desplazan unos con respecto a otros. El movimiento de las placas está íntimamente relacionado con la existencia de materiales radiactivos en el interior de la Tierra. La temperatura aumenta con la profundidad, primero a razón media de 20-30 grados por kilómetro y luego más lentamente. Dicho fenómeno se debe a la existencia de elementos radiactivos de larga vida como el uranio y el potasio 40. La desintegración de estos materiales es lo que ha proporcionado calor al interior del planeta desde sus edades tempranas.

Los movimientos de convección en el interior de la Tierra son los que producen el crecimiento, el desplazamiento y la subducción de las placas de la corteza terrestre. Se ha dicho que la actividad volcánica y los procesos tectónicos toman su energía del calor desprendido por la desintegración de materiales radiogénicos, fundamentalmente el torio, el uranio y el potasio. La vida media de dichos elementos es del orden de la edad de la Tierra a saber, para el Uranio 238 la vida media es de 4000 millones de años, mientras que para el torio se calcula una vida media de 14 millones de años. Cuando se formó la Tierra, hace unos 4 600 millones de años, la actividad radiogénica era aproximadamente dos veces mas intensa que en la actualidad. Se pensaría que los procesos convectivos fueran el

doble de intensos, así como sus manifestaciones externas: la velocidad de desplazamiento de las placas y la actividad volcánica. Con el paso del tiempo la actividad geológica ha disminuido, pero continúa.

El territorio mexicano está asentado sobre las placas Norteamericana y del Pacífico. En la zona de contacto entre ambas placas existe una divergencia horizontal de una con respecto a la otra, lo que origina el vulcanismo y la sismicidad. La zona de contacto no es lineal sino que está escalonada. Las partes que corresponden a los escalones se denominan zonas de rift y en ellas existe una gran tensión que se libera parcialmente con las emanaciones geotérmicas y volcánicas.

Usualmente el manto terrestre se encuentra en estado sólido. Cuando hay un movimiento de separación de placas en la superficie, los materiales que se encuentran por abajo tienden a subir, disminuyendo considerablemente su presión pero casi sin cambiar su temperatura. El material del manto terrestre asciende hasta llegar a la superficie, en ese momento sufre cambios químicos menores y aflora como lava, como la de la zona del Pedregal de Sn. Ángel, pero de mayor densidad, más rica en materiales ferromagnéticos y con un contenido menor de silicatos. La Fig. 3.8.7 muestra el esquema de las partes de un volcán.

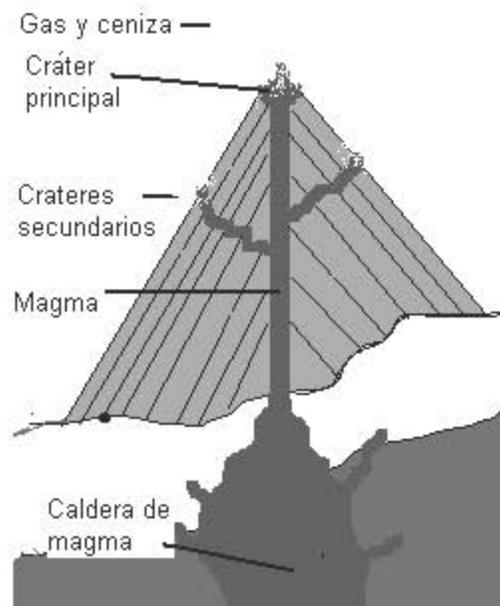


Fig. 3.8.7. Interior de un volcán. En su parte más profunda el volcán es una cámara de magma. La presión se acumula hasta que el magma escapa por las fisuras o por el cráter principal

La placa Norteamericana limita con la placa de Cocos. La interacción entre ellas es diferente a la de la Norteamericana con la del Pacífico: una placa se sumerge debajo de la otra, creando una zona de subducción. Los esfuerzos asociados a la subducción son capaces de fundir los materiales que se localizan en la superficie de contacto de las placas, o incluso a mayor profundidad. El magma del vulcanismo de subducción tiene probablemente un origen más profundo que el magma del vulcanismo tipo rift, ya que la disipación del calor por viscosidad puede producir la fusión de los materiales sólo a profundidades superiores a los 100 Km. Entre los 150 y 200 Km. los materiales se encuentran bastante cerca del punto de fusión, aunque usualmente no pasan al estado líquido. La fricción que se produce durante la subducción genera cantidades adicionales de calor y la elevación de la temperatura por encima del punto de fusión. Se forma entonces el material magmático, mismo que tiende a subir ya que su densidad es menor a la de las rocas circundantes. Este fenómeno es la base del vulcanismo de las regiones centrales de México. Como la composición química varía con la profundidad, geoquímicamente el magma es distinto para cada uno de los casos.

La República Mexicana es una región montañosa, los volcanes forman parte del paisaje en varias regiones del país y en el centro encontramos un vasto conglomerado de aproximadamente 3 mil volcanes que se conocen como eje Volcánico Mexicano y que cruzan de oriente a occidente, entre los que se encuentra el Xitle en el DF.

El magma y las explosiones volcánicas son una de las manifestaciones de la actividad geológica que abarca a vastas regiones de nuestro país. En 1982 el volcán Chichón inició una violenta explosión durante la cual se arrojaron alrededor de 300 millones de metros cúbicos de ceniza, que cubrieron por varios días los pueblos y ciudades aledaños.

### **Tipos de erupciones**

El volcán Stromboli con su actividad persistente desde la época de Homero, así como la actividad de otros volcanes como el Vesubio y Mauna Loa, etc. han servido para hacer una clasificación de las erupciones de otros volcanes en base a las semejanzas: aunque solo sea una clasificación descriptiva. Ésta se puede

hacer en base a dos parámetros: la energía térmica y la energía cinética liberadas durante las erupciones (Sutherland, 2003).

Los materiales volátiles son fundamentalmente el bióxido de carbono y el vapor de agua. Algunas erupciones arrojan cantidades considerables de magma caliente, pero casi no hay explosiones. Este es el caso típico de las Islas de Hawai. En el otro extremo están las erupciones con un contenido relativamente menor de energía térmica y mayor cantidad de energía cinética, como ejemplo se menciona al Chichón cuya erupción fue muy explosiva. Una actividad similar tuvo el Xitle que arrojó una gran cantidad de lava y luego se extinguió. Estos reciben el nombre de monogenéticos: nacen, hacen una erupción, que puede durar un tiempo considerable, y luego se apagan.

Los volcanes que hacen erupciones repetidamente se denominan poligenéticos, estos tienen una estructura de capas que se van formando con cada erupción. Dichos volcanes crecen hasta tener alturas muy grandes, ejem. Popocatepetl o el Volcán de Colima.

### **Vulcanismo y medio ambiente**

El vulcanismo ha jugado un papel importante en la evolución de la Tierra. En épocas remotas en la atmósfera de nuestro planeta las moléculas de los gases se movían a gran velocidad como consecuencia de la alta temperatura que reinaba (~1000 ° C) y esto permitía que escaparan al espacio exterior. Las emanaciones volcánicas arrojaron una gran cantidad de vapor de agua y compuestos de carbono y oxígeno a partir de los cuales se crearon los océanos y la atmósfera actual.

En la actualidad, durante una erupción de baja explosividad la lava fluye y se deposita sobre el área circundante impidiendo la agricultura. En erupciones explosivas la lava se pulveriza y se emite como ceniza, la ceniza puede tener un alcance considerable y provocar cambios importantes en el ambiente, ya que al depositarse en el suelo y con el paso del tiempo lo enriquecen con minerales que favorecen la agricultura.

Los cambios atmosféricos también llegan a ser notables por ejemplo el Chichón emitió una gran cantidad de bióxido de azufre y ácido sulfhídrico a razón de varias

toneladas por día evento que contribuye luego a la lluvia ácida (Nebel y Wright, 1996). La Fig. 3.8.8 muestra el movimiento de las emisiones del volcán Chichón en 1982.

### **Otras manifestaciones**

La actividad volcánica también está asociada a la existencia de aguas termales y géiseres. El magma caliente que permanece en el interior de la Tierra transmite calor a sus alrededores donde puede haber mantos acuíferos.



Fig. 3.8.8. Imágenes de satélite que muestran el rápido alargamiento de la emisión del Chichón en 1982, la imagen de arriba es del 5 de abril, la de en medio es del 15 y la última del día 25 del mismo mes

### **Predicción del vulcanismo**

La predicción de erupciones y en general el estudio del vulcanismo se realiza por muy diversos métodos. Uno de ellos es la gravimetría, una técnica que permite determinar la distribución de densidades en el subsuelo y se utiliza en la prospección de materiales. Los materiales volcánicos tienen contrastes de densidad con relación a las rocas circundantes debido a su mayor temperatura.

Los aparatos que miden cambios pequeños en el valor de la gravedad se conocen como gravímetros, estos aparatos pueden detectar variaciones equivalentes a las que se producen cuando nos alejamos de la superficie terrestre 3 cm.

La investigación del vulcanismo incluye el estudio de emanaciones de sustancias radiactivas como el torio y el radón, productos de la desintegración del uranio, estas emanaciones permiten conocer las condiciones físicas en el interior de los volcanes.

## RIESGO SÍSMICO

El riesgo sísmico es la capacidad de daño que puede ocasionar un temblor por unidad de tiempo. Ya hemos estudiado que la mayor parte de zonas sísmicas están asociadas a bordes de placa, pero algunas están relacionadas a procesos intraplaca. Esta distribución se explica porque la litosfera refleja no sólo la movilidad del manto, sino también las interacciones que se producen entre placas vecinas. Así, por ejemplo una zona de cuatro millones de kilómetros cuadrados en China está sufriendo los efectos de la colisión en el Himalaya. En esta zona aparecen grandes fracturas y sismicidad.

Las zonas de riesgo sísmico pueden clasificarse mediante el índice de sismicidad, que indica el número de sismos registrados por cada 10 000 km<sup>2</sup>, éste índice permite construir una escala de zonas sísmicas, encabezado por Japón con un índice de sismicidad de 382 seguido por Chile, Nueva Zelanda e Italia. La Fig. 3.8.9 muestra las zonas de alta sismicidad en el mundo, notándose la coincidencia de éstas con las zonas de bordes de placas.

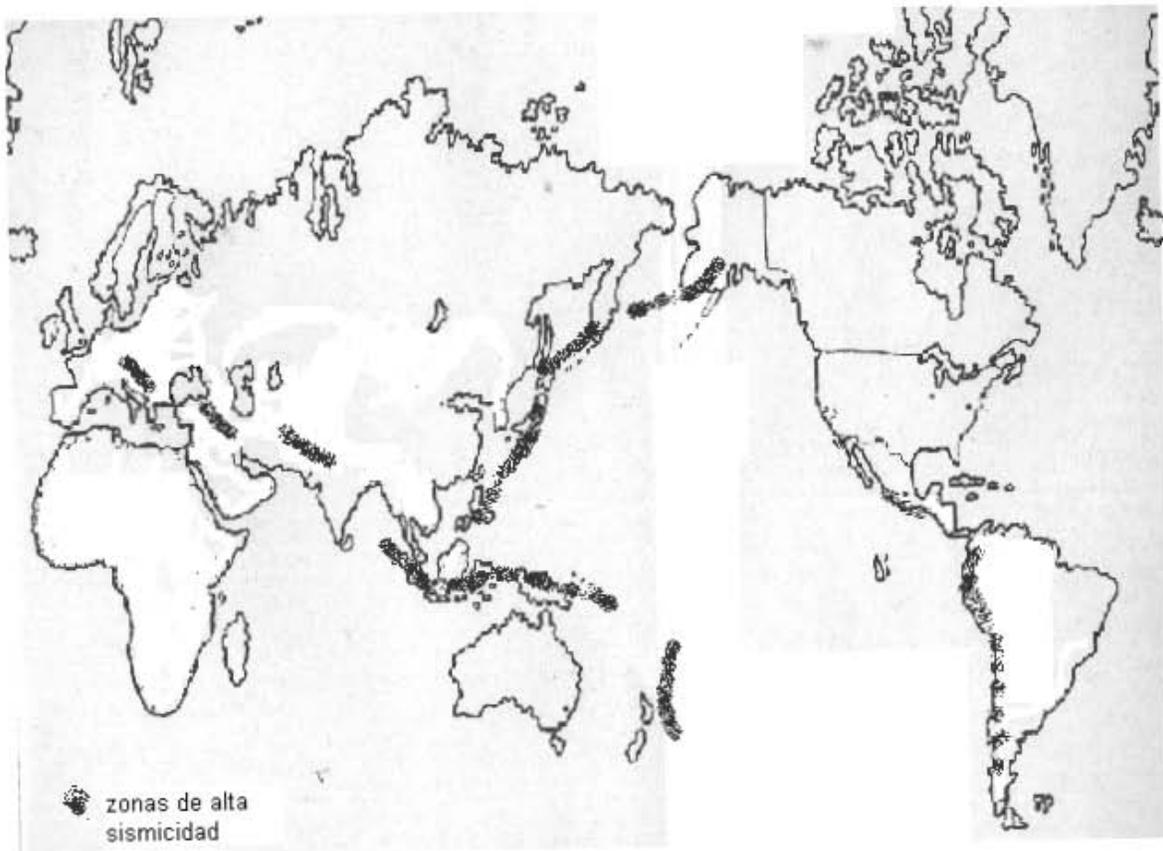


Fig. 3.8.9 Zonas de alta sismicidad

También se puede apreciar lo que se denomina el *Cinturón de Fuego* del Pacífico ya que, igualmente ésta es la zona de mayor actividad volcánica. La capacidad destructiva de un terremoto está directamente relacionada con la energía liberada durante el mismo, es decir con su magnitud. En la actualidad el cálculo más utilizado se realiza a través de la magnitud de momento propuesta por H. Kananori en 1997. Este método liga a la longitud de la falla activada y al deslizamiento medio entre los dos bloques. Es posible calcularla a partir del sismograma, pero también estimarla sobre el terreno.

### **Los precursores sísmicos**

En principio un terremoto se desencadena cuando la tensión acumulada en los bordes de una falla supera el rozamiento en el plano de ésta. De aquí se deduce que todo sismo tiene que ir precedido de un periodo de acumulación de tensiones en el entorno de la fractura. Por tanto estas tensiones y sus manifestaciones en el terreno serán los principales precursores sísmicos. Entre ellos destacamos los siguientes:

- a) Elevaciones de terreno. Por lo general son de tamaño pequeño (centímetros) y suelen preceder a sismos de magnitud media a elevada. Se deberían al volumen de las micro grietas formadas en el terreno próximo a la falla como respuesta a los esfuerzos tectónicos y a las deformaciones de los materiales en los campos elástico y plástico.
- b) Cambios en la conductividad eléctrica del terreno. La reducción de la conductividad eléctrica antes de un temblor puede ser significativa, habiendo llegado a la mitad de la misma en algunos casos. Se deberían a la distinta conductividad y magnetismo de la roca y del aire que rellena las grietas.
- c) Cambios en el campo magnético local. Se han registrado variaciones de hasta varias partes por mil.
- d) Aumento de la cantidad de radón en el agua de pozos profundos hasta un valor triple del inicial.

- e) Aumento en la cantidad de micro sismos locales, que serían debidos a la deformación plástica del terreno, que no puede absorber más tensión, y a que los bordes de la falla están comenzando a ceder ante el esfuerzo.

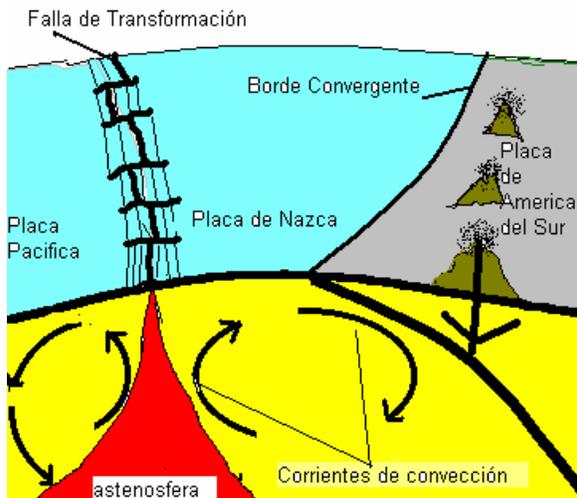
### **Riesgo Volcánico.**

Una erupción volcánica se compone de periodos de actividad diferente, producido en sólo unas pocas horas o bien a lo largo de años enteros, los vulcanólogos suelen clasificar las erupciones según el índice de explosividad volcánica (IEV), en nueve grupos de 0 a 8 en función del volumen de material emitido, la altura de la columna eruptiva, la duración de la erupción y una estimación del material piroclástico arrojado.

El IEV es el mejor para medir la peligrosidad potencial de un aparato volcánico. Las erupciones con IEV superiores a 5 se dan en volcanes con magmas muy viscosos y cargadas con gases en los que son frecuentes las erupciones plinianas, por ejemplo los situados en bordes destructivos de placas como los del borde Circumpacífico. El resto de los volcanes son mucho menos peligrosos, ya que en general su actividad se limita a la emisión de coladas, de curso previsible y alcance limitado.

## TECTÓNICA DE PLACAS

**OBJETIVO.** Simular algunos procesos relacionados a la tectónica de placas.



no colisionan frontalmente sino de forma paralela se empujan unas contra otras formando una línea de falla. Cuando una placa oceánica delgada choca con otra mas gruesa se hunde bajo ella creando una zona de subducción, la presión hace que el manto se caliente y comience a fundirse, la roca fundida al ser menos densa es empujada a la superficie formando un volcán. La inmensa presión de los movimientos de las placas puede romper la roca más resistente, ocasionando fracturas entre sus capas lo cual da origen a las fallas. Los diferentes tipos de fallas que se forman dependen de cómo se mueven las placas. Algunas las origina la compresión, esto es, la presión de la corteza terrestre, otras fallas se producen por la tensión, algunos tipos pueden ser el resultado de ambas fuerzas.

La República Mexicana se encuentra localizada entre cuatro placas: la Norteamericana, la de Cocos, la Rivera y la del Caribe. En particular, la placa de Cocos es subducida bajo la Norteamericana, a una velocidad de 6cm/año.

En la actualidad los cambios en la distancia entre diferentes puntos de la Tierra, debidos a la Tectónica de Placas, se miden a través de satélites, de acuerdo a sus datos, Hawai se acerca a Australia 9 cm/año y se aleja de Perú 8cm/año, aproximadamente.

La astenosfera es una zona donde se suceden corrientes de convección estas corrientes empujan y arrastran la litosfera, rompiendo la capa externa de la Tierra en fragmentos denominados placas tectónicas. Estas placas tienen tres tipos de márgenes: el divergente, se forma donde las placas se separan; el convergente donde las placas chocan y los márgenes de fallas de transformación donde se genera corteza terrestre. Tras millones de años estos movimientos han dividido las placas, las han hecho colisionar, han abierto océanos y continúan hoy en día transformando nuestro planeta. Cuando dos placas colisionan se pliegan formando cordilleras. Las placas que



En el siglo XVI, los científicos se dieron cuenta de la correspondencia que había entre las costas de América del Sur y África. A principios del siglo XIX el explorador Alexander von Humboldt observó notorias semejanzas entre las rocas de Brasil y las del Congo y los naturalistas encontraron algunas especies idénticas en ambos continentes, fósiles y restos de reptiles semejantes tanto en Brasil como en África del Sur. En 1923 el meteorólogo Alfred Wegner sugirió que en alguna era geológica todos los continentes habían estado unidos en una inmensa masa de tierra, a la que se llamaba *Pangea* la cual se dividió hace 250 millones de años y sus fragmentos, desde entonces, han ido a la deriva.

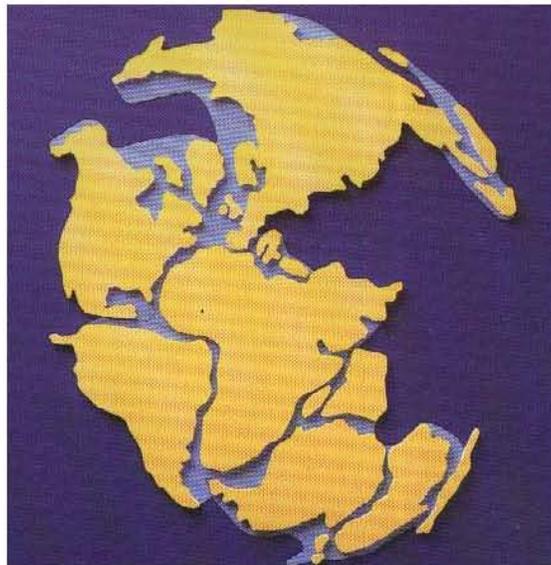
## 1. ARMA UN ROMPECABEZAS

### Material

- Foami amarillo
- Foami azul
- Cartulina azul
- Regla tijeras
- Papel blanco

### Desarrollo

- Traza una cuadrícula en el papel blanco y colócalo sobre el dibujo de abajo. Calca las figuras.
- En el papel blanco traza una cuadrícula mas grande y reproduce en ella las siluetas de los continentes. Calca estas figuras en el foami.
- Recorta las figuras. Pega los continentes sobre sus respectivas plataformas y colócalos sobre la cartulina
- Desplaza las figuras hasta que encajen perfectamente como en la figura original.



Contesta las siguientes preguntas

-¿De que factores depende la velocidad con que se mueven las placas sobre la superficie terrestre?

## 2. PLACAS EN MOVIMIENTO

### 2.1 Continentes en Movimiento

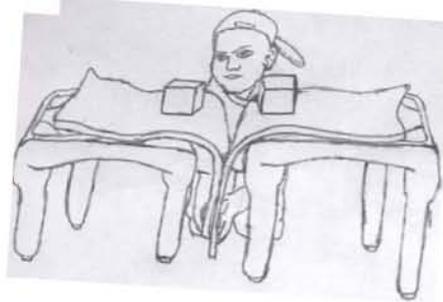
#### Material

- Láminas de Goma
- Bloques de madera
- Mesas

#### Desarrollo

Reproducir los diferentes tipos de bordes de placas

a) Constructivos o dorsales. Coloca un par de mesas frente a frente y coloca las láminas de goma sobre cada una de ellas como en la figura, igualmente coloca los bloques de madera donde se muestra. Presiona con tus dos manos las láminas desde la parte inferior y ve empujando lentamente hacia arriba.



b) Destructivas o zonas de subducción. Deja las láminas como terminaron el experimento anterior. Ahora, solo tira de una de ellas hacia abajo

-¿Qué sucede con las placas continentales que se hunden?

c) Pasivas o fallas transformantes.

¿Cómo reproducirías este caso con tu material?

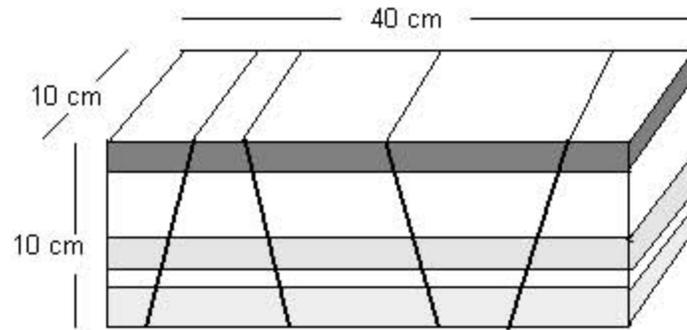
### 2.2 Tipos de Fallas

#### Material

- Bloques de Unicel

#### Desarrollo

a) Construye los bloques recortando pedazos de unicel de aproximadamente 10X40 cm. Pégalos unos sobre otros y pinta de diferentes colores cada uno de ellos. Haz cortes angulares como los de la figura. Pega tantos bloques como para obtener una altura de 10 cm.



b) Reproduce cada una de las fallas de acuerdo al esquema de la figura que te proporcionará tu profesor

-Dado que en cada una de las fallas están interaccionando dos o más cuerpos, ejerciendo fuerzas entre sí, menciona dos consecuencias de este hecho.

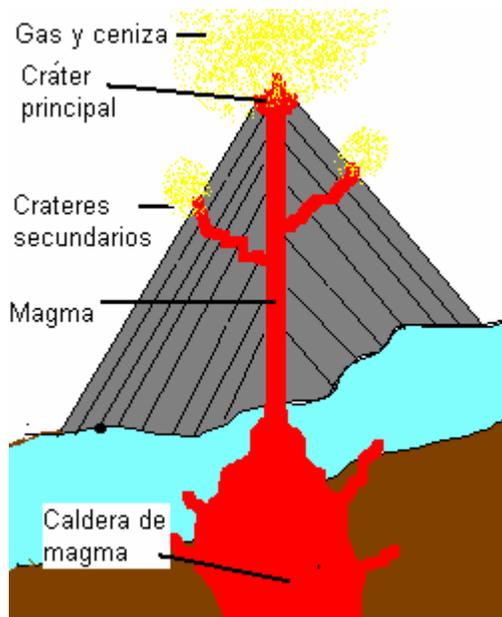
-Indica de que tipo es la falla de Sn. Andrés y cuales son las consecuencias de su movimiento en nuestro país

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

## VOLCANES

**OBJETIVO.** Observar y reproducir algunos fenómenos relacionados con los volcanes



La actividad volcánica es una manifestación de la tectónica de placas. Las zonas donde éstas entran en colisión, se rozan o se separan constituyen zonas de intensa actividad volcánica. En su parte más profunda un volcán es una cámara de magma. En algunos volcanes la presión se acumula allí hasta que el magma escapa por las fisuras o la chimenea y sale a la superficie bajo la forma de lava. Éste se derrama sobre el suelo o hace explosión en nubes de polvo o “bombas de lava”. En otros casos la lava es tan densa que se amontona en un cono y puede tapan el

cráter, cuando esto sucede la presión que se origina debajo del tapón de lava puede hacer que éste estalle originándose un chorro de gas, vapor, lava y cenizas. La distancia a la que el material sólido (piroclástico) es arrojado depende de su tamaño. Los vientos diseminan las partículas de polvo alrededor causando efectos importantes sobre el clima. Si el gas y las cenizas se elevan a grandes alturas, pueden llegar a cualquier lugar del mundo. Los diversos tipos de volcanes están determinados por la forma de sus erupciones así se conocen los del tipo hawaiano o los del tipo pliniano entre otros. Una erupción volcánica efectúa grandes cambios sobre el paisaje, pero además en algunos casos es una bendición ya que las cenizas son ricas en nutrientes que enriquecen el suelo, aunque en algunas ocasiones el proceso puede tardar años.



Una de las erupciones más famosas de todos los tiempos fue la que produjo el Vesubio, cerca de la ciudad italiana de Nápoles en el año 79 de nuestra era. Plinio el Joven fue un erudito que describió con detalle la erupción que se produjo, su narración se conoce como el primer testimonio conocido de una erupción volcánica. En 1883 ocurrió en Indonesia una de las erupciones más destructivas, destruyendo la isla de Krakatoa. Y uno de los peores desastres volcánicos del siglo XX tuvo lugar en 1902 en la isla caribeña de Martinica cuando hizo erupción el Monte Pelée, una nube ardiente acabó con todos los 29 000 residentes de la isla.

## ACTIVIDADES

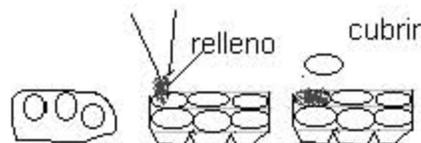
### 1) CUECE UN VOLCÁN

#### Material

- Masa pastelera, manejable
- Mermelada de fresa, miel de abeja ,miel de maíz, jarabe de maple
- Rodillo
- Molde para panques
- Cortador
- Horno

#### Desarrollo

- Extiende parte de la masa con el rodillo. Córdala en círculos para hacer la base y la cubierta del panque.
- Coloca un círculo en cada molde, añade mermelada, miel o el jarabe en distintos moldes.
- Coloca otro círculo de masa en cada uno de los moldes para cubrirlos. Presiona para sellarlos, verifica que no queden hoyos. Haz un agujero pequeño en el centro de cada uno.
- Introdúcelos en el horno
- Cuando estén cocidos sácalos y déjalos enfriar.



El relleno habrá brotado del pastelito. Hace erupción al igual que el magma en un volcán.

-¿Cuál de los rellenos brotó mas rápido? ¿Por qué?

-¿Qué estamos simulando al poner diferentes rellenos?

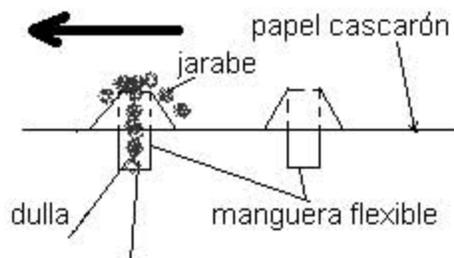
### 2) CADENA DE VOLCANES

#### Material

- Papel ilustración o cascarón de 30 X50 cm
- Cartón
- Jarabe rojo con arena
- Dulla o bolsa gruesa
- Manguera flexible
- Plastilina o pistola de silicón
- Navaja

#### Desarrollo

- Con el cartón haz pequeños conos para simular los volcanes
- Haz agujeros en el papel ilustración siguiendo una cierta trayectoria, separados unos 5 cm.
- Pega la manguera, con la plastilina, en los agujeros que están en la cartulina y encima pega los volcanes, dejando libre el agujero.
- Llena la dulla con el jarabe
- Con la ayuda de uno de tus compañeros pongan la dulla bajo el primer agujero y presiónenla suavemente
- A medida que tu compañero apriete la dulla, mueve lentamente el papel ilustración de manera que siguiendo la trayectoria los demás agujeros vayan pasando por encima.



- g) Cuando muevas el papel sobre el tubo aparecerá la lava sobre los volcanes. Ve tapando con plastilina los agujeros ya rellenos.

-Si se considera que tanto el volcán de Colima como el Popocatepetl son volcanes activos en la actualidad, ¿esta actividad tiene que ver con que ambos pertenecen al eje volcánico que atraviesa el centro de nuestro país?

### 3. VOLCÁN EN ERUPCIÓN

#### 3.1 Versión 1

##### **Material**

- Botella de refresco de bebida efervescente con tapón, de preferencia con el líquido de color rojo.

##### **Desarrollo**

- a) Desenrosca un poco el tapón para reducir la presión interna y vuelve a enroscar
- b) Agita la botella. Mantén alejada la botella de tu cara. Desenrosca el tapón.

#### 3.2. Versión 2

##### **Material**

- Botella de plástico transparente con tapón, aproximadamente de ½ L
- Vinagre blanco
- Colorante de cocina rojo
- ½ taza de agua
- 1 cda grande de bicarbonato de sodio
- embudo

##### **Desarrollo**

Haz una escenografía colocando un embudo en forma de volcán en torno a la botella.

- a) Llena un tercio del envase con el vinagre blanco mezclado con el colorante rojo.
- b) En la media taza de agua mezcla la cucharada de bicarbonato y vierte la mezcla rápidamente en el envase. Aléjate.

. -¿De qué factores depende la explosividad de una erupción?

-¿Qué diferencias encuentras entre lo observado en la actividad 3.1 y 3.2?

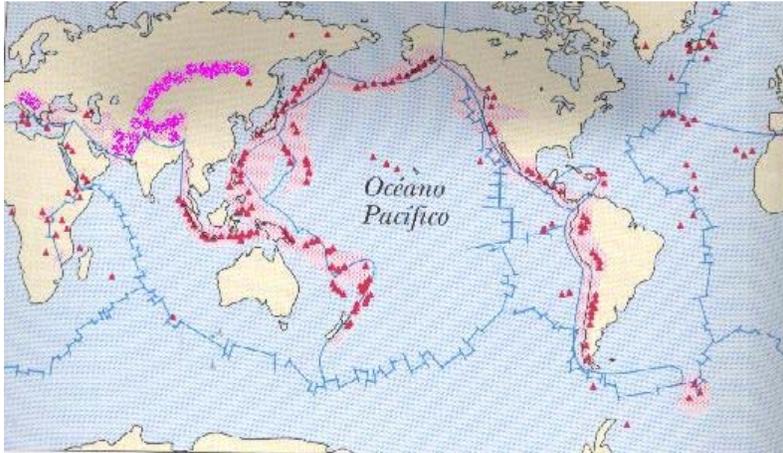
### CONCLUSIONES

### REFERENCIAS

# TERREMOTOS

**OBJETIVO.** Observar y reproducir algunos fenómenos relacionados con los terremotos.

La gran mayoría de los terremotos tienen lugar a lo largo de los bordes de las placas de la



corteza y se producen debido a la forma en que éstas se comprimen y se separan. En las zonas donde chocan las placas tectónicas, se acumula una gran cantidad de energía que hace que las rocas se empujen entre sí. La acción de las fuerzas que se ejercen entre ellas tarda años o décadas en acumularse. Luego de manera repentina,

la energía contenida se libera. Las placas interaccionan unas con otras emitiendo vibraciones u ondas de choque. Cuando estas ondas llegan a la superficie se perciben como terremotos. Al punto sobre la superficie donde se produce el movimiento se le llama *epicentro*. Las ondas

sísmicas se propagan a 25 000 Km /h en la roca y a una velocidad menor en la arena o barro. Un sismógrafo es un aparato que registra ondas sísmicas: las ondas primarias P son ondas longitudinales de compresión y descompresión. Las ondas S u ondas secundarias son transversales. Algunos sismos generan ondas superficiales L que son capaces de provocar daños severos lejos del epicentro. En 1902 Mercalli creó una escala de 12 puntos para medir los efectos de un terremoto, describiendo el nivel de daño producido, esta escala mide la magnitud del temblor. En 1935, Richter creó una escala para medir la energía que liberan los terremotos, ésta mide la intensidad del temblor. De acuerdo a estas escalas, a lo largo de la historia han sucedido terremotos que han provocado una gran devastación tanto por los daños causados como por las vidas cobradas, como el ocurrido en 1960 en Chile con una intensidad jamás registrada de 9.6 o como el ocurrido en China en 1976 en el que perdieron la vida 250 000 personas. El mayor de los sismos ocurridos en la Cd. de México en 1985, tuvo una intensidad de 8.1, y junto con su replica provocaron la muerte de 15 000 personas, según cifras oficiales.



En la antigüedad se crearon varios mitos para explicar la existencia de terremotos. Según los japoneses los terremotos los causaba un pez gato gigante llamado *namazu*, que vivía debajo del suelo y originaba los terremotos al sacudir su enorme cuerpo. Aristóteles, el filósofo griego pensaba que la causa podrían ser los vientos que alimentaban las llamas del subsuelo los cuales ardían en hogueras gigantes. Los antiguos chinos fueron los primeros en usar aparatos para registrar los terremotos. Sus instrumentos, como el de la figura, fueron los precursores de los sismógrafos modernos.

## ACTIVIDADES

### 1. ONDAS QUE EMPUJAN Y ESTIRAN

#### Material

- Carritos
- Resortes

#### Desarrollo

- Une los carritos por medio de los resortes. Forma un tren
- Empuja y tira rápidamente de uno de los carros de los extremos

Observa como una onda de movimiento corre adelante y atrás, a lo largo de los vagones.

### 2. ONDAS P Y ONDAS S

#### Material

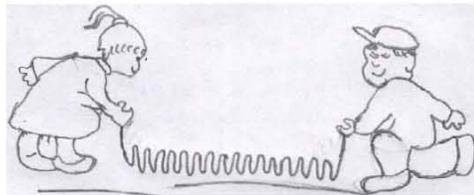
- Resorte

#### Desarrollo

- Con la ayuda de uno de tus compañeros, pongan el resorte estirado, sobre el piso o una superficie. Da un pequeño golpe con los dedos rápidamente, en el extremo que estás sujetando.

Dibuja un diagrama de lo que observaste.

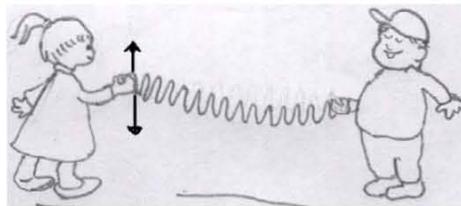
**¿Qué tipo de ondas se generaron?**



- Sostengan ahora el resorte en el aire, igual de estirado que en el caso anterior, ahora, sin que tu compañero lo mueva, da un tirón repentino al resorte hacia arriba y hacia abajo, sólo una vez.

Dibuja un diagrama de lo que observaste.

**¿Qué tipo de ondas se generaron?**



**¿Cuál de las ondas viaja más rápido en el resorte la observada en a) o la observada en b)?**

- Haz lo mismo que en el inciso anterior, sólo que ahora, da más tirones al resorte. Procura que sean sólo de arriba abajo. Dibuja un diagrama de lo que observaste.

En la realidad, **¿qué es lo que genera las ondas sísmicas?**

### 3. ONDAS DE CHOQUE

#### Material

- Mesa de plástico
- Martillo de goma
- Arena

## Desarrollo

- a) Deposita un puño de arena sobre la mesa. Golpea la mesa con el martillo a uno 10 cm de distancia de la arena. Observa cómo salta la arena cuando la alcanza la onda de choque.
- b) Golpea la mesa ahora a unos 20 cm de distancia. Observa la altura a la que salta la arena.
- c) Haz lo mismo ahora a 30 cm. Observa
  - **¿En qué caso se observa una mayor dispersión de la arena?**
  - **¿Qué significa lo anterior en el caso de un sismo real?**

## 4. CONSTRUYE UN SISMÓGRAFO Y REGISTRA TEMBLORES

### Material

- Frasco de 1 litro con tapa
- Marcador con punta gruesa
- Liga de hule gruesa
- Cinta adhesiva
- Rollo de papel

## Desarrollo

- a) Llena el frasco con agua y tápalo. Con la liga sujeta el marcador al frasco con la punta hacia abajo.
- b) Coloca el marcador de manera que la punta toque el papel, pega el marcador al frasco con la cinta adhesiva.

Este es tu sismógrafo

- c) Encima de una mesa pon el sismógrafo sobre el rollo de papel. Tira lentamente del papel, procurando hacerlo a un ritmo constante. Uno de tus compañeros moverá suavemente la mesa de un lado a otro.

En el papel se marcarán ciertos garabatos

- d) Agiten la mesa de una manera mas fuerte y observa las marcas en el papel.
- e) Pueden sacudirla todavía más y observen qué pasa con los trazos en el papel.
  - **¿Los trazos logrados en el papel que representan en un sismógrafo real?**

## CONCLUSIONES

## REFERENCIAS

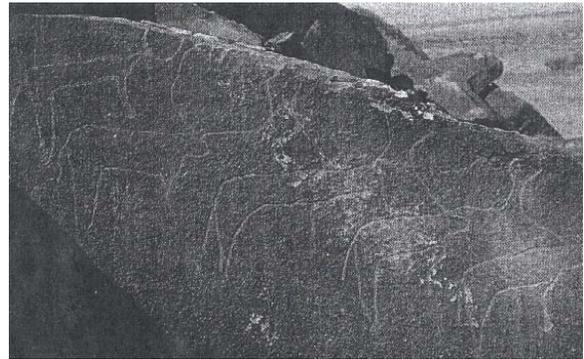
## LECTURA 3.8.1

### CONTINENTES A LA DERIVA Y VIDA EN LA TIERRA<sup>7</sup>

La Tierra se mueve bajo nuestros pies. Aunque la mayoría de las partes del mundo parecen estables están moviéndose suavemente. La piel de la Tierra es un caparazón movible y dinámico, viajando debido al proceso continuo de la tectónica de placas.

El proceso ha ido reinventando la superficie de la Tierra, a través del tiempo, ha movido suavemente la superficie de nuestro planeta llevando el piso de continentes y océanos a colisionar, separarse y sobreponerse unos sobre otros. Las placas colisionantes pueden construir montañas, destruir costas, dar nacimiento a cadenas de volcanes y crear superficies en enormes supercontinentes. Las placas divergentes pueden deslizarse, fragmentar áreas continentales en numerosas masas de tierra e islas y crear nuevo piso oceánico. Vagando, los continentes y océanos pueden, con el tiempo, variar radicalmente sus latitudes y longitudes, pasando a través de numerosos regímenes climáticos.

Desde que la vida comenzó en el Precámbrico, ésta ha respondido a la continua transformación de la superficie de la Tierra. Los organismos están diseñados para vivir en su medio ambiente natural y responden a cambios que alteran su diseño, morfología propia o comportamiento, para adaptarse a las nuevas circunstancias. Los movimientos tectónicos producen cambios ambientales que pueden alterar la distribución y movimiento de organismos, empuja a los organismos a cambiar su hábitat, llevándolos a la especiación, o extinción cuando los organismos no pueden adaptarse o adaptarse rápidamente a los nuevos cambios. Así los efectos del proceso, geográficos, geológicos y climáticos han actuado como procesos favorables para la evolución y movimiento de organismos ha través del tiempo. En la figura anexa se muestra un petroglifo hallado en el Desierto del Sahara, en el se puede ver una gran variedad de animales de sabana que habitaban esa región y que tuvieron que emigrar a causa de la desertificación.



Los procesos tectónicos tienen el poder para cambiar el clima local y global, corrientes oceánicas, patrones de circulación, nivel del mar, glaciaciones, y el contenido de gas en la atmósfera.

La tectónica de placas ha provocado la separación continental que se ha relacionado con elevaciones del nivel del mar. Los aumentos en el nivel del mar

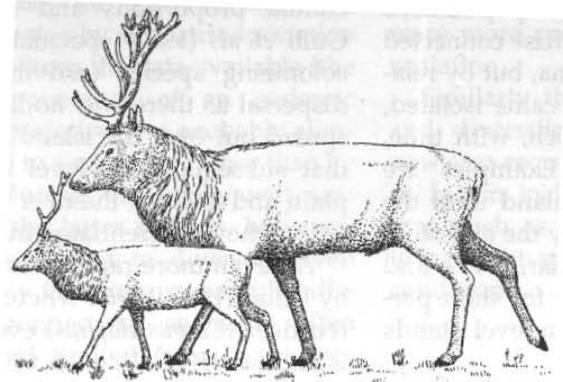
---

<sup>7</sup> Traducido y modificado de Forster, C.A., 2003, Drifting continents and life on Earth. En Evolution on Planeth Earth. The impact of the physical environment. Rotshschild & Lister (Edit). Academic Press. Italy. pp.279-295.

inundan tierras bajas, dividen áreas continentales, propician climas más estables, lo cual afecta la vida en el mar y en la tierra. El estallido de especies, la diversificación y las extinciones en masa han sido ligados a cambios ambientales producidos por dicho proceso.

La separación de una masa de tierra u oceánica puede, geográficamente, restringir a los organismos a un área, resultando un incremento del endemismo. Contrariamente, la convergencia de continentes u océanos puede incrementar el cosmopolitanismo y nuevas interacciones entre organismos.

La creación de barreras (montañas, océanos,..) pueden romper o dividir un rango taxonómico a través de un proceso llamado varianza. Ya dividida, cada parte de la población es teóricamente libre de evolucionar a lo largo de trayectorias separadas a través de una especiación. La figura contigua muestra el aspecto de dos ciervos donde el más pequeño, es una variedad que se creó a partir de la separación de un segmento de tierra del norte de Francia, el mayor representa a la especie original.



Un cambio ambiental local puede provocar que un organismo cambie su hábitat natural y abandone su espacio ecológico preferido. Alternativamente, poblaciones satélite que pueden moverse de su hábitat, algunas veces, pueden dispersarse cruzando barreras, ya que la barrera es atravesada, esta población, ahora aislada de su población madre, puede divergir o formar una nueva especie.

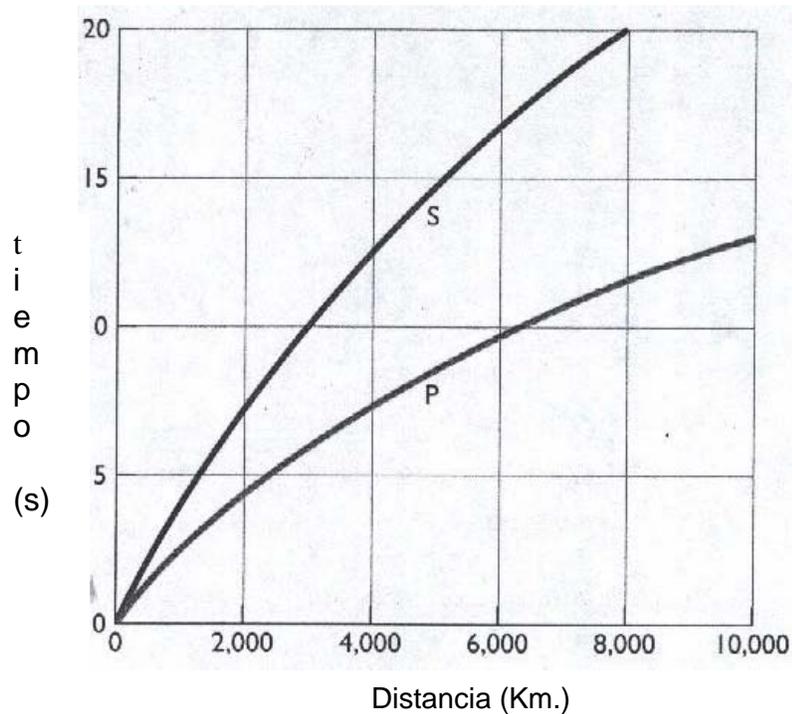
La compleja relación entre vida e historia de la Tierra es el objetivo de la biogeografía histórica, la biogeografía combina información del filogenético (genealógico), relaciones de organismos, el patrón de su distribución y la evolución de la Tierra para examinar causas y efectos entre este patrón y los procesos. Los biogeógrafos compilan datos sobre la vida e historia de la Tierra a través del tiempo, preguntándose. ¿Cómo estos movimientos han cambiado la superficie terrestre, ambiente y clima? ¿Cómo han afectado estos cambios la distribución y evolución de los organismos que habitan la Tierra?

Ya sea directa o indirectamente, a corto o largo plazo, la tectónica de placas ha sido siempre y permanece como un factor importante para el cambio biótico.

## INSTRUCCIONES

- Señala las palabras que no entendiste y busca su significado.
- Escribe la idea principal del texto.
- Haz un breve comentario sobre lo que te pareció la lectura.

### EJERCICIO 3.8.2



En la gráfica de arriba se representan las ondas sísmicas P y S. El eje Y representa el tiempo (min) transcurrido desde que comienza el temblor hasta su arribo a la estación de registro. El eje X representa la distancia (Km.) de la estación de registro al epicentro del terremoto.

1.- Calcula la velocidad con que las ondas P y las ondas S arriban a una estación de registro localizada a

- a) 2 000 Km.
- b) 8 000 Km.

2. ¿Cuál es la diferencia en el tiempo de llegada entre las ondas P y las ondas S en cada una de las estaciones de registro del punto 1?

## LECTURA 3.8.3<sup>8</sup>

### PLINIO



*“Una densa nube negra se abalanzó sobre nosotros, extendiéndose sobre la tierra como una avalancha. Nos invadió la oscuridad como si se hubiera apagado la lámpara en una habitación cerrada. Los edificios temblaban como si algo los estuviera arrancando de sus cimientos. Caían cenizas calientes y espesas, seguidas de una lluvia de piedras pómez y de rocas ennegrecidas, chamuscadas y agrietadas por las llamas (...). Estaba convencido de que todo el mundo se estaba muriendo y yo con él, hasta que al final un sol amarillento reveló un paisaje enterrado profundamente en las cenizas.”*

El estadista romano Plinio *el Joven* describe la escena de la que fue testigo a la edad de diecisiete años cuando en el año 79 a. C., entró en erupción el monte Vesubio, durante su estancia en la bahía de Nápoles.

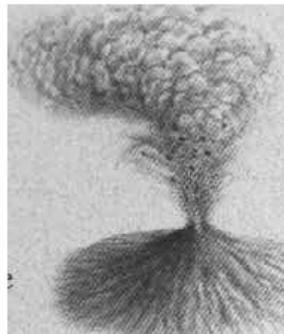
---

<sup>8</sup> Modificada de Davis. K. C., 2003. Todo lo que hay que saber sobre el Planeta Tierra, Oniro, Madrid.

### EJERCICIO 3.8.4

Relaciona las figuras de los distintos tipos de erupciones con sus características.

1. **Hawaiana.** Fuentes y ríos de lava salen del cráter, conductos y fisuras. Las corrientes de lava crean volcanes en escudo.



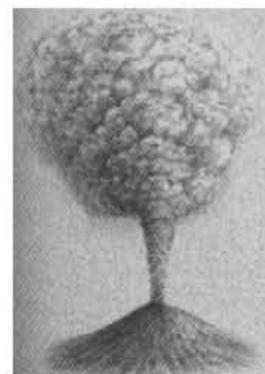
2. **Estromboliana.** Explosiones, lanzan al aire rocas y cenizas. Los fragmentos que caen forman un cono que puede llegar a colapsarse si es muy empinado.



3. **Vulcaniana.** Explosiones violentas expulsan al aire grandes rocas y bombas de lava. Estos grandes chorros ocurren como consecuencia de una acumulación de gas bajo la espesa y viscosa lava.



4. **Pliniana.** Estas grandes explosiones vacían de gas las cámaras magmáticas del volcán y producen inmensas nubes de cenizas que pueden alcanzar los 48 Km de altura.



5. **Ultraplíniana.** Un domo de lava dura colapsa el cráter, emitiendo flujo piroclástico. Los gases forman nubes de ceniza sobre los flujos.



## **Bibliografía recomendada**

Libros de la Colección La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica, México.

- Aguayo, J.E. y Trápaga, R., 1996, Geodinámica de México y Nivel del Mar. No. 141.
- Chamizo, A. y Garitz, A., 1995, Química Terrestre. No. 97.
- Espíndola, J. M., 1997, El Tercer Planeta. Edad, estructura y composición de la Tierra. No. 74.
- Hubp, J.L., 1996, La Superficie de la Tierra. Un vistazo a un mundo cambiante. No. 54
- ----- 1995, La Superficie de la Tierra II. Procesos catastróficos, mapas, el relieve mexicano. No. 101.
- Llorente, J, Papvero, N. Y Simoes, M.G., 1996, La distribución de los seres vivos y la historia de la Tierra. No. 148.
- Nava, A., 1993, La Inquieta superficie terrestre. No. 113.
- ----- 1998, Terremotos. No. 34
- Prol, L., 1996, El calor de la Tierra. No. 58.

## **Páginas Web**

Flujos

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/flood/>

<http://geoclio.st.usm.edu/>

<http://www.geologylink.com/>

Volcanes

<http://tepetl.igeofcu.unam>

<http://www.geo.mtu.edu/volcanoes/>

<http://volcano.und.edu>

<http://tepetl.igeofcu.unam.mx>

[www.geology.sdsu.edu/how-volcanoes-work/](http://www.geology.sdsu.edu/how-volcanoes-work/) volcanes virtuales

Tectónica de Placas

<http://www.omega.ilce.edu.mx>

<http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/100/plate-tectonics.html>

<http://tlacaelel.igeofcu.unam.mx>

[omega.ilce.edu.mx](http://omega.ilce.edu.mx)

<http://www.scotese.com> actividades virtuales

[www.k12science.org/curriculum/musicalplates3/es/sesion/.shtml](http://www.k12science.org/curriculum/musicalplates3/es/sesion/.shtml)

Terremotos

<http://www.ssn.unam.mx>

<http://www.geo.edu.ac.uk/quakes/quakes.html>

<http://www.vcourseware4.calstatela.edu/> terremotos virtuales

<http://tlacaelel.igeofcu.unam.mx>

## **Páginas Web con datos y actividades en tiempo real**

Ciencias de la Tierra

- [Recent Global Earthquake data](#)
- [Volcano World -](#)
- [What's New at National Geophysical Data Center](#)
- [USGS Current Earthquake Information](#)
- [USGS National Earthquake Information Center \(longer download time but has great maps\)](#)
- [Volcano World Current Volcanic Activit y](#)
- [Volcano Watch](#)
- [Undersea Volcano Monitoring](#)
- [Bradford Robotic Telescope Observatory](#)

## **Videos**

Terremotos- National Geographic Video

Viaje al Centro de la Tierra, 2003, Discovery

¡Volcán!, 1997, National Geographic Video

## **Videos Serie Morada. Audiovisual (CCH-Sur)**

Amenaza volcánica

El cinturón de fuego

El volcán

Formación de montañas

Terremotos

## 3.9 MÓDULO V

### OCÉANOS

#### Contenidos temáticos

Módulo	ENP		CCH	
	Física III	Física IV (Área I)	Física I y II	Física III y IV
V. Océanos	3.2 Transferencia y conservación de la energía mecánica	2.4 Líquidos en movimiento 3.3 El concepto de calor	3.1 Transformaciones y transferencia de Energía 4.1 Ondas Mecánicas	2ª Unidad Sistemas Fluidos

**Objetivo.** Valorar la importancia del agua en la aparición y mantenimiento de la vida. Valorar la importancia de la hidrosfera en la regulación del clima.

#### GENERALIDADES

La Oceanografía Física es la disciplina que se encarga del estudio de las propiedades físicas de las aguas marinas, sus movimientos y su interacción con la atmósfera.

Los océanos son enormes masas de agua salada. Estrictamente hablando existen tres océanos en la Tierra: Atlántico, Índico y Pacífico. Ellos cubren aproximadamente 70 % o 363 000 000 km<sup>2</sup> de la superficie total de la Tierra. La proporción de Tierra a agua es de 2:3 en el hemisferio Norte y de 1: ~5 en el Hemisferio Sur. El nivel del agua registrado en los océanos del mundo ha mostrado un incremento de 10-15 cm en los pasados 100 años.

En promedio, los océanos de la Tierra están a 3 660 m de profundidad encontrándose la mayor en la trinchera de las Marianas en el Océano Pacífico, a 11 034 m.

El nivel del océano se ha ido modificando debido al aumento y disminución de los hielos polares. Dichas variaciones permiten predecir variaciones en la temperatura planetaria.

La distribución de temperatura en los océanos tiene tres capas distintas. De la superficie a una profundidad de 500 m la temperatura es uniforme. La temperatura

decrece rápidamente en la capa de 500 a 1000 m a 5°C. Esta región es llamada la media termoclínica y esta temperatura es constante en todos los océanos, La temperatura media anual en los Trópicos es de 30 °C. La capacidad de las aguas tropicales para permanecer calientes tiene una gran influencia en la circulación global de la atmósfera, ya que esta es manejada por movimientos de convección a gran escala.

## CORRIENTES OCEÁNICAS

Los navegantes del siglo XVI ya tenían registros y habían elaborado mapas de algunas corrientes que se habían encontrado en sus travesías. En 1762 Benjamín Franklin describió la que hoy se conoce con el nombre de Corriente del Golfo. También en 1812 Alexander von Humboldt, en sus viajes por el Pacífico Sur descubrió la corriente de Humboldt, que ahora se conoce como la corriente del Perú.

La densidad y la presión son unas de las propiedades físicas de las aguas marítimas que al combinarse con el movimiento de rotación de la Tierra determinan la configuración de las principales corrientes oceánicas. La gravedad terrestre influye de manera determinante en el comportamiento de los océanos, ésta varía con la latitud y con la profundidad y por lo tanto en la variación de la presión la cual aumenta una atmósfera por cada 10 m de profundidad.

El Sol es la fuente principal de energía que origina las corrientes oceánicas. Las diferentes temperaturas que se generan en la atmósfera generan los vientos que causan los movimientos de las aguas de los mares. Esto aunado a otros factores como la rotación de la Tierra, la fricción, la fuerza de las mareas y la presión atmosférica producen la circulación oceánica.

El intercambio de calor que se realiza entre el océano y la atmósfera, constituye un motor térmico. La evaporación es otro de los fenómenos a través del cual se da un intercambio de calor entre el océano y la atmósfera: dicha evaporación, además de calentar la atmósfera, al ascender se condensa provocando lluvia. Todos estos fenómenos contribuyen al balance de energía del planeta. Lo cual

explica de cierta manera el papel tan importante de los océanos en la regulación del clima.

Las corrientes oceánicas tienen diversas características; unas son muy rápidas, otras son lentas, algunas son periódicas otras son intermitentes, poseen diferente extensión y se suceden a distinta profundidad. Su importancia y repercusiones sobre los litorales y el clima las clasifican.

Las corrientes oceánicas se dividen en dos grupos.

Corrientes manejadas por el viento. Son principalmente horizontales y ocurren a unos pocos metros de profundidad en el océano.

Las corrientes termohalinas. Son causadas por cambios en la densidad del agua de mar debido a cambios en la temperatura y en la salinidad. Estas son principalmente corrientes verticales afectando la depresión de los océanos. Los vientos fluyendo del este a bajas latitudes y los vientos del oeste a latitudes medias junto con el efecto Coriolis producen un gran giro en la circulación de los océanos en el hemisferio Norte y un contragiro en el hemisferio Sur. La consecuente corriente de retorno tal como la corriente del Golfo del Ecuador hacia los Polos es relativamente estrecha y fuerte y ocurre en las fronteras oeste de los océanos.

Existen también corrientes del oeste a lo largo del Ecuador, corrientes del norte, frías del Ártico y una fuerte corriente circumpolar alrededor de la Antártica, la cual es manejada por vientos del norte. La corriente en el Norte del Océano Índico es más complicada y cambia de dirección con el monzón.

Las corrientes oceánicas más profundas corren en dirección inversa a las corrientes superficiales en las que el agua más densa llega a la Tierra del Fuego y giran hacia el Ecuador en corrientes costeras norteñas. En el Ártico el viraje ocurre por el enfriamiento del agua en invierno, sin embargo la del Antártico es por un incremento en la salinidad y por lo tanto en la densidad debido al congelamiento de la superficie del mar. El flujo de retorno vertical de esta circulación termohalina ocurre como un rizo muy suave en la depresión del agua tornando hacia la superficie sobre todo el océano. Este rizo es el resultado del viento que flota

sobre el agua que incrementa la depresión de la capa mezclada y la termohalina flotando sobre el agua profunda que es más densa.

La circulación oceánica y las corrientes juegan un papel dominante en el clima de las márgenes terrestres oceánicas. El océano es mas caliente que la Tierra en invierno y más frío en verano, así que el clima de las regiones costeras es igual en las variaciones de temperatura anual y menor que en el centro de las grandes masas de Tierra donde el clima es extremo. Las corrientes calientes y frías reducen contrastes climáticos en lugares de latitud similar.

En la figura 3.9.1 se presentan algunas de las corrientes oceánicas que se suceden en la Tierra, así como su clasificación en corrientes cálidas y frías. La designada con la letra A corresponde a la corriente Sur ecuatorial; la B a la corriente Ecuatorial; la C a la corriente de Humboldt; la D a la corriente de Brasil; la E a la corriente del Golfo; la F a la corriente del Pacífico Norte; la G a la corriente de Kuroshio y la H a la corriente del Atlántico Norte.

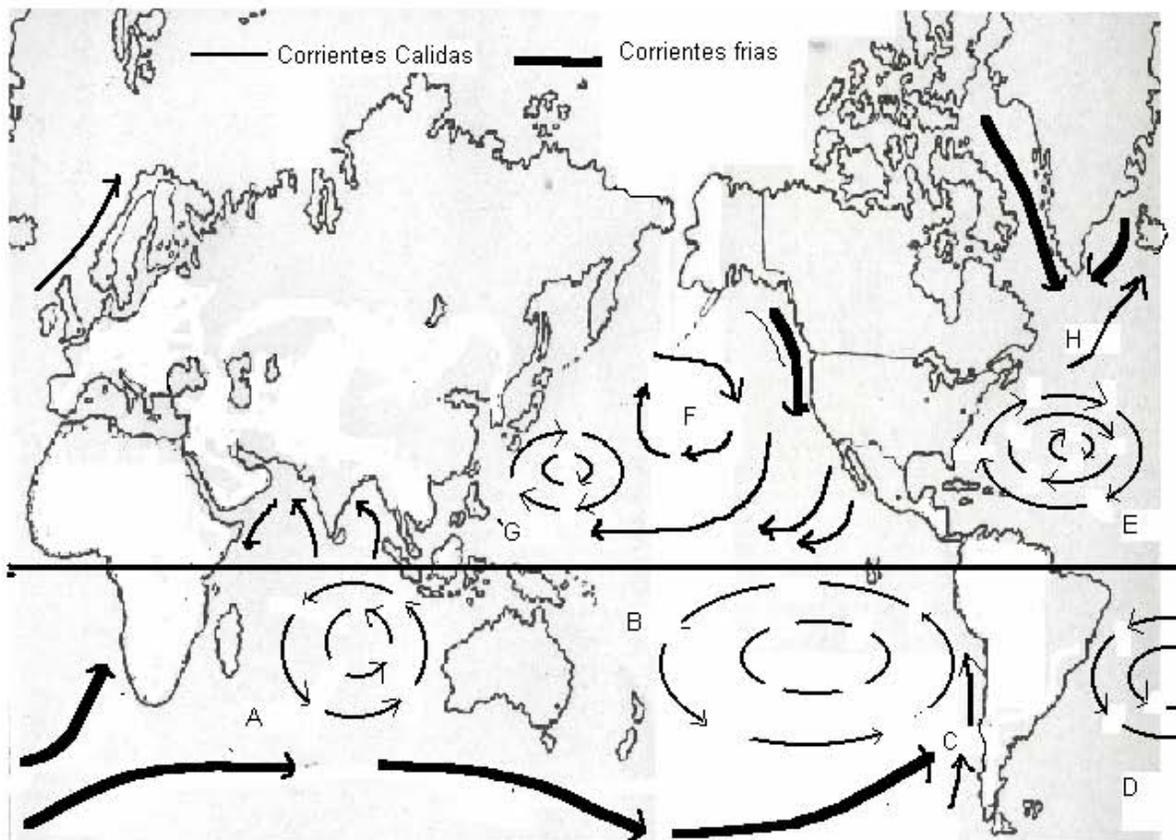


Figura 3.9.1 Algunas Corrientes Oceánicas

## EFECTO CORIOLIS

El efecto Coriolis fue descrito en 1844 por el físico francés G.C. Coriolis, este es el efecto de la rotación de la Tierra sobre la atmósfera y sobre todos los objetos sobre la superficie de la Tierra, lo cual se debe a que la velocidad de rotación de la Tierra es mayor en los polos y disminuye hasta cero en el ecuador.

Este efecto ocasiona que en el hemisferio norte las corrientes marinas tengan una tendencia de moverse a la derecha mientras que en el hemisferio sur tiendan a hacerlo hacia la izquierda.

La figura 3.9.2 muestra el efecto Coriolis sobre las corrientes oceánicas, éstas son desviadas por el movimiento de rotación de la Tierra.

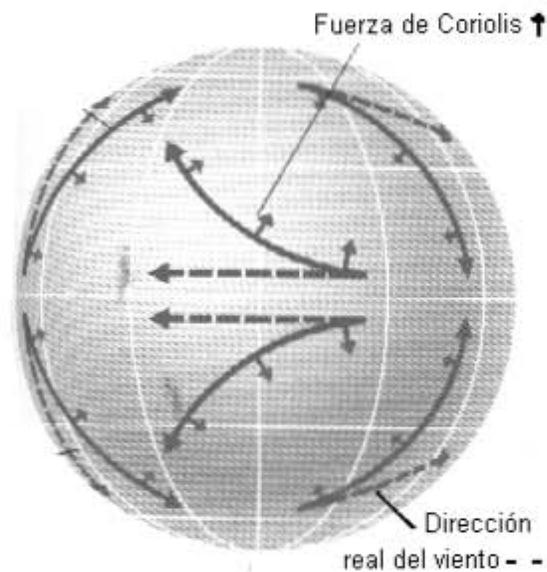


Figura 3.9.2. En este esquema se muestra la desviación de los sistemas de circulación terrestre debida al Efecto Coriolis.

## El Niño.

En la corriente del Perú se presenta periódicamente un fenómeno al que se le llama el Niño. Este es una contracorriente de agua cálida que gira hacia el sur, ocasionando que la corriente peruana disminuya y se mueva mar adentro. El Niño forma una masa de agua caliente que se desplaza hacia el norte siguiendo la costa. El fenómeno puede alterar el clima del área afectando la productividad del mar, ha ocasionado calentamiento en las Islas Galápagos, tormentas de lluvia en California y Sudamérica y la destrucción de vida salvaje. De una manera u otra el

Niño afecta al planeta entero. Los patrones de viento del Niño de 1998 han alterado suavemente la rotación de la Tierra, sumando 0.4 milisegundos a cada día.

Examinado los restos fósiles a lo largo de la costa oeste de Sudamérica, recientes investigaciones de 1996 han estimado que el Niño comenzó hace 5 000 años.

Otros fenómenos importantes para la Oceanografía Física y que son estudiados por ésta son las olas y las mareas.

Olas.-Los océanos rara vez están en calma, en algunas ocasiones pequeñas ondas se producen en su superficie y el agua ondula suavemente. Cuando el clima es tormentoso, olas gigantes aparecen volviendo al mar en un régimen turbulento.

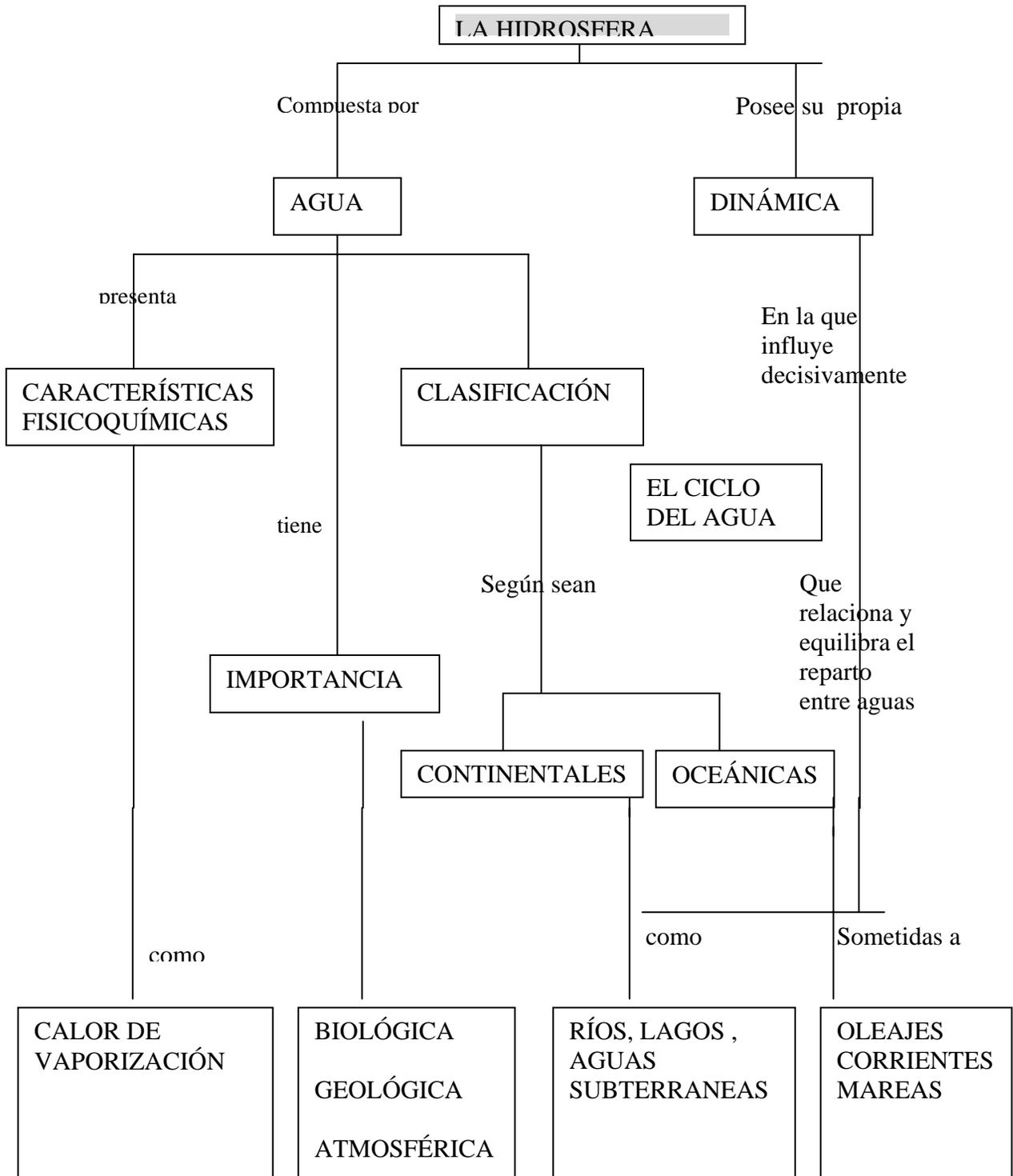
Las ondas se originan en la superficie del agua y aparecen pequeños rizos por el viento que sopla en la superficie.

Generalmente las ondas sólo afectan la superficie del agua, el agua se mueve a un nivel de profundidad.

Mareas-Elevación y descenso rítmico del nivel del mar en los océanos de la Tierra debidos a la atracción gravitacional de la luna y con una menor intensidad del Sol, afectando regiones de la Tierra igualmente como su rotación.

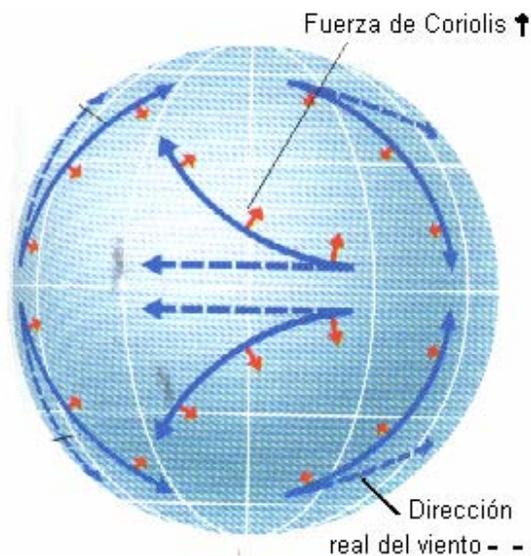
La importancia de los océanos radica en que su productividad está relacionada directamente con las características físicas y químicas del agua. Como se sabe el plancton que existe en los mares capta la energía del Sol pero también necesita de nutrientes que se encuentran en el fondo marino y que se elevan a la superficie gracias a las corrientes llamadas surgencias. Esto permite un aumento en la población de especímenes marinos.

**DIAGRAMA 3.9.1**



## CIRCULACIÓN OCEÁNICA Y EFECTO DE CORIOLIS

OBJETIVO. Entender la circulación oceánica y el efecto de Coriolis sobre ésta.



La superficie de la Tierra se encuentra cubierta por agua en más de sus dos terceras partes, contenida en mares y océanos los cuales se encuentran en movimiento constante por la acción del viento y del Sol. El viento mueve las corrientes oceánicas a lo largo de miles de kilómetros, estas se llaman las *corrientes de superficie*, mientras que por efecto del calor Solar las aguas profundas también se mueven. Debido a la rotación de la Tierra el curso del agua se altera por el efecto de Coriolis. Llamado así en honor al físico

francés Gustave G. Coriolis (1792-1843) quien fue quien noto primero este efecto: Las corrientes en el hemisferio norte se mueven en el sentido de las agujas del reloj, mientras las del hemisferio sur lo hacen en el sentido contrario, haciendo que exista una circulación en espiral. Pero el viento no es lo único que impulsa las corrientes, éstas se producen también por las diferencias de temperatura del agua: al calentarse las masas de agua desplazan a otras masas de aire frías. Los ciclones no sólo se producen en la atmósfera terrestre sino que también son muy comunes en el océano: la presión produce una aceleración centrípeta que hace girar al agua alrededor de un centro. La pequeña diferencia entre las fuerzas de Coriolis y la de presión es la que provoca la aceleración centrípeta de dicho movimiento circular.



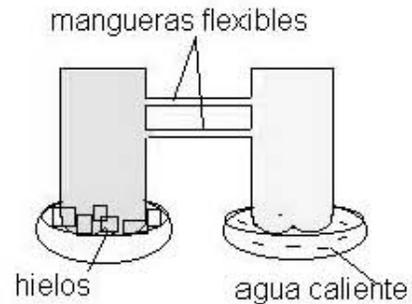
Galileo fue uno de los primeros estudiosos que se preocuparon por explicar el movimiento de las aguas oceánicas. De igual manera Newton también intentó que su teoría del movimiento de los cuerpos sirviera para explicar el movimiento de los océanos. Pero ninguno de ellos consideró la influencia de la rotación de la Tierra. Laplace, fue quien en 1778, 60 años antes de G. Coriolis, en la foto, introdujo la fuerza que hoy se denomina de Coriolis para explicar la dinámica de los océanos.

## ACTIVIDADES

### 1. CIRCULACIÓN DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS

#### Material

- 2 botellas de plástico transparente (refresco de 2 l)
- ½ m de manguera flexible transparente
- Refractarios o recipientes transparentes
- Pistola de silicón
- 2 pinzas
- Gotas de colorante vegetal azul y amarillo
- Hielo
- Punzón



#### Desarrollo

- a) Corta la parte superior de las botellas, hasta donde termina la parte cilíndrica. Haz dos agujeros arriba y abajo en cada una de las botellas, aproximadamente a 8cm de la base y a 5 cm del borde.
- b) Corta dos secciones de manguera de 20 cm. Insértalos en los agujeros y sella las juntas con el silicón.
- c) Pon las botellas en cada uno de los recipientes. Pon las pinzas a la mitad de cada manguera.
- d) Llena una botella con agua, a la temperatura ambiente, coloreada de azul y la otra con agua coloreada de amarillo. Vacía agua muy caliente en el recipiente que tiene la botella *amarilla* y vacía los hielos en el recipiente con la botella *azul*. Como en la figura superior
- e) Espera unos 3 min y quita simultáneamente las pinzas de las mangueras.
- f) Observa lo que sucede.

¿En que dirección se movió el agua azul?

¿En qué dirección se movió el agua amarilla?

¿Por qué?

Usando este resultado escribe que es lo que sucede en el movimiento de las aguas oceánicas.

## 2. EFECTO DE CORIOLIS

### Material

- Pecera
- Pelota de plástico de preferencia de un solo color claro
- Regla
- Hilo nylon
- Colorante de color azul oscuro
- Gotero
- Palito de madera resistente

### Desarrollo

- a) Haz un agujero pequeño en la pelota y llénala de agua. Ata el palito de madera al hilo e introdúcelo en el agujero.
- b) Cuelga la pelota en la regla, como en la figura contigua.
- c) Retuerce el hilo y haz girar la pelota con suavidad, pero de tal manera que lo haga por un tiempo largo. Hecha unas gotas de colorante sobre el *polo* de la pelota.
- d) Observa que sucede con la tinta

-¿Cómo se distribuye la tinta sobre la pelota?

¿Qué otros fenómenos son afectados por el efecto de Coriolis?

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

## CORRIENTES OCEÁNICAS

**OBJETIVO.** Reproducir algunos fenómenos relacionados a las corrientes oceánicas.



El agua del mar se encuentra en constante movimiento, por medio de las corrientes marinas. A medida que el viento sopla sobre el agua ésta se mueve, desplazándose y también, formando olas. Debido a la rotación de la Tierra el curso del agua se altera por el efecto Coriolis. Las corrientes en el hemisferio norte se mueven

en el sentido de las agujas del reloj, mientras las del hemisferio sur lo hacen en el sentido contrario. Pero el viento no es lo único que impulsa las corrientes, éstas se producen igualmente por las diferencias de temperatura del agua y la salinidad y también pueden verse alteradas por los litorales. El resultado es una compleja mezcla de corrientes a través del mundo. El agua posee una gran capacidad calorífica, lo que significa que se requiere mucha energía para calentarla, pero también tarda mucho tiempo en enfriarse. Por esa razón las corrientes oceánicas repercuten en el clima terrestre. Las corrientes cálidas, como las del Atlántico, llevan el calor desde los trópicos hasta las áreas más frías del norte, que de otra manera se congelarían en invierno. Las corrientes frías tienen el efecto opuesto. El efecto de estas corrientes en la vida marina se observa en el plancton, ya que su concentración varía de acuerdo a la temperatura de las corrientes. Cuando el viento sopla sobre el agua, siempre se forman olas. Una de las corrientes más conocidas, por los efectos catastróficos que provoca su aparición es la del Niño.



En la segunda mitad del siglo XVIII, Benjamín Franklin (1706-1790), el político y científico norteamericano, realizó los primeros estudios sobre las corrientes superficiales, notó que un barco que atravesaba la zona norte del Atlántico era ayudado u obstaculizado por una corriente que se movía en dirección noroeste. Investigando la temperatura de la corriente, encontró que era más caliente que la del agua de los alrededores. Hoy día se sabe que esa diferencia de temperatura se debe a la fuerza que esta detrás de las corrientes de las aguas de las profundidades. Valiéndose de sensores de temperatura y boyas que flotan a profundidades fijas, se encontró que todo el océano se encuentra en movimiento.

## ACTIVIDADES

### 1. CORRIENTES OCEÁNICAS

#### Material

- Recipiente mediano
- Agua
- Talco
- Secadora de Pelo

#### Desarrollo

- a) Llene el recipiente con agua casi hasta el borde
  - b) Esparza una capa ligera de polvo sobre el agua
  - c) Sople suavemente sobre el agua en el centro del recipiente
- ¿Qué figuras forma el talco sobre la superficie del agua?
- ¿Cómo se mueven estas figuras?

### 2. HACIENDO OLAS

#### Material

- Recipiente mediano, aproximadamente de 30X30X20
- Recipiente grande, apreciablemente mayor al mediano, tan grande como se pueda.
- Agua

#### Desarrollo

- a) Llene el recipiente mediano con agua casi hasta el borde
  - b) Sople muy suavemente sobre la superficie del agua
  - c) Llene el recipiente grande con agua casi hasta el borde
  - d) Sople suavemente sobre la superficie del agua, trate de soplar con la misma fuerza y a la misma altura que en b).
  - e) Manténgase soplando por un minuto o más.
- ¿Cómo es el tamaño de las olas en el primer recipiente comparadas con las formadas en el segundo?
- Usando los conceptos físicos correspondientes, explica porque sucede lo anterior

## CONCLUSIONES

## REFERENCIAS

## **Bibliografía recomendada**

Libros de la Colección La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica, México.

- Cifuentes, L., Torres-García, P. Y Frías, M., 1997, El Océano y sus recursos I. Panorama Oceánico. No. 2.
  - 1991. El Océano y sus recursos XII. El Futuro de los Océanos. No. 100.
  - 1997. El Océano y sus recursos II. Las Ciencias del Mar: Oceanografía Geológica y Oceanografía Química. No. 12.
  - 1997. El Océano y sus recursos III. Las Ciencias del Mar: Oceanografía Física, Matemáticas e Ingeniería. No. 17.

## **Páginas Web**

Océano

[http://seawifs.gsfc.nasa.gov/ocean\\_planet.html](http://seawifs.gsfc.nasa.gov/ocean_planet.html)

Tsunamis

<http://www.geophys.washington.edu/tsunami/intro.html>

## **Páginas Web con datos y actividades en tiempo real**

- [Undersea Volcano Monitoring](#)
- [TOPEX/Poseidon Satellite](#) -- Satellite images mapping ocean surface topography
- [Wind and Wave Real Time Data](#)
- [Real Time Data and Images from NOAA Ship Albatross IV](#)
- [Global Sea Surface Temperature](#)
- [NOAA Interactive Data Access Retrieval System](#)
- [Live Access to Climate Data](#)
- [Ocean Drilling Program Teacher's Manual](#) –
- [Real Time Tsunami Data](#)

## **Videos**

Tsunamis. Olas de Destrucción. 2005, ABC News

Videos Audiovisual, Serie Morada. (CCH-Sur)

Océanos

Océanos finitos

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Aquí se presentan los resultados obtenidos con base en los logrados en las Prácticas Docentes.

Considerando que el trabajo básico se desarrollo a través de las actividades experimentales, se muestran los resultados para cada una de las prácticas probadas, especificando los aprendizajes de los contenidos tanto conceptuales, como los referidos a procedimientos y actitudes.

### **Magnetismo Terrestre**

A partir de la evaluación formativa se puede decir que:

Las respuestas a la formulación de preguntas abiertas, realizadas a los alumnos, evidenciaron que manejaban de buena manera el hecho de cómo se origina un campo magnético, pero les costó trabajo definir dicho campo como una región del espacio. Aun más difícil les resultó explicar el origen del magnetismo terrestre.

Durante la realización de la actividad experimental la mayoría de los alumnos atribuyeron la imantación de la aguja a una transferencia de carga del imán a ésta. Al cuestionarlos sobre sus observaciones a las distintas actividades, se notó que la mayoría de los alumnos lograron hacer la analogía entre el campo magnético de un imán y el campo magnético de la Tierra: También; en el reporte de la actividad experimental todos mencionaron en sus conclusiones que la forma del campo magnético de la Tierra era similar al de un imán, cumpliéndose el objetivo de la actividad experimental.

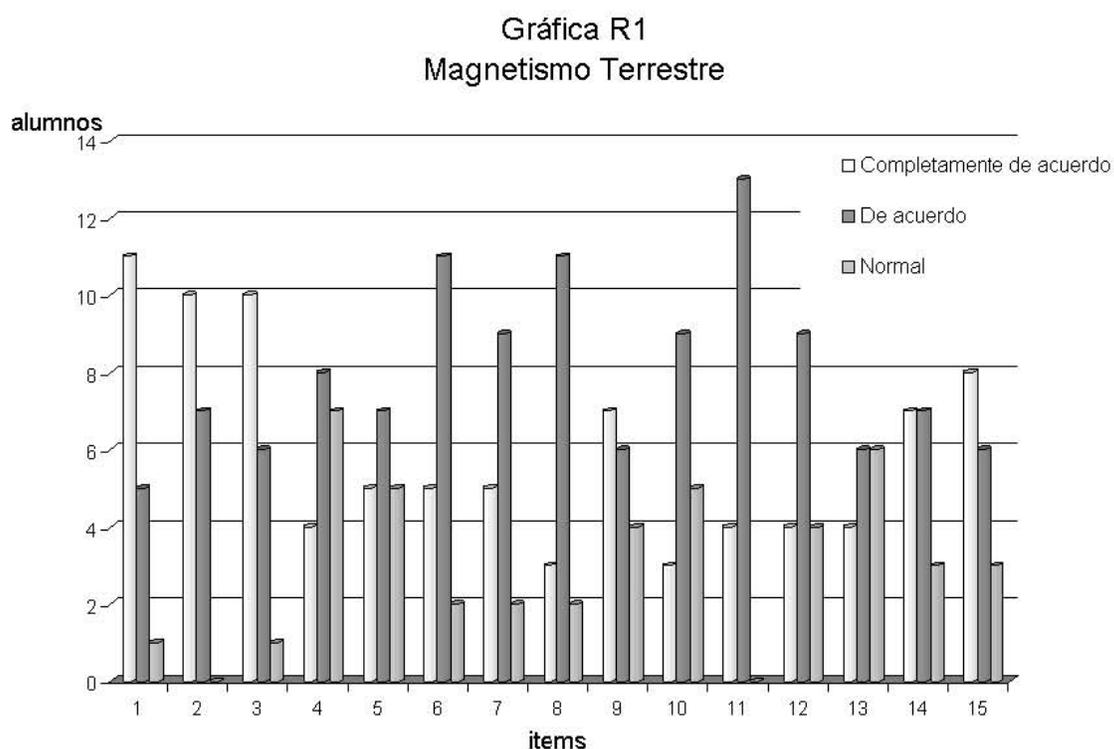
En cuanto al aspecto procedimental: considero que el instructivo es un guión con el que los alumnos, si bien siguen algunos pasos establecidos, también adaptan ciertos materiales para lograr el propósito establecido o juegan con él experimentando con nuevas situaciones.

La actividad experimental permitió el trabajo cooperativo en equipo haciendo que los alumnos se organizaran por si mismos, repartiéndose tareas y responsabilidades. Los trabajos de investigación no mostraron un alto nivel de

búsqueda de información, ya que no cubrían la totalidad de los puntos que debían contener.

Respecto a la parte de actitudes: los alumnos mostraron una buena disposición a realizar la actividad experimental con base en un instructivo a pesar de que no están familiarizados con este estilo.

Los resultados de la evaluación del instructivo con el instrumento E1 (Anexo 3) se muestran en la Gráfica R1.

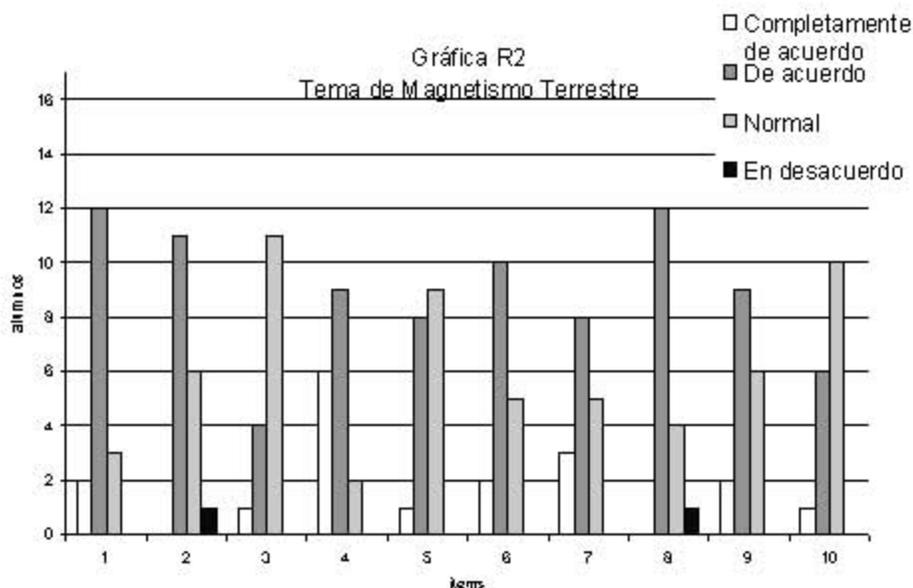


Gráfica R1. Esta gráfica muestra los resultados de la evaluación del instructivo correspondiente a la actividad de Magnetismo Terrestre, con el instrumento E1.

De esta gráfica podemos ver, entre otros resultados, que 13 alumnos consideraron estar de acuerdo en que la extensión del instructivo fue la adecuada, pero 7 de ellos consideraron que la originalidad del instructivo era normal.

Las respuestas al ítem número 13 muestran que el contenido del instructivo provocó una motivación regular en los alumnos.

La gráfica R2 recoge los resultados de la aplicación del instrumento E2 ( Anexo 4).



Gráfica R2. En esta gráfica se muestran los resultados obtenidos del instrumento E2, donde se evalúan las actitudes del grupo ante el tema de Magnetismo Terrestre.

Entre los resultados relevantes podemos observar que 12 de los alumnos consideraron que estaban de acuerdo en que dicho tema había despertado su interés, sin embargo sólo 8 de ellos dijeron estar de acuerdo en que se relaciona con otras asignaturas. También se puede ver que 11 de ellos estuvieron de acuerdo en que es un tema de actualidad.

La revisión del trabajo de investigación evidenció que éste les permitió apreciar la influencia de este fenómeno en casos tan inmediatos con su entorno, como son las telecomunicaciones y la migración de algunas especies.

### Cocina Solar

Igual que en la actividad anterior la evaluación formativa fue la forma de evaluación básica, a partir de ésta se pudo notar que pocos de los alumnos mostraron saber algo sobre la radiación solar y sobre las características de esta radiación. Sin embargo, si mencionaron las diferentes formas de energía que conocían y especificaron cuáles se derivaban de la energía solar. De la misma

manera pudieron hacer una clasificación de estas energías como alternativas y convencionales, mencionando algunas de sus características y usos en el mundo actual. Con el Ejercicio 3.7.1 (Pág. 97) se pretendía que los alumnos manejaran ciertos datos, establecieran relaciones entre las variables mencionadas y manifestaran su propuesta ante el futuro. La mayoría de los alumnos no entendió lo que se les pedía en los primeros incisos. Donde no tuvieron problema e hicieron diferentes comentarios fue en el último punto, donde mostraron una toma de conciencia para frenar la contaminación y el calentamiento global, fenómenos que todos mencionaron en sus respuestas, y además recomendaron el uso de energías alternativas, como lo muestra el trabajo mostrado en la figura R1 de la página siguiente. En éste consideraron a la energía solar como una forma de energía útil, gratuita y alternativa.

Respecto a la parte de procedimientos: de igual manera que en la actividad anterior los alumnos mostraron una buena disposición a efectuar los trabajos encomendados en el instructivo proporcionado, se favoreció el trabajo en equipo. Los alumnos trataron de improvisar con materiales diferentes a los solicitados para la práctica, percatándose de la importancia de cumplir con el material adecuado.

Respecto a la parte de actitudes: se notó que los alumnos no mostraron mucho interés al inicio de la actividad experimental, pero conforme se fueron adentrando en el trabajo, fueron haciendo preguntas, que mostraba su grado de involucramiento con la tarea.

La actividad experimental fue un éxito para todos los equipos, es decir sus alimentos se cocieron. La actitud mostrada ante este resultado fue de admiración, y agrado evidenciándose de manera directa la ventaja de la implementación de dispositivos de aprovechamiento de la energía solar.

Los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento E1 para esta actividad se muestran en la Gráfica R3.

Es notorio que la respuesta a la mayoría de los ítems fue de completo acuerdo, lo más satisfactorio fue ver que 14 de los 16 alumnos dicen estar completamente de acuerdo en que la actividad experimental despertó su interés, como lo muestra la respuesta al ítem 10.

A) El hombre primitivo recolector solo utilizaba muy poca energía del alimento comparandola con la energía que consumen el Agricultor avanzado y La Época Industrial. El hombre Primitivo recolector no utilizaba ningun otro tipo de energía como el Agricultor avanzado y la época Industrial que utilizaba energía confort y consumo, energía Industria y Agricultura y Energía de Transporte.

B) El consumo de energía aumenta conforme el hombre esta evolucionando, pero no se da cuenta de que esa energía no toda es renovable y por lo tanto algun día se va terminar si la siguen consumiendo con esa rapidez.

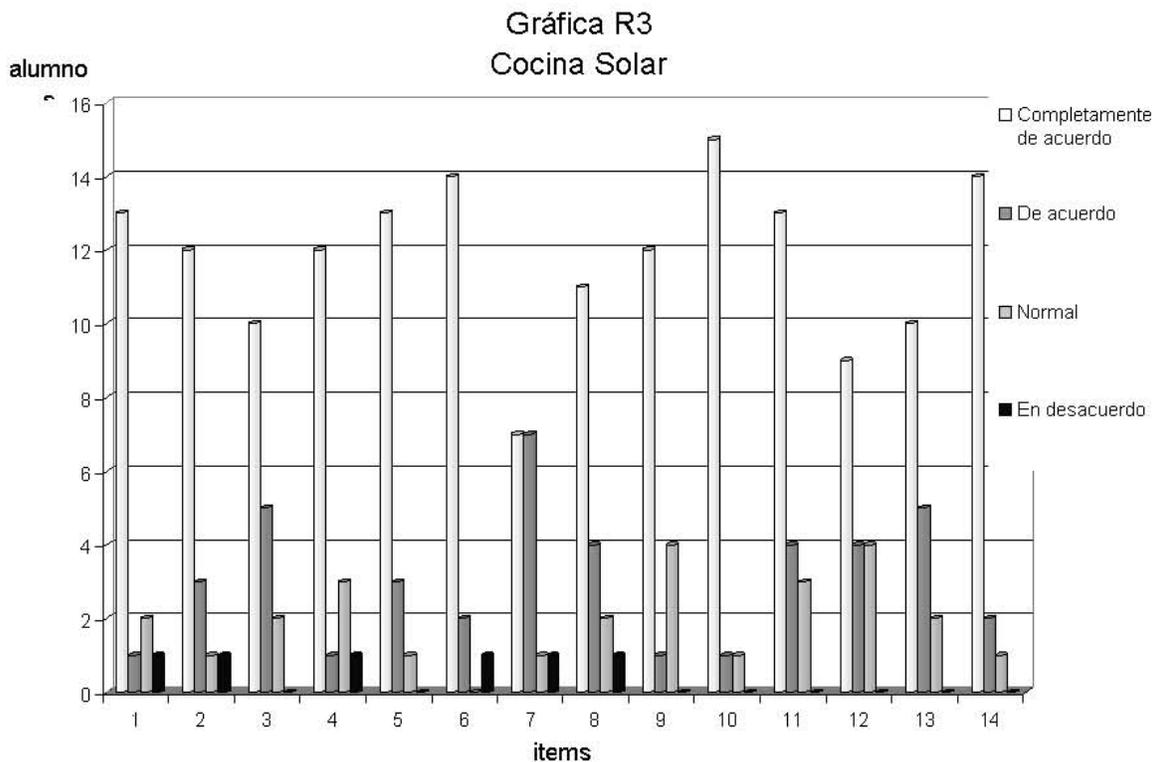
C) 1.- La energía no renovable puede llevar a su fin sin que el ser humano pueda hacer algo para evitarlo, por gastar tanta energía tendra que buscar otro metodo para poder satisfacer sus necesidades.

2.- Al medio ambiente lo esta afectando con la contaminación y pues tambien la extinción de muchas especies.

A la sociedad pues la vida a la que esta acostumbrada a vivir se le agotara y tendra que buscar nuevas medidas.

3.- Se puede evitar si el ser humano pensara en el futuro de su descendencia que deja para consumir menor energía tendria que aprovecharla mas.

Figura R1. Copia de las respuestas dadas al ejercicio 3.7.1, por uno de los alumnos, durante la actividad de Cocina Solar.



Gráfica R3. En esta gráfica se muestran las respuestas de los alumnos al instrumento E1, que en este caso evalúa al instructivo correspondiente a la actividad de Cocina Solar.

Si bien en esta práctica no se lograron los objetivos de conocer las características de la energía solar, como una onda electromagnética, se considera que ésta fue la actividad que mayor aceptación tuvo entre las implementadas en todos los grupos, ya que los alumnos pudieron comprobar, de manera tangible, las bondades de la energía solar y cómo el uso de dispositivos para su captación puede ayudar, con sus limitaciones, al ahorro de energías no renovables.

### **Fósiles.**

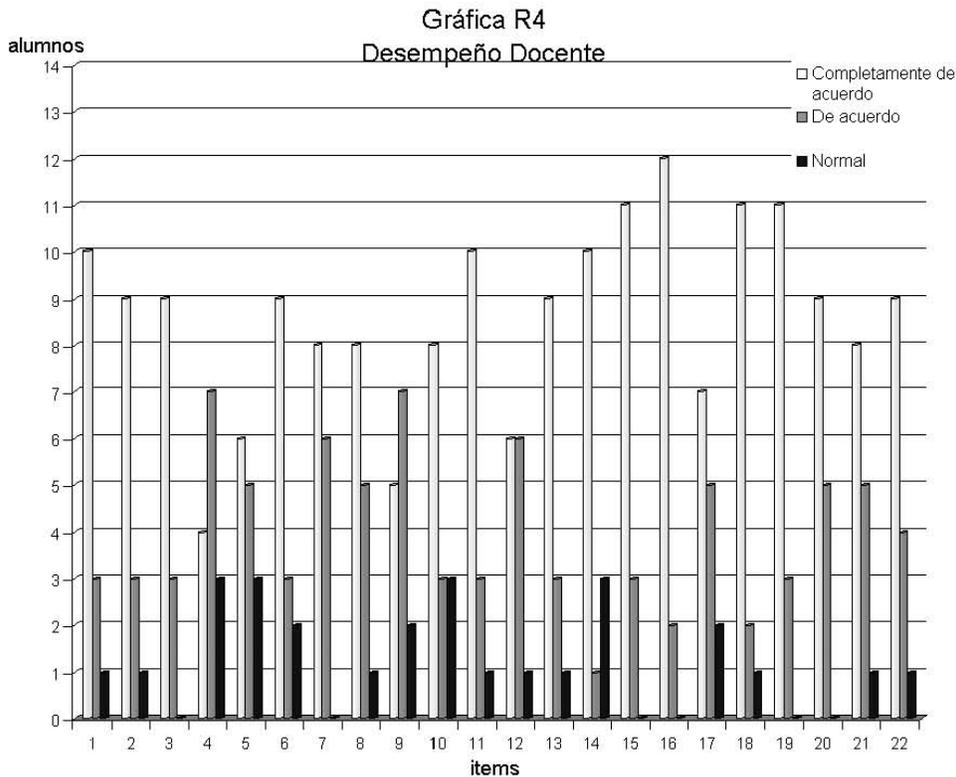
La evaluación de los conceptos en esta actividad se dio principalmente cuestionando a los alumnos directamente, en base a las preguntas que contenía el instructivo correspondiente. A excepción del origen y características de las rocas sedimentarias el resto de los temas tratados en la actividad experimental los

manejaban todos los alumnos de una u otra manera, por su relación directa con la asignatura de Biología que cursan simultáneamente con Física en este semestre. Para todos fue claro el papel de la presión como la magnitud física que está involucrada en la formación de las rocas sedimentarias y por lo tanto en la formación de fósiles por este proceso. Una de las preguntas del cuestionario del instructivo pedía que mediante esquemas representaran el proceso de fosilización en rocas sedimentarias y todos lo lograron sin ningún problema. Respecto al proceso de fosilización en ámbar, se observó que pocos de ellos conocían este material y por lo tanto el proceso. Aunque no pudieron explicar en detalle el método de datación con Carbono-14, todos mencionaron que es el método usado para determinar la antigüedad de restos fósiles. La mayoría de los alumnos dijo que el problema planteado al final del instructivo se resolvía comparando la antigüedad de las rocas en las cajas con la de las rocas de las regiones mencionadas, lo cuál era una manera correcta de resolverlo. En relación al aspecto procedimental los alumnos no tuvieron problema en desarrollar los pasos sugeridos en el instructivo; nuevamente el trabajo en equipo fue fundamental y se llevó a cabo de buena manera.

En relación al aspecto actitudinal, se logró que ellos se percataran de la parte correspondiente a la Física de un tema que ellos sólo habían revisado en Biología y reflexionaran sobre la utilidad del mismo en relación al hombre como especie. Después de las conclusiones, mediante preguntas abiertas se logró que ellos mencionaran la utilidad del registro fósil.

En esta Práctica Docente II el desempeño docente se evaluó en base al Instrumento E3 (Anexo 5), donde se pudo recabar las opiniones de los alumnos. Los resultados se muestran en la gráfica R4, a partir de la cuál se pueden resaltar algunos resultados como los siguientes:

- Las respuestas al ítem 4 revelan que se tuvo un desempeño muy regular en cuanto al la claridad del lenguaje utilizado en las clases.
- Las respuestas al ítem 16 revelan que la mayoría de los alumnos estuvieron completamente de acuerdo, en que fueron tratados con igualdad y respeto.



Gráfica R4. En esta gráfica se muestran los resultados de la aplicación del instrumento E3, que evalúa el desempeño docente durante la Práctica Docente II.

- Sólo 7 los alumnos dijeron estar completamente de acuerdo en que se les estimulo a participar.

La información que resultó de este instrumento fue muy significativa para normar y corregir errores en la Práctica subsiguiente. Igual de importantes fueron los comentarios del profesor de Práctica Docente y del supervisor. El documento del Anexo 6 muestra el informe de este último.

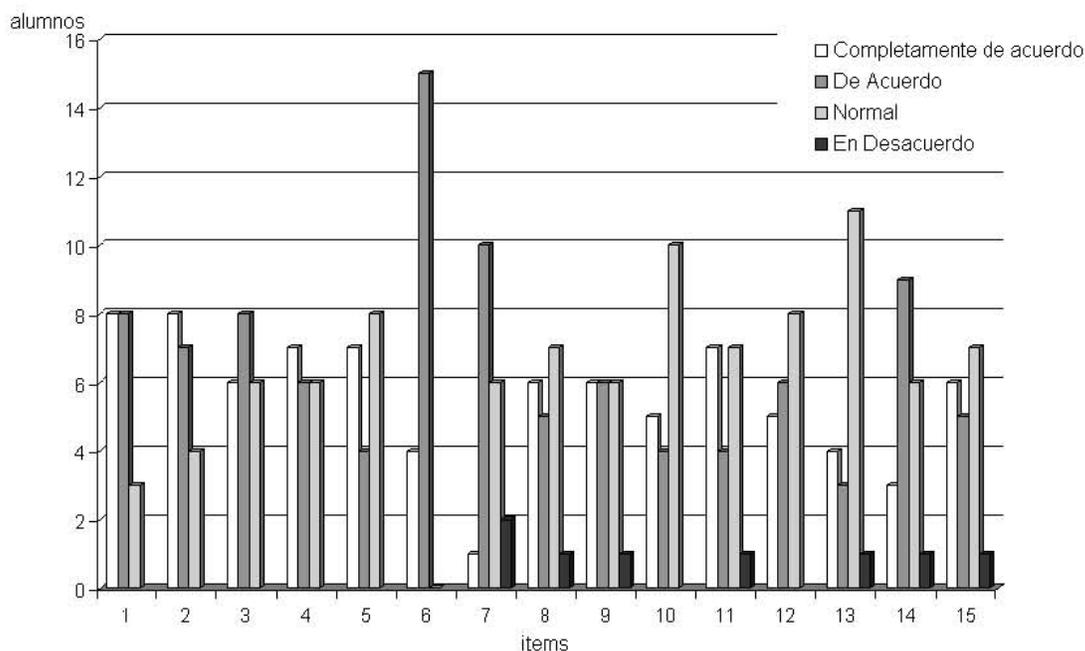
En la Práctica Docente III se obtuvieron los siguientes resultados:

### **Tectónica de Placas**

Cómo en la Práctica Docente anterior, la principal forma de evaluar los conceptos fue la formativa.

En la parte introductoria del tema se evidenció que los alumnos tenían buenas bases sobre los diferentes temas de las Ciencias de la Tierra y manejaban los principios físicos relacionados a ellos. Obviamente, los procesos físicos causantes de la Tectónica de Placas no eran muy claros para ellos, pero sí manejaban los procesos que se dan como consecuencia de estos movimientos: fallas, volcanes o sismos y lo que es más importante resaltaron el papel de la disipación de energía en ellos. La revisión de la lectura 3.8.1 ( Pág.128), mostró que ésta, si sirvió para hacerles ver la relación del tema de la actividad con algunos contenidos que ellos ya habían revisado en Biología. Respecto a la parte procedimental, los alumnos no tuvieron problema en seguir las instrucciones del instructivo, aunque por sus comentarios a la evaluación del mismo consideraron que algunos de los materiales fueron costosos y excesivos. Los resultados de la aplicación del instrumento E1 a esta actividad se muestran en la gráfica R5.

Gráfica R5  
TECTÓNICA DE PLACAS

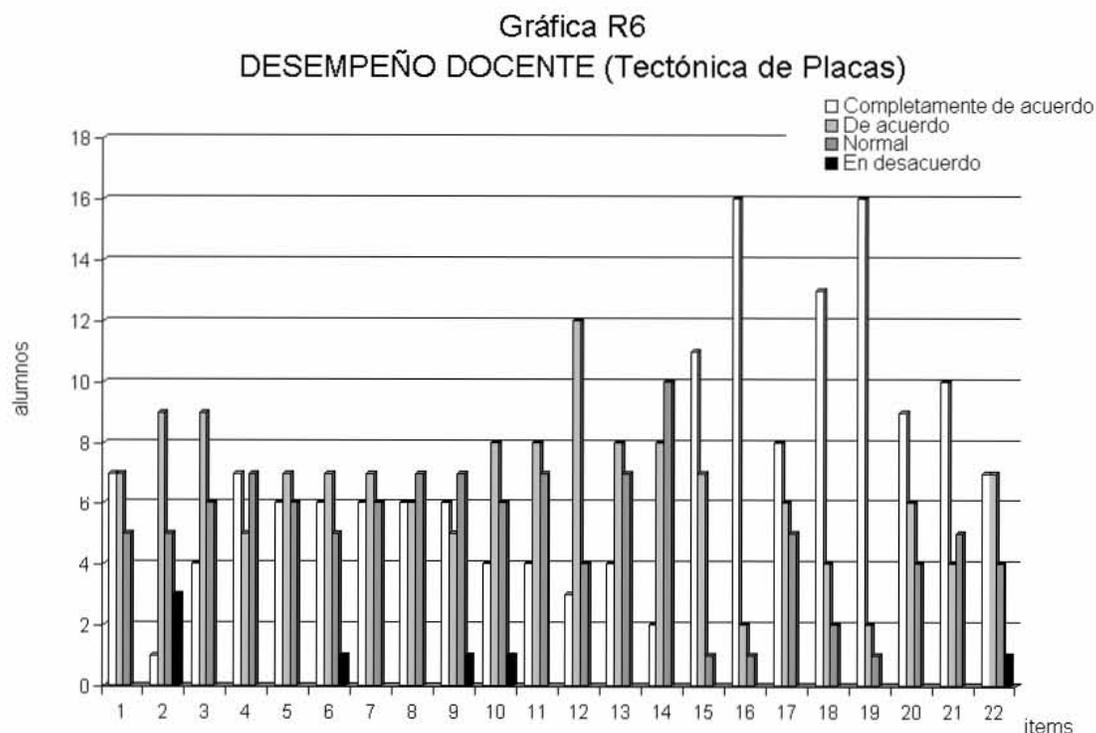


Gráfica R5. En esta gráfica se muestran los resultados de la aplicación del instrumento E1, para evaluar el instructivo correspondiente a Tectónica de Placas.

De aquí se resaltan algunos resultados como: 16 de los 20 alumnos estuvieron completamente de acuerdo en que el instructivo cumplió con su objetivo. Pero las opiniones estuvieron muy divididas en cuanto a que su contenido fue adecuado al nivel escolar. Algo similar ocurrió respecto a la consideración de su originalidad.

El diálogo con los alumnos y sus diferentes participaciones dejaron ver la parte correspondiente a actitudes durante el proceso, donde se mostró una buena aceptación del tema, una buena disposición para el trabajo práctico y una muy buena participación por parte de la mayoría del grupo.

La gráfica R6 muestra los resultados de la evaluación del desempeño docente con el instrumento E3. A partir de éste podemos destacar algunos resultados.



Gráfica R6. Resultados de la evaluación del desempeño docente a partir del instrumento E3, para la actividad de Tectónica de placas.

La diversidad de opiniones es casi constante en la mayoría de las respuestas a los distintos ítems, lo cual se interpreta como que, si bien la actuación no fue mala, ésta no fue contundente como para que el alumno se formará una opinión bien

definida, sobre todo en aspectos tan importantes como el dominio del tema y la motivación. De los 18 alumnos, 12 de ellos estuvieron de acuerdo en que se propició el desarrollo de las actividades del pensamiento, pero 3 de los alumnos consideraron que las instrucciones para llevar a cabo las actividades no fueron claras.

Sin embargo, si hubo una clara definición en cuanto a que se propició un ambiente de participación, atención y respeto durante la clase, como lo muestran las respuestas a los ítems 16 y 19.

### **Terremotos**

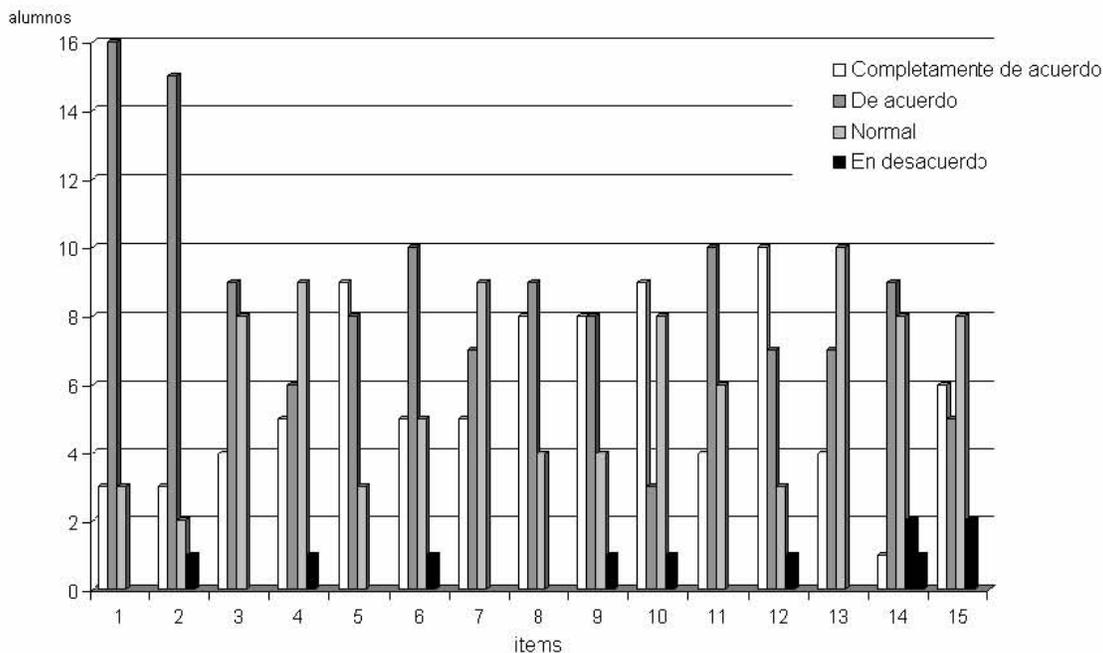
La parte de introducción al tema de las Ciencias de la Tierra, una vez más mostró, que si bien los alumnos no manejan a la perfección los conceptos físicos involucrados en él, si poseen una amplia cultura sobre estos temas, lo cual les facilita el aprendizaje de los conocimientos requeridos para la comprensión del mismo. En este caso también se evidenció que los alumnos manejaban el modelo geoquímico de la estructura de la Tierra, pero desconocen las componentes del sistema dinámico, además de tener problemas para representarlo en un esquema. Otro problema fue que esta actividad se apoya, básicamente, en el tema de ondas que los alumnos aún no habían visto. Pero como la primera parte de la actividad experimental se encarga de ello, no se tuvo mayor inconveniente. Pero se podría especular que por lo mismo el aspecto procedimental se vio alterado ya que los alumnos querían realizar las actividades sin haber leído detenidamente el instructivo, lo cual les provocó cierta ansiedad. Sin embargo, al exponer ellos sus conclusiones, se observó que si habían reflexionado sobre la temática planteada en la actividad experimental, además de mencionar la importancia de la investigación y cultura de la prevención, tema que no había sido tocado hasta el momento.

La gráfica R6 muestra los resultados de la evaluación del instructivo correspondiente a esta actividad, de donde se destacan resultados como:

-La mayoría de los alumnos estuvieron de acuerdo en que el contenido muestra temas de actualidad.

- La mitad de los alumnos está completamente de acuerdo en que el diseño del instructivo es adecuado.
- La diversidad de opiniones tiene una tendencia a no desaprobado el material.

Gráfica R7  
TERREMOTOS

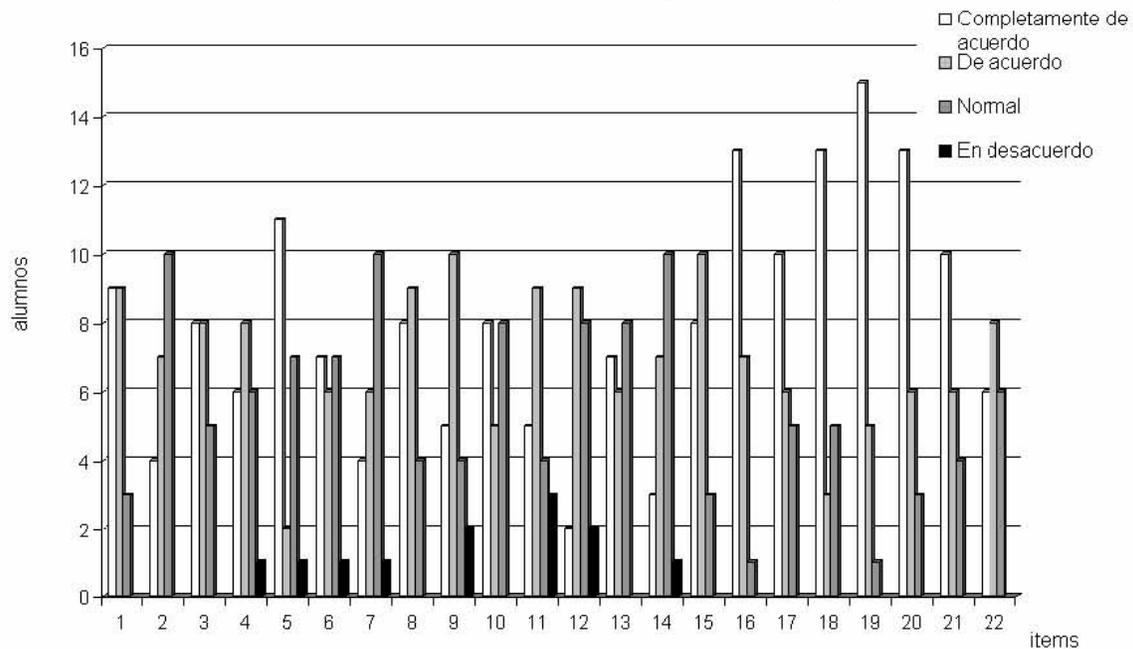


Gráfica 7. Resultados de la evaluación del instructivo de la actividad experimental de Terremotos.

En la gráfica 8 se presentan los resultados correspondientes a la evaluación del desempeño docente para esta misma actividad, de la cual podemos anotar que:

- No hubo una clara definición de los alumnos en aspectos como la claridad del lenguaje, el dominio del tema y los ejemplos utilizados.
- \_ La mayoría manifestó estar completamente de acuerdo en que se cuidaron aspectos como la preparación del tema, la utilización de materiales adecuados y en crear un ambiente que propició el respeto y el trabajo.

Gráfica R8  
DESEMPEÑO DOCENTE (Terremotos)



Gráfica 8. Resultados de la evaluación del desempeño docente durante la actividad de Terremotos.

### Volcanes

Como en el caso de la actividad anterior, la familiaridad del alumno con el tema favorece el aprendizaje de los conceptos, ya que al escuchar sus participaciones uno, como profesor, conoce sus preconceptos, los cuales no están muy alejados de la realidad, así lo que uno tiene que hacer es sólo guiar a los alumnos a expresar el concepto de una manera más precisa. Igualmente, aquí el trabajo se facilitó, ya que por ser un grupo de recursadores de una u otra manera ya habían visto los temas tratados en la actividad experimental. Respecto al aspecto procedimental, a pesar de que se evidenció que la propuesta de actividad experimental, así como esta planteada, no les era muy familiar, el grupo colaboró activamente. Sin embargo, su actitud mostró que sólo harían lo necesario, sin mostrar entusiasmo o interés por el tema.

La evaluación del instructivo y la del desempeño docente para esta actividad no se presentan aquí ya que, como se dijo, sólo se realizó en tres alumnos, por lo cual los resultados, si bien se toman en cuenta, se consideran no significativos.

El resultado de la evaluación del desempeño docente, Gráficas R6 y R8, en esta Práctica Docente III fue muy fructífero ya que se pudo ver la percepción de los diferentes grupos en diferentes momentos de la práctica docente, así como el desempeño en el manejo de diferentes temas. El informe del supervisor también contribuyó a la evaluación, este documento se muestra en el Anexo 7

En general, la aceptación por parte de los alumnos, de las actividades experimentales sugeridas en el trabajo de Tesis fue muy buena, ya que a pesar de que estaban concientes de que no eran parte de su curso regular el grado de involucramiento en las tareas fue excelente.

Con estas actividades se logró que los alumnos discutieran, opinaran y emitieran un juicio respecto a muchos de los temas tratados en dichas actividades, además de hacer lo propio con el material presentado.

Se considera que, la comprobación de que este trabajo realmente contribuyó a lograr un aprendizaje significativo de los conceptos físicos involucrados en las tareas no se puede realizar en estas intervenciones, ya que, esta propuesta es sólo un recurso de los muchos que deben de apoyar un proceso de aprendizaje de este tipo, por lo que en un curso regular no se tendría problema en evaluarlo. Lo que si se puede decir es que estas actividades, sí lograron que muchos de los conceptos, tratados en la temática de las actividades, adquirieran mayor claridad, como sucedió con el concepto de campo magnético, ondas, presión, etc. lo cuál se pudo evaluar de las participaciones, reportes y tareas de los alumnos.

En términos generales, se cumplió adecuadamente con todo lo proyectado en la planeación. Se lograron probar con éxito las actividades experimentales pertenecientes al trabajo de Tesis y se recogieron opiniones y propuestas de los alumnos respecto a la mejora de las mismas.

Por las características de su planteamiento las intervenciones ante grupo durante las Prácticas Docentes estuvieron limitadas en tiempo, por lo que el tratamiento de

las actividades experimentales puede parecer, y de hecho lo es, muy tradicional y conductista, pero las bondades del Sistema Modular dejan abierta la posibilidad de que en un curso regular, el profesor pueda modificarlas y adaptarlas a sus propios requerimientos y objetivos.

Se implementaron diversas técnicas e instrumentos de evaluación, que permitieron la retroalimentación tanto de los alumnos como del trabajo docente.

El tiempo considerado para implementar cada una de las actividades experimentales fue el adecuado en todos los casos.

En lo referente al desempeño docente la información obtenida a partir de estos resultados fue y será muy importante ya que a fin de cuentas los alumnos son quienes tienen la última palabra, ya que su opinión sirvió para evidenciar muchas de las debilidades que se poseen como docente pero, también marca una pauta para que a partir de éstas se haga un esfuerzo por superarlas, todo en beneficio de la enseñanza.

Las observaciones y sugerencias del profesor de las Prácticas Docentes I, II y III así como los informes del supervisor fueron elementos muy importantes para evaluar dicho desempeño, ya que provienen de profesores con una gran experiencia y dominio de las actividades demostrativas y experimentales.

## CONCLUSIONES

Este trabajo es la culminación de los estudios de Maestría dentro del Programa de la MADEMS- Física de la UNAM, primera generación. En él se integraron las tres líneas de formación de dicha Maestría; la socio-ética-educativa, la psicopedagógica-didáctica y la disciplinaria.

El hecho de haber definido de manera muy clara, junto con la tutora, la temática y objetivos del trabajo de tesis en el primer semestre de la maestría, contribuyó a relacionar de una mejor manera los distintos contenidos estudiados en las diferentes asignaturas para lograr estos fines.

En este trabajo se presentó un Sistema Modular de Experimentos de Física aplicados en Ciencias de la Tierra, propuesto como un recurso didáctico que proporciona un contexto para hacer significativo el aprendizaje de la Física, en el nivel medio superior, y ofrece un espacio donde se pueden interrelacionar los contenidos de asignaturas como Biología y Química, promoviendo una enseñanza interdisciplinaria.

Las intervenciones ante grupo en las asignaturas de Práctica Docente durante la Maestría, fueron el espacio donde se implementaron y probaron, los materiales didácticos que conforman el trabajo.

Haciendo uso de los conocimientos proporcionados por las diferentes líneas de formación, se pudieron implementar diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje, así como diferentes instrumentos de evaluación.

La flexibilidad del sistema modular quedó demostrada al implementar con éxito la mayoría de las actividades experimentales aún cuando los conceptos físicos relacionados, no se habían revisado en el curso regular, éstas se adaptaron sin perder los objetivos generales.

El contexto de Ciencias de la Tierra, reveló ser eficaz para fomentar el aprendizaje de la Física, ya que se parte de hechos cotidianos para el alumno, que de una u otra manera conoce y de los que además está al día, al menos de un modo superficial.

Los instructivos proporcionados para cada una de las actividades experimentales, tuvieron buena aceptación por parte de los alumnos y sus observaciones y sugerencias se tomaron en cuenta para la presentación final.

El desarrollo de estas actividades experimentales mostró ser un escenario muy rico, donde se favoreció la interacción de: los alumnos con sus pares, al trabajar en equipo; el profesor con los alumnos, al atender sus dudas o escuchar sus comentarios; los alumnos con el material, al tener que construirlo y manipularlo. Se considera que este tipo de actividades, hicieron que el aprendizaje de los alumnos se realizará de una manera más relajada, motivándolos y favoreciendo su interés.

Las actividades experimentales de este Sistema Modular, mostraron ser viables y pertinentes y mediante ellas se puede fomentar la enseñanza-aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes.

Ya que este trabajo constituye una propuesta inicial para lograr un aprendizaje de los conceptos físicos más significativo, queda por explotar al máximo, las bondades de este contexto, ya sea modificando las actividades sugeridas aquí, dándoles un tratamiento que permita a los alumnos desarrollar habilidades cognoscitivas más complicadas, como el desarrollo de proyectos, la elaboración de dispositivos y el uso de instrumentos propios del área, o diseñando otras actividades que hagan uso de otros recursos como pueden ser los de Internet.

## SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

A manera de ampliar la última parte de las conclusiones y considerando que este trabajo es una propuesta básica para abordar temas de Ciencias de la Tierra, se considera que se pueden realizar un buen número de trabajos futuros que den continuidad a éste o aborden temas afines. Algunos de estos pueden ser:

- Elaboración de estrategias de enseñanza- aprendizaje que apoyen la enseñanza de la Física a través del contexto de las Ciencias de la Tierra y donde se exploten diferentes habilidades cognitivas .
- El acopio de temas que sirvan como base para el desarrollo de Proyectos de investigación por parte de los alumnos.
- Diseño de anteproyectos de investigación a realizar por los alumnos.
- Elaboración, diseño y búsqueda de distintos materiales didácticos que apoyen la enseñanza de estos temas.
- Elaboración de distintos instrumentos de evaluación que valoren la pertinencia de las propuestas anteriores.
- Investigación y análisis de los conceptos previos que los alumnos tienen sobre estos temas.
- Formación de grupos docentes, interdisciplinarios, que integren los conceptos, propios de las diferentes áreas, afines a las Ciencias de la Tierra.
- Creación y divulgación de diferentes instrumentos sobre este tema, a nivel medio superior, como pueden ser, páginas Web, libros, revistas, cursos, talleres, etc.

# ANEXO 1

PRACTICA DOCENTE II

A. MA. TERESA DIAZ MARTINEZ

1 de abril-05

## PLANEACIÓN DIDÁCTICA

### MAGNETISMO TERRESTRE

#### OBJETIVOS GENERALES

El alumno:

- Conocerá, conectará y extrapolará conceptos y teorías físicas con eventos de la vida cotidiana
- Ubicará el Magnetismo Terrestre como un fenómeno físico dentro del esquema de Ciencias de la Tierra
- Combinará actividades dinámicas, simbólicas e icónicas en el aula

#### OBJETIVOS PARTICULARES

- identificará al magnetismo terrestre como una manifestación de un campo magnético
- conocerá algunos fenómenos relacionados con el magnetismo terrestre

#### CONTENIDOS TEMÁTICOS

##### UNIDAD 5 FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS

##### 5.4. FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS

Imán, campo magnético, *magnetismo terrestre*, *magnetómetro*, brújula e interacción magnética.

##### 5.5 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

ondas electromagnéticas, auroras boreales

Fenómenos y conceptos claves: campo magnético, magnetismo terrestre, magnetómetro, ondas electromagnéticas

Sesión de 2 hrs + evaluación = 3 hrs

## APERTURA

Contenidos	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Recursos	Formas de evaluación
<p><b>Declarativo –</b>            - Conocerá algunos fenómenos magnéticos.            Ubicar al alumno en el contexto de Ciencias de la Tierra.            -Conocerá algunas teorías sobre el origen del campo magnético de la Tierra            - Se señalará el magnetismo terrestre como un campo de estudio de las Ciencias de la Tierra</p> <p><b>Procedimental –</b>            Describirá algunas características de la estructura interna de la Tierra.            identificará que la Tierra se comporta de manera <b>análoga</b> a un imán</p> <p><b>Actitudinal –</b>            Se dará cuenta que la Física esta contenida en el estudio del magnetismo terrestre.</p>	<p>Presentación por parte del profesor de los <b>objetivos</b> de la clase.</p> <p>Presentación de un <b>mapa conceptual</b> que ubica el tema.</p> <p>A través de una <b>lluvia de ideas</b> los alumnos expresaran lo que conocen del fenómeno de magnetismo</p> <p><b>Discusión guiada</b> sobre la estructura de la Tierra            Presentación de ilustraciones sobre la estructura interna de la Tierra</p> <p>Mediante una cuadro sinóptico presentado por el profesor se hablará brevemente de cuales son y de que se ocupan las Ciencias de la Tierra</p>	<p>Gis pizarrón            Proyector de acetatos</p>	<p>Participación            En las discusiones</p>

## DESARROLLO

Contenidos	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Recursos	Formas de evaluación
<p><b>Declarativo.-</b> Relacionará ciertos fenómenos magnéticos con el magnetismo terrestre.</p> <p><b>Procedimental.-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Construirá una brújula</li> <li>-Representará las líneas de fuerza del campo magnético de un imán</li> <li>-Simulará el campo magnético de la Tierra</li> </ul> <p><b>Actitudinal.-</b> -Se percatará que los conceptos vistos en el tema de magnetismo son validos en el contexto de Ciencias de la Tierra</p>	<p>-Presentación del manual para la actividad experimental -discusión sobre la necesidad de realizar actividades de laboratorio para conocer mas sobre el magnetismo</p> <p>Actividad experimental 1 Construir una brújula: Magnetizar una aguja frotándola con un imán. Pegar la aguja a un circulo de unicel y hacerlos flotar sobre un recipiente con agua Comentar sobre la inclinación y declinación magnética.</p> <p>Actividad Experimental 2 Usando la brújula trazar las líneas de fuerza del campo magnético de un imán: Colocar el imán de barra en el centro de una cartulina. Colocar la brújula cerca del imán, señalar en la cartulina la dirección en que apunta la aguja. Mover la aguja a diferentes posiciones alrededor del imán.</p> <p>Se formularán preguntas intercaladas sobre el tema correspondiente para mantener la atención y favorecer la actividad experimental.</p> <p>Actividad experimental 3 Campo magnético terrestre Colocar a la mitad de la cartulina una mitad de pelota. Sobre la cartulina regar limaduras de fierro. Poner un imán de barra debajo de la cartulina. Observar el patrón formado Comparar los resultados obtenidos con los de la experiencia anterior(2).</p>	<p>Gis y pizarrón Material de Laboratorio: Corcho, unicel, cinta adhesiva, aguja</p> <p>Imán de barra, cartulina</p> <p>Imán de barra, ralladuras de fierro</p>	<p>Formativa</p> <p>Participación de equipos</p> <p>Reporte de práctica.</p> <p>Participación en las discusiones.</p>

**CIERRE**

<b>Contenidos</b>	<b>Estrategias de enseñanza-aprendizaje</b>	<b>Recursos</b>	<b>Formas de evaluación</b>
<p><b>Declarativo.-</b> Explicará los distintos fenómenos observados</p> <p><b>Procedimental.- -</b> -Utilizando lo visto en las actividades previas hablará de otros fenómenos relacionados con el magnetismo terrestre</p> <p><b>Actitudinal.-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se percatará que el tema de magnetismo tiene repercusiones inmediatas en su entorno cercano</li> <li>- Valorará la importancia de conocer fenómenos magnéticos del planeta</li> </ul>	<p>- Mediante una lluvia de ideas se realizará un resumen de los temas vistos en clase.</p> <p>Realización de una investigación acerca de el funcionamiento de los magnetómetros así como de otros fenómenos relativos al magnetismo terrestre como son: las auroras boreales, los cinturones de Van Hallen, el viento solar y sus efectos en las telecomunicaciones</p> <p>Conclusiones Ensayo sobre la importancia del magnetismo terrestre en la vida cotidiana</p>	<p>Gis y pizarrón</p> <p>-</p> <p>Libros de la bibliografía</p>	<p>Participación</p> <p>- Revisión del trabajo de investigación</p> <p>Revisión del ensayo</p>

CUADRO DE ESPECIFICACIONES DE LA EVALUACIÓN DEL TEMA DE MAGNETISMO TERRESTRE

UNIDAD 5. FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS  
SUBTEMA5.4. FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS

HABILIDADES	Magnetismo	Estructura interna de la Tierra	Magnetismo Terrestre	%aproximado de puntos
Conocimiento	Identificará la existencia de polos magnéticos en un imán	Localizará las diferentes capas de la Tierra (prueba objetiva:jerarquización)	Definirá el concepto de magnetismo terrestre	
Comprensión	Explicar como se produce un campo magnético (formulación de preguntas abiertas)	Explicara el origen del magnetismo terrestre	Predecirá el efecto del magnetismo terrestre sobre algunos fenómenos	
Aplicación	Explicará algunas interacciones magnéticas Realizará un diagrama de las líneas de fuerza de un imán (prueba de ejecución)		Construirá una brújula con materiales de uso común Realizará un diagrama del campo magnético de un imán con ayuda de la brújula (prueba de ejecución)	
Síntesis			Relacionará al magnetismo terrestre con algunos fenómenos como las auroras boreales, el viento solar y los cinturones de Van Hallen (trabajo de investigación)  Redactará un ensayo sobre la importancia del magnetismo terrestre en la vida cotidiana (prueba de ensayo)	
Evaluación	Valorará que el tema de Magnetismo tenga una aplicación en un contexto como el de Ciencias de la Tierra	Apreciará la influencia de la estructura interna de la tierra en diferentes fenómenos, como el magnetismo terrestre, sismos, etc.	Comparará el campo magnético producido por un imán con el campo magnético terrestre  Valorará la importancia del magnetismo terrestre en la vida diaria	

## Criterios y requisitos para el **Trabajo de investigación.**-

El trabajo deberá contener:

1. Carátula

2. Los fundamentos físicos:

- a) en los que se basa la construcción de al menos dos tipos de magnetómetros
- b) que dan origen a las auroras boreales
- c) por los que se origina el viento solar y sus efectos en las telecomunicaciones
- d) que dan origen a los cinturones de Van Hallen
- e) que se supone dan origen a las migraciones de ciertas especies animales

2. Ilustraciones

3. Referencias, pueden ser páginas de internet, revistas especializadas, etc pero, deberá de incluir al menos la de un libro del temario del programa de estudio.

ortografía

## Instrucciones generales para el **Ensayo**

-Fundamentar la importancia de la influencia del magnetismo terrestre en el desarrollo de la vida en la Tierra.

-Estimar, que factores provocarían una variación del campo magnético terrestre y que consecuencias tendría para la vida en la Tierra.

Máximo de tres cuartillas

-Puntos a evaluar

- Ideas originales -

Claridad y precisión de las ideas

-Contenido

-Coherencia del texto

-Ortografía

-Presentación

## ANEXO 2

PRACTICA DOCENTE III

A. MA. TERESA DIAZ MARTINEZ

5 de sep-05

PLANEACIÓN DIDÁCTICA

TECTÓNICA DE PLACAS

### OBJETIVOS GENERALES

El alumno:

- Conocerá, conectará y extrapolará conceptos y teorías físicas con eventos de la vida cotidiana
- Ubicará la Tectónica de placas como un fenómeno físico dentro del esquema de Ciencias de la Tierra
- Desarrollará habilidades propias del trabajo experimental

### OBJETIVOS PARTICULARES

- identificará a la tectónica de placas como un fenómeno físico
- conocerá algunos fenómenos relacionados con la tectónica de placas

### CONTENIDOS TEMÁTICOS

#### UNIDAD 2 FENÓMENOS MECÁNICOS

##### 2.2. SEGUNDA LEY DE NEWTON

Cambio de ímpetu y segunda ley de Newton

##### 2.5 ENERGÍA MECÁNICA Y TRABAJO

Energía en procesos disipativos:

Fenómenos y conceptos claves: desplazamiento, fuerzas, fricción, energía.

Sesión de 2 hrs + evaluación = 3 hrs

### APERTURA

Contenidos	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Recursos	evaluación
<b>Declarativo –</b> Ubicar al alumno en el contexto de Ciencias de la Tierra. -Conocerá algunas teorías sobre el origen de la tectónica de placas - Se señalará la tectónica de placas como un tema de estudio de las Ciencias de la Tierra	Presentación por parte del profesor de los <b>objetivos</b> de la clase.  Presentación de un <b>mapa conceptual</b> que ubica el tema.	Gis pizarrón Proyector de acetatos	Participación En las discusiones

<p><b>Procedimental –</b> Describirá algunas características de la estructura interna de la Tierra.</p> <p><b>Actitudinal –</b> Se dará cuenta que la Física esta contenida en el estudio de la tectónica de placas.</p>	<p>A través de una <b>lluvia de ideas</b> los alumnos expresaran lo que conocen del fenómeno <b>Discusión guiada</b> sobre la estructura de la Tierra Presentación de ilustraciones sobre la estructura interna de la Tierra</p> <p>Mediante una cuadro sinóptico presentado por el profesor se hablará brevemente de cuales son y de que se ocupan las Ciencias de la Tierra</p>		
--	---	--	--

#### DESARROLLO

Contenidos	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Recursos	evaluación
<p><b>Declarativo.-</b> Relacionará ciertos fenómenos de movimientos terrestres con la tectónica de placas</p> <p><b>Procedimental.-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construirá y armará un rompecabezas.</li> <li>- Simulara el movimiento de las placas continentales</li> <li>-Simulará algunos tipos de fallas</li> <li>-Simulaá el proceso de plegamientos de la corteza terrestre</li> </ul> <p><b>Actitudinal.-</b> -Se percatará que los conceptos vistos en la tectónica de placas son validos en el contexto de Ciencias de la Tierra</p>	<p>-Presentación del manual para la actividad experimental -discusión sobre la necesidad de realizar actividades de laboratorio para conocer mas sobre la tectónica de placas.</p> <p>Actividad experimental 1 Arma un rompecabezas. Ampliar la figura proporcionada, pasarla a fumi. Recortar las figuras. Pegar las piezas de la manera indicada. Desplazar las figuras hasta que encajen como en la figura original. Mover, después, las distintas piezas</p> <p>Actividad Experimental 2. Placas en movimiento.Coloca las laminas de fumi entre dos mesas, coloca encima de ellas los bloques de madera, para simular los continentes. Empuja desde abajo las laminas para simular la formación de nueva corteza. Se formularán preguntas intercaladas sobre el tema correspondiente para mantener la atención y favorecer la actividad experimental.</p> <p>Actividad experimental 3 Tipos de Fallas.Construir los bloques de uncel y reproducir las distintas configuraciones de las fallas</p>	<p>Gis y pizarrón Material de Laboratorio:  Papel, cartulina, fumi,  Laminas de fumi, bloques de madera. Bloques de uncel. Plastilina Cobija</p>	<p>Formativa</p> <p>Participación de equipos</p> <p>Reporte de práctica.</p> <p>Participación en las discusiones.</p>

**CIERRE**

<b>Contenidos</b>	<b>Estrategias de enseñanza-aprendizaje</b>	<b>Recursos</b>	<b>evaluación</b>
<p><b>Declarativo.-</b> Explicará los distintos fenómenos observados</p> <p><b>Procedimental.- -</b> -Utilizando lo visto en las actividades previas hablará de otros fenómenos relacionados con la tectónica de placas</p> <p><b>Actitudinal.-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se percatará que el tema de tectónica de placas tiene repercusiones inmediatas en su entorno cercano</li> <li>- Valorará la importancia de conocer los fenómenos tectónicos del planeta</li> </ul>	<p>- Mediante una lluvia de ideas se realizará un resumen de los temas vistos en clase.</p> <p>Realización de una lectura acerca de la tectónica de placas así como de otros fenómenos relativos al tema</p> <p>Conclusiones</p>	<p>Gis y pizarrón</p> <p>-</p> <p>Libros de la bibliografía</p>	<p>Participación</p> <p>- Revisión de la lectura.</p>

### ANEXO 3

#### INSTRUMENTO E1

#### INVENTARIO DE EVALUACIÓN DEL MATERIAL ESCRITO

Instrucciones generales

Este cuestionario intenta recabar tu opinión acerca del instructivo para la actividad experimental que te fue proporcionado en clase.

Cada declaración tiene cinco posibles respuestas, en donde tú puedes estar

CA: Completamente de acuerdo

DA: De acuerdo

N: Normal

ED: En desacuerdo

CD: Completamente en desacuerdo.

Señala tu respuesta marcando con una X la casilla correspondiente de acuerdo a tu consideración.

	CA	DA	N	ED	CD
1. El contenido está actualizado					
2. Esta estructurado de modo que no hay saturación					
3. Tiene calidad					
4. Tiene originalidad					
5. Utiliza elementos que enriquecen el contenido					
6. Cumple con el objetivo expresado					
7. Responde al programa de estudios					
8. Esta organizado de forma adecuada a su finalidad					
9. Su contenido es adecuado al nivel escolar					
10. Utiliza recursos que despiertan interés					
11. Su extensión es adecuada					
12. La ubicación de los elementos (imágenes y textos) es adecuada					
13 Su contenido mueve a la acción					
14. Las indicaciones son las necesarias					
15. El lenguaje es sencillo claro y directo					

Te pedimos que nos indiques también

Los aspectos negativos del material \_\_\_\_\_

Los aspectos que añadirías al documento \_\_\_\_\_

**ANEXO 4**  
**INSTRUMENTO E2**  
**INVENTARIO DE EVALUACIÓN DEL TEMA DE CLASE**

Instrucciones generales

Este cuestionario intenta recabar tu opinión acerca del Tema de Magnetismo Terrestre

Cada declaración tiene cinco posibles respuestas, en donde tú puedes estar

CA: Completamente de acuerdo

DA: De acuerdo

N: Normal

ED: En desacuerdo

CD: Completamente en desacuerdo.

Señala tu respuesta marcando con una X la casilla correspondiente de acuerdo a tu consideración.

	CA	DA	N	ED	CD
1. Despertó mi interés					
2. Tiene una gran influencia en la actualidad					
3. Ya lo conocía					
4. Lo relacione fácilmente con los temas de Física					
5. Provocó mi motivación					
6. Me hizo reflexionar sobre mi entorno					
7. Se relaciona con otras asignaturas que ya curse o curso actualmente					
8. Me permitió valorar mi formación académica					
9. Ofrece un nuevo panorama de la Física					
10. Me abrió una nueva perspectiva de estudio					

## ANEXO 5

### INSTRUMENTO E3

#### INVENTARIO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DOCENTE

Instrucciones generales

Este cuestionario intenta recabar tu opinión acerca del desempeño del profesor en la clase. Cada declaración tiene cinco posibles respuestas, en donde tú puedes estar

CA: Completamente de acuerdo

DA: De acuerdo

N: Normal

ED: En desacuerdo

CD: Completamente en desacuerdo.

Señala tu respuesta marcando con una X la casilla correspondiente de acuerdo a tu consideración

	CA	DA	N	ED	CD
1. El profesor indico los objetivos y propósitos a lograr en clase					
2. Las instrucciones que dio el profesor para llevar a cabo las actividades de clase fueron claras					
3. Las actividades que propuso el profesor ayudaron a conocer mejor el tema					
4. El lenguaje del profesor fue claro					
5. Mostró dominio del tema					
6. Puso ejemplos claros					
7. El profesor propició el interés					
8. Los recursos que uso ayudaron al entendimiento del tema					
9. El trabajo del profesor se adapto a las condiciones del grupo					
10. El profesor te ayudo a superar las dificultades que surgieron en la sesión					
11. Ayudo al grupo a obtener conclusiones					
12. Propició el desarrollo de habilidades de pensamiento					
13. El profesor se mostró actualizado en el tema					
14. El profesor tiene una visión amplia sobre diversos aspectos culturales					
15. El ambiente que propicio en clase fue de respeto y trabajo					
16. El profesor trato por igual a todos los alumnos, sin descalificar a nadie					
17. Estimulo a los estudiantes a participar					
18. El profesor prepara la clase					
19. Permite que se le pregunte sobre el tema					
20. Los materiales que uso durante la clase ayudaron a entender el tema					
21. El profesor concede a los alumnos suficiente tiempo para contestar					

## ANEXO 6

Físico Edgar Méndez Pedrero.  
Profesor de Práctica Docente II.

Por este medio le hago presente un Informe sobre la práctica Docente que la profesora Ma. Teresa Díaz Martínez llevó a cabo en como parte de las actividades de la Maestría en Docencia en Educación Media Superior.

El desarrollo de las actividades que la profesora realizó, se llevaron a cabo con el grupo 411 de la asignatura de Física II, durante los días martes, jueves y viernes de las dos primeras semanas del mes de marzo del año 2005.

El desempeño de la maestra Díaz Martínez, se puede catalogar como excelente por las siguientes razones.

- La planeación de las actividades realizadas fue clara, precisa, adecuada y apegada al programa institucional, los objetivos fueron claros así como la metodología.
- Las actividades Experimentales propuestas se relacionaron al programa y a fenómenos cotidianos de interés para los alumnos.
- El lenguaje utilizado fue claro y preciso de tal manera que no se requirió de tiempo considerable, para aclarar dudas.
- La actitud de la maestra frente a los alumnos fue respetuosa y cordial, con lo cual logró mantener un ambiente propicio para que el proceso de aprendizaje tuviese una eficiencia adecuada.
- Logró mantener en la mayoría de los alumnos el interés y la disciplina necesaria para el logro de los objetivos.
- Las conclusiones logradas, a través del análisis de los resultados y observaciones, fueron las esperadas.
- En las actividades experimentales, algunos alumnos (unos 7) no participaron con entusiasmo, entre ellos 4, que desde el semestre faltaban constantemente, no se integraron a los trabajos cotidianos ni cumplieron con las tareas encomendadas.

Por lo tanto me es grato concluir que las actividades Docentes realizadas por la profesora Ma. Teresa Díaz, se realizaron de manera excelente y la única recomendación sería: que presionara un poco más a los alumnos apáticos, a sabiendas de que hay algunos que difícilmente se les puede motivar para que se integren al trabajo docente.

Las actividades se llevaron a cabo de acuerdo a lo planeado inicialmente de manera exitosa, la aceptación de la mayoría de los alumnos fue excelente y considero que su participación se complementó adecuadamente con el estilo y método previsto.

Ciudad Universitaria, México D. F. 15 de junio de 2005

Atentamente.  
Profesor León Díaz Chanona.

## ANEXO 7

Físico Edgar Méndez Pedrero.  
Profesor de Práctica Docente III.

Por este medio le hago presente un Informe sobre la práctica Docente que la profesora Ma. Teresa Díaz Martínez realizó, como parte del programa de actividades de la Maestría en Docencia en Educación Media Superior, MADEMS.

Las actividades que la profesora realizó, se llevaron a cabo con el grupo 311 (Física I), durante los días 11, 13, 14 con el tema de: La segunda Ley de Newton, y con el grupo 303 (Física I), los días 18, 20, 21 con el tema: Modelo Tectónico; Ambos temas en el mes de octubre del presente.

El desempeño de la profesora Díaz Martínez, se puede catalogar como excelente por las siguientes razones.

- La planeación de las actividades realizadas fue clara, precisa, adecuada y apegada al programa institucional, los objetivos fueron claros así como la metodología.
- Las actividades Experimentales propuestas se relacionaron al programa y a fenómenos cotidianos de interés para los alumnos.
- El lenguaje utilizado fue claro y preciso de tal manera que no se requirió de tiempo considerable, para aclarar dudas.
- La actitud de la maestra frente a los alumnos fue respetuosa y cordial, con lo cual logró mantener un ambiente propicio para que el proceso de aprendizaje tuviese una eficiencia adecuada.
- Logró mantener en la mayoría de los alumnos el interés y la disciplina necesaria para el logro de los objetivos.
- Las conclusiones logradas, a través del análisis de los resultados y observaciones, fueron las esperadas.

Cabe señalar que la actuación de la profesora, mejoró, con respecto a la que realizó el ciclo anterior, por lo cual me es grato concluir que las actividades Docentes realizadas por dicha profesora fueron excelentes por esta ocasión considero que la única recomendación sería que les diera más opciones a los alumnos, respecto a los materiales utilizados, explicando la utilidad de los mismos, de tal forma que les sea más baratos y más fáciles de conseguir.

Las actividades se llevaron a cabo de acuerdo a lo planeado inicialmente de manera exitosa, la aceptación de la mayoría de los alumnos fue excelente y considero que su participación se complementó adecuadamente con el estilo y método previsto, y sobre todo dentro del estilo del Colegio.

Informo lo anterior para los fines que a Usted competen.

Ciudad Universitaria, México D. F. 18 de noviembre de 2005

Atentamente.  
Profesor León Díaz Chanona

## REFERENCIAS

- Anguita, F., 1994, Geología, Ciencias de la Tierra; Ciencias de la Naturaleza: Paisaje de un aprendizaje Global. Enseñanza de las Ciencias **12** (1), 15-21.
- Ausubel, D.P., Novak, J. D. y Hanesian, H., 1990, Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Trillas. México.
- Banco Mundial, 2005. Informe Sobre el Desarrollo Mundial 2005, Desarrollo y Medio Ambiente. rces. Worldbank.org/INTWDR2005/.
- Barojas, J., 1987, Underdevelopment, learning and history in physics,
- Bevía, L.,1994, Análisis de Errores Conceptuales en Geología a Partir de las Expresiones Gráficas de los Estudiantes. Enseñanza de las Ciencias, **12** (1), pp. 39-44.
- Caamaño, A., 2001, Los Trabajos Prácticos en Ciencias. En Jiménez, A. (coord). Enseñar Ciencias. Grao. Barcelona.
- Caballer, M. J., y Oñorbe, A., 1997, Resolución de problemas y actividades de laboratorio. En del Carmen, L. (Coord). La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria. Horsori. Barcelona.
- Carretero, M., 1985, El Desarrollo Cognitivo en la Adolescencia y la Juventud: Las operaciones Formales. En Carretero, M., Palacios, J. y Marchesi, A. (Comps.). Psicología Educativa, Vol 3, Adolescencia, Madurez y Senectud. Alianza. Madrid.
- ----- León, J. A., 2000, Del pensamiento formal al cambio conceptual en la adolescencia. En Coll, C, Palacios, J. Y Marchesi, A., Desarrollo Psicológico y Educación. Vol 1, Alianza. Madrid.
- Coll, C., 1992, El Aprendizaje y la Enseñanza de Hechos y Conceptos, En Coll, C., Pozo, J. I., Sarabia, B. y Valls, E., Los Contenidos en la Reforma. Enseñanza y Aprendizaje de Conceptos, Procedimientos y Actitudes. Santillana, Madrid.

- ----Valls, E., 1992, El Aprendizaje y la Enseñanza de los Procedimientos. En Coll, C., Pozo, J. I., Sarabia, B. y Valls, E., Los Contenidos en la Reforma. Enseñanza y aprendizaje de Conceptos, Procedimientos y Actitudes. Santillana, Madrid.
- Davis, K. C., 2003, Todo lo que hay que saber sobre el Planeta Tierra. Oniro. Madrid.
- De Souza, B. S. y Elia, M. 2000. Physics Teacher,s Attitudes: how do they affect the reality of the classroom and models for change?. En Tiberghien, A., Jossem, L. y Barojas, J. (Edit)., Connecting Research in Physics Education with Teacher Education. ICPE. <http://www.efis.ucrr.ac.cr/varios/físicaano>.
- Del Carmen, L., 2000, Los Trabajos Prácticos. En Perales, E. J. y Cañal, P., Didáctica de las Ciencias Experimentales. Marfil, Alcoy, España.
- Desautels, J. y Larochelle, M. 2000, About the epistemological posture of science teachers, En Tiberghien, A., Jossem, L. y Barojas, J. (Edit)., Connecting Research in Physics Education with Teacher Education. ICPE. <http://www.efis.ucrr.ac.cr/varios/físicaano>.
- Díaz Barriga, F, 1987, El Pensamiento del Adolescente y el Diseño Curricular en Educación Media Superior. Perfiles Educativos. (37), pp. 16-26.
- Dixon, D., 1996, Rocks and Minerals. Ladybird. New York.
- Eden, P. y Twist, C.,1996, Tiempo y Clima. Editorial Molino. Barcelona.
- Erikson, E. H.,1970, Identidad, Juventud y Crisis, Paidos, Buenos Aires.
- Etkina, E., Van Heuvelen, A., Brookes, D.T. y Mills, D. 2002. Role of Experiments in Physics Instruction-A Process Approach. Phys, Teach, **40**. pp. 351-355.
- Fernández, M. A., 1997, Ciencias Naturales. Gaia. Vicens-vives. Madrid.
- Forster, C.A., 2003, Drifting continents and life on Earth. En Evolution on Planet Earth. The impact of the physical Environment. Rothschild, L. J. y Lister A.M. (Edit). Academic Press. Italy. pp. 279-295.

- Glatzmaier, G. A. y Olson, P., 2005, Probing the Geodynamo. En Our Ever Changing Earth. Scientific American. **15**, No. 2. 29-35
- Guzmán, J. C. y Hernández, R., 2000, Implicaciones educativas de seis teorías psicológicas. En Olvera, P.; Patiño, R. M. y Carro, N. (Comp), Elementos de reflexión para mi práctica docente. SEP/SER/OEA.
- Guzmán, J. C. , 2003, Manual para evaluar los aprendizajes escolares. Programa de Material Didáctico. Fac de Psicología, UNAM, México.
- Hodson, D., 1994. Hacia un Enfoque más Critico del Trabajo de Laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, **12** (13), pp. 299-313.
- Hyman, R.T. 1974, Ways of Teaching. J.B. Lipincroft. New York.
- King, C y Kennet, P., 2002a, Earth Science context for teaching physics. Part 1: Why teach physics in an Earth Science context?. En Physics Education. Special Feature: Teaching Physics Trough Earth Science. **37**(6). 467-469
- ----- 2002b, Earth Science context for teaching physics. Part 2: Contexts relating to the teaching of Energy, Earth and Beyond and Radioactivity. En Physics Education. Special Feature: Teaching Physics Trough Earth Science. **37**(6). 470-477.
- ----- 2002c, Earth Science context for teaching physics. Part 3: Context relating to the teaching of waves, forces and motion, electricity and magnetism. En Physics Education. Special Feature: Teaching Physics Trough Earth Science. **37**(6). 478-484.
- Knobel, M. (1980), El síndrome de la Adolescencia Normal, en Aberasturi, A. y Knobel, M. La Adolescencia Normal. Un enfoque psicoanalítico Paidós. Buenos Aires.
- Lovelock, J., 1995, Las Edades de Gaia. Una biografía de nuestro planeta vivo. Matemas No. 29. Tusquets Editores. España.
- Meece, J. 2000, Desarrollo del niño y del adolescente para educadores. McGraw Hill, México.
- Merritts, D., De Wet, A. y Menking, K., 1998, *Environmental Geology. An Earth System Science Approach*. Freeman and Company. New York.

- Monroe, J. S. y Wicander, R., 2001, *The Changing Earth-Exploring, Geology and Evolution*. Brooks/Cole. USA.
- Morin, E., 1999, *Los siete Saberes Necesarios para la Educación del Futuro*. UNESCO, Paris.
- Nebel, J. B. y Wright, R. T., 1996, *Environmental Science*. Prentice Hall. New Jersey.
- Nieto, G., 2001, *La autoevaluación del Profesor. Como puede el profesor evaluar y mejorar su práctica docente*. CissPraxis Educación. Barcelona.
- Nussbaum, J. ,1989, *La Tierra como Cuerpo Cósmico*. Cap IX. pp. 259-304. En Driver, R, Guesne, E. y Tiberghien, A. (Eds). *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Morata, Madrid.
- Oliva, A. 2000. *Desarrollo Social Durante la Adolescencia*. En Coll, C, Palacios, J. y Marchesi, A., *Desarrollo Psicológico y Educación*. Vol1, Alianza. Madrid.
- Peters, K y Davis, L., 2001, *Geology from Experience*. Freeman and Company. New York.
- Poinar, G., 2002, *Life in Amber*. Stanford University Press. California.
- Postman, N.,1981. *El fin de la Educación*. Octaedro, Barcelona.
- Pozo, J. I. 1992, *El Aprendizaje y la Enseñanza de las Actitudes*. En Coll, C., Pozo, J.I., Sarabia, B. Y Valls, E., *Los Contenidos en la Reforma. Enseñanza y aprendizaje de Conceptos, Procedimientos y Actitudes*. Santillana, Madrid
- Press, F y Siever, R., 2001, *Understanding the Earth Sistem*. Freeman and Company. New York.
- Programas de estudio de las asignaturas de Física, 2000, CCH, UNAM
- Programas de estudio de las asignaturas de Química, Biología, Geografía y Física, 1996, ENP. UNAM.
- Raluy, B. A., 1991, *Teoría de los Valores*. Publicaciones Cultural, México.
- Rojas, B.G., 1986, en *Documentos para el análisis del Proyecto Xochimilco*. Martínez, D. y Galeano, M. (Comp.), *Temas Universitarios*, UAM. México.

- Vels, S., 1998, *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Ed. Editex. Barcelona.
- Sanz, T. M., 1999, *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Proyecto Teseo. Ediciones Laberinto. Barcelona.
- Sarabia, B., 1992, El Aprendizaje y la Enseñanza de las Actitudes. En Coll, C., Pozo, J.I., Sarabia, B. Y Valls, E., *Los Contenidos en la Reforma. Enseñanza y aprendizaje de Conceptos, Procedimientos y Actitudes*. Santillana, Madrid.
- Schoijet, M. 1997, Revisitando al sistema modular. En Berruecos, V. (Coord). *La construcción permanente del sistema modular*. UAM. México.
- Shepard, L. 2000, The Role of Assesment in a Learning Culture. *Educ. Researcher*, **29** (7).
- Simons, R. E., 1990, *Geología Física Básica*, Limusa, México.
- Strattler, A. N. 1990. *The Earth Sciences*. Harper & Row. New York
- Sutherland, L., 2003, *Terremotos y Volcanes*. Los exploradores del Nacional Geographics. Océano. España.
- Vázquez, D., García, P., y González, F., 1994, Introducción de Demostraciones Prácticas para la Enseñanza de la Física en las Aulas Universitarias. *Enseñanza de las Ciencias*, **12** (1), 63-65
- Voadlo, L. y Dobson, D.,2001, The Earth,s deep interior. En *Astronomy and Earth Science*.Thompson, T. (Edit). Cambridge. University Press. U.K. 131-155.
- Volk, T. 1998. *Gaia Toma Cuerpo*. Fundamentos para una Fisiología de la Tierra. Cátedra. Madrid.
- Young, E. D., 1999, *Innovations in Earth Sciences*. Helicon Publishing. California.

### Otros

- Bonnet, R.L.,1990, *Earth Science-49Science Fair Projects*. TAB Book.
- Botkin, K., 2000, *Environmental Science. Earth as a Living Planet*. Wiley & Sons. New York.

- Casarini, R. M., 2002, Teoría y Diseño Curricular. Trillas: Universidad Virtual, ITESM, México.
- Díaz Barriga, F. y Hernández, R.G. 1999, Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una Interpretación Constructivista. McGraw Hill. México.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien A. 1989, Las ideas de los niños y el aprendizaje de las Ciencias, Capítulo Primero, pp. 20-30, En Driver, R, Guesne, E. y Tiberghien, A. (Eds). Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia. Morata, Madrid.
- Farndon, J., 2000, Planet Earth. Lorenz Book. Canada
- Schoch, R. M., 2002, Escrito en las Rocas. Oberon. Madrid
- Van Cleave, J., 1999, Ciencias de la Tierra para Niños y Jóvenes Limusa. México.
- Libro electrónico de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, en [esi.nav.es](http://esi.nav.es)

### **Página Web**

<http://satori.geociencias.unam.mx/LGM>