

# Manuales docentes de Educación Primaria

**Nº 22**

---

## Didáctica de la Física y Química

Emigdia Repetto Jiménez  
M<sup>a</sup> Carmen Mato Carrodegua



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA  
Vicerrectorado de Ordenación Académica  
y Espacio Europeo de Educación Superior

2007

COLECCIÓN: *Manuales docentes de Educación Primaria*  
Nº 22 - DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA

© del texto:

Emigdia Repetto Jiménez  
M<sup>a</sup> Carmen Mato Carrodegas

© de la edición:

Vicerrectorado de Ordenación Académica  
y Espacio Europeo de Educación Superior  
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

*Primera edición, 2007*

Maquetación y diseño:

SERVICIO DE PUBLICACIONES Y DIFUSIÓN CIENTÍFICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ISBN 13: 978-84-96502-78-9

Depósito Legal:

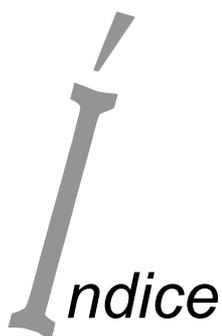
GC 721-2007

Impresión:

SERVICIO DE REPROGRAFÍA, ENCUADERNACIÓN Y AUTOEDICIÓN DE LA ULPGC

Impreso en España. *Printed in Spain*

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del «Copyright», bajo las sanciones establecidas por las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático.



# Índice

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	9
<b>GUÍA ACADÉMICA</b> .....	11
PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA .....	11
OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA .....	11
CONTENIDOS .....	12
Módulo 1. Los contenidos de la Física y Química en el currículo de la Educación Primaria: orientaciones didácticas .....	12
Módulo 2. La metodología científica .....	13
Módulo 3. Los recursos didácticos .....	13
Módulo 4. Estudio del aire .....	14
Módulo 5. El agua. Una sustancia diferente e indispensable .....	15
ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS .....	16
MATERIAL DIDÁCTICO .....	17
BIBLIOGRAFÍA .....	17
EVALUACIÓN .....	18
<b>MÓDULO 1. LOS CONTENIDOS DE LA FÍSICA Y QUÍMICA EN EL CURRÍCULO DE LA EDUCACIÓN PRIMARIA: ORIENTACIONES DIDÁCTICAS</b> .....	19
PRESENTACIÓN .....	21
OBJETIVOS .....	21
ESQUEMA DE LOS CONTENIDOS .....	22
EXPOSICIÓN DE LOS CONTENIDOS .....	22
1. La Didáctica de las Ciencias .....	22
2. Los contenidos de Física y Química en la Educación Primaria: consideraciones generales .....	27
3. Contribución de los contenidos de Física y de Química al desarrollo de las competencias básicas .....	29
4. Orientaciones metodológicas para la consecución de competencias básicas .....	32
5. Objetivos de Educación Primaria relacionados con contenidos de Física y Química .....	33

6. Selección de criterios de evaluación para los contenidos de Física y Química .....	34
7. Técnicas útiles para aprender a aprender: mapas conceptuales y mapas mentales .....	36
BIBLIOGRAFÍA .....	47
Bibliografía básica .....	47
Referencias bibliográficas .....	47
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN .....	48
SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN .....	49
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	50
<b>MÓDULO 2. LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA .....</b>	<b>53</b>
PRESENTACIÓN .....	55
OBJETIVOS .....	55
ESQUEMA DE LOS CONTENIDOS .....	56
EXPOSICIÓN DE LOS CONTENIDOS .....	56
1. La metodología científica .....	57
2. Los procedimientos de la actividad científica .....	59
3. Secuencia de actividades para el desarrollo de las estrategias del trabajo científico .....	70
ACTIVIDADES .....	73
BIBLIOGRAFÍA .....	83
Bibliografía básica .....	83
Referencias bibliográficas .....	83
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN .....	84
SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN .....	86
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	87
<b>MÓDULO 3. LOS RECURSOS DIDÁCTICOS .....</b>	<b>89</b>
PRESENTACIÓN .....	91
OBJETIVOS .....	91
ESQUEMA DE LOS CONTENIDOS .....	92
EXPOSICIÓN DE LOS CONTENIDOS .....	92
1. Definición .....	94
2. Clasificación .....	95
3. Condiciones para que un recurso sea eficaz .....	95
4. Visitas didácticas .....	97
Actividad I: Visita virtual: al Museo Elder de la Ciencia .....	99
5. Materiales impresos .....	99

5.1. El libro de texto .....	99
6. Recursos audiovisuales .....	103
7. Utilización de laboratorios virtuales .....	118
8. Ejemplificaciones .....	120
8.1. Investigando la energía eólica. ¿Cómo potenciarla? .....	120
8.2. Visita a la página web de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias .....	127
BIBLIOGRAFÍA .....	129
Bibliografía básica .....	129
Referencias bibliográficas .....	129
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN .....	131
SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN .....	132
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	133
<b>MÓDULO 4. ESTUDIO DEL AIRE .....</b>	<b>135</b>
PRESENTACIÓN .....	137
OBJETIVOS .....	137
ESQUEMA DE LOS CONTENIDOS .....	138
EXPOSICIÓN DE LOS CONTENIDOS .....	138
1. Estructura y composición química de la atmósfera terrestre .....	138
1.1. Capas de la atmósfera .....	138
2. Estudio del aire .....	141
2.1. Actividades .....	142
2.2. Las variables atmosféricas .....	145
2.2.1. Presión atmosférica .....	145
2.2.2. Humedad atmosférica .....	151
2.2.3. La lluvia .....	154
2.2.4. Temperatura .....	157
2.3. La contaminación del aire .....	163
2.3.1. Efecto invernadero .....	165
2.4. Actividad: conexión con el entorno .....	168
BIBLIOGRAFÍA .....	171
Bibliografía básica .....	171
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN .....	172
SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN .....	173
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	174

<b>MÓDULO 5. EL AGUA. UNA SUSTANCIA DIFERENTE E INDISPENSABLE</b> .....	175
PRESENTACIÓN .....	177
OBJETIVOS .....	177
ESQUEMA DE LOS CONTENIDOS .....	178
EXPOSICIÓN DE LOS CONTENIDOS .....	179
1. El agua: aspectos generales .....	179
2. El ciclo del agua .....	180
3. Las aguas oceánicas .....	183
4. Las aguas continentales .....	187
4.1. Aguas superficiales y subterráneas .....	188
5. La estructura de la molécula de agua .....	188
6. Propiedades del agua .....	190
6.1. A temperatura ambiente debería ser un gas .....	191
6.1.1. Punto de fusión .....	192
6.1.2. Punto de ebullición .....	192
6.2. Densidad .....	193
6.3. Viscosidad .....	196
6.4. Tensión superficial .....	196
6.5. Poder disolvente .....	198
6.6. La capilaridad .....	200
7. La contaminación del agua .....	201
7.1. Calidad del agua .....	201
7.2. El agua potable .....	202
7.3. La contaminación del mar .....	202
7.4. Contaminantes secundarios: el proceso de contaminación por lluvia ácida .....	203
8. La desalinización del agua .....	205
9. La purificación natural del agua .....	208
10. Tratamiento del agua para el suministro doméstico .....	209
11. Tratamiento de las aguas residuales .....	210
BIBLIOGRAFÍA .....	214
Bibliografía básica .....	214
Referencias bibliográficas .....	214
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN .....	215
SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN .....	218
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	219

## Presentación

---

Hace mil años se fundaron las primeras universidades en Europa y algunas de ellas aún perduran, demostrando su capacidad de pervivencia y adaptación a lo largo del tiempo. La Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, sin embargo, no es una institución de enseñanza superior que hunda sus raíces en el Medievo. Desde su creación en 1989, la ULPGC se ha convertido en una universidad pública consolidada, en cuyas aulas se pueden estudiar todas las grandes áreas del saber, como muestra la amplia oferta académica de títulos de grado, posgrado y doctorado.

La relativa juventud de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria le ha permitido avanzar con paso decidido en la implantación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Mientras otras universidades españolas con mayor tradición aún no han hecho más que tímidos avances en la incorporación de las TIC como apoyo a la enseñanza presencial, nuestra Universidad, desde hace ya varios años, no sólo ha apostado por su utilización, sino que incluso, ha sabido aprovechar estos progresos tecnológicos para ofertar algunas enseñanzas en modo no presencial.

El resultado es ya bien conocido por los cientos de estudiantes, tanto nacionales como extranjeros, que están cursando algunas de las titulaciones oficiales que la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria oferta a través de su Estructura de Teleformación. En la actualidad, la ULPGC oferta cinco titulaciones oficiales en la modalidad no presencial, que han permitido acercar a nuestra Universidad a aquellos estudiantes que, por razones geográficas o por falta disponibilidad horaria, no pueden acercarse de forma presencial a nuestras aulas. Paralelamente, se ha ido incrementado la oferta de estudios de posgrado y los títulos propios, también en la modalidad de enseñanza no presencial.

A pesar de los avances tecnológicos en el acceso a la información por parte de los estudiantes, somos conscientes de que los manuales y las guías docentes constituyen una pieza clave en el sistema de enseñanza universitaria no presencial. Nuestra Universidad ha sabido apostar por la edición de estos materiales didácticos, realizados por los expertos universitarios que imparten estas materias en el Campus Virtual de la ULPGC. No quiero dejar pasar la oportunidad para agradecer a sus autores la profesionalidad y el empeño que han puesto en la realización de estas obras.

Nadie puede asegurar cuántas de las universidades actuales pervivirán, no ya dentro de mil años, sino siquiera dentro de unas decenas de años. Pero no me cabe la menor duda de que, en el inmediato futuro que nos aguarda, aquellas instituciones universitarias que no sepan rentabilizar la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, pueden comprometer seriamente su desarrollo inmediato. En este sentido, desde la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, podemos sentirnos satisfechos por el trabajo realizado hasta la fecha, aunque somos conscientes de que el camino por recorrer en los próximos años es prometedor.

José Regidor García

*Rector*

### PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura forma parte del plan de estudios de la titulación de Maestro Educación Primaria como materia troncal con una asignación de 4,5 créditos. Dado la diversidad en la preparación de los estudiantes que pueden acceder a estos estudios es muy difícil conocer sus conocimientos previos. Hemos de recordar que acceden desde todos los tipos de bachilleratos y desde algunos de los Ciclos Formativos. Para más variedad incluso dentro del Bachillerato de Ciencias algunas de las asignaturas son optativas. Por ello, y al ser esta materia junto con la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza, también troncal de 4,5 créditos, las únicas que cursan en esta preparación para ser maestros, hemos de aprovechar al máximo el número de horas disponibles e intentar utilizar los conocimientos científicos que se vayan desarrollando como pretexto para adquirir los conocimientos didácticos.

Igualmente, al ser estos estudios en la modalidad de teleformación, no podemos desarrollar unas prácticas de laboratorio presenciales. Hemos intentado obviar esta carencia diseñando una serie de actividades que los estudiantes puedan llevar a cabo en sus casas y con utensilios de la vida cotidiana. En las fichas guías de las actividades hemos incluido una serie de cuestiones que ayuden a los estudiantes a reflexionar sobre los fenómenos que observan y con ello a la adquisición de los conocimientos científicos. Haremos también hincapié en las diferentes estrategias para llegar a conseguir que los alumnos aprendan.

### OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

- Establecer las características generales de la Didáctica de las Ciencias.
- Establecer la correspondencia entre los contenidos de Física y de Química y la adquisición de competencias básicas en educación Primaria.
- Familiarizar a los estudiantes con el modo de trabajar de los científicos.
- Capacitar a los estudiantes para la utilización de recursos didácticos apropiados para conseguir los objetivos que hayan establecido.
- Conseguir la adquisición de competencias básicas para el desarrollo de experiencias elementales en cada tema a tratar en el Área de Conocimiento del Medio de Educación Primaria.

## CONTENIDOS

Al ser una asignatura cuatrimestral está estructurada en cinco módulos de aprendizaje.

Módulo 1. Los contenidos de Física y Química en el currículo de la Educación Primaria: orientaciones didácticas.

Módulo 2. La metodología científica.

Módulo 3. Los recursos didácticos.

Módulo 4. Estudio del aire.

Módulo 5. El agua. Una sustancia diferente e indispensable.

### **MÓDULO 1. LOS CONTENIDOS DE FÍSICA Y QUÍMICA EN EL CURRÍCULO DE LA EDUCACIÓN PRIMARIA: ORIENTACIONES DIDÁCTICAS**

El presente módulo tiene por objetivo proporcionar una introducción tanto al análisis de los contenidos curriculares que se estudian en la Educación Primaria referentes al ámbito de las Ciencias Física y Química, así como las orientaciones didácticas que para el tratamiento de dichos contenidos se proponen, en el Diseño curricular del Ministerio de Educación y Ciencia asumido y adaptado por las distintas Comunidades Autónomas.

En primer lugar se aporta una breve descripción de los aspectos que comprenden la didáctica de las ciencias, como didáctica específica, de tal forma que sirvan de referente, para su posterior utilización en el diseño y desarrollo de estrategias y actividades de enseñanza-aprendizaje.

Asimismo, se seleccionan los contenidos más relacionados con el ámbito de la Física y la Química y se determinan las competencias básicas a las que se puede contribuir con el tratamiento los mismos. Igualmente se propone tanto el enfoque metodológico como los criterios de evaluación más acordes para los contenidos reseñados

Por último, se estudian algunas técnicas útiles para aprender a aprender: tal como los mapas conceptuales y los mapas mentales, pues se considera de gran utilidad que los estudiantes las puedan practicar desde el comienzo de este módulo, puesto que es una técnica que puede ayudar a sistematizar y a organizar el propio proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Los contenidos serán:

1. La didáctica de las ciencias.
2. Los contenidos de Física y Química en la Educación Primaria: consideraciones generales.
3. Contribución de los contenidos de Física y de Química al desarrollo de las competencias básicas.
4. Orientaciones metodológicas para la consecución de competencias básicas.
5. Objetivos de Educación Primaria relacionados con contenidos de Física y Química.

6. Selección de criterios de evaluación para los contenidos de Física y Química.
7. Técnicas útiles para aprender a aprender: mapas conceptuales y mapas mentales.

## **MÓDULO 2. LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA**

En este módulo se presenta una introducción a las estrategias y procedimientos implicados en el trabajo científico. Pretende servir de orientación y contribuir a que se puedan adquirir progresivamente aquellas capacidades que permitan abordar y solucionar desde una perspectiva científica, diferentes situaciones y problemas que puedan ser objeto de investigación.

Asimismo, en el planteamiento didáctico se ha tenido en cuenta que el razonamiento científico puede ser mejorado significativamente mediante la enseñanza y el entrenamiento en los *procesos científicos*. Por ello, esperamos contribuir a minimizar las dificultades que parecen surgir, en el desarrollo de procedimientos tales como: sistematización de observaciones, formulación de hipótesis, elaboración de diseños, identificación de variables, obtención e interpretación de datos, análisis y discusión de resultados,...etc. mediante el desarrollo de actividades concretas que integren la utilización de las mencionadas estrategias tanto en la propuesta como en el análisis de pequeñas investigaciones.

Los contenidos serán:

1. La metodología científica.
2. Los procedimientos de la actividad científica.
3. Secuencia de actividades para el desarrollo de las estrategias del trabajo científico.

## **MÓDULO 3. LOS RECURSOS DIDÁCTICOS**

La literatura científica considera que en la interacción entre profesores y estudiantes, los recursos didácticos facilitan la comunicación tanto para motivar al estudiante como para favorecer un aprendizaje significativo de los contenidos que se ponen a su alcance. Debe existir, por tanto, un conocimiento conceptual estructurado sobre los distintos recursos a utilizar en el proceso de enseñanza- aprendizaje de tal forma que orienten al profesor en la selección y uso de los mismos. Además, los materiales que se emplean deben responder lógicamente, a un proyecto educativo determinado y a un modelo didáctico previo

En este Módulo haremos una introducción general a lo que consideramos como recurso didáctico y después nos dedicaremos a los más utilizados en el Área de Conocimiento del Medio. De todos es conocida la importancia de la experimentación en el aprendizaje de las Ciencias Experimentales. Y al ser nuestros estudios on-line vamos a salvar la imposibilidad de las prácticas en el laboratorio por la utilización de nuestra vida diaria para actuar, por un lado y, reflexionar por otro, con lo que conseguiremos hacer la ciencia más cercana a nuestros alumnos. Pensamos que servirá para acercar los principios científicos a los alumnos de

Primaria y probaremos que la ciencia no es solo lo que se desarrolla en un laboratorio sino que nuestra vida cotidiana está sustentada e impregnada por ella.

Igualmente intentamos aprovechar las ventajas de saber navegar por Internet para lograr aprender de otra forma y haciendo uso de las múltiples posibilidades que nos brindan las Tic. Presentaremos, a este efecto algunas ejemplificaciones con objeto de poder familiarizar a los estudiantes con la utilización de distintos programas y sobre todo sacar el máximo partido a las páginas web.

Los contenidos serán:

1. Definición.
2. Clasificación.
3. Condiciones para que un recurso sea eficaz.
4. Visitas didácticas.  
Actividad I: Visita virtual: al Museo Elder de la Ciencia.
5. Materiales impresos.  
5.1. El libro de texto.
6. Recursos audiovisuales.
7. Utilización de laboratorios virtuales.
8. Ejemplificaciones.  
8.1. Investigando la energía eólica. ¿Cómo potenciarla?  
8.2. Vista a la página web de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias.

#### **MÓDULO 4. ESTUDIO DEL AIRE**

Son numerosos los temas tanto de Física como de Química que deben conocer los futuros maestros para poder abordar con éxito su futura labor docente. Realmente, estamos en una asignatura donde se supone los estudiantes ya poseen una serie de conocimientos científicos adquiridos en sus estudios anteriores. Esto no es cierto en la práctica y, no por culpa de ellos ni de los profesores de Bachillerato sino por la optatividad que ese da en estos estudios. Hemos de tener en cuenta que el objetivo de esta asignatura es la formación en didáctica de la física y química y esto no es posible si no se sabe previamente la materia que deben saber enseñar. Por ello y para paliar este problema hemos elegido algunos temas y aprovechamos su desarrollo para aprender a la vez los conocimientos científicos y los didácticos.

Tanto este módulo como el 5 donde trataremos el estudio del agua los hemos seleccionado porque tratan numerosos aspectos que aparecen en el currículo de Educación Primaria. Lógicamente hemos hecho esta selección ya que en una asignatura de 4,5 créditos es imposible desarrollar todos los contenidos de los bloques temáticos que aparecen en los currículos de la enseñanza Primaria.

Los contenidos de este módulo serán:

1. Estructura y composición química de la atmósfera terrestre.
2. Estudio del aire.

- 2.1. Actividades.
- 2.2. Las variables atmosféricas.
  - 2.2.1. Presión atmosférica.
  - 2.2.2. Humedad atmosférica.
  - 2.2.3. La lluvia.
  - 2.2.4. Temperatura.
- 2.3. La contaminación del aire.
  - 2.3.1. Efecto invernadero.
- 2.4. Actividad: conexión con el entorno.

## MÓDULO 5. EL AGUA. UNA SUSTANCIA DIFERENTE E INDISPENSABLE

El presente módulo aborda el estudio de las características del agua, desde una perspectiva didáctica que facilite la construcción de conocimientos en contextos interactivos y próximos a los intereses del alumnado. El agua como contexto de aprendizaje ofrece la posibilidad de estudiar muchas de las características de la materia, al poder tratarla fácilmente en sus tres estados. Por otro lado, dada sus implicaciones medioambientales, así como sus interrelaciones con los seres vivos, ofrece, la perspectiva de llevar a cabo un estudio globalizado en torno a un centro de interés significativo para el alumnado. Paralelamente al desarrollo de los contenidos se propondrá la utilización de diferentes recursos y estrategias de enseñanza-aprendizaje; de tal forma que puedan servir de orientación, para el diseño de propuestas didácticas a partir de otros contextos de estudio.

Se estudian las diferencias entre el comportamiento de sólidos líquidos y gases a través del comportamiento del agua. A partir de los hechos observados se intenta que el alumnado busque regularidades en este comportamiento y llegue a establecer un modelo con el que se pueda explicar dichos estados. En este caso, se conducirá al establecimiento del modelo corpuscular de la materia. El alumnado deberá percatarse de la diferencia entre modelo científico y realidad y de cómo se llega a establecer una teoría.

Se parte de una consideración general de la situación del agua en la Tierra, para abordar a continuación la descripción de la molécula con sus características estructurales; a partir de ello se estudiarán las propiedades generales del agua, que se interrelacionaran con sus funciones en la naturaleza y su utilidad para los seres vivos; así como sus aplicaciones industriales, para concluir con la problemática de la contaminación, las estrategias de control y la necesidad depuración, para su posterior reutilización, así como las medidas de conservación como recurso natural del que depende el mantenimiento de la vida en la Tierra.

Los contenidos a tratar se estructuran en:

- 1. El agua: aspectos generales.
- 2. El ciclo del agua.
- 3. Las aguas oceánicas.
- 4. Las aguas continentales.
  - 4.1. Aguas superficiales y subterráneas.

5. La estructura de la molécula de agua.
6. Propiedades del agua.
  - 6.1. A temperatura ambiente debería ser un gas.
    - 6.1.1. Punto de fusión.
    - 6.1.2. Punto de ebullición.
  - 6.2. Densidad.
  - 6.3. Viscosidad.
  - 6.4. Tensión superficial.
  - 6.5. Poder disolvente.
  - 6.6. La capilaridad.
7. La contaminación del agua.
  - 7.1. Calidad del agua.
  - 7.2. El agua potable.
  - 7.3. La contaminación del mar.
  - 7.4. Contaminantes secundarios: el proceso de contaminación por lluvia ácida.
8. La desalinización del agua.
9. La purificación natural del agua.
10. Tratamiento del agua para el suministro doméstico.
11. Tratamiento de las aguas residuales.

## **ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS**

La metodología didáctica viene marcada por el carácter no presencial de la asignatura. Como en el resto de las asignaturas de esta titulación habrá mensualmente una sesión presencial, no obligatoria, pero si conveniente ya que facilita el desarrollo de la asignatura. No obstante, después de cada una de ellas se pondrá en la plataforma un resumen de los contenidos tratados en ella para que los que no hayan asistido estén al corriente de lo tratado.

La secuencia de la asignatura será:

1. Presentación general de la asignatura al empezar en el foro de la plataforma. En cada sesión presencial se mostrará un resumen de los aspectos más importantes de cada uno de los Módulos, haciendo hincapié en las actividades a realizar, que se presentarán en la plataforma según la planificación, indicando la normas para su correcto desarrollo. Al ser estas actividades de aprendizaje, se insistirá mucho en la necesidad de hacerlas después de una reflexión sobre los contenidos de los Módulos para intentar conseguir un verdadero aprendizaje.
2. Una vez que los estudiantes han profundizado en el contenido de los Módulos, se plantearán las dudas o problemas que puedan surgir que serán contestadas por el profesor tutor en un plazo máximo de cuarenta y ocho horas.

3. Dentro del tiempo señalado para ello, el estudiante enviará las actividades al tutor que las corregirá y hará cuantas sugerencias estime necesarias para el mejor aprovechamiento de los materiales a fin de conseguir un mayor rendimiento académico.

## MATERIAL DIDÁCTICO

Básicamente será el Manual de la asignatura. En cada Módulo aparece una bibliografía recomendada que puede servir al estudiante para aclarar sus ideas y para profundizar en el estudio de los diversos temas.

No obstante, a lo largo del curso pueden suministrarse, a través del foro, documentos complementarios que por su actualidad o interés ayuden a la consecución de los objetivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bonetto, C. et ál. (2004). *El agua: saberes escolares y perspectiva científica*. Buenos Aires: Piados.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículum de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 109-120.
- Gamboa, E. (1991). *Aprender jugando con la naturaleza*. Argentina: Bonum.
- González García, F.; Morón arroyo, C. y . Novak, J. (2001). *Errores conceptuales: diagnosis, tratamiento y reflexiones* Navarra: Eunate .
- Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y de la Química*, Elzevir: Málaga.
- Llorens, M. J. (1988). La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje, *Investigación en la Escuela*, 4, pp. 33- 48.
- Martínez, F.; Mato, M. C. y Repetto, E. (1994). *Los aspectos medioambientales y la enseñanza de las Ciencias*. Tenerife: Consejería de Educación del Gobierno de Canarias.
- Mato, M. C.; Repetto, E. y Mestres, A. (1995). La visita a un aula de la Naturaleza como recurso didáctico (I). *Aula de innovación Educativa*, 30, Suplemento 39, 1-19.
- Mato, M. C.; Mestres, A.; Repetto, E. y Calvo, J. R. ( 1996). *Un contexto para el aprendizaje de las ciencias: estación depuradora de aguas Barranco Seco*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio Publicaciones ULPGC
- Mato, M. C.; Mestres, A.; Repetto, E. y Calvo, J. R. ( 1996). *Un contexto para el aprendizaje de las ciencias: estación depuradora de aguas Barranco Seco*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio Publicaciones ULPGC (Vídeo).
- Membiola, P. (ed.) (2001). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: formación científica para la ciudadanía* Madrid: Narcea.
- Monero, C. y Durán, P. (2002). *Entramados. Métodos de aprendizaje cooperativo y colaborativo*. Barcelona: Edebé.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo, teoría y práctica*. Madrid: Visor.
- Repetto, E. y Mato, M. C. (1996). *El agua, una sustancia diferente e indispensable*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio Publicaciones ULPGC

Ronzano, E. y Dapena, J. L. (1995). *Tratamiento biológico de las aguas residuales*. Madrid: Díaz Santos.

Yager, R. E. y Penick, J. E. (1986). Perception of four groups towards science classes, teachers and value of science. *Science Education*, 70, 335-363.

## **EVALUACIÓN**

La evaluación de la asignatura incluye la realización de trabajos prácticos, la participación en las actividades en línea (foros de discusión, charlas, aportaciones, iniciativas y propuestas del alumnado) y una prueba escrita presencial:

*Parte I.* La participación en las actividades en línea y la realización de las tareas programadas aporta el 40% de la nota final y se evaluará a partir de la participación en las actividades en línea y la realización de los trabajos previstos. La nota oscila entre 0 y 4. Será necesario obtener una nota mínima de 2 puntos para superar esta parte de la asignatura.

*Parte II.* La parte teórica de la asignatura aporta el 60% de la nota final y se evaluará mediante una prueba escrita que consta de 30 preguntas de respuesta múltiple. La nota del examen oscila entre 0 y 6. La nota mínima necesaria para superar esta parte de la asignatura es de 3 puntos.

La asignatura se considera superada cuando el estudiante ha conseguido los mínimos necesarios (2 puntos en la parte I y 3 puntos en la parte II). La nota final consiste, superados los mínimos señalados anteriormente, en la suma de las puntuaciones de la parte I y de la parte II.

# Manuales docentes de Educación Primaria

## **Módulo 1**

---

Los contenidos de Física y Química en el currículo de la  
Educación Primaria: orientaciones didácticas

## PRESENTACIÓN

El presente módulo tiene por objetivo proporcionar una introducción tanto al análisis de los contenidos curriculares que se abordan en la Educación Primaria referentes al ámbito de las Ciencias Física y Química, así como abordar las orientaciones didácticas que para el tratamiento de dichos contenidos se proponen, en el Diseño curricular del Ministerio de Educación y Ciencia y asumido por las distintas Comunidades Autónomas.

En primer lugar se aporta una breve descripción de los aspectos que comprenden la didáctica de las ciencias, como didáctica específica, de tal forma que servirán de referente, para su posterior utilización en el diseño y desarrollo de estrategias y actividades de enseñanza-aprendizaje.

Asimismo, se seleccionan los contenidos más relacionados con el ámbito de la Física y la Química y se determinan las competencias básicas a las que se puede contribuir con el tratamiento de dichos contenidos. Asimismo se aborda el enfoque metodológico y los criterios de evaluación más acordes para los contenidos reseñados.

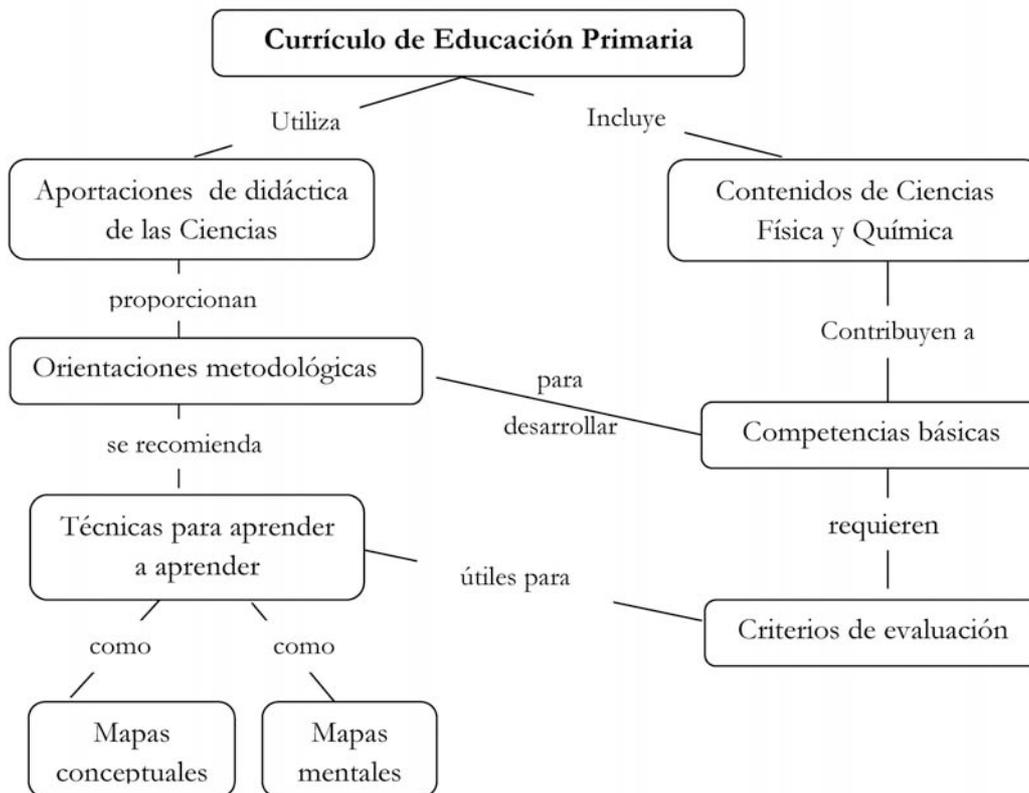
Por último, se estudian algunas técnicas útiles para aprender a aprender: tal como los mapas conceptuales y los mapas mentales, pues se considera de gran utilidad que el alumnado las pueda practicar desde el comienzo de este módulo, puesto que es una técnica que puede ayudar a sistematizar y a organizar el propio proceso de enseñanza y de aprendizaje.

## OBJETIVOS

- Establecer las características generales de la Didáctica de las Ciencias.
- Analizar el Currículo de la Educación Primaria y determinar los contenidos de Física y de Química que se abordan en dicho currículo.
- Establecer la correspondencia entre los contenidos de Física y de Química y el desarrollo de las competencias básicas en Educación Primaria.
- Conocer como se interrelacionan contenidos competencias básicas y criterios de evaluación en el caso de la Física y de la Química.
- Determinar los criterios de evaluación más acordes para evaluar los conocimientos en los ámbitos de la Física y Química para la Educación Primaria.

- Conocer la técnica de los mapas conceptuales y de los mapas mentales, y aplicarla para aprender a aprender y para la sistematización y organización de conocimientos.

## ESQUEMA DE LOS CONTENIDOS



## EXPOSICIÓN DE LOS CONTENIDOS

### 1. LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

La enseñanza de las Ciencias Experimentales, y en concreto, la enseñanza de la Física y de la Química ha evolucionado en los últimos años hasta adquirir las características de una disciplina científica con un campo de investigación propio y con un cuerpo de conocimientos en formación. En lo que sigue haremos una reseña de sus características. Para ello comenzaremos por establecer las características de las denominadas didácticas específicas.

#### a) Las didácticas específicas

Según el Diccionario Santillana de las Ciencias de la Educación la Didáctica del griego *Didaktiké*, (de *didásko*, enseñar) significa enseñar materias escolares. *Es el conjunto sistematizado de reglas para la enseñanza, de sus técnicas y de los fenómenos a que da lugar.* Asimismo, la didáctica

enseña a manejar recursos para que el alumnado aprenda y también a facilitar la interiorización de cultura y modelos de comportamiento positivo, para la comunidad o un grupo determinado. Enseñar consistiría en ayudar al desarrollo, en capacitar a otro en la comprensión de una serie de hechos o en una serie de técnicas para que pueda llegar al conocimiento de los mismos y de otros nuevos.

*La Didáctica General* tiene por objeto el estudio y aplicación de las decisiones normativas hipotéticamente comunes que llevan al aprendizaje gracias a la ayuda de los métodos de enseñanza válidos para:

- Todos y cada uno de los alumnos y alumnas.
- Todas y cualquiera de las materias y disciplinas.
- Todas las situaciones.
- Todos los ámbitos e instituciones.
- Todos y cada recurso didáctico.

Las *didácticas especiales o específicas* estudian las decisiones normativas acomodadas a estructuras del saber, disciplinas concretas o grupo de disciplinas, siguen las metodologías especiales, elaboradas con criterios de aplicación práctica y apoyadas en el mensaje, en el contenido y en la estructura propia de la información y en la exigencia de ser congruente con contenidos, métodos y medios, docentes y discentes.

#### *b) La didáctica de las ciencias como dominio específico de conocimientos<sup>1</sup>*

Se puede definir a la *didáctica de las ciencias*, dentro de las didácticas específicas, como *la ciencia que planifica la enseñanza de estas materias a grupos o individuos de características diferentes y que investiga los problemas que se derivan de ello*. En general, las didácticas específicas son las materias que se ocupan de la enseñanza de las respectivas ciencias y, por otra parte, siguiendo la definición de Yager, las didácticas específicas constituyen la interfase entre la sociedad y la ciencia. Tienen la función de estudiar y atender las necesidades de formación más fundamentales de los ciudadanos la elaboración de un cuerpo teórico de conocimientos que sea capaz de fundamentar y orientar la enseñanza de una ciencia.

Según la opinión de Brousseau (1999) *ser profesor es un requisito para ser didacta, es el germen inicial e inexcusable, pero sólo será didacta en la medida en que los problemas teóricos de la enseñanza y no la propia enseñanza constituyan su interés primordial*.

Por otra parte, la reflexión sobre los fundamentos de la acción docente se hacía, hasta hace poco, desde la psicología y la pedagogía, pero actualmente aparecen unas disciplinas “nuevas” o quizás mejor “ámbitos de investigación”, las *didácticas específicas*, y en concordancia con ello, aparecen también revistas especializadas y líneas de investigación propias que no pueden enmarcarse en ninguna de las disciplinas tradicionales y que utilizan marcos teóricos específicos.

1 Adaptado de Gil, D. (1993). Psicología Educativa y Didáctica de las Ciencias. *Infancia y Aprendizaje*. 62-63.

Para enseñar “ciencias de la naturaleza”, para citar alguna de las áreas en concreto, hemos de recurrir a diferentes campos curriculares o campos de conocimientos, teniendo en cuenta que no sólo existe el problema específico de *enseñar ciencias* sino que a su vez se presenta un problema psicológico, pedagógico, lingüístico, etc; por ello las didácticas específicas tienen ya o están formando un campo teórico propio, un campo práctico, al parecer más desarrollado y ya, no pueden considerarse como una simple yuxtaposición de las áreas de conocimiento que las fundamentan.

Lógicamente, todas las dificultades que se presentan a la didáctica de las ciencias deben resolverse desde los diferentes campos de conocimiento que le son inherentes:

- *la epistemología y la Historia de la Ciencia*, que aportan explicación sobre el origen y la evolución de los conocimientos científicos;
- *la psicología*, aporta desde su perspectiva del desarrollo del discente las dificultades que pueden surgir en el campo del aprendizaje;
- *el dominio del propio lenguaje*, considerado fundamental para que se llegue a producir un aprendizaje significativo;
- *la Didáctica General* como base de la interrelación entre los procesos de enseñanza y aprendizaje, etc.

Las didácticas específicas y en concreto la didáctica de las ciencias, como tal, une estos campos de conocimiento para integrar todos los factores que intervienen en el complejo proceso de enseñanza y aprendizaje de las diferentes disciplinas.

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, se debe tener en cuenta que *la psicología educativa, juega un importante papel, pues aporta principios y teorías de gran utilidad para el diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje*, ya que se la considera como una rama de interconexión entre la psicología y la pedagogía de las que surge como ciencia autónoma ya que trata de los procesos de enseñar y aprender, así como de los problemas que en el contexto de los mismos puedan plantearse. Sin embargo, es necesario hacer hincapié en que *la Didáctica de las Ciencias* no puede considerarse un mero campo de aplicación de la psicología educativa, aunque se apoye en ella, sino que la Didáctica de las Ciencias constituye, por sí misma, un dominio específico de conocimientos. Las relaciones entre estos dos campos de conocimiento a través de la didáctica de las ciencias y en concreto de la didáctica de la Física y de la Química es hoy una fructífera realidad que contribuye a enriquecer y a fundamentar las propuestas más innovadoras para la enseñanza y aprendizaje de la Física y de la Química.

La formación actual del profesorado de cualquiera de las materias científicas, tanto la inicial como la permanente consiste la mayoría de las veces, en la suma de cursos sobre contenidos científicos, parecidos a los que la Universidad proporciona a los demás estudiantes, (actualización científica) y cursos sobre educación, sin ninguna relación con los anteriores (actualización didáctica o psicopedagógica). En este sentido, se debe tener en cuenta que el uso efectivo de una estrategia de enseñanza viene a menudo determinada por el contenido y que si los métodos de enseñanza no son estudiados en el contexto en el que han de ser utilizados y son presentados en términos abstractos, libres de contenidos, presentan grandes dificultades para ser aplicados a su materia específica o a nuevas situaciones. Es necesario, por tanto, conocer y tener en cuenta las aportaciones de la didáctica de las ciencias en

la planificación del desarrollo curricular de las materias, a fin de poder hacer prescripciones educativas, en las que se tomen en cuenta las variables reales en que se lleva a cabo el acto educativo.

*La didáctica de la Ciencias* y en concreto, la *Didáctica de la Física y Química* es objeto de investigación por parte de los físicos y químicos y forma parte importante de las responsabilidades de esta comunidad, que coincide en resaltar que se considera necesario un buen conocimiento de la materia para poder abordar problemas educativos en los dominios específicos de las de ciencias experimentales. El desarrollo de la Didáctica de las Ciencias como disciplina científica se configura en torno a las siguientes evidencias.

- Existe una comunidad científica específica de investigadores en didáctica de las ciencias, que tienen como campo de investigación los problemas de enseñanza aprendizaje de las Ciencias.
- Existen líneas de investigación, prioritarias y definidas en Didáctica de las Ciencias.
- Existen departamentos universitarios.
- Se desarrollan multitud de trabajos específicos de investigación.
- Existen congresos nacionales e internacionales y jornadas específicas.
- Existen revistas en las que se comunican los resultados obtenidos en las investigaciones en Didácticas de las Ciencias. Un ejemplo de ello es la revista *Science Education* que se distribuye desde 1916 y que ha dado lugar a una gran producción de artículos en los últimos 15 años.

De acuerdo con los planteamientos anteriores se puede establecer que la *Didáctica de las Ciencias es una disciplina científica*, y constituye hoy un cuerpo específico de conocimientos, ya elaborados, cuyos investigadores han realizado aportaciones específicas relevantes a la misma en las dos últimas décadas y se considera condición indispensable para hacer Didáctica de las Ciencias, en primer lugar, conocer “perfectamente” los contenidos de las Ciencias que se quieren enseñar, así como su evolución histórica. Y de cara a su interconexión con la psicología, no hay que olvidar que los investigadores en psicología de la educación han hecho también aportaciones relevantes en la Didáctica de las Ciencias en los últimos 15 años. La Didáctica de las Ciencias es, por tanto, interdependiente con otros campos del conocimiento como la psicología de la educación, la Historia de las Ciencias y la epistemología científica.

### *c) La Investigación en Didáctica de las Ciencias*

Hoy día no se concibe un profesor que no realiza una investigación (aunque sea incipiente y de forma no sistemática) sobre su propia práctica docente. De hecho, el interés por los problemas que aparecen al enseñar puede llevar a un profesor a profundizar en sus conocimientos y a interesarse por lo que pasa en otras situaciones similares o diferentes a las suyas. (Azcarate, et ál, 1994).

La investigación educativa es un proceso sistemático, controlado y objetivo, dirigido hacia el desarrollo de un cuerpo organizado de conocimientos científicos sobre la educación, que debería capacitar al educador para determinar qué tipo de enseñanza y que condiciones de

aprendizaje debe proporcionar al educando para obtener conductas predeterminadas. La investigación educativa permite un mejor entendimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje y de las condiciones en las cuales se puede realizar para obtener una óptima eficacia.

La investigación debe estar referida a dos ámbitos, al *disciplinar* por una parte que hace concebir el conocimiento como un campo permanente de indagación y al *docente* porque es preciso desentrañar el significado de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Es importante tener en cuenta que sólo enseñaremos mejor si aprendemos inteligentemente de la experiencia de lo que resulta insuficiente, tanto en nuestra captación del conocimiento que ofrecemos, como en nuestro conocimiento del modo de ofrecerlo. Este es el caso en la investigación como base de la enseñanza. (Stenhouse, 1987).

Por otra parte, la docencia y la investigación no hay que considerarlas como excluyentes. Es más, es la investigación, el núcleo sustentador de la docencia tanto en lo que respecta a la investigación disciplinar como a la investigación didáctica.

En la literatura científica encontramos dos grandes líneas de investigación en las didácticas específicas y, por tanto, en didáctica de las ciencias: *Investigación básica* e *Investigación aplicada a la práctica docente*.

La *investigación básica* permitiría delimitar la relación de las diferentes ciencias con sus consecuentes aplicaciones didácticas. Trataría de la relación entre diferentes ciencias, de la unión entre teorías y disciplinas, etc. Como ejemplos de líneas de investigación podríamos citar:

- Estudio de modelos didácticos de cada área desde diferentes puntos de vista.
- Disciplinas que componen una ciencia. Pluridisciplinariedad.
- Dimensiones y ámbitos específicos de cada didáctica.
- Criterios para la clasificación de las ciencias.
- Teorías educativas en relación a las diferentes ciencias referentes.
- Historia de las diferentes didácticas específicas.
- Innovación educativa.
- Metodología de la investigación: métodos, técnicas y sistemas de investigación.
- El currículum de las didácticas específicas.
- Las estrategias metodológicas.
- La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Formación del profesorado.

El objetivo general de la *investigación aplicada a la práctica docente* sería cómo iniciar a los alumnos en las relaciones particulares que las diferentes ciencias mantienen con la realidad. Siguiendo a Batllori et al. (1994) podemos considerar dos grandes líneas de investigación: *Innovaciones controladas o investigación en la acción* y *el análisis de la práctica*.

Al hablar de investigación sobre la docencia queremos referirnos a la investigación en la acción en la forma en que la entendió Elliot: *El objetivo fundamental de la investigación en la acción es mejorar la práctica, y no tanto como un método para acumular conocimiento...* (Elliot, 1991). Los investigadores que se inclinan por esta línea consideran que la investigación sirve para mejorar la

enseñanza. Esto lleva consigo la difusión de materiales nuevos que se basan en una innovación en la metodología o en los contenidos o en ambos aspectos.

La metodología utilizada en *investigación en la acción*, es cualitativa y a menudo puede ser considerada una fenomenología. Se graban las clases para después analizarlas, se hacen entrevistas a los alumnos y algunas veces también se entrevistan a profesores o a otras personas relacionadas con la enseñanza. Presenta el inconveniente que el profesor es, a su vez, investigador de su acción docente por lo que su trabajo se duplica. A veces se echa en falta la discusión de los resultados con los profesionales implicados. De todas formas se ha comprobado que este tipo de investigación mejora la práctica educativa.

En *el análisis de la práctica*, se averiguan las interacciones que se producen en el aula y se pretende modelizar los diferentes sistemas de enseñanza aprendizaje. Por otra parte, se investiga el tipo de formación que reciben los alumnos. Existen muchas posibilidades de investigación, citaremos por ejemplo: la influencia del pensamiento del profesor en la enseñanza de una disciplina; el análisis de los materiales de enseñanza; las ideas previas de los alumnos; los métodos de evaluación, etc.

En el caso del *análisis de la práctica*, los métodos aunque pueden ser cuantitativos, normalmente son cualitativos, se realizan también entrevistas tanto a profesores como alumnos, se graban las clases etc.

## 2. LOS CONTENIDOS DE FÍSICA Y QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA: CONSIDERACIONES GENERALES

Actualmente, los contenidos de Física y Química del Currículo de la Educación Primaria, se encuentran integrados, en el Área de Conocimiento del Medio Natural Social y Cultural. Esta Área se constituye como aglutinante de diferentes disciplinas científicas, así se encuentran implicadas en ella: Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y Ciencias Tecnológicas, cada una desde su propio ámbito de conocimiento aportarán, los saberes, las técnicas y procedimientos necesarios para llegar a una comprensión global e integradora de las múltiples facetas y características que configuran el medio, así como de las interacciones que se dan entre sus diferentes elementos constituyentes. Desde este punto de vista, se aportan los saberes necesarios de cada una de estas ciencias a fin de contribuir a proporcionar una *noción del medio en sus múltiples interrelaciones y desde la perspectiva de su configuración como el escenario de la existencia humana*.

Los contenidos del Área de conocimiento del Medio Natural Social y Cultural, entre los que se encuentran los referidos a los ámbitos de la Física y la Química, se recomienda abordarlos a partir del propio entorno, para ir avanzando hacia ámbitos más complejos, de tal forma que se creen o busquen las condiciones necesarias para desarrollar los procesos de *observación, experimentación e indagación*, procesos que contribuirán a que el alumnado reconstruya su propia visión de la realidad. Esto se ha tenido en cuenta al diseñar los contenidos, objetivos y criterios de evaluación, en los que se han introducido aspectos referidos al entorno natural social y cultural de cada comunidad autónoma. En este caso, nos centramos en el Currículo de la Comunidad Autónoma de Canarias, que a su vez, también puede servir de referente en líneas generales para el estudio del Currículo de otras Comunidades Autónomas.

Los objetivos de esta Área, como todas las que integran el Currículo de la Educación Primaria contribuyen a la consecución de los objetivos generales de la Educación Primaria. Se destacan entre las aportaciones del Área a dichos objetivos:

- Comprensión y valoración del entorno natural social y cultural, destacando su protección y conservación.
- Aprendizaje y uso de las tecnologías de la información en los tres ciclos.

*a) Bloques de contenidos del Área directamente relacionados con los ámbitos de la Física y la Química*

La estructura en espiral y el enfoque globalizador, que se recomienda para desarrollar los contenidos referidos al Área de Conocimiento del Medio, presupone que los contenidos de Física y Química incluidos en esta área pueden estar integrados o solapados en muchos de los siete bloques de contenido que se presentan y que actúan como ejes o núcleos, de tal forma que a través de una secuencia cíclica, se posibilite el progreso en operaciones mentales cada vez más complejas que se desarrollarán a lo largo de la etapa. Esos bloques son los que se indican a continuación:

- *El bloque 1. El entorno y su conservación.*
- *El bloque 2. La diversidad de los seres vivos.*
- *El bloque 3. La salud y el desarrollo personal.*
- *El bloque 4. Personas culturas y organización social.*
- *El bloque 5. Cambios en el tiempo.*
- *El bloque 6. Materia y Energía.*
- *El bloque 7. Objetos máquinas y tecnologías.*

Existen unos bloques de contenido, que por su propia naturaleza, van más directamente vinculados a los ámbitos de la Física y la Química, estos bloques son los que se indican en la tabla 1.

En cada bloque de contenido, no figuran de forma explícita la separación en conceptos, procedimientos y actitudes sino que aparecen integrados, de tal forma que un procedimiento puede conducir a la adquisición de un concepto y su vez, estos promover el desarrollo de una determinada actitud. Sin embargo, el profesorado debe conocer y seleccionar aquellos procedimientos que considere más adecuados, en esta etapa para la adquisición de los conceptos básicos de Física y de Química.

**Tabla 1. Contenidos relacionados con los ámbitos de la Física y la Química**

Bloques de contenidos más relacionados con la Física y la Química	Orientación sobre los contenidos
<p><b>El bloque 1</b> <i>El entorno y su conservación</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenidos orientados a descubrir el medio físico:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos que lo componen,</li> <li>- trascendencia para la vida,</li> <li>- función en la configuración del paisaje</li> <li>- influencia de la actividad humana, en la evolución del medio.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>El bloque 6</b> <i>Materia y Energía</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenidos referidos a la diversidad de materiales existentes en la actualidad:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Características y comportamiento ante el calor la humedad y la electricidad.</li> <li>- Realización de experiencias, sencillas que permitan elaborar criterios para clasificarlos y compararlos.</li> </ul> </li> <li>• Contenidos para el conocimiento de distintos tipos de energía y su relevancia actual.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover medidas para un uso responsable de la energía como base para un desarrollo sostenible.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>El bloque 7</b> <i>Objetos máquinas y tecnologías</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación, diseño y construcción de aparatos sencillos a partir del conocimiento de propiedades elementales de sus componentes.</li> <li>• Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación.</li> </ul>

### 3. CONTRIBUCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE FÍSICA Y DE QUÍMICA AL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS BÁSICAS

De acuerdo con lo estipulado por el Ministerio de Educación, y Ciencia, en el RD 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. (BOE núm. 293, 8 diciembre 2006) y por el correspondiente Decreto 126/2007, de 24 de mayo, que establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias, las competencias básicas hacen referencia a los aprendizajes que se consideran imprescindibles, desde un planteamiento integrador y orientado a la aplicación de los saberes adquiridos. Se entiende por competencias básicas: *el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que debe alcanzar el alumnado al finalizar la enseñanza básica para lograr su realización y desarrollo personal, ejer-*

*cer debidamente la ciudadanía, incorporarse a la vida adulta de forma plena y ser capaz de continuar aprendiendo a lo largo de la vida.*

Es conveniente resaltar que no hay una relación unívoca entre la enseñanza de contenidos en determinadas áreas y el desarrollo de ciertas competencias básicas, sino que cada área puede contribuir al desarrollo de diferentes competencias y a su vez el desarrollo de competencias se conseguirá a través del trabajo en varias áreas. En este caso, debemos considerar que en el área que nos ocupa, se puede contribuir al desarrollo una misma competencia, desde el ámbito de trabajo en las Ciencias Física y Química, así como desde las distintas disciplinas que se integran en el Área (Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales y Ciencias Tecnológicas).

En la tabla 2, se han seleccionado aquellas competencias que, de una forma especial, la enseñanza de contenidos de Física y de Química, puede contribuir en gran medida a su consecución. No obstante, se debe tener siempre en cuenta, que las distintas competencias, se trabajan de manera solapada y se puede contribuir en mayor o menor grado a su consecución desde todos los bloques de contenidos, aunque unos estén más directamente vinculados al desarrollo de unas competencias, concretas que otros, y por tanto, encajarán según los casos, más con el campo de algunas de las disciplinas específicas que confluyen en esta Área (Matemáticas, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Ciencias Tecnológicas...). Igualmente, los contenidos propuestos en los bloques seleccionados, tal como expresa el currículo de la Educación Primaria contribuyen especialmente al desarrollo de la *competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico*.

**Tabla 2. Competencias básicas relacionadas con contenidos de Física y Química**

<b>COMPETENCIAS BÁSICAS</b> (ámbito de la Física y de la Química)	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA COMPETENCIA</b> (orientaciones)
<i>1. Conocimiento e interacción con el mundo físico</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprendizajes centrados en la interacción con el entorno.</li><li>• Adquisición de conceptos que permitan interpretar el mundo físico.</li><li>• Acercamiento a los rasgos característicos del pensamiento científico:<ul style="list-style-type: none"><li>- saber definir problemas.</li><li>- estimar soluciones posibles.</li><li>- elaborar estrategias para solucionar problemas.</li><li>- diseñar pequeñas investigaciones.</li><li>- analizar resultados y comunicarlos.</li></ul></li></ul>

**Tabla 2. Competencias básicas relacionadas con contenidos de Física y Química (continuación)**

<b>COMPETENCIAS BÁSICAS</b> (ámbito de la Física y de la Química)	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA COMPETENCIA</b> (orientaciones)
<i>2. Tratamiento de la información y competencia digital</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos para búsqueda, selección, organización e interpretación de la información procedente de fuentes tradicionales (libros, atlas, medios de comunicación,...) en diferentes códigos formatos y lenguajes.</li> <li>• Utilización básica del ordenador: procesador de textos y búsqueda guiada en Internet.</li> </ul>
<i>3. Competencia en comunicación lingüística</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación de resultados de observaciones y experiencias.</li> <li>• Elaboración de informes.</li> <li>• Realización de descripciones explicaciones y argumentaciones sobre fenómenos, sucesos y procesos.</li> </ul>
<i>4. Aprender a aprender</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probar estrategias para resolver problemas.</li> <li>• Elaborar y usar guías para planificar proyectos e investigaciones.</li> <li>• Utilizar técnicas para mejorar los procesos de aprendizaje: para ayudar a organizar y recuperar la información: resúmenes, esquemas, mapas conceptuales y mapas mentales.</li> <li>• Explicitar los objetivos de las experiencias educativas y las capacidades a desarrollar.</li> </ul>
<i>5. Competencia matemática</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de herramientas matemáticas en contextos significativos.</li> <li>• Medición temporal y medición espacial (interpretación de gráficos).</li> <li>• Elaboración de tablas, representaciones simbólicas y gráficas (de tiempo atmosférico, variables de un ecosistema...).</li> <li>• Establecimiento de relaciones y clasificaciones (animales, plantas y materiales...).</li> <li>• Utilización de técnicas matemáticas para calcular y apoyar explicaciones.</li> <li>• Presentar informaciones en lenguaje matemático.</li> </ul>

**4. ORIENTACIONES METODOLÓGICAS PARA LA CONSECUCCIÓN DE COMPETENCIAS BÁSICAS**

La metodología que se sugiere para esta Área, se deberá tener en cuenta en el desarrollo curricular de los contenidos de Física y Química. Los aspectos más relevantes de las pautas metodológicas que se proponen son.

- Enfoque globalizador.
- Promover situaciones en la que el alumnado participe adecuadamente en la construcción de su propio aprendizaje.
- Diseñar y organizar situaciones reales de aprendizaje.
- Promover el trabajo en equipo y el colaborativo.

En general se recomienda estructurar la secuencia metodológica en cuatro grandes fases, que se podrían encuadrar en una secuencia de enseñanza aprendizaje basada en el modelo de construcción de conocimientos.

**Tabla 3. Enfoque metodológico**

<b>Organización de situaciones reales de aprendizaje</b>	
<b>FASES DE LA METODOLOGÍA</b>	<b>ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS</b>
<b>I. ORIENTACIÓN Y MOTIVACIÓN</b> Exposición de ideas y conceptos previos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plantear preguntas</li><li>• Presentar hechos y fenómenos familiares, accesibles, concretos.</li><li>• Emplear actividades manipulativas.</li><li>• Tareas abiertas integradas en contextos variados (distintos niveles de dominio).</li><li>• Fomentar trabajo en equipo y actitudes de colaboración.</li></ul>
<b>II. IMPLICACIÓN DEL ALUMNADO</b> Reestructurar ideas: Comprensión progresiva del entorno	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proponer guías para observar, recoger, clasificar y analizar datos.</li><li>• Relacionar la información obtenida.</li><li>• Formular explicaciones y argumentos.</li><li>• Experimentar.</li></ul>
<b>III. APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS</b> Utilizar los contenidos para entender situaciones y desenvolverse en ellas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movilizar los conocimientos adquiridos, para identificar, clasificar, ordenar, montar y desmontar, analizar y aplicar en diferentes contextos.</li></ul>
<b>IV. PERCEPCIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS</b> Autoevaluar los logros.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseño de tareas para posibilitar la planificación, la toma de decisiones y la extracción de conclusiones.</li></ul>

### Actividad-Práctica 1

Localizar un texto de Ed. Primaria recomendado para el curso académico actual: seleccionar uno de los conceptos que se trabajen en el área de Conocimiento del Medio Natural Social y Cultural referidos a los ámbitos de la Física o de la Química y elaborar una ficha de trabajo para la fase de orientación y motivación, de acuerdo con las indicaciones que figuran en la tabla 3.

## 5. OBJETIVOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA RELACIONADOS CON CONTENIDOS DE FÍSICA Y QUÍMICA

La enseñanza de contenidos de Física y Química contribuye al desarrollo de las capacidades expresadas en los objetivos de Etapa y Área, entre los que se destacan como más relevantes los que se indican en la tabla 4.

**Tabla 4. Objetivos relacionados con los contenidos de Física y de Química**

Objetivos de etapa	Objetivos de Área
<p>b) Desarrollar hábitos de trabajo individual y de equipo, de esfuerzo y responsabilidad en el estudio así como actitudes de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés y creatividad en el aprendizaje.</p> <p>e) Conocer, apreciar y respetar los aspectos culturales, históricos, geográficos, naturales, sociales y lingüísticos más relevantes de la Comunidad Autónoma de Canarias, así como de su entorno, valorando las posibilidades de acción para su conservación.</p> <p>h) Desarrollar las competencias matemáticas básicas e iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones, así como ser capaces de aplicarlos a las situaciones de su vida cotidiana.</p> <p>i) Iniciarse en la utilización, para el aprendizaje, de las tecnologías de la información y la comunicación desarrollando un espíritu crítico ante los mensajes que reciben y elaboran.</p>	<p>1. Identificar los principales elementos del entorno natural, social y cultural, utilizando fuentes diversas, con especial atención a la Comunidad Autónoma de Canarias, analizando su organización, sus características e interacciones y progresando en el estudio de áreas cada vez más amplias.</p> <p>6. Analizar y expresar algunas manifestaciones de la intervención humana en el medio, adoptando en la vida cotidiana un comportamiento respetuoso con éste y con el patrimonio natural y cultural, contribuyendo a su conservación y mejora, con especial atención a la Comunidad Autónoma de Canarias.</p> <p>7. Buscar, seleccionar, analizar, expresar y representar información básica sobre el entorno natural, social y cultural, mediante códigos numéricos, gráficos, cartográficos y otros.</p> <p>8. Identificar problemas relacionados con elementos significativos del entorno y plantear posibles soluciones utilizando estrategias de búsqueda y tratamiento de la información, la formulación y comprobación de hipótesis sencillas y la exploración de soluciones alternativas, reflexionando sobre el propio proceso de aprendizaje y comunicando los resultados.</p> <p>9. Planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos con una finalidad previamente establecida, utilizando el conocimiento de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos, y argumentando los resultados obtenidos.</p> <p>10. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener datos y como instrumento para aprender, compartir y transmitir conocimientos, valorando su contribución a la mejora de las condiciones de vida de todas las personas.</p>

## 6. SELECCIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LOS CONTENIDOS DE FÍSICA Y DE QUÍMICA

En la actualidad los programas educativos no se conciben, en general, como la simple transmisión de información y conocimientos sino que se le presta gran atención al proceso formativo, en donde la capacitación del alumnado está centrada en el autoaprendizaje, como proceso de desarrollo personal. Desde esta perspectiva educativa, la evaluación debe adquirir también una nueva dimensión, de tal forma que permita la adaptación de los programas educativos a las características individuales del alumno, detectar sus puntos débiles para poder corregirlos y tener un conocimiento lo más acertado posible de sus capacidades. Es la etapa del proceso educativo que tiene como finalidad comprobar, de manera sistemática, en que medida se han logrado los objetivos propuestos con antelación, entendiendo a la educación como un proceso sistemático, destinado a lograr cambios duraderos y positivos en la conducta de los sujetos.

Los criterios de evaluación incluidos en el Área de Conocimiento del Medio Natural Social y Cultural, se utilizan como indicadores para establecer el nivel alcanzado por el alumnado en las competencias básicas y en la consecución de los objetivos, así como sobre el uso que hace de determinados contenidos para entender situaciones en diferentes contextos y desenvolverse adecuadamente en ellos.

De los criterios de evaluación que se proponen, en el Área, se han seleccionado aquellos que se consideran más acordes para determinar el nivel alcanzado en las competencias básicas, y objetivos que, desde el ámbito de los contenidos de Física y de Química, se puede contribuir, en mayor grado a su desarrollo. No obstante, es necesario recalcar que estos mismos criterios de evaluación, tal como se señaló también para los contenidos y los objetivos, se pueden utilizar como indicadores, para considerar el nivel alcanzado en el desarrollo de contenidos inherentes a otras disciplinas científicas que se encuentran integradas en esta Área, tal como las Ciencias de la Naturaleza o las Ciencias Sociales o las Ciencias Tecnológicas.

Para cada criterio, figuran explicitadas orientaciones que contribuyen a concretar y acotar los correspondientes enunciados, con el objeto de facilitar la selección, el diseño y elaboración de instrumentos de evaluación.

Se han seleccionado como ejemplificación los que figuran para el *tercer ciclo de la Educación Primaria*, pues los criterios están diseñados para una valoración de la adquisición progresiva de conocimientos, y estos corresponderían al nivel más elevado de conocimientos para la educación Primaria. Los criterios para la adquisición de competencias básicas y objetivos desde el ámbito de la Física y la Química, se recogen de forma sintética en la tabla 5.

**Tabla 5. Criterios de evaluación: contenidos de Física y de Química**

Selección de criterios	Explicitación de criterios (estrategias de evaluación)
<p><b>1.</b> Concretar ejemplos en los que el comportamiento humano influya de manera positiva o negativa sobre el medioambiente;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- describir algunos efectos de la contaminación sobre las personas, animales, plantas y sus entornos,</li> <li>- indicar alternativas para prevenirla o reducir la contaminación,</li> <li>- señalar ejemplos de derroche de recursos como el agua con exposición de actitudes para la conservación.</li> </ul>	<p>Se evalúa la adquisición de conocimientos relacionados con las ciencias medioambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento práctico de la utilización de recursos naturales.</li> <li>- Identificación de recursos físicos utilizados en la vida cotidiana y apreciación de la necesidad de conservación.</li> <li>- Explicación oral y escrita de la incidencia que tienen los cambios medioambientales producidos por procesos naturales o por actividad humana en las relaciones entre los seres vivos y en el equilibrio medioambiental.</li> <li>- Comprobar si se conocen los efectos tipos comunes de contaminación y cómo se puede prevenir o reducir.</li> <li>- Citar ejemplos de cómo la actividad humana puede afectar positiva o negativamente al medio, con especial atención al aprovechamiento del agua en Canarias y en el Planeta.</li> </ul>
<p><b>6.</b> Realizar, interpretar y utilizar planos y mapas, teniendo en cuenta los signos convencionales y la escala gráfica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Constatar la funcionalidad y aplicación de conocimientos para confeccionar e interpretar planos y mapas (elementos, escala, colores, signos convencionales...).</li> <li>- Verificar la comprensión de distintas representaciones del espacio como fuente de información práctica y su uso en diferentes situaciones.</li> <li>- Tener en cuenta la capacidad de explicación, oral y escrita, las observaciones e interpretaciones del trabajo con planos.</li> </ul>
<p><b>8.</b> Planificar y realizar sencillas investigaciones utilizando de forma responsable los instrumentos y materiales para estudiar el comportamiento de los cuerpos ante la luz, la electricidad, el magnetismo, el calor o el sonido, y comunicando el proceso y los resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar la aptitud para realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos y químicos de la materia.</li> <li>- Valorar la capacidad para plantear problemas, enunciar hipótesis, seleccionar el material necesario, recoger observaciones, realizar minuciosamente la actividad, extraer conclusiones, comunicar el proceso seguido y los resultados obtenidos.</li> <li>- Valorar el respeto por el uso responsable de los instrumentos y materiales de trabajo.</li> </ul>

**Tabla 5. Criterios de evaluación: contenidos de Física y de Química (continuación)**

<b>Selección de criterios</b>	<b>Explicitación de criterios (estrategias de evaluación)</b>
<b>10.</b> Elaborar un informe, utilizando soporte papel y digital, acerca de problemas o situaciones sencillas, recogiendo información de diferentes fuentes (directas, libros, Internet), estableciendo un plan de trabajo y expresando conclusiones.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Verificar la capacidad para realizar un informe que contenga los resultados obtenidos de la investigación sobre alguna situación, problema o curiosidad, y en el que se recoja los resultados y el proceso seguido.</li><li>- Comprobar que plantee hipótesis o predicciones, planifique su trabajo realizando guiones de apoyo, compare fuentes y seleccione las más adecuadas, que seleccione, organice e interprete la información relevante y extraiga conclusiones y las comunique oralmente y por escrito.</li><li>- Atender especialmente a la presentación ordenada, clara y limpia, en soporte papel y digital.</li><li>- Valorar la autonomía y la implicación personal en la coherencia y veracidad de sus conclusiones.</li><li>- Considerar la consulta de documentos escritos, extracción de imágenes, gráficos y tablas estadísticas y la comprensión de símbolos en la representación gráfica.</li></ul>

Cada uno de los criterios señalados en la tabla anterior, se adaptará en concreto al tipo de contenidos desarrollados desde el ámbito disciplinar de la Física y de la Química, si bien es necesario tener en cuenta que desde un enfoque globalizador, los contenidos van íntimamente relacionados con otros campos disciplinares, aunque se explicitan estos como más específicos, el profesorado deberá considerar los diferentes criterios propuestos en el currículo del Área y seleccionar los más acordes, en cada caso.

#### **7. TÉCNICAS ÚTILES PARA APRENDER A APRENDER: MAPAS CONCEPTUALES Y MAPAS MENTALES**

Consideramos de gran utilidad, en el proceso del aprendizaje de Física y Química el disponer de estrategias que faciliten la organización e interrelación de los contenidos que será necesario adquirir para lograr una aproximación científica a la comprensión de los múltiples procesos y fenómenos que tienen lugar en el entorno, conocimiento que, a su vez será necesario a fin de promover estrategias de conservación. En este sentido abordaremos dos estrategias que incluyen la técnica de los mapas conceptuales y la técnica de los mapas mentales; por considerarlas de especial interés para contribuir a la construcción de conocimientos y a la consecución de aprendizajes significativos.

*a) Mapas conceptuales*

Según Novak y Gowin (1988) los mapas conceptuales tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones, es decir, expresiones cortas que sirven para relacionarlos entre sí. Las proposiciones suelen tener dos o más términos conceptuales unidos por palabras para formar una unidad semántica. En su forma más simple un mapa conceptual constaría dos conceptos unidos por una palabra de enlace.

Los mapas deben ser jerárquicos, esto es, los conceptos más generales e inclusivos deben situarse en la parte superior del mapa y los más específicos y menos inclusivos, en la inferior.

Con los mapas se pretende desarrollar el pensamiento divergente de los alumnos ya que se intenta profundizar en las propiedades de un concepto: qué es..., para qué sirve..., cómo funciona..., cómo se relaciona...

Las relaciones cruzadas (o integración de significados conceptuales) que aparecen en los mapas conceptuales significan la unión de conceptos que, de otra forma, no se considerarían relacionados, éstas relaciones suelen ser importantes, puesto que las estructuras científicas suelen ser bastante ramificadas y casi nunca las ramas son independientes. Por otro lado, un mismo concepto puede representarse mediante dos o más jerarquías válidas. Esto, da lugar al establecimiento de nuevas relaciones conceptuales por lo que pueden ayudar a fomentar la creatividad.

Las aplicaciones educativas de los mapas conceptuales no se limitan sólo a indagar en el pensamiento del profesor sino que le va a facilitar la toma de decisiones respecto a las rutas de aprendizaje a seguir en su planificación y en su intervención en el aula. Igualmente, se pueden usar como instrumento para explorar lo que los alumnos saben y sus errores. También se utilizan para detectar incoherencias curriculares en los programas oficiales. Por otro lado, permiten analizar los recursos utilizados, estructurar actividades diversas... (Valcárcel y otros, 1990).

Los mapas conceptuales ayudan a centrar la atención de los estudiantes y de los profesores en las ideas más relevantes de cualquier tarea específica de aprendizaje, y una vez completada proporcionan, a su vez, un resumen esquemático de todo lo que se ha aprendido. Contribuyen asimismo a hacer explícita la visión del profesor sobre el tema a impartir, con independencia de la forma de hacerlo. Puede resultar útil como elemento de discusión entre docentes de una mismo departamento, como forma de autoperfeccionamiento, como análisis reflexivo sobre los contenidos que se van a desarrollar en una materia.

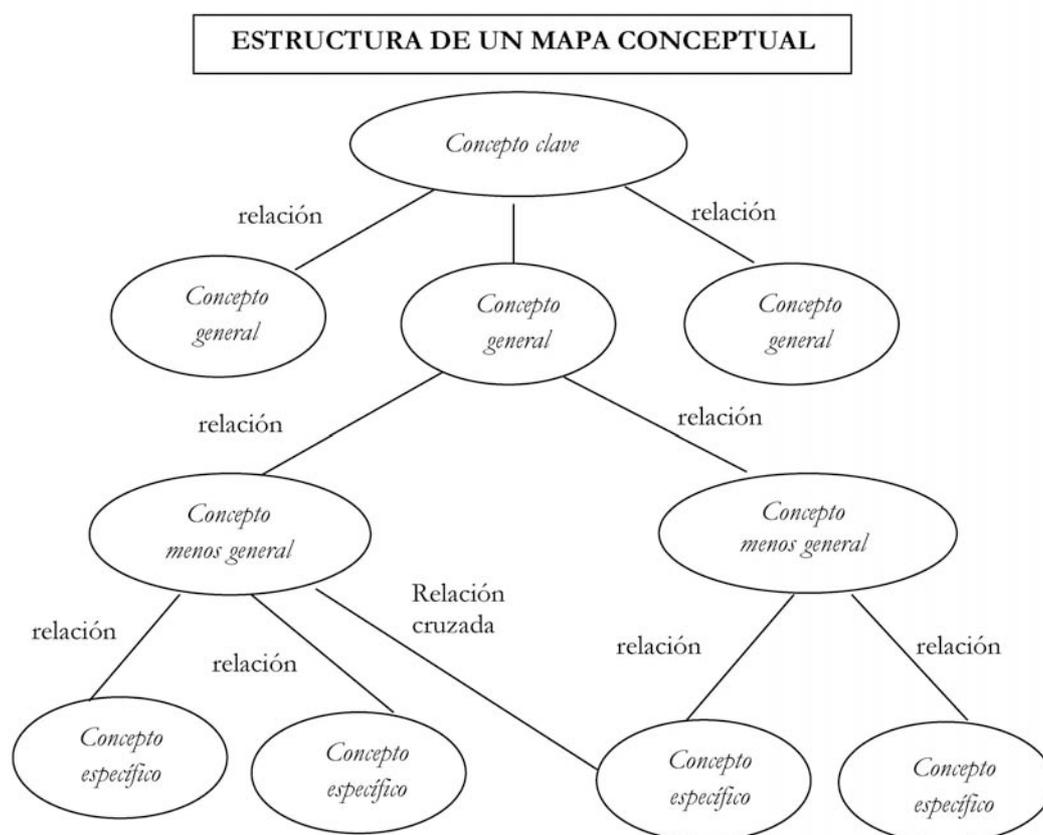
Es importante resaltar que en un mapa conceptual, cualquier concepto clave puede elevarse a la cabeza del mapa y seguir manteniendo una relación jerárquica adecuada. Es decir sigue manteniendo una relación proporcional significativa con otros conceptos del mapa. Por lo que muchas veces se utiliza la analogía de “mapa de goma” para explicar este hecho, que puede suceder en diferentes momentos del aprendizaje.

*a.1.) Pautas para la elaboración de un mapa conceptual*

1. Preparar una lista de nombres de objetos, otra con acontecimientos conocidos por todos y otra con términos proposicionales.

<i>OBJETOS</i>	<b>ACONTECIMIENTOS</b>	<b>TÉRMINOS PROPOSICIONALES</b>
casa león libro mar silla ordenador	exámenes oxidar pesar fundir carnaval vacaciones cumpleaños	para en con por donde desde

2. Solicitar a los alumnos que expliquen la diferencia entre ambas listados. Rotular ambas listas.
3. Pedir a los alumnos que describan lo que piensan cuando oyen la palabra: *libro, mar*.  
Estas imágenes mentales que tenemos de las palabras son nuestros conceptos.
4. Hacer igual con ejemplos de acontecimientos.
5. Repetir la experiencia con términos tales como: *eres, donde, es, en, entonces, con*.  
Razonar para concluir, que estas palabras, de las que no tenemos una imagen mental no son términos conceptuales. Los llamaremos palabras de enlace y se utilizan para unir los términos conceptuales en frases que tienen significado.
6. Construir frases cortas formadas por dos conceptos y una palabra de enlace.
7. Actividades para practicar la elaboración de mapas conceptuales.
  - Preparar una lista con 10 ó 12 términos conceptuales conocidos que estén relacionados entre sí.
  - Hacer un listado y ordenar los términos conceptuales desde más generales inclusivos a menos generales y específicos.
  - Relacionar y jerarquizar los conceptos mediante palabras de enlace y configurar la estructura del mapa.



*a.1.1.) Aplicaciones educativas de los mapas conceptuales*

Entre las distintas aplicaciones educativas de los mapas conceptuales se pueden destacar las siguientes:

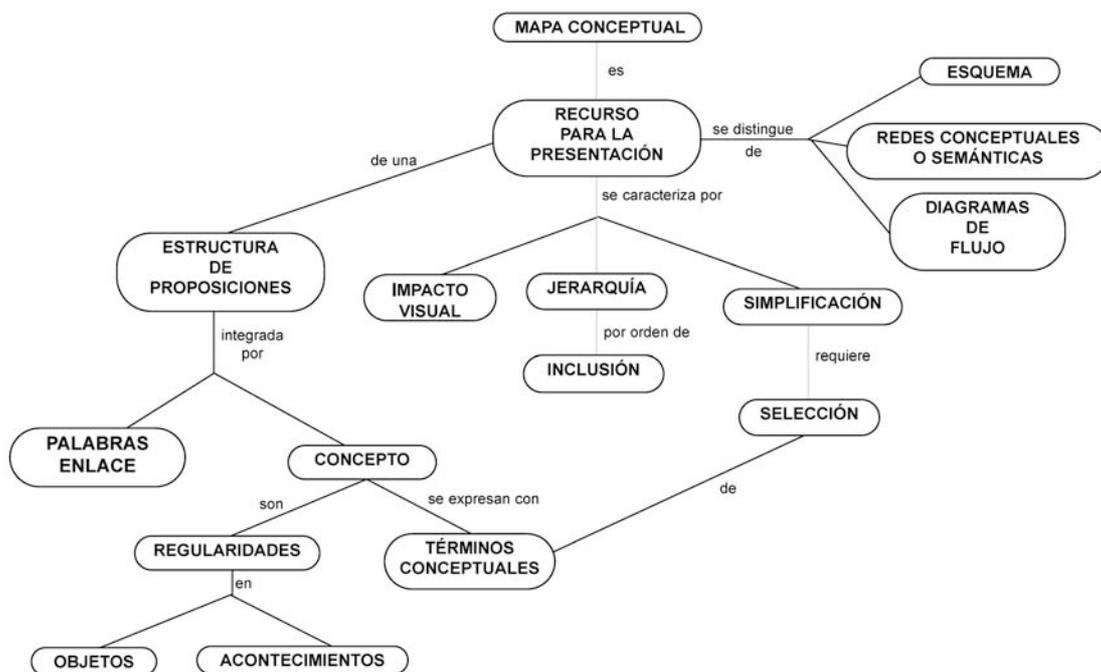
- *Exploración de lo que los alumnos ya saben.* Puesto que el aprendizaje significativo, requiere por parte de los alumnos un esfuerzo por relacionar el nuevo conocimiento con los conceptos relevantes que ya posee. Es importante, por ello, que profesor y alumno conozcan el punto de partida conceptual para avanzar en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Ausubel (1978), indica al respecto: *Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un sólo principio, diría lo siguiente: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese en consecuencia.*

En este sentido los mapas conceptuales constituyen un instrumento simple y funcional para averiguar lo que el alumno ya sabe, pues ayudan a establecer comunicación con la estructura cognitiva del alumno, para exteriorizar lo que éste ya sabe.

- *Para trazar una ruta de aprendizaje.* Se pueden mostrar la secuencia y relaciones de las ideas más importantes que se van a desarrollar a lo largo de un curso. Así como mapas más específicos para los conceptos a desarrollar en cada sesión encuadrados posteriormente en el mapa general.

- *Para extraer significados en los libros de texto.* Pueden ayudar a los estudiantes a recorrer el contenido de un texto de una manera más significativa y a sintetizar y relacionar las ideas fundamentales.
- *Para extracción del significado en el trabajo de laboratorio o de campo:* Mediante un mapa conceptual se pueden sintetizar los conceptos y relaciones clave para interpretar los acontecimientos y objetos que estén observando o manipulando. Cualquier habilidad puede verse de forma más explícita cuando se identifica el conjunto de conceptos que transmiten el significado de la acción, y se construye un mapa conceptual de ellos.
- *Preparación de trabajos escritos o de exposiciones orales:* Los mensajes orales o escritos son secuencias lineales de conceptos y proposiciones; en cambio el conocimiento se almacena en la mente en forma de estructura jerárquica. Al hablar o al escribir algo, se transforma la información de estructura jerárquica en información de estructura lineal y viceversa. Los mapas conceptuales pueden contribuir a llevar a cabo esta transformación (Novak y Gowin, 1988).
- Elaborar una *visión global y completa* al finalizar el desarrollo de un tema. En este momento el profesor ya está en disposición de pedir a sus alumnos que completen el mapa inicial añadiendo a los conceptos fundamentales otros no tan inclusivos, explicitando todas las relaciones entre ellos, incluso solicitando que se realice la relación del tema con los anteriores.
- Por último, otra de las utilidades más significativas del mapa conceptual para el profesor es la *evaluación y seguimiento del aprendizaje* de los estudiantes. El mapa se puede utilizar tanto para la evaluación inicial y diagnosticar los conocimientos. Previos, como para la evaluación formativa realizada durante el proceso didáctico, o la sumativa realizada al final del proceso con el fin de valorar el grado de aprendizaje.

**Esquema 2. Ejemplo de mapa conceptual**



**Actividad-Práctica 2**

Elaborar un mapa conceptual que relacione y jerarquice términos conceptuales que se citan a continuación:

Calor, movimiento, sólido, agua, moléculas, líquido, plantas, seres vivos, estados, animales, gas

*a.2.) Mapas mentales*

La técnica de los mapas mentales fue desarrollada por Tony Buzan, como herramienta para favorecer la *memorización, organización y representación* de la información a fin de facilitar tanto los procesos de aprendizaje, como la planificación y la toma de decisiones. Se concibe como una herramienta cognitiva que favorece las capacidades del pensamiento.

Esta técnica se ideó, en principio, para favorecer las conexiones sinápticas entre las neuronas de la corteza cerebral, que hacen posible las actividades intelectuales. Se diferencia de otras técnicas de organización de la información en que permite representar las ideas utilizando de forma armónica las funciones cognitivas de los hemisferios cerebrales. Con la utilización del mapa mental, se intenta favorecer la conexión electro-química de los hemisferios cerebrales, de forma que todas las capacidades cognitivas se concentren y trabajen armónicamente con un mismo propósito.

Un mapa mental puede considerarse que es un diagrama usado para representar palabras, ideas, tareas u otros elementos enlazados y organizados radialmente alrededor de una idea o palabra clave central. Se utiliza para generar, visulizar, estructurar, representar y organizar la información, con la finalidad de facilitar el aprendizaje, la planificación y la toma de decisiones.

Una de las diferencias entre un mapa mental y un mapa conceptual radica en que un mapa mental tiene sólo un concepto principal, mientras que un mapa conceptual, puede tener más de uno. Por otro lado, el mapa conceptual no es necesariamente radial.

*a.2.1.) Mecanismos de generación de los mapas mentales*

Es sabido, que la actividad cerebral se produce mediante conexiones sinápticas entre las neuronas (conexiones electroquímicas), por medio de dichas conexiones se forma una red de almacenamiento y procesamiento de la información. Cuando se produce la incorporación de datos nuevos (por las vías de percepción o reflexión), las conexiones sinápticas forman “circuitos de enlace” que transfieren la nueva información y la conectan con la información existente para ser comprendida y asimilada. Mediante este proceso el cerebro asocia los nuevos conocimientos a los conocimientos previos para conseguir la asimilación de los datos nuevos a los esquemas mentales ya constituidos. Esto explica, por ejemplo que no se podrá entender que el aire está formado por una mezcla de varios gases si antes no se sabe que es un gas y que es una mezcla.

Mediante los mapas mentales se puede reproducir el proceso mediante el que opera la inteligencia y hacer evidente como todo conocimiento nuevo involucra a los anteriores.

Por consiguiente, al estudiar un tema o planificar una actividad; la información que se incorpora o que se produce debe estar asociada a una idea central u objetivo general a fin de que las partes involucradas en el proceso sean útiles.

Cuando un conocimiento se asocia a otro anterior, se establecen redes de conexión y el nuevo conocimiento no está aislado. Cuando un conocimiento está aislado representa un conocimiento parcial, mientras que un saber asociado a otros saberes, representa un conocimiento integrado, más rico, útil y fácil de recordar.

#### *a.2.2.) La asociación como base para elaboración de los mapas mentales*

Un mapa mental se desarrolla mediante la asociación de ideas, de manera análoga a la forma en que trabaja el cerebro: una vez que se establece la idea central, se produce, por asociación “ramas” hacia otras ideas relacionadas con la central, que muestran diferentes dimensiones o aspectos de un mismo tema. En una planificación un mapa mental ayuda a representar gráficamente todas las actividades que conducen a la realización de un objetivo y muestra además las actividades más específicas y concretas que se desprenden de cada actividad general (microactividades).

Se considera que es más fácil entender un concepto cuando se “visualiza en el pensamiento por medio de la imaginación”. Asimismo, el asumir una actitud abierta y creativa frente a los objetos del conocimiento, permite familiarizarse con ellos más eficazmente. Ello es debido a que la actividad lógica y racional controlada por el hemisferio izquierdo se ve complementada por la capacidad creativa y la disposición emocional hacia los objetos regulada por el hemisferio derecho.

En consecuencia, se podría decir que el mapa mental es una herramienta creativa y amena, que promueve la capacidad de dar forma, color y materia a los pensamientos. El mapa mental se acompaña siempre de imágenes y color. No es una representación impersonal sino que, por el contrario, involucra tanto las asociaciones lógicas como las emociones que despiertan los objetos.

#### *a.2.3.) Pautas para la elaboración de un mapa mental*

Para la elaboración de un mapa mental, se pueden seguir las siguientes orientaciones:

1. Seleccionar un número reducido de palabras clave (las más significativas), del tema en estudio. (5 a 10 ideas principales). Si es posible, seleccionar imágenes que representen o simbolicen esas palabras.
2. Seleccionar y situar la idea central en el centro de la página, a partir de ella se desarrollarán las demás ideas de forma radial. Se utilizan flechas para establecer conexiones dentro del diseño, porque llevan automáticamente a establecer conexión visual entre una parte del mapa mental y otra. Aportan al pensamiento una dirección espacial.

3. Representar la idea central con una imagen clara que sintetice el tema general del mMapa mental.
4. Seleccionar mediante lluvia de ideas (brainstorming) las ideas relacionadas con la idea central, 5 a 10 ideas principales referidas a aquellas. A partir de cada una de las palabras derivadas dibujar otra vez de 5 a 10 ideas principales referidas a cada una de esas palabras.
5. Los temas principales se escriben en mayúscula, los secundarios no.
6. Enlazar por medio de ramas la idea o tema central con las ideas secundarias (subtemas). Dibujar las líneas centrales más gruesas y con forma orgánica (curvas o similares a las ramas de un árbol), así se señala al cerebro la importancia de las ideas centrales.
7. Utilizar el sentido de las agujas del reloj (Timing) para jerarquizar las ideas secundarias.
8. Utilizar el espacio (Spacing) adecuadamente para acomodar de forma equilibrada las ideas.
9. Subrayar las palabras clave o cerrarlas en un círculo coloreado para reforzar la estructura del mapa. También se puede escribir las palabras clave sobre líneas porque mejoran la claridad, el recuerdo y ayuda a establecer conexiones y nuevas adiciones.
10. Utilizar letras legibles.
11. Emplear colores para diferenciar los temas, sus asociaciones o para resaltar algún contenido. Es uno de los instrumentos que estimulan la memoria y la creatividad. Se emplean tres o más colores para cada imagen central.
12. Pensar mediante estructuras tridimensionales.
13. Utilizar flechas, iconos o elementos visuales para diferenciar y hacer más evidente la relación entre las ideas.
14. No estancarse. Si se agotan las ideas en un subtema, pasar a otro rápidamente.
15. Plasmar las ideas tal como surgen, sin juzgarlas ni modificarlas.
16. No establecer límites, modificar y agrandar el papel. La mente no se guía por el tamaño del papel.
17. A medida que se expande el mapa, se irá haciendo más específico y detallado.
18. Utilizar al máximo la creatividad.
19. Implicarse en el mapa mental diseñado.
20. Divertirse elaborando el mapa mental.

*a.2.4.) Utilidad de los mapas mentales:*

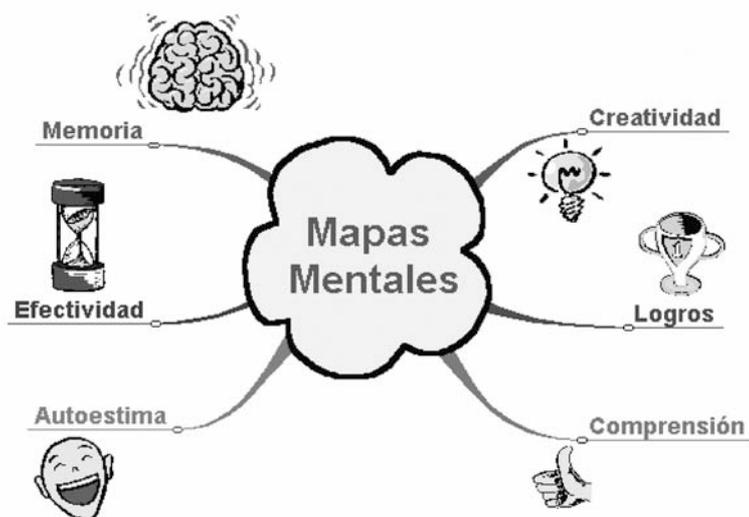
- Facilita la toma de notas: ayuda a organizar la información de forma que le resulta fácil al cerebro, asimilarla y recordarla.
- Favorece la memorización: el mapa mental representa y organiza las ideas tan pronto como fueron surgiendo espontáneamente; por ello, resulta fácil recordarlas con solo mirarlo.
- Desarrolla la creatividad: debido a que no posee la estructura lineal de la escritura, las ideas fluyen rápido y se desarrolla la capacidad de relacionarlas libremente de manera novedosa.

- Organiza las estrategias en la resolución de problemas: Permite identificar los distintos aspectos de un problema y como se relacionan entre sí. Muestra las diferentes alternativas para situar la situación problema y las posibles soluciones.
- Facilita la planificación: ayuda a organizar la información relevante, sitúa las necesidades y los recursos disponibles para organizar una actividad (Tesis, estructura de un libro, clases, actividad investigadora, agendas...).
- Estructura la exposición de un tema: permite tener una perspectiva organizada y coherente de forma sintética, y puede ser utilizado para guiar la exposición.

*a.2.5.) Ejemplos de mapas mentales*

En los esquemas siguientes se muestran algunos diseños de mapas mentales. Tal como se puede observar, existen diferentes formas para realizar su diseño, pues una de las características que reúnen es la de promover la creatividad.

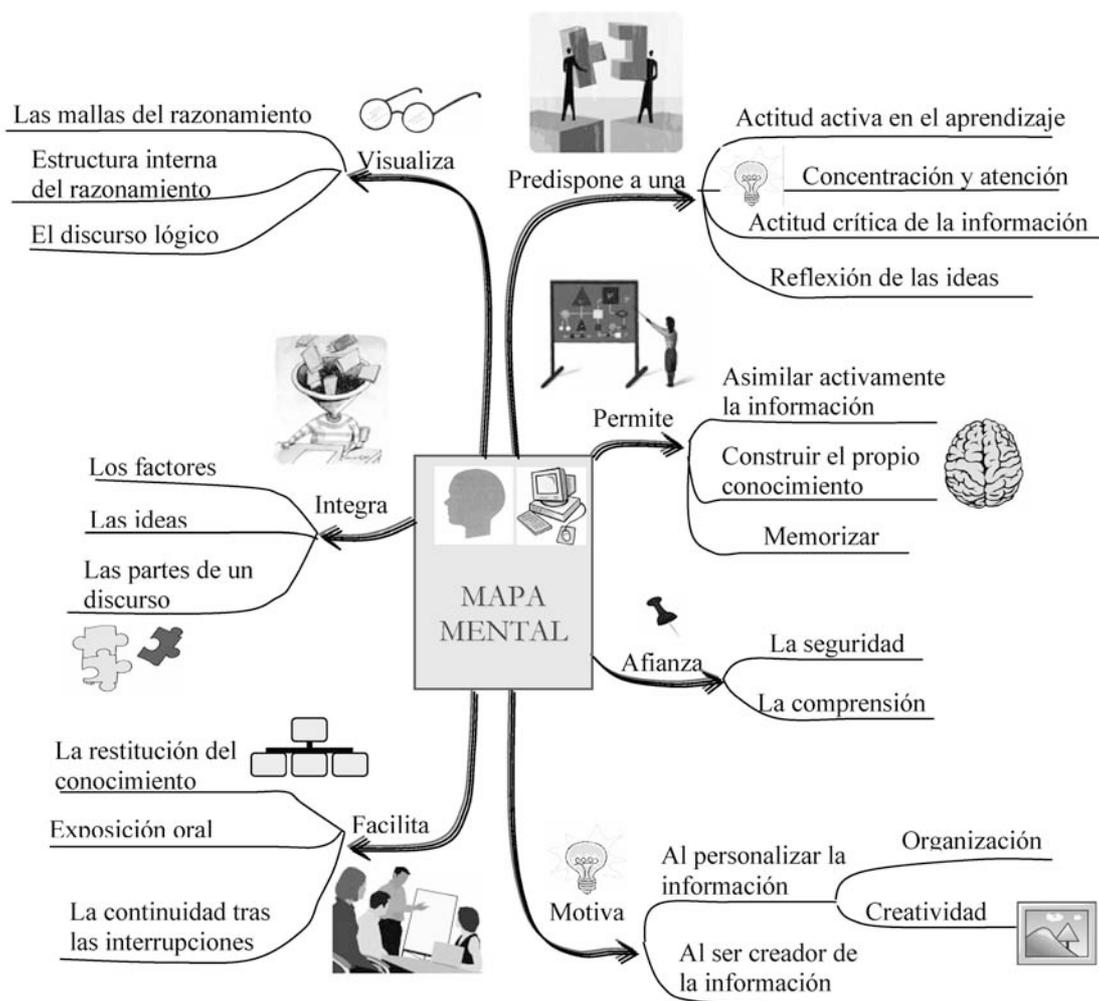
**Esquema 3. Ejemplo de un mapa mental**



Fuente: [http://www.geocities.com/dhi\\_pnl/new.html](http://www.geocities.com/dhi_pnl/new.html)

En el esquema 4 se representa un mapa mental, más elaborado sobre las diferentes funciones que se atribuyen a los mapas mentales. Cada una de las ramificaciones, podría seguir creciendo al desdoblarse en sus distintos componentes, de cada una de ellas.

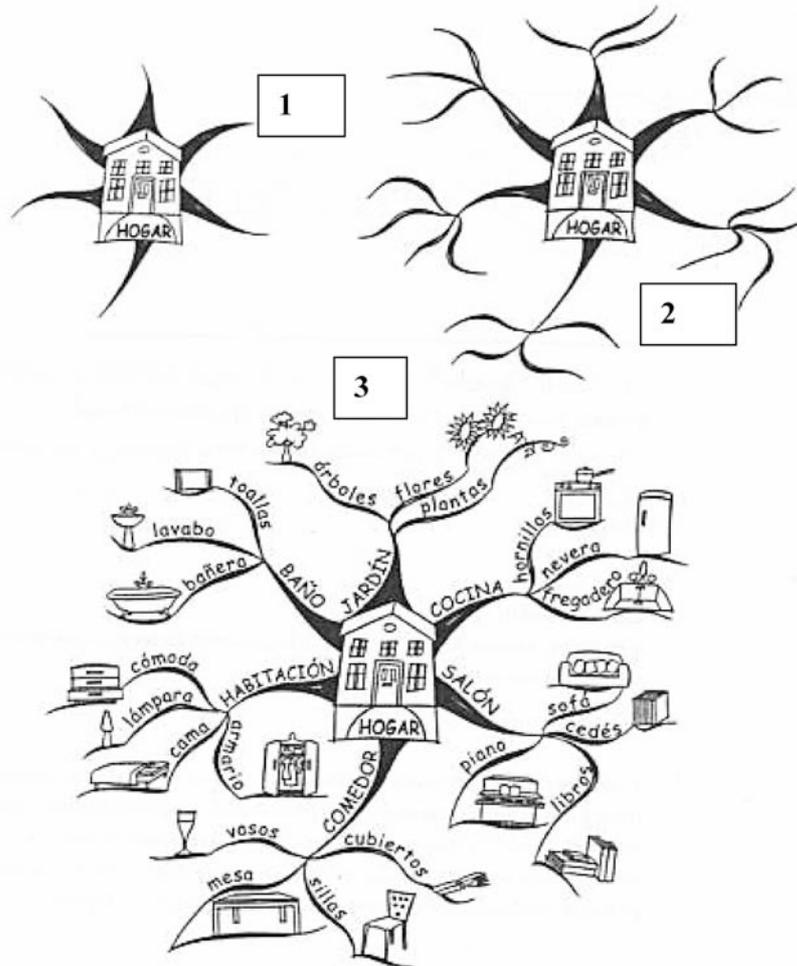
**Esquema 4. Estructura de un mapa mental**



Fuente adaptada (Mato y Repetto) de:

<http://web.educastur.princast.es/ies/corvera/web2004/OTRASWEB/TTI/are.htm>

Esquema 5. Mapa mental sobre la estructura en el hogar el hogar



Las ramas de un mapa mental se expanden a medida que el mapa se va elaborando  
[http://www.silvitablanca.com.ar/victoriaaristizabal/nino\\_sabio\\_9/educacion.htm](http://www.silvitablanca.com.ar/victoriaaristizabal/nino_sabio_9/educacion.htm)

### Actividad-Práctica 3

Seleccionar una idea central y elaborar un mapa mental a partir de ella, de acuerdo con la información disponible.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Martínez Losada, C. y García Barros, S. (Eds). (1999). *La didáctica de las ciencias: tendencias actuales*. Universidade Da Coruña, A Coruña: Servicio Editorial.
- Díaz Palacios, P., (coord.) (2004). *La didáctica de las ciencias experimentales ante las reformas educativas y la Convergencia europea*. País Vasco, Universidad del País Vasco, Servicio Editorial.
- GOBIERNO DE CANARIAS (2007). *Decreto 126/2007, de 24 de mayo, por el cual se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias. Área: conocimiento del medio natural, social y cultural*, Consejería de Educación, Cultura y Deportes, Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa.
- Ontoria, A. (1992). *Mapas conceptuales: Una técnica para aprender*. Madrid: Narcea.
- Perales F. J. y Cañal P. (eds.) (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Pozo, J. I. y Gómez-Crespo, M. A. (1998) *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.
- Azcárate, P. et. ál. (1994). Presupuestos iniciales para un trabajo de investigación sobre formación del profesorado. *Investigación en la Escuela*, 22, 85-90.
- Brousseau, G.(1986). Fondaments et Méthodes en Didactique des Mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 7 (2) 33,115.
- Elliot, (1991). *La investigación en la acción*. Madrid: Morata.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículum de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 109-120.
- González García, F.; Morón Arroyo, C. y Novak, J. (2001). *Errores conceptuales :diagnosis, tratamiento y reflexiones*. Navarra: Eunate.
- Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y de la Química*. Málaga: Elzevir.
- Membiola, P. (ed.) (2001). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: formación científica para la ciudadanía* Madrid: Narcea.
- Monero, C. y Durán (2002). *Entramados. Métodos de aprendizaje cooperativo y colaborativo*. Barcelona: Edebé.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo, teoría y práctica*. Madrid: Visor.
- Yager, R. E. y Penick, J. E. (1986). Perception of four groups towards science classes, teachers and value of science. *Science Education*, 70, 335-363.

**EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN**

1. La Didáctica de las Ciencias se constituye como una disciplina científica que no integra saberes de otros campos del conocimiento como la psicología de la educación, la Historia de las Ciencias y la epistemología científica.

V F

2. La psicología educativa, juega un importante papel, en la enseñanza de las ciencias, pues aporta principios y teorías de gran utilidad para el diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje.

V F

3. Los contenidos de Física y de Química en el currículo de la Educación Primaria, se encuentran integrados en el Área de Conocimiento del Medio Natural Social y Cultural.

V F

4. Los contenidos de Física y Química son de escasa utilidad para llegar a una comprensión global e integradora de las múltiples facetas y características que configuran el medio, así como de las interacciones que se dan entre sus diferentes elementos constituyentes.

V F

5. El desarrollo de las competencias básicas se vincula a bloques de contenido específicos, de tal forma que cada competencia se vincula a un bloque de contenido concreto, en cada área curricular.

V F

6. En la elaboración de un mapa conceptual la no se requiere es disponer de una estructura jerárquica entre los conceptos sino que estos pueden situarse en el mapa de forma aleatoria, con tal que se establezca relación entre ellos.

V F

7. En un mapa mental la idea más general debe situarse en la parte superior del mapa y a partir de ella se deberá ir conectando las restantes ideas.

V F

8. Se podría decir que el mapa mental es una herramienta creativa, que promueve la capacidad de dar forma, color y materia a los pensamientos. Se acompaña siempre de imágenes y color. No es una representación impersonal, por el contrario, involucra tanto las asociaciones lógicas como las emociones que despiertan los objetos.

V F

## SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

1. F
2. V
3. V
4. F
5. F
6. F
7. F
8. V

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

*Competencias básicas:* conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que debe alcanzar el alumnado al finalizar la enseñanza básica para lograr su realización y desarrollo personal, ejercer debidamente la ciudadanía, incorporarse a la vida adulta de forma plena y ser capaz de continuar aprendiendo a lo largo de la vida.

*Contenidos:* saberes que adecuan al ámbito escolar el conocimiento cultural de una sociedad y que son objeto de enseñanza y aprendizaje en la enseñanza. El currículo selecciona esos contenidos en función de su utilidad para el desarrollo de las capacidades expresadas en los objetivos de cada etapa y de cada área

*Currículo:* conjunto de objetivos, contenidos, orientaciones metodológicas y criterios de evaluación que deben regular la práctica educativa en una determinada etapa y área del sistema educativo.

*Didáctica de las Ciencias:* dentro de las didácticas específicas, es la ciencia que planifica la enseñanza de estas materias a grupos o individuos de características diferentes y que investiga los problemas que se derivan de ello. En general, es la materia que se ocupa de la enseñanza de las respectivas ciencias. Tienen la función de estudiar y atender las necesidades de formación más fundamentales de los ciudadanos la elaboración de un cuerpo teórico de conocimientos que sea capaz de fundamentar y orientar la enseñanza de una ciencia.

*Didáctica especial o específica:* estudian las decisiones normativas acomodadas a estructuras del saber, disciplinas concretas o grupo de disciplinas, siguen las metodologías especiales, elaboran con criterios de aplicación práctica, apoyadas en el mensaje, en el contenido y en la estructura propia de la información y en la exigencia de ser congruente con contenidos, métodos y medios, docentes y discentes.

*Evaluación educativa:* la etapa del proceso educativo que tiene como finalidad comprobar, de manera sistemática, en que medida se han logrado los objetivos propuestos con antelación. Entendiendo a la educación como un proceso sistemático, destinado a lograr cambios duraderos y positivos en la conducta de los sujetos, integrados a la misma, en base a objetivos definidos en forma concreta, precisa, social e individualmente aceptables.” (P. D. Laforucade) Actualmente se considera que la evaluación debe aplicarse a cada uno de los niveles del sistema (curriculum, aprendizajes, docencia, centros...)

*Física:* ciencia que estudia la interacción de la materia y la energía, que pueden ser medidas, y de las leyes que no modifican la estructura íntima de los cuerpos. Desde esta ciencia, se estudian: las propiedades generales de los cuerpos, las fuerzas que los modifican, la transferencia de la energía y la interacción entre partículas. En sus inicios la física se ocupó del estudio de los fenómenos naturales y de las leyes que los rigen. La física clásica se divide en cinco grandes apartados, que corresponden a otros tantos grupos de propiedades de los cuerpos: 1. *Acústica:* estudia los fenómenos relacionados con el sonido. 2. *Electromagnetismo:* considera los fenómenos relativos a las cargas eléctricas fijas o en movimiento. 3. *La mecánica:* estudia el movimiento y las causas que lo producen. Este tipo se divide a su vez en cinemática, estática y dinámica. 4. *La óptica:* se ocupa de los fenómenos relacionados con la luz. 5. *La termodinámica:* estudia los fenómenos relacionados con la temperatura de los cuerpos y las relaciones entre calor y trabajo. Con frecuencia se hace una distinción entre

la física clásica y la física moderna. Esta última comprendería la mayoría de las teorías elaboradas desde finales del siglo XIX, es decir, las relativas a los fenómenos nucleares, física del estado sólido, teorías cuánticas y de la relatividad.

*Metodología:* método es el camino o medio para llegar a un fin, el modo de hacer algo ordenadamente, el modo de obrar y de proceder para alcanzar un objetivo determinado. La metodología es el sistema de acciones o conjunto de actividades del profesor y sus estudiantes, organizadas y planificadas por el docente con la finalidad de posibilitar el aprendizaje de los estudiantes.

*Química:* (del griego khemeia que significa “alquimia”) es la Ciencia Natural que estudia la materia, su estructura, propiedades y transformación a nivel atómico, molecular y macromolecular. Históricamente, esta ciencia surgió de la alquimia y, en su evolución inicial, se dividió en dos ramas que aún existen: a) la química orgánica, que estudia las sustancias basadas en la combinación de los átomos de carbono e incluye a los hidrocarburos y sus derivados, los productos naturales y hasta los tejidos vivos y b) la química inorgánica se centra en el estudio de los minerales. Hoy en día estas definiciones se han ampliado y diversificado; así se pueden encontrar otros campos de la química como la química industrial, la química analítica y la físico química. La separación entre lo orgánico e inorgánico casi no existe; ya que cada vez más la biología es parte importante de la química, esto se ilustra bien en campos como los biomateriales y la nanotecnología.

# Manuales docentes de Educación Primaria

## **Módulo 2**

---

La metodología científica

## PRESENTACIÓN

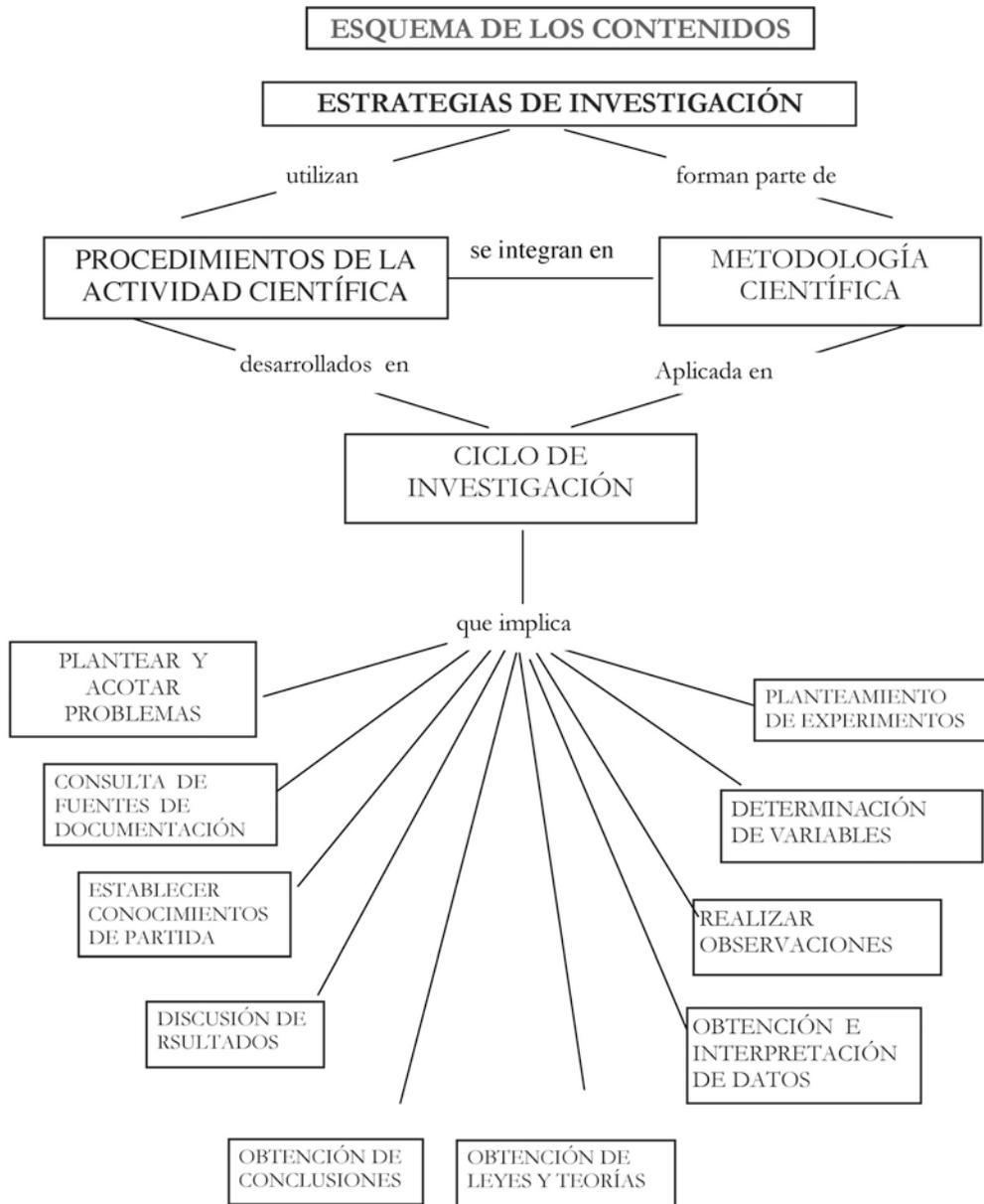
En este módulo se presenta una introducción a las estrategias y procedimientos implicados en el trabajo científico. Pretende servir de orientación y contribuir a que se puedan adquirir progresivamente aquellas capacidades que permitan abordar y solucionar desde una perspectiva científica, diferentes situaciones y problemas que puedan ser objeto de investigación.

Asimismo, en el planteamiento didáctico se ha tenido en cuenta que el razonamiento científico puede ser mejorado significativamente mediante la enseñanza y el entrenamiento en los *procesos científicos*. Por ello, esperamos contribuir a minimizar las dificultades que parecen surgir, en el desarrollo de procedimientos tales como: sistematización de observaciones, formulación de hipótesis, elaboración de diseños, identificación de variables, obtención e interpretación de datos, análisis y discusión de resultados, etc, mediante el desarrollo de actividades concretas que integren la utilización de las mencionadas estrategias tanto en la propuesta como en el análisis de pequeñas investigaciones.

## OBJETIVOS

- Familiarizar a los alumnos con el modo de trabajar los científicos.
- Capacitar a los alumnos con las estrategias del quehacer científico.
- Guiar a los futuros maestros en los diferentes aspectos de un proceso de investigación.
- Instruir a los estudiantes en las diversas técnicas de recogida de datos.
- Familiarizarles con las diferentes formas de análisis de datos.
- Enseñarles la elaboración de informes.

## ESQUEMA DE LOS CONTENIDOS



## EXPOSICIÓN DE LOS CONTENIDOS

### INTRODUCCIÓN

La metodología científica está configurada por los distintos procesos llevados a cabo en la construcción de la ciencia, se podría decir que éstos son las capacidades o estrategias típicas del trabajo científico. Algunos procesos científicos serán: observar, clasificar, describir, comunicar, medir, obtener conclusiones, definir operacionalmente, formular hipótesis, controlar variables, interpretar datos, diseñar experiencias, etc. En relación a la instrucción científica, los procesos

se caracterizan por ser una destreza intelectual específica empleada por todos los científicos; corresponderse con una conducta, típicamente científica que puede ser aprendida por los estudiantes y ser transferibles a otros dominios del contenido y que, por último, contribuyen al pensamiento racional sobre asuntos cotidianos.

El estudiante debe practicar los distintos procesos del quehacer científico de tal forma que adquiera de forma progresiva las capacidades que le permitan abordar y solucionar de forma científica cualquier situación o problema, ya que el manejo de los conceptos, la búsqueda de relaciones o la obtención de conclusiones se apoyan en una serie de procesos lógicos. Estos procesos suponen el tránsito entre diferentes niveles. Así, el razonamiento científico está condicionado por el grado de evolución intelectual, es decir, por la maduración, pero tanto ésta como la enseñanza y el entrenamiento pueden mejorarla significativamente.

Se debe tener en cuenta que para la realización de las actividades que forman parte de la metodología científica no existe un orden estrictamente prefijado, sino que en cada investigación concreta se llevarán a cabo con una secuencia determinada impuesta por la propia línea de investigación. Algunas de ellas habituales en la actividad científica a lo largo del proceso investigador son :

- a) planteamiento de problemas;
- b) utilización de fuentes de información de forma sistemática y organizada;
- c) formulación de hipótesis;
- d) contrastación de hipótesis;
- e) planificación y realización de experimentos;
- f) recogida, organización y análisis de los datos;
- g) discusión de conclusiones;
- h) la comunicación de los resultados al resto de la comunidad científica mediante la elaboración y publicación de informes.

## 1. LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA

Aunque resulta difícil, según Kerlinger (1975), proporcionar una definición del término “ciencia” ésta, se podría entender en un intento de caracterización general, como un “*cuero de ideas*” (Bunge, 1983) o sistema de conocimientos. Estos conocimientos tienen la peculiaridad de ser el resultado de la aplicación de un conjunto de procedimientos racionales y críticos que se engloban bajo la denominación genérica de *método científico*. En consecuencia, lo que esencialmente caracteriza a la ciencia como saber racional y críticamente fundado sobre la realidad (empírica y no-empírica), es el *método* a través del cual se construye ese saber o conocimiento.

En la actualidad se entiende por ciencia todo saber que se pueda presentar como un conjunto sistemático de conocimientos racionales, cuya validez pueda ser demostrada mediante métodos lógicos o métodos empíricos, según hablemos de conocimientos propios de las ciencias formales o de las ciencias empíricas.

Ciencia (en latín *scientia*, de *scire*, “conocer”), es un término que en su sentido más amplio se emplea para referirse al conocimiento sistematizado en cualquier campo, pero que suele

aplicarse sobre todo a la organización de la experiencia sensorial objetivamente verificable. La búsqueda de conocimiento en ese contexto se conoce como “ciencia pura”, para distinguirla de la “ciencia aplicada” (la búsqueda de usos prácticos del conocimiento científico) y de la tecnología, a través de la cual se llevan a cabo las aplicaciones. Podría decirse que por un lado, es el proceso mediante el cual se adquiere conocimiento, y por el otro, el cuerpo organizado de conocimiento obtenido a través de este proceso.

De acuerdo con Losada y López-Feal (2003), corresponden a una ciencia en particular:

- Un *área de estudio* (objeto de la ciencia), *enunciados* relativos a esta área. Son los resultados de su investigación, *expresados conceptualmente* (en algunos casos también matemáticamente) y deben estar relacionados unos con otros y unidos de modo que representen la estructura interior del *objeto de la ciencia*, y *métodos* que permitan hallar los enunciados.

En definitiva, el objeto de la ciencia, actualmente se puede considerar que se compone de la suma de los objetos de estudio de todas las disciplinas científicas, y el número de éstas varía con el tiempo, así hay disciplinas, tales como la Psicología, que hoy está considerada como una Ciencia; pero, hasta no hace mucho tiempo, se discutía dentro de la propia disciplina su consideración como tal. Por otro lado, también hay disciplinas emergentes, tales como la Educación Física o la Didáctica de las Ciencias Experimentales, cuyo cuerpo de conocimientos actualmente se está consolidando e incorporando al computo de las disciplinas.

El método científico se podría decir que es el conjunto de pasos reglados que utiliza la ciencia para la ampliación de sus conocimientos. Una de las características principales del método científico es su *replicabilidad*. Esto hace posible que diversos investigadores, siguiendo este método y explorando la misma situación o fenómeno, puedan llegar a obtener el mismo tipo de resultados. Sin embargo, es conveniente tener en cuenta que esta replicabilidad se puede conseguir utilizando diferentes estrategias y así surgen variantes de ese método y habla de: *método inductivo*, del *método deductivo* y del *método hipotético deductivo*.

La metodología científica, está configurada, por tanto, por los procesos llevados a cabo en el desarrollo de un ciclo de investigación. Dichos procesos constituyen las capacidades o estrategias típicas del quehacer científico. Se puede decir que los procesos tales como: observar, clasificar, describir, comunicar, medir, obtener conclusiones, definir operacionalmente, formular hipótesis, controlar variables, interpretar datos, diseñar y desarrollar experiencias, etc., que se encuentran integrados en la metodología científica se caracterizan por:

- Ser una destreza intelectual específica empleada por todos los científicos.
- Corresponderse con una conducta, típicamente científica que puede ser aprendida con la práctica de la investigación.
- Ser transferibles a diferentes dominios de contenido y contribuir al desarrollo del pensamiento racional.

En relación con la metodología científica, conviene destacar además, que no debe concebirse como un conjunto de etapas (observación, hipótesis, experimentación, resultados, interpretación y conclusiones), a seguir mecánicamente y en un orden rígidamente preestablecido; sino que es mucho más flexible, aunque es cierto que dichos procesos se lleven a cabo

de una u otra forma a lo largo de todo el proceso investigador. En este sentido, algunos autores como Giordan y De Vecchi (1988) señalan que:

...El esquema lineal de investigación (Observación à Hipótesis à Experimentación à Resultados à Interpretación à Conclusiones) es una simplificación formulada después del descubrimiento.

...El proceso real es mucho más sinuoso e incierto; pero el investigador ofrece de su trabajo una imagen lógica y racional, olvidando los errores y las pistas falsas...

En concreto, según la definición de F. S. Kerlinger (1988), el método científico se entiende como *el estudio sistemático, controlado, empírico y crítico de proposiciones hipotéticas acerca de presuntas relaciones entre varios fenómenos*.

## 2. LOS PROCEDIMIENTOS DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

Presentamos a continuación algunas de las características de los distintos procesos de la actividad científica que nos pueden servir de orientación para el diseño de actividades de enseñanza y de aprendizaje.

Conviene destacar que el conjunto de actividades que integremos en un trabajo práctico debe propiciar una visión correcta del quehacer científico evitando el *reduccionismo* a la simple experimentación como técnica; por ello es interesante que recapitemos sobre algunos de los procesos implicados:

### a) La observación

La observación es una parte muy importante en cualquier trabajo de investigación, y más aún si tenemos en cuenta que gran parte del desarrollo científico se basa en este proceso; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. Por ello, es necesario adiestrar al estudiante y prepararle para ser un buen observador.

Existen dos clases de observación: la observación no científica y la observación científica. La diferencia básica entre una y otra está en la intencionalidad:

- *Observar científicamente* significa observar con un objetivo claro, definido y preciso: el investigador sabe qué es lo que desea observar y para qué quiere hacerlo, lo cual implica que debe preparar cuidadosamente la observación.
- *Observar no científicamente* significa observar sin intención, sin objetivo definido y por tanto, sin preparación previa.

En consecuencia, es importante resaltar que la observación es un proceso cognitivo y que ésta es científica cuando existe una finalidad y una perspectiva teórica. En general, las observaciones científicas no se hacen dentro de un vacío teórico, sino que estarán mediatizadas por un sistema conceptual previamente adquirido por el investigador a través del estudio, la lectura y los contactos con otros científicos. Al adiestrar al alumno en la práctica de la observación conviene establecer un “objetivo determinado” (recogida de datos, evolución de un

determinado fenómeno...etc. ) y éste debe quedar muy claro para el observador, que al hacer observaciones, tiene que distinguir lo que es relevante de lo irrelevante. Es necesario reforzar la idea de que la observación requiere que se hagan supuestos y preguntas que sirvan de guía para la recogida de datos.

Podemos clasificar la observación como:

- *Observación ocasional*: a practicar en las fases iniciales, puede incluir, por ejemplo, recuento de experiencias propias, sobre algún hecho o fenómeno.
- *Observación registrada*: para llevarla a cabo se exige la preparación previa de matrices y escalas para su registro.
- *Observación sistemática*: en la que se tienen en cuenta las variables espacio y tiempo. Exigirá, por tanto, un lugar y tiempo para su realización. Este tipo de observación incluye, por ejemplo, *la observación continuada de fenómenos que pueden ocurrir con cierta periodicidad y frecuencia, por lo que se puede descubrir el ritmo o regularidad del hecho observado.*

Para practicar estos procedimientos se recomienda avanzar, pues, desde la observación ocasional o espontánea hasta la observación registrada y, finalmente a la observación sistemática. En cada una de ellas se ponen en juego distintas destrezas: agudeza en las apreciaciones, comparación, síntesis, selección de datos, etc.

- Se distingue, además, la observación *cualitativa* de la *cuantitativa*, referida a magnitudes o atributos medibles, ésta se relaciona con las Matemáticas y se apoya en la experimentación.

A continuación señalamos algunas orientaciones para desarrollar la observación.

*Pasos para practicar la observación:*

1. Determinar el objeto, situación, fenómeno, acontecimiento, caso, etc. (qué se va a observar).
2. Determinar los objetivos de la observación, (para qué se va a observar).
3. Planificar preguntas que sirvan de guía para la recogida de datos.
4. Determinar la forma con que se van a registrar los datos.
5. Observar cuidadosa y críticamente de acuerdo a los objetivos y guía establecida.
6. Registrar los datos observados.
7. Analizar los datos (¿se podrán hacer posibles interpretaciones?).
8. Elaborar conclusiones (¿o descripciones?).
9. Elaborar el informe de observación (este paso puede omitirse si en la investigación se emplean también otras técnicas, en cuyo caso el informe incluye los resultados obtenidos en todo el proceso investigador).

#### *b) La descripción*

Toda observación tiene como propósito una descripción de los hechos observados. Cuando se realiza en términos matemáticos se tiene una *descripción cuantitativa*. Esto significa que con este tipo de descripción se trata de responder a la pregunta ¿cuánto?, indicando una

cantidad. Se debe realizar asimismo, descripciones cualitativas que incluyan: apariencia, olor, color, dureza, sabor, ruido, etc.

En la descripción no debemos confundir *observación con interpretación*. La interpretación no suele deducirse simplemente de los hechos observados. Por otra parte, en este proceso no se formulan hipótesis acerca de la importancia relativa de las observaciones.

La interpretación de un hecho o fenómeno se basa normalmente en nuestra experiencia, se refiere a un hecho de carácter particular y suele llevar implícita la forma de verificar su validez. Generalmente el punto de partida para ello es la observación.

### c) *Búsqueda de regularidades*

El descubrimiento de regularidades en los hechos observados permite la simplificación de las observaciones ya que éstas se pueden reunir y considerarlas en su conjunto. Las regularidades facilitan el empleo del conocimiento y se expresan frecuentemente como hipótesis.

### d) *Explicación y predicción*

La explicación podemos decir que es el intento de dar respuesta al porqué de los hechos o fenómenos observados. Este tipo de actividad científica es la que más se presta a la creación. Para que pueda considerarse científica tiene que cumplir al menos dos requisitos:

- que los argumentos sean relevantes al fenómeno que se pretende explicar,
- que sea contrastable empíricamente, es decir, que de tal explicación se deriven consecuencias que puedan someterse a la prueba del experimento o de la observación científica.

En Física, por ejemplo, la explicación supone encontrar una ley desde la cual se puede deducir a modo de consecuencia, la descripción que se pretende explicar. No obstante, el término explicación se utiliza, con frecuencia, en el sentido de hallazgo de la razón o causa por la que se produce el fenómeno en la forma previamente descrita.

De igual forma podemos considerar que “las explicaciones causales” mejoran la comprensión del fenómeno y lo hacen inteligibles por ello son consideradas como buenas explicaciones.

La predicción, en cambio, implica deducir lo que ha de suceder, lógicamente está íntimamente relacionada con la explicación.

### e) *El uso de modelos*

En el intento de dar respuesta a los hechos observados se recurre muchas veces a la utilización de *modelos*, es decir, a *buscar comportamientos semejantes en otras situaciones que comprendemos mejor*. Si la información de que disponemos es escasa, habrá numerosos modelos que pueden explicar las observaciones, pero a medida que el conocimiento mejora, el número

de modelos compatibles con los hechos observados es cada vez menor. *El modelo elegido será válido si describe correctamente las observaciones realizadas.*

*Ejemplificación.* Para la familiarización con su utilización ya que es un proceso muy empleado por los científicos vamos a plantear un problema familiar y cotidiano e intentaremos explicarlo:

### – ¿Qué ocurre cuando alguien infla un globo?<sup>1</sup>

Procedemos en primer lugar a examinar cuidadosamente el globo, anotar las observaciones sin emitir detalle y buscar regularidades en nuestras observaciones.

Las observaciones realizadas sobre este hecho podrían permitirnos describir que:

- *Cuando se sopla en un globo (introducimos gas en él), éste se agranda, la goma se estira y el globo se endurece.*
- *¿Podemos “explicar” lo que estamos viendo?*

La respuesta a las preguntas que nos formulemos comienza con un *¿por qué?*:

- *¿Por qué se agranda el globo?*
- *¿Por qué se endurece?*
- *¿Por qué?...*

Para resolver éstos interrogantes y dar una explicación a los hechos observados, recurriremos a la utilización de *modelos*, es decir, trataremos *de formular un modelo que represente el gas del globo mediante un sistema acerca del cual todos sepamos algo.*

Recurriremos, en este caso considerar el comportamiento de pelotas de goma elásticas y muy duras, que es conocido por todos. Éstas pelotas al caer al suelo saltan, y vuelven a alcanzar *casi* la altura desde la cual cayeran, si se las arroja contra una pared, en una habitación pequeña rebotarán de pared a pared, perdiendo gradualmente su impulso hasta detenerse.

- *¿Podrá haber alguna relación entre el movimiento de estas pelotas de goma y el aire del globo?*

Podemos fácilmente razonar que un conjunto de pelotas que rebotan constituye un *sistema relativamente simple*, que puede ser estudiado experimentalmente y que se puede describir cuantitativamente. Probablemente resulte un buen modelo para el gas del globo.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se puede suponer que el aire o cualquier otro gas está formado por un conjunto de diminutas pelotillas moviéndose en todas direcciones y chocando con las paredes del recipiente que lo contenga. Una vez que la pelota ha chocado con la pared, la abandona rebotando en otra dirección. Si existe gran número de estas pelotitas habrá un gran número de choques por segundo.

Este *modelo* es capaz de explicar los *empujones* que recibe la pared como consecuencia del choque los “empujones” que recibe una cierta superficie de la pared, por ejemplo, un centímetro

1 Ejemplo adaptado de Parry, R. W. et ál (1973). *Química.Fundamentos experimentales*. Barcelona: Reverté.

cuadrado la denominamos *presión ejercida por un gas*. De acuerdo con ello, podríamos concluir que los choques de las diminutas pelotas contra la pared del globo explican la *presión del gas* y establecer los siguientes razonamientos:

1. Si se agrega mayor cantidad de gas al globo, habrá mayor número de partículas y por tanto mayor número de choques por segundo, por tanto, mayor presión.
2. A medida que aumenta la presión sobre las paredes del globo (empujones por unidad de superficie), las paredes del globo se estiran, con lo cual *aumenta su superficie*. Este proceso continúa hasta que la presión (empujones por unidad de superficie) es casi la misma que al principio.

- En resumen,

- *A medida que se agrega aire al globo, éste aumenta de tamaño, pero la presión del gas en el interior del globo es esencialmente la misma.*

El *modelo* seleccionado basado en las pelotitas de goma que rebotan, es capaz de reproducir varias de las observaciones realizadas al hinchar el globo. En este sentido es un buen modelo y debe ser examinado más cuidadosamente.

Conviene llamar la atención sobre el hecho de *que no debemos pensar que el modelo es el sistema, es solo una aproximación a lo que ocurre realmente* y como tal tendrá ciertas limitaciones que debemos tener en cuenta:

- La pelota cuando se la deja caer no alcanza exactamente la altura original, es decir no es una pelota perfectamente elástica. *Una pelota completamente elástica continuaría rebotando siempre, una vez lanzada*. De igual forma las colisiones tampoco son perfectamente elásticas ya que como sabemos su movimiento se amortigua poco a poco hasta que se detiene, llegados a este punto cabe preguntarnos:

- *¿Cómo comportaría el gas si suponemos que las diminutas pelotas que lo forman se comportan como las pelotas de goma?*

Si así fuera y tuviésemos un gas encerrado en un recipiente y se ha medido su presión, el modelo que hemos adoptado nos permitiría ahora formular una predicción:

Si cada partícula de gas se comportase o fuese exactamente igual que una pequeña pelota de goma perdería velocidad en cada choque con las paredes del recipiente y al cabo de un tiempo todas las partículas dejarían de rebotar, cayendo hacia el fondo del recipiente. La presión entonces debería ir disminuyendo hasta llegar a ser cero.

El *modelo* nos ha permitido formular una *predicción* que puede comprobarse experimentalmente. Las observaciones realizadas considerando el gas encerrado en un recipiente a temperatura constante demostrarían que mientras el recipiente no pierda, la presión, *no* disminuye. La observación contradice directamente la predicción. Es evidente que las partículas de gas no pierden velocidad con cada choque. Debemos concluir entonces que si el modelo de las partículas en movimiento ha de ser correcto,

...los choques de las partículas de gas con las paredes y entre si deben ser perfectamente elásticos.

De las anteriores consideraciones se desprende que el sistema que forma el *modelo* no puede ser exactamente igual al gas contenido en el globo, aunque la semejanza es grande. La diferencia entre el *gas verdadero* y el *gas problema* está en que *las partículas del gas sufren choques perfectamente elásticos*.

De las consideraciones anteriores podemos obtener las siguientes conclusiones:

- *El modelo sugiere nuevos experimentos y nuevas observaciones.*
- *Los resultados demuestran que el sistema desconocido es muy parecido al sistema modelo o que difiere de él en ciertos aspectos (colisiones elásticas en lugar de colisiones inelásticas).*
- *Si las diferencias fuesen muy grandes se podría abandonar el modelo y tratar de formular otro mejor; si no fuese así, se puede conservar o modificar el modelo pero teniendo siempre en cuenta que el modelo y el sistema no son iguales.*
- *Como es difícil visualizar las partículas que forman el gas, tratamos de explicar las propiedades de éste mediante el comportamiento de pelotas de goma, fáciles de ver, de manejar, medir y estudiar. Su comportamiento se comprende bien.*

#### *f) Variables científicas: identificación y control*

Una variable es cualquier factor que puede influir en un determinado experimento o fenómeno natural. Es decir, es una propiedad o característica que puede tomar valores diferentes. Estos atributos son manipulados, controlados u observados por el científico durante el proceso de experimentación.

Identificar y analizar las variables que intervienen en un determinado fenómeno que deseamos estudiar es primordial para encauzar la experiencia. Un control de variables implica el mantenimiento inalterable de unas determinadas condiciones experimentales. Esto permite tener un cierto *poder* sobre los factores que intervienen en un determinado fenómeno.

En general, las variables pueden ser *continuas* o *discontinuas*. Se dice que una variable es *continua* cuando permite valores intermedios. Por ejemplo la talla, el peso, la temperatura, la hora etc. Aquellas variables que no admiten valores intermedios y vienen dadas por números enteros no fraccionables, se denominan *discontinuas*, por ejemplo, número de alumnos, asignaturas, plantas etc.

#### Tipo de variables

- *Variables independientes:* Son las condiciones del sistema en estudio que maneja y controla el experimentador, cuyo efecto se pretende investigar. Es aquella cuyos valores fija libremente el investigador antes de realizar el experimento.
- *Variables dependientes:* Son una medida de la respuesta del sistema ante la modificación introducida. Son aquellas cuyos resultados varían o se modifican en función de la variable independiente que se introduzca. Sus valores dependerán de los que se hayan elegido para la variable independiente.

Una variable independiente puede emparejarse con más de una dependiente, en cada caso se plantearán solo aquellas relaciones que son relevantes para comprender el objetivo último de la investigación.

En la pregunta *¿qué le pasa a Y si aumentamos o disminuimos X?* La variable que vamos a manipular es X siendo, en consecuencia, la variable independiente. La variable dependiente es Y, porque es el resultado o elemento afectado por los cambios de la variable independiente.

- *Variables moderadoras.* Como normalmente al investigar un determinado fenómeno influyen muchos factores (variables) sobre el mismo, para poder determinar con precisión la relación entre la variable dependiente e independiente, deben eliminarse o reducirse (puestas bajo control). Estas variables que se igualan y mantienen constantes durante el transcurso del experimento de tal forma que no influyan en el resultado son las denominadas *variables controladas o moderadoras*.

Las variables moderadoras o condicionantes del experimento son los factores que pueden alterar el efecto de la variable independiente sobre la dependiente, pudiendo producir modificaciones en los resultados y llevarnos a conclusiones erróneas.

#### g) *Formulación de hipótesis*

Una *hipótesis científica es una conjetura razonable que permite explicar un fenómeno dado y que puede ser contrastada experimentalmente*. Para que una hipótesis sea *científica* tiene que cumplir:

- a) estar correctamente formulada y tener una significación precisa;
- b) debe explicar los hechos que motivaron su formulación;
- c) tiene que ser contrastable experimentalmente y
- d) el investigador debe fundamentar sus hipótesis en la teoría o en la práctica.

Por tanto, formular una hipótesis contrastable implica la introducción de conceptos definidos de manera precisa, por medio de operaciones que permitan obtener su valor a partir de las experiencias. Conviene señalar que la contrastación directa de una hipótesis no siempre es posible, y ello exige la deducción de consecuencias lógicas que sí sean susceptibles de comprobar así como el diseño de montajes experimentales adecuados, en cuyo bosquejo juega un papel esencial tanto la habilidad técnica como la capacidad organizativa del investigador o grupo de investigación. Es interesante hacer constar que para formular una buena hipótesis no hay reglas fijas pero *es importante familiarizarse con el fenómeno que se pretende estudiar y su contexto*.

Después del planteamiento del problema de investigación, se deben proporcionar respuestas o suposiciones provisionales, a partir de las cuales se inicia el razonamiento. Las hipótesis son el vínculo entre la teoría y la práctica. La teoría sirve de base a la hipótesis y a su vez es modificada por ésta. La hipótesis requiere de la investigación, para la comprobación de los postulados que contiene.

Finalmente, se debe estimular al estudiante para que participe en la emisión de hipótesis, reconduciendo las que formulen erróneamente mediante preguntas y reflexiones. La discusión en común de las hipótesis propuestas debe ser un procedimiento habitual de la práctica docente, de forma que permitan al alumno poder llegar a seleccionar la hipótesis más verosímiles.

Para validar una hipótesis hay que especificar que consecuencias empíricamente contrastables se derivan de ella. Que cabe esperar en los hechos si la hipótesis fuese cierta. La validación de la hipótesis es una fase empírica y gira en torno a la recogida, organización y procesamiento de datos.

Será pues, necesario seleccionar el método más apropiado al problema que se desea investigar, a los objetivos y a las hipótesis.

### *b) Diseño experimental*

Un experimento bien planteado permitirá contrastar la hipótesis que lo generó e incluso surgirán otras nuevas corrigiendo o ampliando el conocimiento científico de lo real. Ese método experimental para comprobar la hipótesis constituye lo que denominamos *un diseño experimental*. Para orientar al estudiante en su realización, es conveniente acostumbrarle a estos planteamientos de tal forma que incluya los siguientes apartados; entendiendo que no constituye una planificación rígida sino que ésta se adaptará, en cada caso, al proceso investigador que se desee llevar a cabo. Debe constar de los siguientes apartados:

#### *A) TÍTULO DEL TEMA SOMETIDO A ESTUDIO Y SU FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA*

Es interesante tener una visión de conjunto del tema que se pretende investigar. Por ello, lo primero será recurrir a las diferentes fuentes de documentación que nos permitan establecer el marco teórico donde se fundamente el asunto a estudiar.

#### *B) CUESTIONES DUCTORAS*

El profesor a efectos de facilitar la labor de los estudiantes introducirá preguntas que pretendan motivar o situar al alumno dentro del contexto por el que se desarrollará la experiencia. Además estas cuestiones les podrán ayudar a recordar o revisar conceptos o esquemas conceptuales en los que deberán fundamentar su trabajo.

Dichas cuestiones tienen una importancia extraordinaria en este procedimiento metodológico ya que pueden servir, según la secuencia de introducción, para plantear preguntas claves en el proceso experimental o bien se pueden utilizar para extrapolar los aspectos investigados a situaciones nuevas. Pensamos que ayudarán al discente a considerar aspectos esenciales de la experiencia, a reflexionar sobre hechos planteados y lógicamente a establecer relaciones con nuevos contenidos. En definitiva, podrán “conducirle” a lograr un aprendizaje significativo.

Estas preguntas deben ayudar a conectar los contenidos con hechos de la vida real donde los principios y conceptos físicos que se estudien tengan aplicación.

**C) OBJETIVOS**

En cada caso concreto es imprescindible definir las finalidades fundamentales, es decir, los objetivos que servirán a modo de guía de la experimentación aunque a lo largo de ella puedan surgir modificaciones.

Es fundamental tener en cuenta *qué objetivos se persiguen* ya que éstos serán los que determinen:

- 1) qué aspectos de la actividad hemos de observar;
- 2) qué variables hemos de introducir y cuáles tenemos que controlar y hacer que se conviertan en una constante para que, al finalizar la experiencia, podamos asegurar que los resultados obtenidos derivan de la variable que queremos estudiar y no de otros factores;
- 3) a qué conclusiones llegamos tras la ejecución de la experiencia y el análisis de los resultados obtenidos.

**D) DELIMITACIÓN DE LAS VARIABLES RELEVANTES**

El análisis del fenómeno permitirá identificar los factores relevantes con respecto a las cuestiones que se pretenden responder. Precisamente, la definición de las variables dependiente, independiente y moderadoras constituyen el núcleo del diseño y depende de las hipótesis que se desean probar.

**E) MATERIAL NECESARIO**

Incluirá una relación del material que el alumno va a precisar para realizar la experiencia. También se especificarán los dibujos y esquemas de los montajes que tengan que realizar durante el desarrollo experimental.

**F) PROCEDIMIENTO A SEGUIR Y DESARROLLO EXPERIMENTAL**

El procedimiento se refiere a la forma de llevar a cabo la tarea de investigación. Las indicaciones del procedimiento han de ser las suficientes para que cualquier otro investigador pueda repetir el experimento. El profesor puede dar unas orientaciones mínimas, pero suficientes, para que el alumno vaya avanzando progresivamente en la investigación.

Según el grado de directividad con que se puedan desarrollar las experiencias podemos considerar dos tipos:

- a) *desarrollo experimental dirigido*, con inclusión de pautas para la realización de los montajes, pero dejando al alumno libertad para poder introducir cambios y
- b) *desarrollo experimental autónomo*, en éste el alumno es el que debe diseñar el montaje adecuado y llevarlo a cabo, para ello dispondrá de las fuentes de documentación y del material necesario, así como de la orientación del profesor.

**G) REGISTRO Y ORGANIZACIÓN DE DATOS**

Es necesario establecer pautas de observación tanto cualitativas como cuantitativas e indicar qué aspectos se han de registrar a lo largo del desarrollo de la experiencia, concordantes con los objetivos previstos.

De este modo se van obteniendo unos resultados cuantitativos y cualitativos que deben anotarse. Esto permitirá elaborar *tablas de resultados*, que una vez analizados e interpretados

se utilizarán para la obtención de conclusiones que confirmarán o refutarán las hipótesis de partida.

H) *TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN. TABLAS ESTADÍSTICAS*

Es necesario establecer pautas de observación tanto cualitativas como cuantitativas e indicar qué aspectos se han de registrar a lo largo del desarrollo de la experiencia, de acuerdo con los objetivos previsto. De este modo se van obteniendo unos resultados cuantitativos y cualitativos que deben anotarse y ordenarse en orden creciente o decreciente. Si la variable es continua, o bien discreta pero con un número de datos muy grande, es muy aconsejable agrupar los datos en clases. Esto permitirá elaborar tablas de resultados. En ella deben figurar:

- los valores de la variable ( y en caso de que se encuentran agrupada en clases, los intervalos y la marca de la clase),
- frecuencias absolutas y relativas<sup>2</sup> . Como ejemplo podemos considerar la tabla 1 donde aparecen las urgencias atendidas por un médico en 20 días.

**Tabla 1. Resumen los datos en una tabla estadística**

Nº urgencias	Recuento	F <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>	%
1	IIIIII	6	6	0,3	0,3	30
2	IIIIII	7	13	0,35	0,65	35
3	III	3	16	0,15	0,8	15
4	II	2	18	0,1	0,9	10
5	I	1	19	0,05	0,95	5
6		0	19	0	0,95	
	I	1	20	0,05	1	5
Total		20				100

I) *REPRESENTACIÓN GRÁFICA Y ANÁLISIS DE DATOS*

Aún cuando las tablas estadísticas contienen toda la información, a veces es conveniente expresarla mediante un gráfico, con el fin de facilitar tanto la interpretación de los resultados, como la obtención de conclusiones que confirmarán o refutarán las hipótesis de

2 Frecuencia absoluta de un valor de una variable, es el número de veces que se repite este valor.  
 Frecuencia absoluta acumulada de un valor x, a la suma de todas las frecuencias absolutas de los valores iguales o menores al considerado. La frecuencia absoluta no es suficiente para reflejar la intensidad con que se repite un determinado valor de la variable, ya que no es lo mismo sacar tres veces un cinco al lanzar un dado diez veces que al lanzarlo mil.  
 Frecuencia relativa (representada por h<sub>i</sub>) como el cociente entre la frecuencia absoluta y el número total de datos que intervienen en la distribución. La frecuencia relativa acumulada de un valor es la suma de todas las frecuencias relativas de los valores menores o iguales al considerado.

partida. y en ocasiones permitirán realizar predicciones. Ahora bien, dependiendo de la naturaleza del estudio se utilizará un tipo u otro de representación. Entre los más usuales están: diagramas de barras, polígonos de frecuencias, histogramas, diagramas de sectores, pictogramas, cartogramas, diagramas lineales y pirámides de población.

#### J) *ELABORACIÓN DE CONCLUSIONES: LEYES Y TEORÍAS*

En las conclusiones, los investigadores reflexionan sobre las consecuencias que tienen los datos que han encontrado y sobre posibles semejanzas o diferencias con resultados anteriores. Las conclusiones obtenidas pueden conducir a la elaboración de *leyes y teorías*. Es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las *leyes científicas* se establecen a partir de las hipótesis confirmadas. Se podría decir que una *ley es una hipótesis confirmada que afirma una relación constante entre dos variables*.
- La ley científica aparece como el resultado de un proceso científico que se inicia con el planteamiento mismo del problema. Sus rasgos fundamentales son el poseer un determinado campo de validez y su carácter cuantitativo (expresión matemática).
- La *teoría* designa un sistema de hipótesis entre las cuales destacan las *leyes* (hipótesis corroboradas), de modo que el núcleo de una teoría es un sistema de leyes. Tal sistema viene caracterizado por una unidad lógica que es la que concede a la teoría su carácter de cuerpo coherente de conocimientos.

Respecto a la sustitución de unas teorías por otras que puedan tener un mayor poder explicativo de los mismos hechos. Fourez (1994), afirma que debido a que las teorías implican toda una red para dar sentido es por lo que nunca se abandona exclusivamente una teoría, sino que a la vez se abandona todo un programa de investigación o toda la red que va unida a él. Por ello, mientras se considere interesante conservar la red que permite el funcionamiento de una tecnología intelectual o material, hay grandes posibilidades de que se conserve también la teoría.

#### K) *INFORME*

Es un documento escrito donde se exponen, contrastan y discuten los resultados de una investigación.

En las actividades prácticas desarrolladas como pequeñas investigaciones, que pueden desarrollar los alumnos, parece conveniente seguir el mismo modelo que utilizan los científicos para comunicar los resultados de sus trabajos. Constaría de los siguientes apartados (tabla II):

**Tabla II. Apartados de un Informe**

<b>Título</b>	Debe ser preciso y específico, de modo que exprese el contenido real de la investigación, por ello, consideramos que no debe ser largo. Estamos convencidos que un buen título invita a leer lo que contiene el escrito.
<b>Introducción</b>	En ella se hará un estudio bibliográfico de las investigaciones realizadas sobre el tema en cuestión o bien una referencia histórica al contenido de la misma.
<b>Objetivos.</b>	Se señalarán los objetivos que tras el desarrollo del trabajo se pretenden cubrir. Estos son los que se denominan hipótesis experimentales. Por tanto se recogerá la declaración experiencial de las mismas que al servir de guía para la investigación deberán estar correctamente formuladas y lógicamente se transcribirá si se han contrastado experimentalmente.
<b>Desarrollo experimental</b>	Se describirán los materiales empleados, el montaje de la experiencia así como el procedimiento seguido para la obtención de los resultados.
<b>Resultados</b>	Se incluirá en este apartado la mayoría de la información que se ha obtenido en el transcurso de la investigación. Deberá presentarse en forma de tablas de datos y se elaborarán los gráficos con objeto de hacer patente todos los resultados más relevantes.
<b>Análisis y discusión de los resultados</b>	Se pretende relacionarlos a fin de obtener explicaciones a los problemas planteados así como buscar una comprobación de la validez de nuestras hipótesis.
<b>Elaboración de conclusiones</b>	Como resultado de la discusión anterior se procede a establecer las conclusiones de la investigación.
<b>Referencias bibliográficas</b>	Se seguirá el sistema normalmente utilizado en las publicaciones científicas.

### 3. SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE LAS ESTRATEGIAS DEL TRABAJO CIENTÍFICO

La metodología seguida para trabajar los distintos procedimientos que se utilizan en un trabajo de investigación y que, por tanto, forman parte de la metodología científica se ha estructurado en *tres fases*, tal como se indica en la tabla III y constituye una propuesta o guía que el profesor puede variar y adaptar a cada situación concreta de aprendizaje. Resulta muy útil antes de afrontar en el aula cualquier trabajo desde una perspectiva de investigación guiada, dedicar unas clases previas a la familiarización del alumnado con las estrategias usadas en un trabajo de investigación.

En las fases a las que hacemos referencia se puede apreciar, paralelamente, como es posible la utilización de distintos recursos que faciliten la construcción de conocimientos, a través de contextos interactivos, que favorezcan un aprendizaje significativo y funcional de los contenidos y procedimientos implicados en las distintas etapas de un proceso investigador.

Asimismo, debemos tener en cuenta que para la realización de las actividades que forman parte de la metodología científica no existe un orden estrictamente prefijado, sino que en cada investigación concreta, se llevarán a cabo con una secuencia determinada impuesta por la propia línea de investigación.

No obstante, es necesario destacar que los estudiantes tendrán ocasión de afianzar los nuevos conocimientos, a lo largo de la secuencia de actividades, y situaciones de enseñanza-aprendizaje que se desarrollen, en conexión con un proceso investigador planificado desde las distintas materias que configuren su Currículo, ya que la sustitución de las ideas previas del alumno por conocimientos más avanzados se produce de forma progresiva y gradual (Pozo, 1991).

La metodología a seguir para la familiarización del alumnado con los distintos procedimientos y métodos del trabajo científico constituye, en este caso, una propuesta (o guía) que el profesor puede variar y adaptar a cada situación concreta.

**Tabla III. Secuencia de enseñanza-aprendizaje**

<b>SECUENCIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA:</b>	
<p><b>FASE I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivación</li> <li>• Conocimientos previos</li> <li>• Conflicto cognitivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resolución de cuestionarios de preguntas abiertas sobre aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico (Actividad 1).</li> <li>– Puesta en común-debate: comparación de respuestas y justificación de las mismas bien en el foro o mediante un chat.</li> </ul>
<p><b>FASE II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflictos cognitivos</li> <li>• Reestructuración de ideas</li> </ul>	<p>Planteamiento de un problema a investigar. ¿De qué factores depende el crecimiento de una planta? (Actividad 2).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– A partir de la proyección de un video sobre una investigación tipo: identificar las distintas fases del proceso de investigación (Actividad 3).</li> <li>– Actividades para practicar la observación e interpretación de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un fenómeno de combustión (Actividad 4a).</li> <li>- Vaso de agua (Actividad 4b).</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>FASE III</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de ideas</li> <li>• Revisión del cambio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Análisis de un texto histórico. Identificar y clasificar los pasos seguidos en dicho proceso (Actividad 5).</li> </ul> <p>Desarrollo de pequeñas investigaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se propondrán ejemplos en los que se apliquen los distintos procesos de un ciclo de investigación (Actividad 6).</li> </ul>

**ACTIVIDADES****Actividad 1**

*Diagnosís inicial sobre las características generales del trabajo científico:*

Antes de empezar con el estudio de lo que constituye las distintas fases de un proceso de investigación, creemos conveniente llevar a cabo una reflexión sobre lo que constituye el trabajo científico con el fin de averiguar las ideas sobre este concepto; ya que normalmente puede tener significados diferentes para los distintos alumnos.

*Realice las siguientes actividades:*

1. ¿Qué es un científico para usted? Haga un dibujo que lo represente.
2. Reflexione sobre las siguientes propuestas y valórelas de 1 a 5 según el grado de acuerdo o desacuerdo que tenga con ellas:
  - a) Podemos esquematizar el método científico como un potente instrumento de indagación consistente en un proceso ordenado de etapas que comienza con el planteamiento del problema y continúa con la emisión de hipótesis, la elaboración de diseños experimentales, etc., hasta finalizar con el análisis de los resultados y planteamientos de nuevos problemas.
  - b) “La Ciencia ha ido enriqueciéndose y progresando de forma continua y regular, mediante la acumulación paulatina de los nuevos conocimientos que se han ido descubriendo”.
  - c) “Cuando los resultados de un experimento bien realizado contradicen una teoría científica esta debe ser abandonada”.
3. ¿Qué entiende por leyes y teorías científicas?

**Actividad 2**

*Planteamiento teórico de un problema a investigar. ¿De qué factores depende el crecimiento de una planta?*

Se debatirá sobre las siguientes cuestiones y procedimientos que nos servirán para orientar la investigación:

- ¿Qué es una hipótesis de trabajo?
- Tenga en cuenta que en dicha hipótesis se debe establecer relación entre los factores que se quiere estudiar: explicité dichos factores.
- ¿De qué otros factores cree que podría depender el crecimiento de una planta? Elabore un listado con ellos.
- ¿Qué son las variables en una experiencia? De la hipótesis emitida se desprende que:
  - La variable dependiente es: \_\_\_\_\_  
valor que se verá influido por la variable independiente.
  - La variable independiente es: \_\_\_\_\_
  - Las variables controladas son: \_\_\_\_\_

- ¿Cómo diseñaría una experiencia para comprobar si coincide lo que piensa con lo que ocurre en realidad?
- *Detalle el diseño experimental que le permita probar la hipótesis emitida:* El material necesario, el procedimiento a seguir, las observaciones a realizar así como la forma de tomar y organizar los datos, etc.
- ¿Cree que el azar o la casualidad puede ser el punto de partida de una investigación? ¿Conoce algún descubrimiento cuyo inicio se debiese a estas causas?
- *Organización e interpretación de los datos.*
  - *Forma de recoger organizar e interpretar los datos<sup>3</sup> obtenidos en la investigación sobre la dependencia del crecimiento de una planta y la cantidad de agua de riego.*

Después de haber planificado el diseño experimental, para proseguir con el estudio, podemos tener en cuenta los resultados obtenidos por otros investigadores que desarrollaron el mismo experimento.

De este modo, en el experimento llevado a cabo para comprobar la relación entre el crecimiento de una planta y la cantidad de agua con que se la riega se obtienen, al cabo de cinco semanas, los datos que aparecen organizados según se detalla en la tabla IV.

**Tabla IV. Relación entre crecimiento de una planta y cantidad de agua de riego**

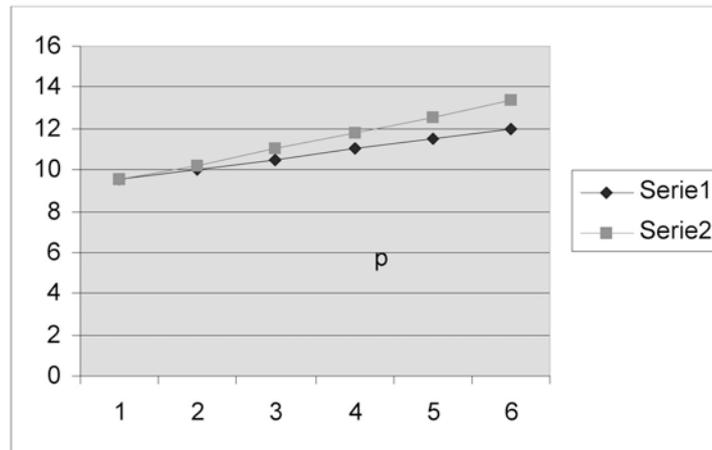
Tiempo (semanas)	Altura planta A (10cc de agua) (cm)	Altura planta B (20 cc de agua) (cm)
0	9,5	9,5
1	10,0	10,2
2	10,5	11,0
3	11,0	11,8
4	11,5	12,5
5	12,0	13,4

- Analice estos datos y elabore las conclusiones a las que llegaría.
- Cuando se realiza un experimento el investigador trata de encontrar las *regularidades o tendencias en los datos obtenidos.*

3 Dado que llevaría mucho tiempo el desarrollo de esta experiencia hemos tomado los datos de una realizada anteriormente para proponerla a título de ejemplo.

- Por ello conviene que represente gráficamente para ambas plantas (en una misma gráfica) los resultados anteriores, situando en el eje Y los valores correspondientes a la altura (variable dependiente) y en el eje X, el tiempo en semanas. Normalmente los valores de la variable independiente se representan en el eje Y; pero en este caso al ser constante la cantidad de agua para cada planta (variable independiente) representaremos el crecimiento de cada una de las plantas en función del tiempo.

**Gráfica 1. Crecimiento de dos plantas**



Al observar los puntos representados en la gráfica I y trazar la línea (a través de los puntos), puede apreciar que el crecimiento aumenta regularmente a medida que transcurre el tiempo, al trazar la línea a lo largo de los puntos en el gráfico tendría que ser una línea continua y recta pero debido a que todas las medidas poseen errores experimentales asociados en mayor o menor grado, algunos puntos experimentales estarán ligeramente por debajo y otros por encima de los valores correctos. Un trazado correcto de la recta implicaría que aproximadamente la mitad de los puntos experimentales han de quedar por encima de dicha línea y la mitad por debajo. *Se trazará siempre la mejor línea a través de los datos experimentales.*

En éste momento se pueden plantear los siguientes interrogantes:

- ¿Qué tipo de gráfica se obtiene?, ¿Cuál es la ecuación matemática que la representa?, ¿Cómo están relacionadas las variables que se han considerado? ¿Cuál es la ecuación matemática de ambos crecimientos?

- A la vista de dichas representaciones, se puede afirmar que cuanto más cantidad de agua se utilice en el riego más crecimiento experimenta la planta.

Por otro lado, la relación entre ambas variables viene dada por una línea recta, lo cual indica que matemáticamente se vinculan mediante expresiones de la forma:

$$y = K \cdot x + b$$

Se tiene en cuenta que:

$$y = \text{altura de la planta en cm}$$

$$x = \text{tiempo en semanas}$$

$$k = \text{constante de crecimiento}$$

$$b = \text{ordenada en el origen (altura inicial de la planta)} = 9,5 \text{ cm}$$

$$K_a = 12 - 10,5 / 3 = 0,5$$

$$K_b = 13,4 - 11 / 3 = 0,8$$

*ecuaciones de las rectas que representan el crecimiento de las plantas*

$$Y_a = 0,5 x + 9,5$$

$$Y_b = 0,8 x + 9,5$$

Como para ambos casos  $b$ , (altura inicial de la planta) es igual a **9,5 cm**, la ecuación matemática de ambos crecimientos puede obtenerse considerando, por ejemplo, los datos de la segunda y quinta semanas:

Es necesario hacer hincapié en que las gráficas en que se representan los puntos experimentales se pueden utilizar para estimar los valores de las variables en condiciones en las que el experimento no se ha realizado (o no puede realizarse). Por ejemplo, es posible que interese conocer cual sería el crecimiento de la planta A o B al cabo de 1,5 semanas. Los puntos de la gráfica muestran que la longitud de la planta correspondiente a este tiempo no fue determinada. Se podría obtener un valor razonable de para ello ya que la línea que pasa a través de los puntos obtenidos constituirá una buena estimación para todos los valores entre 1 y 5 semanas; por lo tanto es fácil leer en el gráfico la longitud correspondiente al cabo de 1,5 semanas. Esta técnica se denomina *interpolación gráfica*. La prolongación de la gráfica más allá de los puntos medidos recibe el nombre de *extrapolación gráfica*.

- ¿Qué conclusiones puede obtener? ¿La hipótesis que había formulado ha resultado ser cierta?

A medida que transcurre el tiempo ambas plantas crecen de una forma lineal pero éste crecimiento, en igualdad de condiciones, depende de la cantidad de agua con que se las riega. Por ello, podemos afirmar que se verifica la hipótesis formulada.

Actividad de síntesis:

- Identificar los procesos seguidos en el planteamiento de la investigación anterior y elaborar un esquema conceptual que incluya todos los pasos seguidos, integrados según las etapas de un ciclo de investigación.

**Actividad 3***Introducción al diseño de investigaciones: proyección de un vídeo*

Se ha seleccionado un vídeo tomado de la serie de TVE, “*Documentos TV. Signos y señales*” que muestra una investigación llevada a cabo para comprobar la capacidad de las abejas para distinguir los colores, concretamente, y en el que pueden distinguirse claramente las distintas fases llevadas a cabo por el investigador.

Lo utilizaremos para introducir el concepto de “*diseño experimental*” a través de planteamiento de problemas, aspecto muy subrayado como contenido procedimental en los diseños curriculares. La resolución de problemas mediante la preparación de experiencias genera la necesidad de analizar las variables que intervienen, los grupos experimentales que se deben contemplar así como se nos plantea la necesidad de averiguar y analizar los conocimientos que, sobre el tema a trabajar, existen en los alumnos para poder establecer relaciones significativas entre éstos y los objetivos que pretendemos cubrir con nuestra propuesta.

*3.1. Actividades previas a la proyección del vídeo*

Antes de la proyección es necesario llevar a cabo algunas actividades relacionadas con los aspectos más relevantes que se van a observar durante su proyección, a fin precisar aquellos objetivos que pretendemos cubrir con su proyección por ello, proponemos la realización de las siguientes cuestiones:

1. ¿Cuál puede considerarse la primera etapa de una investigación científica?
2. Escriba un diagrama en el que figuren las distintas etapas de una investigación.
3. ¿Qué es para usted una hipótesis de trabajo?

*3.2. Actividades posteriores a la proyección del vídeo*

Las siguientes cuestiones tienen por objeto centrar el interés sobre los aspectos más relevantes de la investigación que se muestra en el vídeo y deben ser conocidas por los estudiantes antes de ver la película:

- ¿Qué observaciones hace que el investigador se planteé hacer este estudio?
- ¿Cree conveniente buscar información sobre los aspectos que se desea investigar? ¿En este caso qué tipo de información debió buscar el investigador?
- ¿Qué conocimientos científicos “previos” sobre el tema objeto de investigación poseía el investigador para establecer comparaciones y diseñar la experiencia?
- ¿Podría cualquier persona, tras una observación inicial, exactamente la misma que la del investigador pero sin una idea clara sobre el tema en estudio diseñar esta experiencia y llegar a unas conclusiones? Justifique la respuesta.
- ¿Qué observaciones actúan de “pista” para que comience el montaje de la experiencia?
- ¿Qué aspectos relaciona para realizar el diseño de la experiencia?

- ¿Cuál es la HIPÓTESIS que se plantea?
- ¿Considera que hay más de una hipótesis? En caso afirmativo indíquela.
- ¿Qué variables manipula el experimentador?
  - La variable **independiente** es:
  - La variable **dependiente** es:
  - Las variables **moderadoras** son:
- Explique esquemáticamente el diseño experimental propuesto. ¿Se plantean dos diseños experimentales?
- ¿Qué observaciones y resultados conviene registrar a medida que se desarrolla esta experiencia? Indíquelos esquemáticamente
- ¿A qué conclusiones llega el investigador?
- ¿Podría utilizarse esta proyección con un objetivo distinto al de analizar el diseño experimental? Justifica la respuesta.

#### Actividad 4

##### *Práctica de la observación e interpretación*

Es conveniente adiestrar al estudiante en las técnicas de observación. Sugerimos presentarle, en principio, ejercicios sencillos de observación: una buena práctica consistiría en presentarle objetos para establecer semejanzas y diferencias entre ellos. A continuación se muestran actividades para practicar las distintas formas de llevar a cabo la observación:

##### *a) Observación y descripción de una vela ardiendo<sup>4</sup>*

La actividad que proponemos ayuda a practicar la observación y constituye un buen ejemplo para mostrar, lo cuidadosa y precisa que debe ser una observación científica. Consiste en observar y describir de la forma más completa posible, una vela antes de encenderla y después de encendida. Comparar las observaciones acerca con las siguientes, realizadas por un investigador (en total 53) experimentado, para describir la misma situación. Analícelas especialmente con respecto a las siguientes características:

- Identifique donde se hacen descripciones cualitativas y cuantitativas:
- ¿Se formulan hipótesis o se hacen interpretaciones?

4 Fuente adaptada de Parry, .W. R. y otros (1973): *Química. Fundamentos Experimentales*. Barcelona: Reverté.

**Figura 1**

En la Fig.1 puede observarse una fotografía de una vela ardiendo. La vela tiene forma cilíndrica (2) y su diámetro (3) es de aproximadamente 18 mm. La longitud de la vela era inicialmente de unos 20 cm (4) y fue disminuyendo (5) lentamente durante las observaciones. La disminución fue de unos 1,25 cm por hora (6). El material de la vela es translúcido blanco, (8) sólido (9), tiene un leve olor (10) y es insípido (11). El material es suficientemente blando como para ser rayado con la uña (12). Hay un pabilo (13) que se extiende desde la parte superior de la vela hasta su base (14), en el eje central. (15) En la parte superior de la vela, el pabilo sobresale unos 12 mm (16) El pabilo está hecho de tres filásticas o cordones retorcidos (17)

La vela se enciende acercando una llama al pabilo (mecha) durante algunos segundos. Al retirar la fuente de la llama la mecha quedará encendidas (18) La vela no produce ruido al arder (19) El cuerpo de la vela permanece frío al tacto mientras la vela está ardiendo (20), excepto en las proximidades del extremo superior. Hasta una distancia de unos doce mm del extremo superior, la vela está tibia (pero no caliente) (21) y el material es suficientemente blando como para ser moldeado fácilmente (22)

La llama oscila en respuesta a corrientes de aire (23) y tiende a producir bastante humo cuando oscila (24). En ausencia de corrientes de aire, la llama tiene la forma que puede verse en la Fig., pero siempre se mueve un poco (25). La llama comienza a una distancia de aproximadamente 3 mm por encima del extremo superior de la vela (26) la base de la llama tiene un tinte azulado (27). La llama tiene una zona oscura (28) que se extiende unos 6 mm alrededor de la mecha hasta unos 12 mm por encima del extremo de la misma (29). Esta región oscura tiene forma aproximadamente cónica (30). Alrededor de esta zona se extiende una región que emite luz amarilla (31) que alcanza hasta unos 12 mm por encima de la zona oscura. La luz amarilla es brillante, pero no cegadora (32). Los bordes laterales de la llama son bastante nítidos (33) no así la parte superior que es variable (34).

En la parte que emerge de la vela el pabilo es blanco (35) desde la base de la llama hasta su extremo es negro, pareciendo quemado (36) con excepción del extremo mismo, en una extensión de 1,5 mm, aproximadamente, que está incandescente y aparece rojo (37). El extremo del pabilo, hasta unos 6 mm, es curvo (38). A medida que disminuye la longitud de la vela, disminuye también la longitud del pabilo, de modo que el extremo que sobresale de la vela es de longitud aproximadamente constante (39).

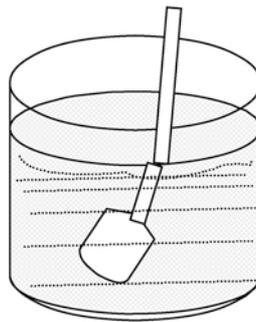
La llama emite calor (40) de modo que llega a ser desagradable mantener un dedo durante 10 o 20 segundos a una distancia de 6 mm del costado de la llama (40) o de 7 a 10 cm por encima de la llama (41). La parte superior de una vela que arde tranquilamente se humedece con un líquido incoloro (43) y toma la forma de una copa (44). Si se sopla ligeramente la llama, es posible que se funda uno de los bordes de la copa, de modo que el líquido que contiene se derrama sobre uno de los flancos de la vela (45). A medida que este líquido incoloro se desplaza hacia abajo se enfría (46) se vuelve translúcido (47) y se solidifica gradualmente desde afuera (48) quedando adherido al flanco de la vela (49). Si no existen

*corrientes de aire, la vela puede arder durante horas sin que se produzcan estos derramamientos (50) En estas condiciones, en la parte superior de la vela aparece un líquido claro, que se mantiene en la depresión en forma de copa (51). El líquido tiene un nivel ligeramente superior alrededor de la mecha (52) y moja la base de ésta hasta la altura correspondiente a la base de la llama (53).*

*b) Ejercicio de observación e interpretación*

- En un vaso de cristal medio lleno de agua se introduce una cucharilla que se apoya sobre las paredes.
- Podemos observar que la cucharilla aparece quebrada, en la superficie de contacto entre aire y agua, cuando se introduce de esta forma.
- Se nos pide que interpretemos los hechos observados Algunas de las interpretaciones que se podrían formular serían:

**Figura 2**



*Interpretación*

- 1) Los rayos de luz cambian su dirección o se doblan al pasar del aire al agua y lo mismo al hacer recorrido inverso lo que provoca una ilusión óptica que hace que veamos la cucharilla quebrada en la superficie de separación entre el aire y el agua.
- 2) La cucharilla se ha torcido o roto al meterla en el agua.

Las interpretaciones requieren a su vez que se puedan comprobar mediante los hechos experimentales.

Para comprobar la primera de las interpretaciones bastaría con proyectar un rayo de luz en el vaso lleno de agua y observar su trayectoria.

La segunda de las interpretaciones se puede comprobar fácilmente que es falsa al sacar la cucharilla del agua, examinarla y observar que está perfectamente derecha.

**Actividad 5**

*Utilización de un texto histórico que hace referencia a una investigación para identificar y clasificar los pasos seguidos en dicho proceso según las distintas etapas de la metodología científica.*

**Clave de lectura**

1. Sintetice en pocas líneas el contenido del texto.
2. ¿Cuál fue el origen de la investigación?
3. Señale los pasos seguidos por el investigador. Enmárquelos en las distintas fases de la metodología científica.
4. ¿Podría añadir alguna otra actividad a realizar relacionada con el texto anterior?

*UNA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA: EL DESCUBRIMIENTO DE LA PENICILINA*  
*MEMORIA DEL DR. FLEMING*

El origen de la penicilina fue la contaminación de una placa de cultivo de estafilococos por un hongo. Habíamos advertido que, a cierta distancia en torno a la colonia de hongos, la colonia de estafilococos se había vuelto transparente y evidentemente tenía lugar una lisis progresiva. Nos pareció que este fenómeno extraordinario exigía investigación, de manera que aislamos el hongo en cultivo puro y determinamos algunas de sus propiedades. Hallamos que el hongo pertenecía al género *Penicillium* y lo identificamos finalmente como *Penicillium notatum*.

Habiendo obtenido el hongo en cultivo puro lo sembré en otra placa, y después de que se había desarrollado a la temperatura ambiente durante cuatro o cinco días, dispuse radialmente a través de la placa diferentes microbios. Algunos de ellos crecieron hasta el hongo, otros fueron inhibidos hasta una distancia de varios centímetros. Esto mostraba que el hongo producía una sustancia antibacteriana que afectaba a algunos microbios, pero no a otros.

Luego cultivamos un hongo en un medio fluido para ver si en él se daba la sustancia antiséptica. Al cabo de algunos días sometimos a prueba el fluido en el que se había desarrollado el hongo, colocándolo en una gota, en una placa de cultivo y extendiendo diferentes microbios a través de la placa. El resultado indicó que los microbios más poderosos eran los responsables de nuestras infracciones más comunes.

Todos los experimentos que he citado demostraban su poder bacteriostático, es decir, inhibía el crecimiento de microbios. Pero yo probé también que era bactericida, o sea, que los mataba realmente. Y las primeras observaciones revelaban que producía cambios líticos en las bacterias. En suma era bacteriostática, bactericida y bacteriolítica.

*Marco, B. y otros (1984). Historia de la Ciencia. Madrid: Narcea.*

**Actividad 6**

*Reflexión y estudio teórico sobre una investigación experimental*

Cierto investigador desea estudiar el alargamiento que experimenta un muelle cuando cuelga diversas pesas de uno de sus extremos, para ello cuelga diferentes masas y va midiendo para cada una la longitud del alargamiento del muelle. Dicho investigador ordena los

datos recogidos según se muestra en la tabla V. Todas las experiencias las ha llevado a cabo en las mismas condiciones (Temperatura del recinto, presión atmosférica, humedad relativa del aire, etc.):

**Tabla V. Alargamiento del muelle según la masa colgada**

Masa colgada (g)	10	15	20	25	30	35
Alargamiento (cm)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5

- A) ¿Se ha planteado el investigador una experiencia científica? ¿Por qué?
- B) ¿Cómo formularía usted la hipótesis que quiere comprobar?
- C) ¿Cuáles son las variables controladas y cuáles las variables dependiente e independiente?
- E) Represente gráficamente los datos obtenidos situando en el eje X los valores de la variable independiente y en el eje Y, los de la variable dependiente. ¿Qué tipo de gráfica obtiene? Establezca la relación que existe entre las magnitudes representadas.
- D) ¿A qué conclusiones llegaría en función de los resultados obtenidos?

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Barahona, B. *Metodología de trabajos científicos* (En línea). Disponible en:  
<http://www.unet.edu.ve/~frey/varios/decinv/investigacion/metodologia.html> [2005, 10 de octubre]
- Martínez, C. y Barros, S. (2003). Las actividades de Primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivo persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias* 21(2), 243-264.
- Mato, M. C.; Mestres, A. y Repetto, E. (1996). *La metodología científica: Implicaciones Didácticas*. En E. Repetto y G. Marrero, (comp.) *Estrategias de Intervención en el Aula desde la Logse*. Las Palmas de Gran Canaria: ICEPSS.
- Mato, M. C. (2006). Estrategias de investigación. En J. J. Castro; G. Marrero y E. Repetto. *Formación de Profesorado. Vol II*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio Publicaciones ULPGC.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. y Duschl, R. (2003). What Ideas-about-Science Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720.
- V/a. *Metodología de trabajos científicos*  
[http://angarmegia.tresuvesdobles.com/metodologia\\_investigacion.htm](http://angarmegia.tresuvesdobles.com/metodologia_investigacion.htm)

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Bunge, M. (1983). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.
- Fourez, G. (1994). *La construcción del conocimiento científico*. Madrid: Narcea.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, (2), 197-212.
- Giordan, A. y de Vecchi, G. (1988) *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Diada: Sevilla.
- Kerlinger, F. (1988). *Investigación del comportamiento. Técnicas y Métodos*. México: McGraw-Hill, 3º Ed.
- Losada, J. y López-Feal, R. (2003). *Métodos de Investigación en Ciencias Humanas y Sociales*. Madrid: Thomson.
- Mato, M. C.; Mestres, A. y Repetto, E. (1996). *La metodología científica. Implicaciones Didácticas*. En E. Repetto, y G. Marrero, (comp.): *Estrategias de Intervención en el Aula desde la Logse*. Las Palmas: ICEPSS.
- Pozo, J. I. y otros (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: C.I.D.E.

## EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

Para comprobar tu comprensión de los contenidos anteriores, intenta responder a las siguientes cuestiones:

1. \_\_\_\_\_ es la utilización práctica de la ciencia.
  - a. La ley científica.
  - b. Los datos.
  - c. El conocimiento.
  - d. La tecnología.
  
2. Las explicaciones de los fenómenos naturales apoyadas por una gran cantidad de datos se llaman \_\_\_\_\_.
  - a. Leyes.
  - b. Experimentos.
  - c. Teorías.
  - d. Hipótesis.
  
3. ¿Qué factor no cambia en un experimento?
  - a. Temperatura.
  - b. Variable independiente.
  - c. Constante.
  - d. Variable dependiente.
  
4. ¿Qué factores se pueden cambiar en un experimento?
  - a. Estándar.
  - b. Variables.
  - c. Controles.
  - d. Constantes.
  
5. \_\_\_\_\_ es una predicción o explicación que se puede examinar por experimentación.
  - a. Un método.
  - b. Una ley científica.
  - c. Una hipótesis.
  - d. Una teoría.

6. \_\_\_\_\_ es algo que representa una idea o un objeto que ayuda a las personas a entenderlo.
- Un método.
  - Un modelo.
  - Una observación.
  - Una teoría.
7. ¿Cómo se asemejan una hipótesis y una teoría?
- Las teorías y las hipótesis son producidas por expertos.
  - Son intentos de explicar los fenómenos naturales.
  - No se puede revisar ni una hipótesis ni una teoría.
  - Son igualmente verdaderas.
8. ¿Cuál de los siguientes NO es un método que los científicos pueden utilizar para comunicar sus conclusiones a otros científicos?
- Dar conferencias en las convenciones.
  - Publicar artículos en la red informativa.
  - Publicar artículos en las revistas profesionales.
  - Telepatía mental.
9. \_\_\_\_\_ es un procedimiento bien organizado que prueba una idea.
- Un experimento.
  - Un método.
  - Una hipótesis.
  - Una teoría.
10. \_\_\_\_\_ es un proceso que utiliza observación y experimentación para obtener conocimiento sobre las regularidades en la naturaleza.
- Hacer un diagrama.
  - Medir.
  - La ciencia.
  - Formular hipótesis.

## SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

1. c
2. c
3. b
4. b
5. c
6. b
7. b
8. d
9. a
10. c

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

*Ciencias empíricas:* las ciencias empíricas son conjuntos sistemáticos de conocimientos, coherentes y racionales, con los que se ofrece una explicación de las causas de los fenómenos y de las leyes por las que se regulan, explicación que es contrastable con la experiencia. El método por excelencia de las ciencias empíricas es el método hipotético-deductivo (método de contrastación empírica).

*Ciencias formales:* son conjuntos sistemáticos de conocimientos racionales y coherentes, que se ocupan del estudio de los procesos lógicos y matemáticos, (por lo que su objeto de estudio no es el mundo, la realidad físico-natural, sino formas vacías de contenido), pero cuyos conocimientos pueden ser aplicados a dicha realidad físico-natural. El método propio de las ciencias formales es el método deductivo.

*Diagrama de barras:* son especialmente útiles cuando se desea comparar datos cualitativos o cuantitativos de tipo discreto. Para trazarlos se representan sobre el eje de abscisas los valores de la variable, y sobre el eje de ordenadas las frecuencias relativas o absolutas. A continuación, por los puntos marcados en el eje de abscisas se levantan trozos gruesos o barras, de igual longitud igual a la frecuencia correspondiente. Las barras pueden representarse también horizontalmente. La ventaja de la horizontalidad estriba en que es más fácil escribir leyendas.

Otras reglas orientativas para la construcción de este tipo de graficas pueden ser: a) la distancia entre una y otra barra debe ser igual a la mitad del ancho de la barra, y todas las barras deben tener el mismo grosor; b) la primera columna no puede comenzar en el mismo eje de ordenadas; c) elegir una escala apropiada, sobre todo para la variable continua y marcar sus valores en el eje y d) cada variable tiene que identificarse en el gráfico. Cuando es *continua* ha de señalarse además la *unidad de medida* empleada, ejemplo: Niños, Peso (Kg), Talla (cm.) etc.

*Gráficas lineales o diagramas poligonales:* este tipo de gráficos se construyen cuando las dos variables son *continuas*, interdependientes y relacionables. Se debe tener en cuenta al construir las los siguientes aspectos: ejes adecuados; elección de la escala idónea: la interpretación de la gráfica puede distorsionarse como consecuencia de la utilización de una escala inadecuada; que el gráfico quede proporcionado, por lo que, a pesar de que en los distintos ejes pueden usarse escalas diferentes, es conveniente que la dimensión de ambos sea semejante, sobre todo en el caso de este tipo de gráficas; señalar en los ejes las variables con las unidades en que se miden y situar a la variable independiente en el eje de las X y a la dependiente en el de las Y.

*Gráficas circulares o de sectores:* se realizan sobre un círculo que se divide en diferentes sectores que representan las proporciones entre los diferentes elementos que se incluyen en la gráfica. Al trazarla hay que tener en cuenta que cada cuarto de círculo representa el 25%, teniendo el círculo completo el 100%. Por otra parte, a cada cuarto le corresponden 90° y al total 360°.

En este tipo de gráficas hay que hacer una leyenda en la que se especifique el contenido de cada uno de los sectores, diferenciándolos mediante la elección de un relleno diferente para cada elemento contemplado en el mismo.

En general, la representación gráfica y su interpretación nos permiten elaborar las conclusiones del diseño experimental.

*Marco teórico:* conjunto de principios teóricos que guían la investigación, estableciendo las unidades de análisis relevantes para cada problema de investigación.

*Método científico:* conjunto de pasos reglados que utiliza la Ciencia para la ampliación de sus conocimientos.

*Método inductivo:* se desarrolla desde la postura de valorar la experiencia como punto de partida para la generación de conocimiento. El método inductivo parte de la observación de la realidad y mediante la generalización de dicha observación llega a la formulación de la ley o regla científica.

*Método deductivo:* parte de la ley general, a la que se llega mediante la razón, y de ella deduce consecuencias lógicas aplicables a la realidad. Por ejemplo: la creación de la Tabla Periódica de los elementos químicos, permitió pronosticar las características de elementos (Galio, Indio y Talio) que aún no se habían descubierto y cuya existencia se deducía desde la lógica implícita en dicha Tabla. El método deductivo es el utilizado preferentemente por las Matemáticas.

*Método hipotético-deductivo:* este método se caracteriza porque utiliza estrategias del método inductivo y del deductivo. Trata de poner de relieve el hecho de que en el proceso de adquisición de nuevos conocimientos, la Ciencia actúa de ambas formas y ambas son partes de un único método. Es decir, que independientemente de donde comience el proceso de indagación, el investigador necesita tanto ir de los datos a la teoría como de la teoría a los datos. En cierto modo, con este método se reconoce que tanto la inducción como la deducción desempeñan un papel importante en el proceso de investigación científica.

Se podría afirmar que el *método hipotético-deductivo* expresa adecuadamente el modo actual de proceder dentro de los diferentes ámbitos disciplinares, aunque no todas las disciplinas lo utilicen de igual manera.

*Pictogramas:* son gráficos similares a los de barra, donde éstas se sustituyen por siluetas o figuras simples, alusivas al tema representado. Cada una de estas figuras representa una magnitud determinada y para poder interpretarlo es necesario precisar el valor de cada dibujo.

*Problema de investigación:* ámbito de la investigación para el que la Ciencia todavía no tiene una solución satisfactoria.

*Procedimiento:* plan de actuación del investigador a la hora de recoger los datos en el que se detallan los aspectos relativos a instrumentos utilizados, medidas empleadas, unidades de observación, pasos seguidos, etc.

*Replicabilidad:* característica propia del método científico consistente en que los hallazgos de un investigador puedan ser obtenidos por cualquier otro colega que utilice el mismo método.

*Teoría:* conjunto de hipótesis relacionadas que ofrecen una explicación verosímil de un fenómeno o grupo de fenómenos.

# Manuales docentes de Educación Primaria

## **Módulo 3**

---

Los recursos didácticos

## PRESENTACIÓN

En una asignatura como Didáctica de la Física y Química no puede faltar una reflexión y una investigación personal y colectiva sobre la función que realizan los recursos didácticos en el aprendizaje de los estudiantes.

La literatura científica considera que en la interacción entre profesores y estudiantes, los recursos didácticos facilitan la comunicación tanto para motivar al estudiante como para favorecer un aprendizaje significativo de los contenidos que se ponen a su alcance. Debe existir, por tanto, un conocimiento conceptual estructurado sobre los distintos recursos a utilizar en el proceso de enseñanza- aprendizaje de tal forma que orienten al profesor en la selección y uso de los mismos. Además, los materiales que se emplean deben responder lógicamente, a un proyecto educativo determinado y a un modelo didáctico previo

En este Módulo haremos una introducción general a lo que consideramos como recursos didácticos y después nos dedicaremos a los más utilizados en el Área de Conocimiento del Medio. De todos es conocida la importancia de la experimentación en el aprendizaje de las Ciencias Experimentales. Y al ser nuestros estudios on-line vamos a salvar la imposibilidad de las prácticas en el laboratorio por la utilización de nuestra vida diaria para actuar, por un lado y, reflexionar por otro, con lo que conseguiremos hacer la ciencia más cercana a nuestros alumnos. Pensamos que servirá para acercar los principios científicos a los alumnos de Primaria y probaremos que la ciencia no es solo lo que se desarrolla en un laboratorio sino que nuestra vida cotidiana está sustentada e impregnada por la ciencia.

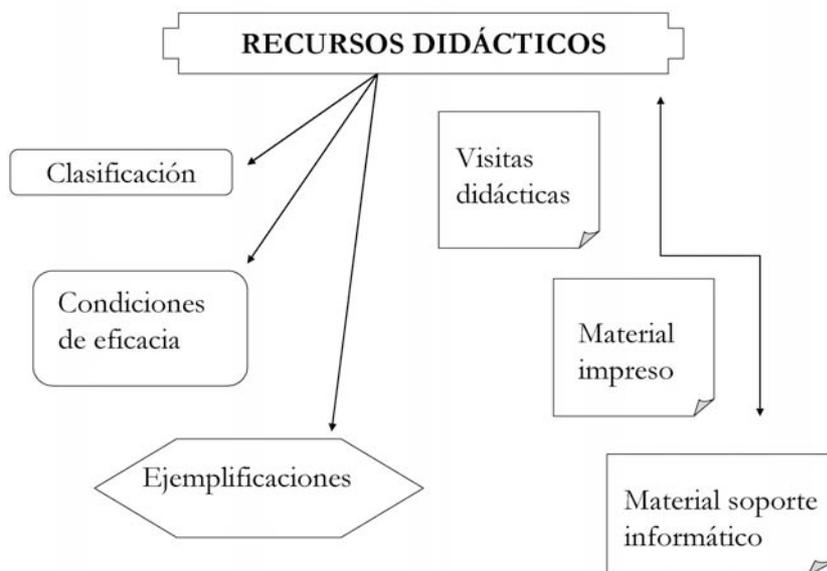
Igualmente intentamos aprovechar las ventajas de saber navegar por Internet para lograr aprender de otra forma y haciendo uso de las múltiples posibilidades que nos brindan las TIC.

## OBJETIVOS

- Definir recursos didácticos.
- Analizar sus características.
- Determinar sus posibilidades de utilización.
- Utilizar criterios de selección de recursos didácticos en función de los objetivos fijados.

- Evaluar diversos recursos.
- Familiarizar a los estudiantes con algunos recursos.

## ESQUEMA DE LOS CONTENIDOS



## EXPOSICIÓN DE LOS CONTENIDOS

### INTRODUCCIÓN

Existen diversas concepciones sobre los materiales curriculares. Algunos autores utilizan como sinónimos los conceptos de medios de enseñanza, recursos didácticos, materiales curriculares y materiales didácticos. Conviene, en primer lugar, precisar lo que entendemos por recurso didáctico, sin perder de vista que material curricular no es solamente el que utiliza el alumnado sino que puede referirse también al que emplea el profesorado.

En sentido amplio, medio es cualquier dispositivo que se utiliza para transmitir información entre los sujetos. De hecho, coincidimos con Escudero (1983) cuando afirma que los medios denotan recursos y materiales que sirven para instrumentar el desarrollo curricular, y con los que se realizan procesos interactivos entre el profesor, los alumnos y los contenidos en la práctica de enseñanza. También destaca que la importancia del medio didáctico no radica sólo en el hecho de facilitar el acceso a determinados contenidos sino que, además, condiciona el propio mensaje.

Por otra parte, materiales didácticos según Santos (1991) son los diferentes utensilios o herramientas que utilizan los profesores y los estudiantes en el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje y que no son un fin en sí mismo. Unos tienen un carácter globalizador y orientativo de todo el proceso, como puede ser el libro de texto y otros, son elementos vicarios, de carácter auxiliar (retroproyector, material de laboratorio, etc.).

Por tanto, no hay materiales en sí mismo didácticos, todo depende de la concepción que los sustente, de la intención con que se utilicen y de las condiciones de dicho uso (Santos, 1991). No obstante, Martínez (1992) considera que el material en sí mismo, constituye también un mensaje.

Para Zabala (1990), materiales curriculares son todos aquellos instrumentos y medios que proveen al educador de pautas y criterios para la toma de decisiones, tanto en la planificación como en la intervención directa en el proceso de enseñanza -aprendizaje y en su evaluación. Sin embargo, San Martín (1991) define los materiales curriculares como:

...aquellos artefactos que, en unos casos utilizando las diferentes formas de representación simbólica y en otros como referentes directos (objeto), incorporados en estrategias de enseñanza, coadyuvan a la reconstrucción del conocimiento aportando significaciones parciales de los conceptos curriculares.

Martínez (1992), afirma que los materiales curriculares, deben ser instrumentos de formación profesional en la medida que sitúan al profesor de un modo activo ante dilemas prácticos y le obligan a tomar decisiones reflexionadas que deberá contrastar con las de otros colegas. Es, por tanto, importante que el profesor conozca las posibilidades de utilización de los materiales curriculares para que cada uno pueda elaborar su proyecto de intervención, adaptado a su realidad educativa.

Finalmente, queremos destacar que Zabala (1990), incluye como materiales curriculares las propuestas para la elaboración de proyectos educativos y curriculares de centro; las propuestas relativas a la enseñanza en determinadas materias o áreas, en determinados niveles, ciclos o etapas; propuestas para la enseñanza a alumnos con necesidades educativas especiales; las descripciones de experiencias de innovación curricular; los materiales para el desarrollo de unidades didácticas; las evaluaciones de experiencias de los propios materiales curriculares; etc.

En este mismo sentido, existe en la literatura científica una larga relación de materiales curriculares denominados “proyectos” que se vienen llevando a cabo desde la implantación de la LOGSE y que se han podido realizar gracias al número considerable de profesores que se dedican a las tareas de innovación y a las diversas convocatorias y ayudas por parte de la Administración.

Por último, queremos destacar que los materiales curriculares se conciben como materiales abiertos y flexibles que requieren un proceso de contextualización por parte de los profesores que los utilicen. Además, para que sean un verdadero recurso para la enseñanza, deben posibilitar el aprendizaje de los diversos tipos de contenidos. Así, para lograr aprender procedimientos, o lo que es lo mismo, dominar su utilización deberán existir ejercicios concretos y repetitivos que familiaricen al alumno con el uso de determinados algoritmos.

De las diversas concepciones existen unas muy abiertas, que consideran como recurso cualquier proceso o instrumento para la enseñanza, y otras, muy restrictivas, que solo consideran como recurso aparatos o materiales. En este sentido, la UNESCO utilizando un criterio de tipo administrativo establece que son recursos tanto los manuales y libros como los medios para la enseñanza científica, los medios para la enseñanza de la educación física, los medios para la enseñanza técnica y profesional, los medios audiovisuales y los medios informáticos. Por

otra parte, Zabala (1990) considera cuatro criterios de clasificación posibles: 1) según los niveles de concreción teniendo en cuenta el modelo curricular del nuevo sistema educativo; 2) según la función del material: guiar, motivar, ejemplificar, ilustrar; 3) según la tipología de los contenidos y 4) según el soporte.

Nosotros vamos a ampliar el concepto de materiales curriculares incluyendo no solo los proyectos curriculares, los recursos didácticos y las unidades didácticas y todo lo que puede utilizar el profesor sino también todo aquello que puede ayudar al alumno en su proceso de aprendizaje. De todo ello, trataremos en las páginas siguientes.

## 1. DEFINICIÓN

Un recurso didáctico, en un sentido amplio puede ser cualquier objeto o acción que pueda utilizarse para favorecer el aprendizaje de los alumnos así como el desarrollo profesional de los docentes. Por otra parte, los recursos, permiten interpretar el currículo; son intermediarios entre los contenidos y las decisiones que sobre los mismos debe tomar el profesor: análisis de los contenidos, selección, secuencia y distribución temporal.

Dentro y fuera del aula estamos rodeados de materiales y personas que son recursos potenciales. Por ello podemos considerar que los recursos didácticos son los medios materiales, humanos y organizativos que el profesorado puede utilizar para planificar y desarrollar las actividades de enseñanza y aprendizaje (Repetto, 1990).

Podríamos aceptar la afirmación de Heidt (1975) en el sentido de que *un medio educativo es cualquier componente que estimule el aprendizaje* y hacer nuestra la definición dada por Blázquez (1994) al considerarlo como:

...cualquier recurso que el profesor prevea emplear en el diseño o desarrollo del curriculum –por su parte o por los alumnos– para aproximar o facilitar los contenidos, mediar en las experiencias de aprendizaje, provocar encuentros o situaciones, desarrollar habilidades cognitivas, apoyar sus estrategias metodológicas o facilitar o enriquecer la evaluación.

Hay que tener en consideración que, los recursos didácticos no tienen valor en sí mismos, sino que han de estar integrados en el contexto global del trabajo, como medio para alcanzar los objetivos previstos, de un modo más eficaz. Asimismo, éstos han de ser adecuados para una mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje, no sólo desde la perspectiva de lograr unos conocimientos científicos, sino en el desarrollo de unas habilidades, destrezas y actitudes científicas que se pretendan alcanzar.

Ante la actual producción y oferta de recursos, (fundamentalmente audiovisuales), deben tenerse criterios selectivos y críticos ya que, una utilización inadecuada puede producir una saturación en los alumnos. Es fundamental que sean apropiados para el nivel de desarrollo psicoevolutivo de los estudiantes de lo contrario, no sólo no se favorece el aprendizaje sino que pueden llegar a entorpecerlo. Por otro lado, una buena elección de los mismos ofrece grandes ventajas, siendo un vehículo para la dinamización de la enseñanza, ya que permiten hacer del acto educativo un proceso activo.

Igualmente, creemos que se han de escoger materiales que sean representativos y que se integren perfectamente en la planificación. La UNESCO da en este sentido una serie de criterios de calidad a tener en cuenta para el diseño y construcción de recursos destinados a la educación entre los que reseñamos: Funcionalidad, visibilidad operacional, precisión, durabilidad, seguridad, etc.

Consideramos también, que los recursos deben ser instrumentos que posibiliten la actividad de los estudiantes para que puedan lograr un aprendizaje significativo y una reconstrucción de su conocimiento. Debe existir, por tanto, un conocimiento conceptual estructurado sobre los distintos recursos a utilizar en el proceso de enseñanza - aprendizaje de tal forma que orienten al profesor en la selección y uso de los mismos.

## **2. CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS**

El profesor tiene a su alcance una gran variedad de recursos didácticos para desarrollar sus actividades dentro y fuera del aula; desde la pizarra, los libros de texto, u objetos de la vida cotidiana, o el proyector de diapositivas, el vídeo, el ordenador, las presentaciones multimedia, etc. Además de contar con los recursos materiales, el profesorado dispone de otras herramientas de tipo organizativo, que favorecen, entre otras cosas, la participación social en clase: la distribución del espacio, la forma de sentarse los estudiantes en el aula, la colocación y el acceso a los distintos materiales, la organización de trabajo en conexión con Internet, la realización de actividades prácticas o el desarrollo de diferentes actividades para distintos grupos de estudiantes. El cuadro I muestra un esquema de clasificación de los recursos didácticos según su naturaleza.

## **3. CONDICIONES PARA QUE UN RECURSO SEA EFICAZ**

El profesorado debe preparar las condiciones necesarias para favorecer procesos significativos en el aula y fuera de ella y esto incide directamente sobre el tipo de recursos que ha de emplear sea cual fuese el tipo de metodología que utilice. Y podríamos preguntarnos sobre las características básicas que debe presentar un recurso cualquiera para que podamos considerarlo como eficaz, al margen de la elección que se haga de unos u otros según la materia de que se trate y de los contenidos que se pretende que el alumno consiga aprender. Consideramos que deben responder a las características siguientes:

1. Que esté incluido en la planificación didáctica del tema.
2. Que el profesor tenga u perfecto conocimiento del mismo.
3. Que se ajuste a las necesidades de los estudiantes.
4. Que en conjunto sean variados.
5. Que sean sencillos de utilizar.

Es interesante recalcar en este punto que el medio es el mensaje, en el sentido de que los medios aportan información y también configuran el pensamiento a través de determinadas formas de estructurar y organizar la realidad (Mattelart, 1987). Por otra parte, ha de considerarse

que nunca sustituyen la labor del profesor, sino que están a su servicio, que es quién los adapta y los utiliza según sus necesidades (Zabala, 1990).

**Cuadro I. Clasificación recursos didácticos**

RECURSOS DIDÁCTICOS		
RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesor materia.</li> <li>• Profesores especialistas.</li> <li>• Estudiantes.</li> </ul>	
RECURSOS ORGANIZATIVOS	Distribución estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individual.</li> <li>• Grupos pequeños.</li> <li>• Gran grupo.</li> </ul>
MATERIALES ESPACIALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula.</li> <li>• Laboratorio.</li> <li>• Biblioteca.</li> <li>• Visitas didácticas: Fábricas. Industrias. Empresas y Aulas naturaleza.</li> </ul>	
MATERIALES IMPRESOS	LIBROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuales docentes.</li> <li>• Monografías.</li> <li>• Enciclopedias.</li> <li>• Guía actividades.</li> <li>• Problemas.</li> </ul>
	PRENSA DIARIA	
	REVISTAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Divulgación.</li> <li>• Científicas.</li> </ul>
MATERIALES AUDIOVISUALES	Pizarra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tradicional.</li> <li>• Digital.</li> </ul>
	Diapositivas	
	Televisión y vídeo	
	Retroproyector	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparencias.</li> <li>• Experiencias.</li> </ul>
	Ordenador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD Rom.</li> <li>• Programas Informáticos.</li> <li>• Internet.</li> <li>• Páginas web.</li> <li>• Webquest.</li> <li>• Laboratorios virtuales.</li> </ul>
	Presentaciones Multimedia	

Fuente: elaboración propia

#### 4. VISITAS DIDÁCTICAS

Una visita didáctica en general, tiene como objetivo fundamental la conexión de los procesos analizados o realizados en el aula con situaciones reales de la vida del alumno. Podemos realizarlas “in situ” de manera real o bien aprovechando la ocasión que nos brindan las tecnologías de la información y la comunicación llevarlas a cabo virtualmente. Trataremos de ambas en este apartado.

El desarrollo incluye una serie de tareas a llevar a cabo tanto por parte del profesor como por los grupos de alumnos para que realmente ayude al estudiante a aprender.

##### • Actividades del profesor

###### a) Previas a la visita:

- Fundamentar claramente la finalidad de la visita:
  - Determinar los objetivos que pueden conseguirse.
  - Establecer qué contenidos se van a trabajar.
  - Cómo motivar a sus alumnos.
  - Estudiar posibles itinerarios o zonas.
  - Elaborar la guía de actividades en la que se indique, entre otros:
    - El material que han de llevar
    - Qué materiales o muestras han de recoger.
    - Observaciones a realizar.
  - Informar a los alumnos de la finalidad de la salida, así como ultimar los preparativos necesarios.

###### b) Durante la visita:

- Acompañar a los estudiantes procurando que se sigan las indicaciones dadas en la preparación de la misma.

###### c) Posteriores a la visita:

- Presidir las reuniones con cada grupo a fin de discutir los informes de las actividades diseñadas para cada uno de ellos, aclarar las dudas y establecer, en su caso, las posibles actividades complementarias necesarias para la correcta asimilación de los diversos contenidos.
- Guiar la realización de las actividades diseñadas.
- Elegir un secretario que tome notas al objeto de sacar conclusiones y un moderador que dé el turno de palabra.
- Coordinar la puesta en común-debate de todos los grupos con objeto de garantizar su grado de participación y la corrección de los argumentos y conclusiones que se establezcan.
- Evaluar el desarrollo de la visita teniendo en cuenta tanto los factores organizativos como los resultados obtenidos y el trabajo llevado a cabo por los alumnos así como el aprendizaje logrado.

**• Actividades de los estudiantes**

## a) Previas a la visita:

- Decidir, con la ayuda del profesor, los factores que se van a estudiar:
  - Discutir el itinerario a seguir: elaboración de un plano-guía dónde se señalen los edificios, paisajes, monumentos y otras lugares de interés que se crea conveniente observar y analizar.
  - Realizar consultas bibliográficas para investigar el fundamento físico, químico o biológico del/los procesos que tienen lugar en las factorías, industrias, depuradoras, fábricas..., que vaya a visitarse.
  - Distribuirse dentro de los grupos las tareas a realizar por cada uno.
  - Elaborar encuestas o cuestionario dirigidos a la persona encargada de dar información o guiar la visita.

## b) Durante la visita:

En general, se siguen las pautas dadas durante la preparación de la misma.

- En las industrias locales u otras entidades seleccionadas se investiga sobre:
  - Las razones para su emplazamiento
  - Los productos que fabrican. Materia prima que se utiliza y su procedencia.
  - Los procesos físicos, químicos o biológicos implicados en la fabricación de los productos.
  - Las características de las diversas instalaciones: situación, historia, rendimiento...
  - Estudio económico del proceso, coste de producción y beneficios.
  - Las causas de contaminación y mecanismos de control.
  - Estudio de los aspectos sociales: puestos de trabajo, capacitación requerida, etc.
  - Igualmente de deben cumplimentar las encuestas.

## c) Después de la visita:

- Organizar y clasificar tanto el material como las informaciones recopiladas.
- Realizar posters, maquetas, montajes experimentales, etc. en relación con los hechos o procesos observados.
- Efectuar las actividades propuestas.
- Elaborar, en pequeño grupo, un informe y señalar las conclusiones pertinentes.
- Estudio de los procesos físicos, químicos y biológicos que intervienen
- Celebrar una reunión con el profesor para debatir el informe, antes de proceder a la puesta en común en gran grupo.
- Confeccionar un dossier con los contenidos implicados.
- Usando toda la información que se ha obtenido elaborar un dossier.

## Evaluación

La evaluación se lleva a cabo mediante la observación sistemática del proceder de los alumnos, la calificación tanto de las actividades como del informe elaborado, de la participación en la puesta en común, debate que se efectúa tanto después de la visita como al finalizar la unidad y finalmente del grado de dominio de los conocimientos científicos inherentes a los fenómenos estudiados.

### Actividad I: Visita virtual: al Museo Elder de la Ciencia

<http://www.museoelder.org/>

Objetivo: Como conocimientos previos a la visita real: Identificar las principales secciones e información del Museo:

- Elaborar una guía, como recurso, para orientar el análisis y síntesis de la información disponible

Nota: Puede ayudarse de una visita a la página web de LA DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA Y ENERGÍA DEL GOBIERNO DE CANARIAS (<http://www.gobiernodecanarias.org/industria/>) que figura en la ejemplificación II

## 5. MATERIALES IMPRESOS

Para la transmisión rutinaria del contenido de una materia, los materiales impresos son indudablemente el método a seguir. No sólo puede presentarse mayor cantidad de material por unidad de tiempo, sino que la velocidad de presentación queda también bajo el control del estudiante. Puede tomarse tanto tiempo como desee para saborear el lenguaje, reflexionar sobre el material y relacionarlo con otras ideas pertinentes.

En el nivel universitario, lógicamente, un manual es insuficiente para la correcta formación de un titulado y por ello debe complementarse con monografías, revistas especializadas, etc.

En este curso y por limitaciones de tiempo vamos solo a referirnos a título de ejemplo dentro de los materiales impresos sólo a los libros de texto.

### 5.1. El libro de texto

Uno de los pilares básicos sobre los que se sustenta la acción docente, en cualquier nivel educativo, es el libro de texto. Resulta hoy por hoy incuestionable su poderosa influencia en el trabajo de aula, tanto para los profesores como para los alumnos, constituyéndose en bastantes ocasiones como el referente exclusivo del saber científico. No es necesario resaltar su importancia y de hecho, los autores especializados apoyan su buena utilización. Se puede constatar que es el material más utilizado y el principal instrumento, máxime en una enseñanza cada vez más personalizada.

El libro de texto debe ayudar al estudiante a entender y retener los conceptos que pretende asimilar, por ello, ha de poseer una organización clara evitando lo superfluo y destacando lo esencial. Debe además plantear al estudiante nuevas cuestiones y problemas así como ayudarle en la profundización de los conocimientos aprendidos. Por otro lado cumple un papel importante en la transmisión de conocimientos que por alguna causa no puede elaborar el alumno por sí solo.

Sin embargo, hemos de destacar que la función de los libros ha sido ampliamente cuestionada por la escuela activa y por autores tan significativos como Freinet, al considerarlos en su actitud pasiva, dirigidos a cualquier tipo de alumnos e impuestos por el profesor para ser asimilados sin más.

Sin embargo, las deficiencias atribuidas a los libros de texto son más bien deficiencias comunes a todos los materiales de enseñanza impropriadamente preparados, como son: la falta de claridad, la comunicación ineficaz, el nivel inadecuado para los alumnos a los que va dirigido, la falta de ideas explicativas e integradoras, la orientación pasivo-receptiva, los errores científicos, la cantidad de conocimientos que aglutinan, la inducción a conocimientos equivocados, etc.

Hemos de tener en cuenta que al ser Educación Primaria un nivel educativo con gran número de alumnos, el problema de los libros de texto afecta a un gran porcentaje de la población. Por ello, nos parece necesario insistir a los futuros maestros sobre las deficiencias que pueden presentar los libros de texto y la importancia de saber analizarlos y evaluarlos.

Se hace, pues, necesario por un lado volver a dar al libro el papel realmente importante que desempeña dentro del proceso de aprendizaje ya que la enseñanza que se hace está fundamentalmente influida por el enfoque pedagógico del texto que se utilice, por otro lado, presentar a los futuros profesores una serie de instrumentos, métodos o estrategias de análisis que les ayude a elegir críticamente en el desarrollo de su labor profesional.

#### *Valoración de los textos*

En los procedimientos de valoración de los libros de texto que aparecen en la literatura científica se hace especial mención del análisis de las actividades y de las ilustraciones que aparecen en los diferentes temas.

Las actividades es lógico ya que los objetivos del aprendizaje se consiguen primordialmente a través de ellas, esto significa que pueden servir de guía para deducir los objetivos y criterios pedagógicos que informan el texto.

Nosotros proponemos el procedimiento descrito por Pro basado en elegir como descriptores: el estudio semántico de los textos, la localización de posibles errores conceptuales, la taxonomización de la actividades experimentales y conceptuales, su concordancia con los programas oficiales y, el desarrollo evolutivo de los alumnos a los que va dirigido y las ilustraciones.

- *Estudio semántico.* Aunque sea un descriptor común con textos de otras materias, resulta útil aunque a veces difícil de realizar por la pobreza de vocabulario que padecen los alumnos. Sin embargo es de resaltar su aplicabilidad a textos científicos.

- *Errores conceptuales.* Este aspecto es fundamental y preocupante en la mayoría de los libros que en la actualidad están reconocidos oficialmente. Así, se dan definiciones equivocadas, se proponen cuestiones o problemas con valores acientíficos, se presentan ilustraciones y dibujos que llevan a “causalidades mágicas”, se utilizan modelos que no solo no facilitan explicaciones científicas de fenómenos sino que generan dificultades. Esta actividad de buscar errores puede servir a su vez para la revisión conceptual de los estudiantes.
- *Taxonomización de actividades experimentales y conceptuales:* se trata de establecer unos criterios de referencia para poder determinar si la inclusión de estas actividades resulta aconsejable en este tema. De las diversas taxonomías existentes nosotros nos decantamos por la de Prats<sup>1</sup>, específica para el área de Ciencias.
- *Programas oficiales:* este descriptor estaría indicado para comprobar la coherencia y concordancia que presentan los textos con respecto a los bloques temáticos, temas de trabajo, objetivos curriculares y criterios de evaluación
- *Desarrollo evolutivo:* es fundamental en la valoración del libro la relación de exigencias cognitivas que se enmarcarían en el período de las operaciones concretas y en las formales.
- *Ilustraciones:* aunque reconocemos la importancia de la comprensión del texto escrito por parte del lector (Campanario y Otero, 2000) para indagar de un modo global en las posibilidades didácticas del libro de texto, estimamos que la dimensión icónica es de la suficiente relevancia para dedicarle en exclusiva una línea de investigación

Analizar las ilustraciones que encontramos en los manuales de Física y Química supone considerar sus aspectos formales y semánticos. Los aspectos formales se refieren a cómo están realizadas y dispuestas las ilustraciones en el texto, mientras que los semánticos se refieren a qué significado poseen para el lector.

Si esperamos de las ilustraciones que ayuden a comprender el texto debemos estudiar dónde aparecen y qué relaciones mutuas se establecen, es decir, se han de considerar los problemas de compaginación, la inclusión de textos específicos junto a las imágenes o el uso de textos dentro de la imagen (Perales, 2000). También será objeto de análisis considerar qué pasajes del texto han sido ilustrados y su finalidad.

Hemos tenido también ocasión de comprobar las limitaciones que poseen las ilustraciones que incorporan los actuales libros de texto de ciencias en cuanto a sus posibilidades didácticas. Sería preciso elaborar un manual dirigido a los autores e ilustradores, orientándoles acerca de cómo mejorar la propia elaboración de las imágenes que utilizan y la coordinación texto-imagen, habida cuenta de la existencia de un suficiente consenso respecto a cómo abordar dichas tareas. Igualmente, el profesorado debería de disponer de una sencilla guía de evaluación de tales ilustraciones de cara a la toma de decisiones.

---

1 Prats, F. (1978). Una taxonomía de objetivos didácticos para las Ciencias Experimentales. En L. Rosado. *Didáctica de la Física y Química*, 103-124.

El cuadro II presenta un esquema para el análisis de los libros de texto que será desarrollado más detalladamente en el momento de su estudio. Igualmente les será facilitada la taxonomía citada.

**Cuadro II. Análisis de libros de texto. Repetto (1990)**

<b>ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN POR TEMA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- unidades conceptuales.</li><li>- experiencias y experimentos planteados.</li><li>- actividades dentro del aula.</li><li>- elementos icónicos reales o esquemáticos.</li><li>- referencias relacionadas con la Historia de la Ciencia.</li><li>- problemas teóricos planteados.</li></ul>
<b>RIGOR CIENTÍFICO EN LA PRESENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- errores conceptuales en el texto escrito.</li><li>- errores conceptuales en elementos icónicos.</li><li>- errores en experimentos o experiencias.</li><li>- errores en los problemas y actividades planteadas.</li><li>- errores en las referencias históricas.</li></ul>
<b>ANÁLISIS DIDÁCTICO POR UNIDAD TEMÁTICA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- exigencia cognitiva de los contenidos.</li><li>- análisis de actividades y problemas.</li><li>- lenguaje icónico.</li><li>- ejemplos y actividades: conexión-desconexión con el medio.</li><li>- planteamiento de problemas: presentación de datos, lenguaje utilizado, estrategia cuantitativa frente a fundamentos físicos.</li><li>- “cosas” que debían incluirse.</li></ul>
<b>CORRESPONDENCIA CURRICULAR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- objetivos curriculares y objetivos del texto.</li><li>- tipos de contenidos que pueden adquirirse.</li><li>- actividades sugeridas (programas oficiales) y libro de texto.</li><li>- elementos que distorsionan o elevan el nivel curricular</li><li>- ausencias significativas.</li></ul>

## 6. RECURSOS AUDIOVISUALES

Según Mallas (1988) el término audiovisual se acuñó en el año 1947 en la X Conferencia Internacional de Instrucción Pública, asociándose enseguida al de comunicación de masas. La Segunda Guerra Mundial utilizó los aparatos de proyección y sonido que existían desde los años treinta para adiestrar al ejército y ello contribuyó al desarrollo y difusión de los medios audiovisuales.

La primera universidad que introduce un curriculum de educación audiovisual fue la de Indiana en 1946 y éste ponía el énfasis en la selección, utilización, producción y evaluación de medios audiovisuales (Ely, 1992).

¿Por qué los profesores utilizan audiovisuales? Creemos que fundamentalmente para mejorar la efectividad de la comunicación entre ellos y sus estudiantes. No podemos olvidar que estos medios añaden otro canal sensorial al proceso de comunicación oral y, por tanto, ayudan al profesor. Por otra parte, los audiovisuales utilizan el lóbulo derecho del cerebro encargado de la visión y el espacio para complementar el lado izquierdo que el hombre usa para escuchar.

La utilización de los medios audiovisuales para la enseñanza empezó en la década de los cincuenta pero no fue un éxito ya que no se tuvo en cuenta que durante la guerra había funcionado a escala masiva porque por un lado, la disposición del alumnado era excelente, así como la calidad de los medios era elevada y, por otro, existía una plena compenetración del profesorado con los medios. En los años sesenta y basados en los numerosos estudios realizados ya no cabe duda sobre la conveniencia de su uso. A partir de los setenta es recomendada en la literatura científica y se sabe que no puede haber una enseñanza actualizada y eficaz sin incorporar la cultura de la imagen. Podemos afirmar que estos medios tienen el valor que les otorga el grado en que ellos faciliten el aprendizaje significativo del estudiante. De hecho, los profesores que utilizan ayudas visuales son percibidos significativamente más preparados y profesionales por parte de sus estudiantes.

La investigación didáctica demuestra que existe un mayor número de personas que aprenden mejor por medio de la imagen que del sonido de modo aislado, y que con el empleo de los medios audiovisuales, el aprendizaje aumenta en un 30%, y dura un periodo mayor de tiempo, que en ocasiones alcanza un 55% más, teniendo en cuenta para ello que, por regla general la fijación de lo aprendido es de un 30% para lo que se oye, un 40% para lo que se ve, un 50% para aquello que se ve y se oye y un 70% para lo que se realiza de una forma práctica, es decir, en todo lo que el estudiante forma parte directa e interesada. Y según un estudio de Barinaga (1991), el aprendizaje que se realiza con medios audiovisuales es más sólido que el realizado de manera solamente oral o solamente visual.

**Cuadro II. Retención de conocimientos. Fuente: Barinaga, (1991)**

	Datos retenidos después de tres horas	Datos retenidos después de tres días
Sólamente oral	70%	10%
Sólamente visual	72%	20%
Oral y visual conjuntamente	85%	65%

Ante la actual producción y oferta de recursos, (fundamentalmente audiovisuales), deben tenerse criterios selectivos y críticos ya que, una utilización inadecuada puede producir una saturación en los estudiantes. Hemos de hacer hincapié en que un buen audiovisual debe ser visible, el oyente más lejano podrá verlo bien. Además, tiene que ser legible, se tiene que evitar igualmente que contenga demasiada información, no es válida la oferta del 2x1. Por otra parte, es importante que sean informativos, claros y concretos de manera que sirvan para reforzar su mensaje oral.

De entre todos los citados anteriormente vamos a detenernos en el análisis de los más usados en la enseñanza universitaria.

### *Pizarra*

Es el recurso más usado por el profesorado en el aula desde hace más de un siglo. Se trata de un recurso barato.

Existen en el mercado distintos tipos de pizarras o encerados. Así podemos encontrarlos con el encerado fijo o el móvil; el encerado en que una vez escrito lo que deseamos podemos obtener inmediatamente una fotocopia del original.

En cuanto a sus variedades podemos citar, entre otras: el tablero magnético, el de fieltro, el franelógrafo y el sistema veleda con rotuladores de tinta soluble. Una variante de la pizarra la encontramos en el rotafolio. Se trata de un caballete que lleva incorporado un sistema en el que hojas de papel de diferente tamaño pueden rotar como si fuese un cuaderno. Presenta la ventaja que estas hojas se conservan por lo que queda constancia de lo escrito.

Un buen profesor que sabe utilizar la pizarra tiene en ella un soporte vivo e ilustrativo que le permitirá hablar libremente así como construir progresivamente su exposición de manera que pueden visualizarla y les resulte fácil de memorizar la información. Parece que en esta época ha caído en desuso quizás por relacionársela con una enseñanza de tipo tradicional y se le ha quitado en parte el valor a la función que desempeña dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Lógicamente deben seguirse una serie de reglas para su buen uso didáctico como puede ser: que se utilicen con pocos elementos y éstos bien distribuidos; la escritura clara y con letra suficientemente grande repitiendo en voz alta lo que va escribiendo; debe empezarse siempre por la parte superior izquierda, y seguir un proceso continuado sin dar saltos y volver atrás ya que un encerado desordenado propicia el caos en las ideas de los estudiantes (Mato, Mestres y Repetto, 1995).

Entre las ventajas que presenta están el que es fácil de usar y no requiere experiencia técnica para ser utilizada. Sin embargo, tienen el inconveniente que el profesor da la espalda a los alumnos mientras escribe, por otra parte la información es fungible; debe borrarse para utilizarse de nuevo.

Finalmente, hemos de resaltar que uno de los errores didácticos que más frecuentemente cometen los profesores al escribir en la pizarra es emplear un tamaño de letra que sólo alcanzan a ver los estudiantes que están en las dos primeras filas.

Pueden emplearse también dos pizarras situadas simétricamente y a la misma altura. El objeto es dejar la información fija como puede ser un esquema del tema, aspectos que deben tenerse en cuenta durante toda la clase, etc. Por otra parte le proporciona una mayor comodidad de lectura y el impacto del mensaje será doble.

Actualmente, ya empiezan a ser frecuente en los Centros la presencia de las pizarras digitales, interactivas o no. Son realmente un sistema tecnológico, generalmente integrado por un ordenador, un videoprojector y un dispositivo de control de puntero, que permite proyectar en una superficie interactiva contenidos digitales en un formato idóneo para visualización en grupo. Se puede interactuar directamente sobre la superficie de proyección. Algunos modelos permiten guardar en archivo word todo lo que se ha escrito durante la clase. Dada su facilidad de manejo y su precio, no muy elevado, pronto se generalizará su utilización.

### *Diapositiva*

Hemos de tener en cuenta las diapositivas y el aparato de proyección. El proyector diacópico es un aparato sencillo tanto en su composición como por su manejo. Consta de un foco de luz con un espejo reflector en la parte trasera del proyector, que atravesando un sistema de lentes adaptan la imagen en la pantalla de proyección.

El procedimiento de realización de las diapositivas se ha ido perfeccionando y simplificando con el paso del tiempo.

Durante muchos años ha sido uno de los recursos más utilizado por el profesorado además de la pizarra. Hoy día se van sustituyendo por las presentaciones en power point o similares que son mas fáciles de almacenar y mucho menos costosas. No obstante su confección y utilización merecen un curso aparte para que cumplan con su función de facilitar el aprendizaje.

*Retroprojector*

Este recurso se diseñó en el año 1941 y es importante porque permite la presentación de esquemas, gráficos, diagramas, dibujos, etc., mediante la elaboración de transparencias en papel de acetato, lo que facilita la explicación del profesor y la hace más asequible para el estudiante. Puede emplearse, también, para realizar experiencias siempre que cumplan determinadas condiciones como veremos más adelante.

Pueden establecerse tres tipos de transparencias: fijas, superponibles y móviles. Las primeras pueden emplearse prácticamente en vez de la pizarra. De hecho, la diferencia estriba únicamente en que la información está ya impresa y se muestra de una vez al estudiante. Sirven para expresar de forma puntual, conceptos, fórmulas, gráficas. Las superponibles se utilizan para mostrar algunas situaciones cambiantes dentro de un proceso, secuenciar evoluciones, etc. Esto permite descomponer el estudio de un tema complejo en sus partes, explicar éstas por separado y llegar al conjunto total. Las móviles, presentarán mayor número de posibilidades no sólo por aportar el movimiento sino porque se prestan a “simular” el uso de aparatos e instrumentos que aparecen en los contenidos temáticos.

Es también importante su utilización para el desarrollo de las experiencias de cátedra que a veces sustituyen a las clases experimentales o a la realización de las prácticas por parte de los estudiantes como ocurre cuando el material es escaso o por razones de seguridad. Como ejemplos citaremos cuando es necesario manipular productos tóxicos; cuando existen razones técnicas como puede ocurrir cuando los aparatos son delicados o su montaje demasiado complicado. También se usa en algunas experiencias sencillas, por ejemplo, para el estudio del movimiento de pequeños animales en un acuario transparente, colocado sobre el cristal de la pantalla.

Bajo el punto de vista didáctico su correcto uso presenta una serie de ventajas como son:

- Facilita a los estudiantes la observación de fenómenos sin tener que manipular, por ejemplo, materias tóxicas, o tener que realizar montajes muy complejos o engorrosos que llevarían mucho tiempo.
- Guía al estudiante para que centre su atención sobre los aspectos más relevantes del fenómeno a estudiar tanto a través de los esquemas teóricos como por las demostraciones experimentales correctamente diseñadas y desarrolladas.
- Permite al profesor como afirma Llorens (1988) estructurar las demostraciones experimentales de forma que se lleven a cabo en el momento más idóneo desde el punto de vista del proceso global del aprendizaje, pudiéndose utilizar bien para generar una discusión, para ilustrar un concepto, para contrastar una hipótesis de trabajo, etc. En este sentido, es interesante recordar que para que estas demostraciones sean didácticamente correctas deben cumplir unas condiciones como son:
  - a) Estar dentro de la programación del tema y debidamente secuenciadas.
  - b) Los cambios que se originen puedan ser percibido por los alumnos. Por ejemplo, en las experiencias donde se produzcan cambios de color, éstos deben observarse perfectamente, al igual que cuando se forme o desaparezca un producto opaco.
  - c) los recipientes que se deben utilizar han de ser anchos y de fondo plano (cápsula de petri), cristalizadores, vasos de precipitados, etc. Lógicamente, hemos de tener en

cuenta si se desprende calor o se producen salpicaduras, en alguno de los procesos para evitar que pueda estropearse la pantalla, (Mato, Mestres y Repetto, 1995).

El retroproyector presenta la ventaja de que el profesor habla siempre de cara a los estudiantes, puede usarse con grupos numerosos ya que la imagen puede agrandarse, dirige la atención del estudiante y su técnica de utilización es muy sencilla.

Como condición fundamental para decir que la confección de una transparencia es correcta, se podría citar la claridad y brevedad del mensaje que quiere transmitir, el tamaño de la letra para que sea visible desde todos los sitios del aula y la sencillez del dibujo que usemos para ayudar al estudiante a comprender el fenómeno que se pretende estudiar.

### Cuadro III. Ventajas y desventajas del retroproyector

VENTAJAS	DESVENTAJAS
a. Bueno para pequeñas audiencias. b. No necesitan modificar el ambiente. c. Informan y comunican el mensaje. d. Permite ir mostrando gradualmente la información. e. Fáciles de reproducir. f. Modificables a voluntad. g. Permite no dar la espalda al oyente.	1. Imagen no muy nítida si trata de ampliarse. 2. Necesita cierta práctica en su colocación. 3. La presentación puede ser poco ágil. 4. No vale para una sala grande. 5. Se deterioran con facilidad.

Fuente: elaboración propia

Por último hemos de resaltar que el retroproyector a pesar de que se ha generalizado su utilización entre el profesorado, se emplea muy mal bajo el punto de vista didáctico de manera que podemos resumir que:

- Es un recurso muy usual.
- Mal utilizado.
- Para salir del paso.
- Transparencias ilegibles.
- Textos fotocopiados.

#### *Diaporama*

Es un montaje audiovisual que tiene como objetivo fundamental aumentar la comunicación con los sujetos e intenta estimular la respuesta del que escucha.

Se trata como afirma Calvo (2001) de una obra de comunicación de grupo, que pretende comunicar la idea a través de la emoción, con un tema y unos objetivos previamente establecidos y desarrollados en un guión seriamente estructurado y rigurosamente secuenciado, utilizando la imagen como lenguaje autónomo y con un manejo distinto de la palabra y los efectos sonoros. Debe ser una obra creativa en la que se une el lenguaje oral y las imágenes. Su duración no debe sobrepasar los quince minutos. Hoy día la han desplazado los nuevos medios técnicos.

### *Vídeo*

El vídeo es un recurso audiovisual con grandes posibilidades didácticas y pueden ser informativos o de entrenamiento, es decir, vídeos que capacitan para realizar una acción concreta después de su visionado y estudio.

Es interesante tanto para el profesor como para el estudiante y permite diferentes aplicaciones según el momento del acto didáctico donde se introduzca, por ello, debe planificarse detenidamente su utilización con objeto de obtener unos resultados óptimos.

Con relación al estudiante varias de estas aplicaciones pueden ser: la motivación; exposición de contenidos científicos; como documento de apoyo para introducir al estudiante en las operaciones básicas de un laboratorio; familiarizarles con la realización de diversos procedimientos; acercar a los estudiantes a procesos o fenómenos de acceso difícil, no sólo por problemas de espacio y tiempo, sino por el elevado coste de su preparación o peligrosidad del mismo; centrar la atención del estudiante sobre algún aspecto que podría pasar desapercibido en ciertos contextos de observación, al permitir la parcialización de una globalidad, etc.

Si se utiliza como motivación de un tema puede usarse bien antes o después de su desarrollo. Antes para motivar al estudiante y estimularle a participar en el aprendizaje propuesto. Al final del tema para incitarle a la continuación y profundización en el mismo.

Como vídeo lección (Ferrés, 1990) tiene la función de la lección magistral, es idóneo para describir fenómenos que impliquen transformaciones, procesos o situaciones vitales, dinámicas en las que la imagen, el movimiento y el sonido jueguen un papel importante. También puede emplearse cuando se trata de estudiar un proceso cuyo desarrollo en el laboratorio podría resultar peligroso o bien al que los estudiantes no podrían acceder con facilidad: altos hornos, fabricación de diversos productos, etc. Presenta la ventaja de poder repetirse su proyección las veces que sean necesarias para que todos adquieran los contenidos.

Sin embargo, se utiliza incorrectamente en muchas ocasiones, limitándose a grabar acontecimientos como “entretenimiento” o bien, a proyectar una película sin haber llevado a cabo una preparación de la misma, analizando y señalando los aspectos en los que el alumno debe fijar más su atención así como la planificación de un posterior debate y puesta en común de los aspectos más significativos.

De hecho, existen claras funciones bajo el punto de vista didáctico del vídeo entre destacamos:

- Función motivadora, es decir cuando nuestra intención es afectar de alguna manera la voluntad del estudiante para incrementar su atención o un tipo determinado de respuesta.

- Función informativa. Cuando el mensaje intenta presentar una realidad de forma objetiva.
- Función evaluativa. Cuando se pretende valorar conductas, actitudes o conocimientos.
- Función lúdica, es decir, cuando nuestra intención es potenciar el entretenimiento del usuario, y así entrenarle en esta técnica, trabajando en grupo, y así conseguir con ello, en algunas ocasiones, que el descubrimiento de nuevas dimensiones fortalezca el proceso educativo, en cuanto a motivación y creatividad se refiere.

Previamente a su utilización es necesario seleccionar el material a proyectar. Para ello, es imprescindible que el profesor conozca el contenido del vídeo. Facilita mucho la tarea el tener una ficha de las distintas cintas, clasificándolas por temas y por niveles, según nuestro criterio. Conviene hacer un guión esquemático del mismo, en el que se destaquen aquellos aspectos que nos interese resaltar, entresacar la terminología científica, tal vez desconocida para el alumno a fin de trabajarla previamente en el aula. Finalmente, habrá ocasiones en que no sea necesario o conveniente proyectar la película completa, entonces será preciso realizar con anterioridad una selección de las secuencias (Mato, Mestres y Repetto, 1995).

Para estructurar toda esta información presentamos un modelo de “ficha” ya que el hecho de tener que cumplimentar cada uno de los indicadores obliga al docente a llevar a cabo un estudio de la correspondiente cinta que podrá serle útil en las diversas ocasiones didácticas que se le presenten.

Bajo el punto de vista didáctico, es importante averiguar y analizar los conocimientos que sobre el tema a trabajar tienen los alumnos para poder establecer relaciones significativas entre éstos y los objetivos que pretendemos cubrir con nuestra acción docente. Es por ello que antes de la proyección proponemos la elaboración de unas preguntas previas por los alumnos que serán debatidas por toda la clase, una vez resueltas, ello ayudará a introducir al estudiante en el tema de estudio. Por otra parte, el profesor les dará también una serie de cuestiones que tendrán que cumplimentar después de la proyección y que servirán lógicamente de guía para la observación de la película. Finalmente, se llevará a cabo un debate.

**Ficha I. Análisis de un video. Adaptada de Mato, Mestres y Repetto (1995)**

<b>FICHA DE TRABAJO SOBRE UN VÍDEO</b>
<b>II. CARACTERÍSTICAS PEDAGÓGICAS</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Curso o nivel para el que encuentra adecuada esta proyección.</li><li>2. Resumen del vídeo.</li><li>3. Objetivos que puede cubrir.</li><li>4. ¿En qué momento del tema utilizaría esta proyección?</li><li>5. ¿Qué conocimientos previos se han de tener para su mejor comprensión?</li><li>6. Prepare una serie de cuestiones para que los estudiantes realicen antes de la proyección y otras para después de la proyección.</li></ol>
<b>I. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b> <p>Calidad visual:</p> <p>Calidad sonora:</p> <p>Calidad de color:</p> <p>Equilibrio palabra-imagen:</p> <p>Estado conservación:</p> <p>Velocidad de presentación del mensaje:</p>

Hay muchas colecciones de vídeos que se han elaborado con carácter didáctico como ejemplo citaremos la Colección de la Enciclopedia Británica Educativa; Colección Educativa de TVE; Colección de Didascalía; Publicaciones del Ministerio de Educación y Cultura y Ministerio de Obras Públicas, etc. Además puede utilizarse cualquier otra película que creamos interesante.

*Ordenador*

La utilización de los ordenadores, y otras nuevas tecnologías informáticas en el proceso instruccional comporta un importante reto ante el futuro, con sus consiguientes ventajas y riesgos.

El ordenador como recurso didáctico comprende no sólo las experiencias que suponen aprender del ordenador, sino también aquellas que suponen aprender con el ordenador.

Es importante, además, que los estudiantes desarrollen, con ayuda de los ordenadores una serie de procedimientos, básicos para su aprendizaje científico. Entre ellos les serán de gran utilidad los que constituyen destrezas básicas y que una vez automatizados pueden ser de gran eficacia en el manejo de la información: dominar la mecánica de la escritura, el teclado del ordenador, saber como consultar una base de datos, saber elegir de toda la información la que le es más útil, etc.

Se utilizan diversos tipos de soportes lógicos con aplicación a la educación. Se empezó aplicando criterios conductistas para diseñar los sistemas de Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) de las que existen tres tipos:

- a) Técnicas para que el estudiante lleve a cabo ejercicios de adiestramiento. Se plantean preguntas concretas con respuestas múltiples y ellos mismos seleccionan contestaciones correctas.
- b) Es prácticamente una clase magistral. Se desarrolla un tema de principio a fin como lo haría un profesor en el aula. Si el material es bueno, es mucho más interesante que un libro de texto. Respecto a la enseñanza asistida por ordenador, hasta ahora en la mayoría de los programas instruccionales, el mismo, se utilizaba esencialmente como transmisor de contenidos didácticos, sustituyendo al profesor y al libro de texto como medios de información, de tal modo que el programa de ordenador controla la presentación de información y el desarrollo de las actividades de instrucción, pero la interacción del alumno con el programa queda restringida a la recepción de conocimientos elaborados y a la utilización de esa información en tareas de evaluación del conocimiento adquirido. En este contexto educativo de enseñanza por transmisión y recepción no se tiene en cuenta el importante papel que desempeñan las concepciones de los alumnos y alumnas en los procesos de aprendizaje de la ciencia y no se garantiza la construcción de conocimientos significativos (Gil et ál. 1991).
- c) Consiste en la simulación. Se trata de presentar el funcionamiento de un sistema a través de la realización de un analogía matemática. Se utiliza en el caso de experiencias o conceptos de difícil explicación según los procedimientos tradicionales.

Por otra parte, la utilización de situaciones de simulación, de modelización o de tratamiento de la información puede conducir a crear numerosos micromundos informáticos que planteen de manera novedosa la enseñanza, por ejemplo, de las ciencias, la matemática o la lectura y escritura.

Para poder usarlo como medio de soporte visual en el aula es necesario disponer además del propio ordenador de un cañón de proyección.

Entre otras aplicaciones de la informática educativa podemos citar también:

- El Laboratorio Asistido por Ordenador (LAO).  
(Programas de adquisición y tratamiento de datos. Control de aparato, instrumentos y equipos. Contienen unos interfases que comunican con el ordenador y sensores que traducen magnitudes físicas (distancias, conductividad, PH, intensidad luminosas) a señal eléctrica, tensión).
- La utilización de programas de aplicación general (procesadores de textos, hojas de cálculo, bases de datos, editores de gráficos, programas de simulación y de cálculo científico, etc.).
- La utilización de programas específicos de diferentes materias.
- La utilización de algún lenguaje de programación que permita desarrollar aplicaciones informáticas sencillas.

## CD ROM

La idea de este recurso se conformó al principio de la década de los ochenta cuando se introdujo el CD. Un CD-ROM es un disco que por una parte permite almacenar más de 600 megabytes de cualquier tipo de información que pueda digitalizarse: texto, audio, gráficos, fotografías en color, etc., que presenta la posibilidad de aprendizaje interactivo y una gran información almacenada en el disco lista para consultar en cualquier momento. Podemos encontrar desde una “visita virtual a un museo”, estudio de animales, funcionamiento de máquinas, enciclopedias, etc.

Es un nuevo medio de edición y un instrumento educativo de potencia aún inimaginable. En él es posible almacenar la información de algo así como ciento cincuenta mil páginas impresas además de imágenes de quince mil documentos. Pero esto no es lo más importante. Todos los discos presentan marcas legibles inmediatamente después de realizada la escritura por lo que se llaman DRAW (Direct Reading After Write).

Centrándonos en el ámbito educativo un CD interactivo es una herramienta multimedia muy potente y de los más útiles debido a la gran variedad de aplicaciones y a la gran cantidad de información que se puede almacenar en ellos. Entre sus aplicaciones está la creación de presentaciones multimedia con vídeos, animaciones, juegos, etc., para informar en temas específicos permitiendo la creación de enciclopedias y guías interactivas. Igualmente se pueden realizar manuales interactivos con procedimientos para la utilización de determinados aparatos o equipos o formación en determinadas destrezas.

Actualmente la producción de nuevos programas en CD-ROM está consiguiendo un cierto éxito en el ámbito de la formación, aunque lógicamente no ofrece las posibilidades del videodisco laservisión respecto a la duración, calidad de imagen y acceso fácil a las mismas. No obstante pueden llegar a convertirse en un maestro.

Es necesario para la utilización didáctica de los CD-ROM, seleccionar el material. Para ello, es imprescindible, como ya se ha comentado, el análisis y estudio del contenido y fundamento del programa. Facilita mucho la elección el tener una ficha de los distintos programas que estén a nuestro alcance, clasificándolas por temas y por niveles. A modo de orientación, en dicha ficha se podrían reflejar aspectos tales como: nivel educativo en el que se puede utilizar; conocimientos previos necesarios para aprovechar al máximo este recurso; vocabulario científico que han de conocer y si aparecen errores conceptuales o conceptos inadecuados en el programa.

Por otra parte hay que reflexionar sobre las posibilidades didácticas del programa: cuándo utilizarlo, es decir, en que momento de la intervención instruccional sería más conveniente; con qué objetivos; cuál sería la motivación más adecuada para los alumnos; cómo podrían evaluarse los avances en el aprendizaje, etc.

Entre las ventajas podemos destacar el papel interactivo: el alumno deja de tener una actitud pasiva y adopta un papel activo en la programación, autocontrol de su propia enseñanza en función de sus necesidades. Por otra parte permite al estudiante aprender a su propio ritmo y facilita una re-enseñanza de forma inmediata.

El ordenador con su conjunto de aplicaciones es un recurso muy útil ya que permite por un lado, utilizar un aparato que, o es familiar para la mayor parte de los estudiantes o les permite contactar con el mismo.

Puede utilizarse también para el estudio de idiomas extranjeros, geografía, matemáticas, música, etc. Precisamente queremos resaltar como han revolucionado la enseñanza de la música ya que facilita al músico componer y crear nuevos sonidos. Además, puede almacenar información y recordarla cuando es necesario.

El número de programas es cada vez mayor así como libros básicos y enciclopedias editados en estos formatos. Algunos tienen incluso la ventaja de presentar hipertextos con glosario de todos los términos que aparecen. También incluyen gráficos móviles e incluso selección de imágenes en vídeo que ayudan a comprender lo que se está intentando aprender.

### Internet

Este es el nombre de un grupo de Recursos de Información Mundial que permite comunicarse a millones de personas en todo el mundo, enviando y recibiendo “correo electrónico”, estableciendo comunicaciones con computadoras remotas y tecleando mensajes de forma interactiva.

Internet tiene dos funcionalidades básicas, es a la vez fuente de información y canal de comunicación. Los aprendizajes se realizan a través de la información y la enseñanza es un acto netamente comunicativo. De hecho, constituye un canal de comunicación a escala mundial cómodo y versátil. La red facilita la comunicación y la relación interpersonal, permite compartir y debatir ideas y facilita el trabajo cooperativo, además de la difusión de las creaciones personales. Desde el punto de vista de la información Internet integra una enorme base de datos con información multimedia de todo tipo y sobre cualquier tema.

Ofrece numerosas ventajas entre las que destacamos: poder discutir con gente de todo el mundo; entrar a explorar en millares de bibliotecas y base de datos del mundo entero; permite jugar con docenas de personas de inmediato, etc.

La utilización de Internet en el campo educativo puede ser muy variada ya que facilita la preparación de las clases al poder buscar información actualizada sobre los temas; por otra parte, se puede encontrar la información para realizar determinados trabajos y se pueden conocer otros métodos y recursos didácticos mediante la consultar a otras instituciones que han tenido experiencias innovadoras.

Así mismo puede contribuir a la innovación educativa y al margen de ser un centro de información científica excepcional, permite el empleo de la red como un espacio de trabajo cooperativo entre personas y grupos. De hecho, posibilita trabajar juntos a profesionales de la enseñanza para intercambiar experiencias, planificar proyectos, solucionar problemas comunes, etc. que pueden beneficiar a los docentes en su tarea profesional. Por otro lado, posibilitan el intercambio de información entre grupos separados geográficamente, tarea muy importante cuando se trabajan aspectos de un mismo problema. También ayuda la resolución de problemas entre grupos de clase que trabajan de forma cooperativa o en aquellos casos donde el intercambio de información sea suficientemente motivador.

Igualmente, en el campo de la educación no formal y también en otros ámbitos, ya que entendemos que la red es por sí misma un medio educativo como cualquier otro; desde el momento en que las personas tienen acceso directo a la red, sin intermediarios, entra en contacto directo con la sociedad.

Por otro lado, sabemos que la comunicación con soporte físico como libros, CD-Rom, etc. deben actualizarse lo que lleva consigo que se publiquen nuevas ediciones. Este problema no existe en la comunicación por redes, que puede crear sistemas abiertos en los que se añaden, en cualquier momento, comentarios, nuevos datos, etc.

Internet, ha mostrado ser una herramienta muy poderosa desde el punto de vista de la motivación, de la investigación y de la adquisición de conocimientos. Como decía un prestigioso profesor, “si lo que usted busca no está en Internet es que no existe o usted no lo ha buscado adecuadamente”. De hecho la existencia de cada vez más potentes buscadores de información hace de este medio una herramienta insustituible para la preparación, documentación y docencia en cualquier campo del saber.

Finalmente, teniendo en cuenta las funciones de transmisión, información y acceso de la información la red de Internet puede proporcionar un soporte didáctico eficiente, tanto en la enseñanza presencial como en la a distancia. En este sentido posibilita las consultorías y las tutorías telemáticas; el acceso a materiales didácticos on-line, como cursos, guías didácticas, programas educativos, etc y algo muy interesante como es el poder acceder a las bibliotecas.

### Las páginas WEB

El World Wide Web (WWW) es un sistema que permite al usuario recuperar información de cualquier parte del mundo a través del ordenador. Este servicio es conocido como WWW o servicio Web y es una forma de presentar cualquier tipo de información a través de páginas y de Internet, que a su vez es un recurso de información a nivel mundial que puede considerarse como el foro más grande y la biblioteca más general que existe. De hecho se puede acceder a ella a cualquier hora del día o la noche y desde cualquier lugar del mundo.

Como recurso para ayudar o potenciar el aprendizaje es de incalculable valor sobre todo dentro de la educación no formal o informal y mucho más en la educación a distancia. Esto no quiere decir que menospreciemos la inestimable ayuda que representa para el estudiante no sólo por la facilidad para acceder a la información sino por la cantidad y calidad de los datos que se consiguen.

Pero ¿qué es un Web? Es simplemente una página informativa a la que se accede a través de Internet y que puede llevar tres información a través de un texto, de gráficos y de hipertexto. Esto es lo que le hace más rentable bajo el punto de vista del aprendizaje. El aprendiz lee y puede observar gráficos o imágenes pero cuando no entiende algunos términos puede enlazar con un glosario donde adquiere el conocimiento del término o con otros documentos donde puede profundizar en determinados conceptos que le ayudan a comprender el texto principal. De hecho, la selección de una palabra resaltada o de un gráfico causa la visualización de un nuevo documento. Los ficheros que se recuperan pueden imprimirse

con lo cual permiten su examen y estudio por las personas que aún no están demasiado familiarizadas con la lectura directa en la pantalla.

Hoy día existen ya guías para saber navegar aunque realmente es fácil y, además, como es un recurso que engancha, el aprendizaje de su utilización es rápido y confortante.

Se pueden crear aplicaciones didácticas multimedia aprovechando los avances derivados de la evolución de Internet y las prestaciones de los ordenadores y de los entornos gráficos de usuario.

Hemos de resaltar que las actividades pueden realizarse desde Internet utilizando los programas existentes en cualquier ordenador. Un navegador como Internet Explorer y un reproductor de video como Windows Media. Como programas de autor recomendamos Hot Potatoes y JavaClic así como la elaboración de diferentes Webquest aunque se pueden incluir también pequeños videos y presentaciones en PowerPoint.

#### *I. Hot Potatoes<sup>2</sup>*

Es un conjunto de seis herramientas de autor, desarrollado por el equipo del University of Victoria CALL Laboratory Research and Development, que te permiten elaborar ejercicios interactivos basados en páginas Web de seis tipos básicos.

La interactividad de los ejercicios se consigue mediante JavaScript (un “Script” es un poco de código que hace algo en una página Web). Este código está hecho con un lenguaje llamado JavaScript inventado por Netscape. Posteriormente podéis publicar dichas páginas en un servidor Web.

Además, el programa está diseñado para que se puedan personalizar casi todas las características de las páginas. Por tanto, si usted sabe algo de código HTML o de JavaScript, podrá hacer cualquier cambio que desee en la forma de trabajar de los ejercicios o en el formato de las páginas Web. Para profesores que utilicen el programa sin ánimo de lucro, Hot Potatoes es gratis. No obstante debéis registrar el programa, para ello ir a la página Web de Hot Potatoes, rellenar un formulario y gratuitamente os proporcionarán un nombre de usuario y una contraseña que os enviarán por e-mail, conviene hacerlo pues de este modo os mantendrán informados de las actualizaciones del programa. Además si no lo hacéis el programa no tendrá una funcionalidad completa y tendrá limitaciones como el número de preguntas que se pueden poner en un ejercicio etc. Utilización: La información editable de cada tipo de ejercicio se guarda en un archivo específico de cada aplicación de HP. A partir del mismo se generará el documento final interactivo en formato \*HTML. Esta página se sube al servidor web. El alumno no necesita tener instalado en su equipo el programa Hot Potatoes para realizar cada ejercicio. Sólo se requiere acceder utilizando un navegador como Internet Explorer 5.5 o superior.

---

2 Toda esta información está tomada de <http://www.aula21.net/segunda/hotpotatoes.htm>.

3 <http://www.isabelperez.com/webquest/index.htm>.

Diseñado por Grupo Lentiscal de Didáctica de la Física y Química.  
<mailto:fmarnav@gobiernodecanarias.org>.

## *II. Webquest*

El modelo de Webquest<sup>3</sup> fue desarrollado por Bernie Dodge en 1995 que lo definió como una actividad orientada a la investigación donde toda o casi toda la información que se utiliza procede de recursos de la Web.

Este modelo permite que el estudiante elabore su propio conocimiento al tiempo que lleva a cabo la actividad. De hecho, navega por la web con una tarea en mente. El objetivo es que emplee su tiempo de la forma más eficaz, usando y transformando la información y no buscándola.

### Tipo de actividades

Además de actividades abiertas se pueden diseñar actividades de aprendizaje cerradas de diferentes tipos, que permiten la autoevaluación y autocorrección inmediata, como:

- Asociaciones pretenden que el usuario descubra las relaciones existentes entre dos conjuntos de información pudiendo ser simples o complejas según que a cada elemento del conjunto origen le corresponda uno o varios del conjunto imagen.
- Juegos de memoria donde se ha de ir descubriendo parejas de elementos iguales o relacionados entre ellos, que están ocultos. El objetivo es destapar todas las parejas.
- Actividades de exploración en las que al pulsar sobre una determinada información se muestra una respuesta en cada pieza.
- Actividades de identificación, son similares pero de un conjunto e información que se presenta hay que pulsar sobre las que cumplen una determinada condición.
- Pantalla de información que parten de un único conjunto de información y se ofrece la posibilidad de activar el contenido multimedia que lleva cada elemento.
- Puzzles plantean la reconstrucción de una información que se presenta inicialmente desordenada. Esta información puede ser gráfica, textual, sonora... o combinar varios a la vez.
- Las actividades de respuesta escrita que se resuelven escribiendo un texto (una sola palabra o frase más o menos compleja).
- Las actividades de texto plantean ejercicios basados siempre en las palabras, frases, letras y párrafos de un texto que hay que completar, entender, corregir u ordenar. Los textos pueden contener también imágenes y ventanas con contenido activo.
- Las sopas de letras y los crucigramas son variantes interactivas de los conocidos pasatiempos de palabras ocultas.

### *Videoconferencias*

Una videoconferencia como su nombre indica no es más que la utilización del sistema anterior “in vivo”. Permite con solo contar con un modem y una cámara especial, bastante asequible por su precio y facilidad de uso, poder ver a otro interlocutor lejano o grupo de interlocutores. Si la persona que habla reúne determinados requisitos la comunicación puede llegar a ser perfecta y se puede emplear como un recurso didáctico. Tiene el inconveniente

que depende mucho de las características didácticas del que desarrolla la sesión, del tema a tratar y de la motivación que tengan los participantes y de las características técnicas de las instalaciones. Tiene la enorme ventaja de poder establecer una discusión a distancia mientras se observa la reacción de cada uno de los presentes.

Se necesitan una serie de requisitos para lograr el mayor éxito: asegurar la visibilidad de todos y cada uno de los participantes; debe cuidarse el sonido y cuando van a utilizarse fórmulas o datos numéricos es imprescindible el uso de una pizarra o transparencias y sobre todo las cualidades didácticas del conferenciante.

Para la tutorización a distancia presenta unas ventajas enormes. Por otra parte, sirve para facilitar tareas académicas no sólo de clases, conferencias, discusiones de expertos, etc. sino también ya se han utilizado incluso para la defensa de tesis doctorales donde bien el doctorando o parte del tribunal está en una universidad diferente de la que otorga el título.

#### *Correo electrónico*

Es otro servicio de Internet que permite al usuario conectar con cualquier otro de algún sitio del mundo enviando la información que desee: artículos, capítulos de libros, documentos, cartas, etc. Una de sus mayores ventajas estriba en la posibilidad de establecer grupos de discusión y de trabajo a bajo costo tanto en gasto de dinero como de tiempo.

Es también importante el papel que puede representar en las tutorías con diferentes alumnos.

Si se establecen “líneas de correo” se pueden originar discusiones en grupo, altamente formativas, que permiten la discusión de un tema previamente fijado entre estudiosos o investigadores del mismo. No es necesario atenerse a un horario rígido sino por el contrario permiten participar y enviar las consultas o las opiniones en tiempos diferentes pero igual de efectivas que se hicieran con presencia real.

#### *Conclusión*

De lo que se deduce de todo lo dicho anteriormente podemos concluir que en la educación el internet es útil porque:

- Sirve de soporte didáctico tanto en la enseñanza presencial como en línea.
- Se puede buscar la información actualizada sobre los temas por lo que ayuda a preparar las clases.
- Se utiliza para documentar trabajos porque allí se puede encontrar la información para realizar determinados trabajos.
- Ayuda a conocer otros métodos y recursos didácticos. Se puede consultar a través instituciones que han tenido experiencias innovadoras. Se puede realizar navegación libre por Internet.
- Gracias a Internet son posibles las consultorías y las tutorías telemáticas.
- Igualmente e acceso a materiales didácticos on-line: cursos, guías didácticas, programas educativos. Clases a distancia. Centros de recursos virtuales, etc.
- Telebibliotecas.

## 7. UTILIZACIÓN DE LABORATORIOS VIRTUALES

Los laboratorios virtuales son un recurso disponible en la red de gran utilidad para el desarrollo de actividades relacionadas con el trabajo experimental. Resultan de especial relevancia pues permiten acercar al alumno tanto a la manipulación virtual de materiales como al desarrollo de técnicas y procedimientos propios de cada disciplina científica. Existen algunos en la red que reúnen unas buenas características de usabilidad y con diferentes grados de interactividad.

El profesorado puede integrar la utilización de estos laboratorios a través del diseño de actividades concretas que requerirán una cuidadosa planificación didáctica, para involucrar los aspectos relacionados con las estrategias propias de la experimentación, la observación virtual, obtención de datos, etc., que permitan un buen aprovechamiento del potencial formativo de este recurso.

Se podrán utilizar también el desarrollo de actividades en el laboratorio virtual, como fase previa y complementaria al desarrollo de actividades experimentales en el laboratorio del propio centro. Ello permitiría disponer de más tiempo en la actividad presencial para debatir sobre las posibles estrategias alternativas para resolver la problemática planteada, así como sobre las observaciones detalladas que es preciso llevar a cabo, o la forma de organizar, representar e interpretar los datos obtenidos, los resultados que se espera obtener, etc. Al disponer de más tiempo presencial, pues la fase de preparación del experimento ya se ha realizado virtualmente, a su vez redundaría en la posibilidad de desarrollar un mayor número de trabajos prácticos en cada materia.

Por otro lado el laboratorio virtual puede permitir el acceso a la obtención de datos o a la realización de observaciones de determinados fenómenos que pueden resultar difíciles de llevar a cabo de forma real en el entorno educativo. Ello contribuiría a mejorar el conocimiento y a la adquisición de determinados conceptos posean un elevado grado de abstracción.

En definitiva, el laboratorio virtual es una herramienta que las TIC están poniendo al alcance de profesorado y alumnado, y que con una adecuada planificación de las actividades a desarrollar, contribuiría a mejorar la adquisición de conocimientos, a elevar el rendimiento académico y mejorar el grado de motivación del alumnado.

No obstante, a la hora de seleccionar los posibles laboratorios a utilizar, sería útil disponer de algunos criterios, que en un principio, nos guiaran sobre unos requerimientos mínimos. Algunos criterios didácticos para la valoración del laboratorio virtual de cara a su selección podrían ser los siguientes:

- Debe integrar herramientas multimedia, sonido, imágenes, animaciones, recursos gráficos, incluso en tres dimensiones, que pueden ayudar al entendimiento de los fenómenos físicos, químicos o tecnológicos en estudio. Esto constituye una ventaja frente a la representación habitual mediante lápiz y papel.
- La utilización debe ser fácil e intuitiva: los programas deben poder ser utilizados por un usuario con escasos conocimientos de informática. Disponer de una primera ayuda en pantalla así como ayudas a nivel más elevado a las que se puede acceder para desarrollos más complicados. Se debería disponer también de un manual de utilización.

- Interfaz estandarizado: que resulte familiar al usuario. Por ejemplo, barras de herramientas similares a los programas bajo entorno Windows, así como una estructura visual, aceptada por la mayoría de los usuarios, mediante el uso de ventanas. Que ofrezcan la posibilidad de cerrar, minimizar o maximizar el formulario principal.
- Posibilidad de imprimir resultados. Ello permite al alumno guardar los trabajos desarrollados e ir creando una fuente documental de su trabajo, en soporte papel.
- Que controle los datos incorrectos e introduzca el mensaje de error.
- Que proporcione herramientas de creación de tutoriales interactivos (animaciones y demostraciones, otros) para que se puedan diseñar actividades didácticas, en respuesta a las necesidades del grupo-clase, o a nivel individual.
- Que presente la posibilidad de evaluar al alumno mediante cuestionarios, ejercicios de autovaloración, etc.
- Utilizar lenguaje estándar que sean fácilmente transferible a otras plataformas.
- Es interesante que disponga de datos experimentales, que permitan contrastar los resultados experimentales, numéricos y gráficos, con los obtenidos mediante simulación en el laboratorio virtual.

#### *Orientaciones didácticas para el desarrollo de actividades en el laboratorio virtual*

Para la utilización didáctica del laboratorio virtual, se pueden seguir algunas pautas similares a las utilizadas en el caso del laboratorio presencial, tales como las que se indican a continuación:

1. Determinar objetivos que se pueden cubrir con este laboratorio, tipos de experiencias que se pueden desarrollar y materias relacionadas.
2. De acuerdo con las posibilidades que ofrece establecer y precisar en que partes del desarrollo de los contenidos se podría utilizar.
3. Es conveniente planificar en primer lugar, una *visita guiada al laboratorio* para que los estudiantes conozcan sus posibilidades, el material disponible y la forma de acceso a las distintas herramientas y se familiaricen con su entorno de trabajo. Para dicha visita se puede diseñar una ficha de observación.
4. Preparar unas actividades previas de identificación y clasificación de los materiales disponibles con el objeto de que sinteticen y organicen las ofertas del laboratorio, ello, les permitiría valorar el entorno de cara a usabilidad.
5. Desarrollar en principio, actividades sencillas que permitan ir adquiriendo habilidades y técnicas de trabajo en el laboratorio.
6. Diseñar fichas de trabajo en consonancia con los contenidos científicos que se quieren abordar. En dichas fichas se incluirá una secuencia de orientaciones para el desarrollo del trabajo experimental. Las orientaciones deberán ser cuidadosamente planificadas para que dejen libertad al alumnado para la creatividad o la elección de rutas alternativas, además integrar los aspectos propios de la metodología científica... Planificar tanto actividades individuales como en grupo.

## 8. EJEMPLIFICACIONES

### 8.1. Ejemplificación I. Investigando la energía eólica. ¿Cómo potenciarla?

[Introducción](#)[Tarea](#)[Proceso](#)[Recursos](#)[Conclusión](#)[Evaluación](#)[Profesorado](#)[Créditos](#)

#### Introducción

La introducción establece el marco y aporta alguna información antecedente.

El uso de las energías tradicionales no renovables, basadas en la quema de combustibles fósiles, producen contaminación ambiental, un aumento de efecto invernadero y el peligro de cambio climático.

Las energías renovables, también llamadas energía alternativas o blandas, engloban una serie de fuentes energéticas que no se agotarían con el paso del tiempo. Estas fuentes producirían un impacto ambiental mínimo y contribuirían a la sostenibilidad del planeta.

La energía eólica, es la energía producida por el viento. La primera utilización de la capacidad energética del viento la constituye la navegación a vela. En ella, la energía cinética del viento se utiliza para impulsar un barco. Desde la antigüedad se ha utilizado la energía del viento. Los barcos con vela ya aparecían en los grabados egipcios más antiguos (3000 a. C.).

Utilizando Internet y las páginas Web indicadas por el profesor (WebQuest) busca información y realiza una memoria de investigación en la que indiques sobre la energía eólica: ¿Qué es? ¿Cómo se produce? ¿Cuáles son sus aplicaciones? ¿Cuáles son sus ventajas e inconvenientes?, ¿es su implantación actual? ¿Cuáles son sus perspectivas de futuro?

#### **Tarea** (*Indica aquellas tareas que debe llevar a cabo el alumno*)

La información que selecciones, sobre la energía eólica te deberá ayudar a abordar el tema el buscar respuestas a una serie de preguntas sobre la energía eólica: ¿En qué consiste? ¿Cuáles son sus características? ¿Desde cuando se utiliza? ¿Cuál es su grado de implantación actual? ¿Cuáles son sus perspectivas de futuro? ¿Cuáles son sus ventajas e inconvenientes? ¿Cuál es su impacto ambiental? ¿Cuál es su rendimiento o eficiencia?

Deberás organizar la información que selecciones en un documento Web siguiendo el modelo propuesto en la [plantilla](#) adjunta. Para ello usarás un editor de páginas Web, como Front Page o una presentación de Power Point

Realizar en Internet una búsqueda de páginas que contengan información sobre el tema que puedes extraer. También puedes completar la oferta con fuentes de información de otro tipo (bibliográficas, etc.).

**ACTIVIDAD 0**

Copia la siguiente ficha o tabla, ampliando su tamaño y después de buscar la información necesaria rellénala de la forma más completa posible.

Tienes que completar al final a modo de síntesis la ficha siguiente que te servirá de resumen del tema.

**Ficha de síntesis de las Fuentes de energía y su utilización**

<b>Energía eólica</b>	
<b>Descripción Características</b>	¿En qué consiste? ¿Cuáles son sus características? ¿Cuáles son las transformaciones energéticas que ocurren para su aprovechamiento?
<b>Historia Evolución</b>	¿Desde cuándo se utiliza? ¿Se ha utilizado siempre de la misma forma? ¿Cómo ha ido cambiando su uso?
<b>Aplicaciones</b>	¿Para qué se utiliza en la actualidad? ¿Cómo se utiliza?
<b>Ventajas e Inconvenientes</b>	¿Cuáles son sus ventajas?
	¿Cuáles son sus inconvenientes? ¿Cuál es su impacto ambiental?
<b>Situación actual</b>	¿Cuál es la implantación actual de la misma en Canarias, comparada con el resto del Estado y el mundo?
	¿Cuál es el precio actual del Kw·h producido con esta energía?
	¿Cuál es su rendimiento actual o su eficiencia energética?
<b>Evolución prevista</b>	¿Cuáles son sus perspectivas de futuro en Canarias, comparada con el resto del Estado y el mundo?
<b>Medidas a tomar</b>	¿Qué podemos hacer entre todos? ¿Qué puedo hacer yo? ¿Cuál crees que es el grado de conciencia sobre el problema? ¿Qué medidas tomar a nivel global, local y en el centro educativo?

## **ACTIVIDADES: LA ENERGÍA EÓLICA**

La tarea que debéis realizar es **un trabajo redactado según a la siguiente secuencia de actividades**, basándoos en los recursos que se os proponen más adelante. En este trabajo podéis aportar materiales gráficos que encontréis a lo largo de vuestra navegación.

### **1. ¿DE DÓNDE PROCEDE LA ENERGÍA EÓLICA?**

1. ¿Qué cantidad de energía irradia el Sol hacia la Tierra?
2. ¿Qué porcentaje es convertida en energía eólica? Compárala con la biomasa.
3. ¿Todas las zonas de la Tierra captan la misma cantidad de energía solar? ¿Cómo influye la latitud?
4. ¿Cómo se producen los vientos?

### **2. ¿CÓMO SE CAPTA LA ENERGÍA EÓLICA?**

1. ¿Cómo capta un aerogenerador la energía del viento?
2. ¿De qué factores depende?
3. ¿Cómo varía la densidad del aire con la temperatura y la altura? ¿Qué influencia tiene en la energía eólica?
4. ¿Qué influencia tiene el diámetro de las aspas en la energía captada por el aerogenerador?

### **3. AEROGENERADORES**

1. ¿Cuáles son los componentes fundamentales de un aerogenerador?
2. Tipos. Haz una breve clasificación de los mismos.

### **4. ¿CÓMO SE MIDE Y DE QUÉ FACTORES DEPENDE LA VELOCIDAD DEL VIENTO?**

1. ¿Qué nombre reciben los aparatos que miden la velocidad del viento?
2. Confecciona una clasificación de los mismos.
3. ¿Cómo influye la orografía del terreno en la velocidad del viento?
4. ¿Cómo varía la velocidad del viento con respecto al día y la noche, y cuáles son las causas?
5. ¿Qué información nos puede aportar la naturaleza para conocer la dirección del viento dominante en una zona determinada?
6. Consulta en tu enciclopedia “la rosa de los vientos”. ¿Qué importancia puede tener en nuestro caso?

**5. ZONAS Y REGIONES DE MAYOR POTENCIAL EÓLICO**

1. Consulta un mapa eólico de Gran Canaria. ¿Cuáles son las zonas de mayor potencial? ¿Cuál es la potencia instalada? ¿Cuáles son las perspectivas de futuro?
2. Haz la misma consulta para otras islas, para la península y para los países europeos.

**6. IMPACTO AMBIENTAL Y MODELO ENERGÉTICO PARA CANARIAS**

1. Indica las ventajas e inconvenientes de la utilización de la energía eólica.
2. Indica las principales aplicaciones de la energía eólica.
3. ¿Qué impacto ambiental causa producción de energía eólica?
4. ¿Qué beneficios ambientales supone la sustitución masiva de gran parte de las centrales térmicas por centrales eólicas?
5. ¿Qué porcentaje de la energía producida en Canarias supone hoy la energía eólica?
6. ¿Cuáles son las perspectivas de futuro recogidas por el PECAN (Plan energético de Canarias)? ¿Esta orientado claramente hacia un futuro sostenible para Canarias. ¿Esta basado en las energías renovables?
7. Indica los aspectos fundamentales de un modelo energético para Canarias, orientado claramente hacia la sostenibilidad.

**Proceso**

Para realizar el trabajo debéis seguir los siguientes pasos:

- **CONSTITUCIÓN DEL GRUPO:** Organizar pequeños grupos de tres o cuatro componentes. Si encuentran problemas para ello recurrir a vuestro profesor para que él los constituya.
- **REPARTO DE TAREAS:** Cada uno se hará cargo de buscar información sobre las cuestiones indicadas en la tarea.
- **BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN:** Cada miembro del grupo buscará la información de las cuestiones que le hayan sido asignadas en los dos tipos de fuentes indicadas: Web y bibliografía. Esta información irá siendo recogida de forma ordenada para su posterior elaboración.
- **PUESTA EN COMÚN DE LOS RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA:** Los miembros del grupo compartirán los resultados de su búsqueda particular, decidiendo de forma conjunta qué información (tanto gráfica como textual) pasa a formar parte del trabajo y cuál se desecha.
- **CONFECCIÓN FINAL DEL TRABAJO:** Siguiendo el guión indicado en la TAREA se confeccionará el trabajo utilizando el procesador de textos o los programas disponibles en casa o en el centro.

*Descripción de los pasos a seguir para llevar a cabo las tareas*

*Debes contestar a las actividades planteadas, al cuestionario y a la ficha síntesis o tabla entregada y hacer un informe de todo el proceso.*

Debes crear una presentación en Power Point o bien si puedes una página Web en formato.html con alguno de estos programas gratuitos (a elegir) que permiten la creación de páginas Web como si se tratara de un procesador de textos.

- Netscape-Composer. El editor de páginas Web de Netscape integrado en el popular navegador Netscape Communicator.
- FrontPageExpress. El editor de páginas Web gratuito de Microsoft que se instala con el navegador Internet Explorer, de Microsoft.
- FrontPageEditor. El editor de páginas Web de Microsoft Office.
- OpenOffice.org Writer. Incluido en la suite OpenOffice completo entorno ofimático (procesador de textos, hoja de cálculo, base de datos, gestor de e-mail,...) libre y gratuito basado en el código del paquete StarOffice de Sun Microsystems.
- Nemo: Sencillo y potente editor de páginas Web muy intuitivo.

Selecciona la información más relevante encontrada en las direcciones que se te indican, indicando su procedencia, evita el cortar y pegar y selecciona y reelabora la información más significativa, citando siempre las fuentes utilizadas. Elabora la información trabajada con tablas y esquemas.

### **Recursos**

Para realizar este trabajo podéis utilizar **tres tipos de recursos** que se os ofrecen a continuación:

- Las enciclopedias (multimedia, convencionales) que tengáis disponibles en el centro.
- Bibliografía que podéis solicitar en el Departamento de Física-Química.
- Los de tipo “Link” son direcciones de páginas web disponibles en la red.
- Selección de enlaces a los sitios de interés para encontrar la información relevante:

¿DE DÓNDE PROCEDE LA ENERGÍA EÓLICA?

<http://www.windpower.org/es/tour/wres/index.htm>

¿CÓMO SE CAPTA LA ENERGÍA EÓLICA?

<http://www.windpower.org/es/tour/wres/enerwind.htm>

#### **AEROGENERADORES**

<http://www.windpower.org/es/tour/wtrb/comp/index.htm>

<http://usuarios.maptel.es/jjavier/Clasificacion.htm>

¿CÓMO SE MIDE Y DE QUÉ FACTORES DEPENDE  
LA VELOCIDAD DEL VIENTO?

<http://www.windpower.org/es/tour/wres/wndspeed.htm>

<http://www.windpower.org/es/tour/wres/shear.htm>

<http://www.windpower.org/es/tour/wres/variab.htm>

<http://www.windpower.org/es/tour/wres/siting.htm>

#### ZONAS Y REGIONES DE MAYOR POTENCIAL EÓLICO

<http://www.windpower.org/es/tour/wres/euromap.htm>

#### REVISTA DE ENERGÍAS RENOVABLES. NOTICIAS

<http://www.energias-renovables.com/paginas/index.asp>

#### LAS CUMBRES DE LA TIERRA SOBRE EL CLIMA

[http://www.iespana.es/natureduca/hist\\_cumbres\\_clima.htm](http://www.iespana.es/natureduca/hist_cumbres_clima.htm)

#### ENERGÍAS RENOVABLES

<http://www.nodo50.org/panc/Ere.htm>

#### MAGAZINE DE ENERGÍAS RENOVABLES

<http://waste.ideal.es/primerenergias.htm>

#### INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS (ITC)

<http://www.itccanarias.org/index2.html>

#### INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ENERGÍAS RENOVABLES (ITER)

<http://www.iter.es/>

### **Bibliografía**

- Martínez, F., Mato, M<sup>a</sup> C. y Repetto, E. (1995). *Los aspectos medioambientales y la enseñanza de las Ciencias. Cuadernos de aula, nº 6*. Tenerife: Consejería de Educación - Centro de la Cultura Popular Canaria.
- Elortegui, N.; Fernández, J. y Jarabo, F. (1989). *Energías renovables. Experiencias prácticas*. Tenerife: Consejería de Educación. Centro de la Cultura Popular Canaria
- Erickson, J. (1992). *El efecto invernadero. El desastre de mañana, hoy*. Madrid: McGraw-Hill.
- Hare, T. (1990). *El efecto invernadero*. Madrid: SM.
- Hernández, C. Et ál. (1994). *Las energías renovables en las Islas Canarias*. Canarias: Consejería de Industria y Comercio. Gobierno de Canarias.
- Sánchez Kaiser, A. y Viedma, A. *Energía eólica*. (2003). Madrid: Ed. Horacio Escarabajal.

## Conclusión

Recuerda lo que se ha aprendido y se anima a continuar con el aprendizaje.

Se trata de indicar los problemas medioambientales que las reacciones de combustión provocan: agotamiento de los recursos fósiles, contaminación y aumento del efecto invernadero.

El Problema del efecto invernadero es causado por el aumento desproporcionado de la emisión de gases a la atmósfera debido a las siguientes causas:

- La quema de combustibles fósiles, que produce óxidos de nitrógeno (de las emisiones de los automóviles) y el principal causante del problema, el dióxido de carbono, que se produce en todos los procesos de combustión de combustibles fósiles.

Por otro lado el abuso de las reacciones de combustión nos lleva al agotamiento de las reservas de combustibles fósiles, que constituyen una fuente de energía no renovables (energías con un periodo de formación muy largo).

Las energías renovables, como la eólica, son, junto con el ahorro y la eficiencia energética, la llave para un futuro energético limpio, eficaz, seguro y autónomo. En nuestras manos está la posibilidad de utilizar la energía de una forma más eficiente y racional.

Al contrario de lo que puede ocurrir con las energías convencionales, la energía eólica no produce ningún tipo de alteración sobre los acuíferos ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos.

La generación de electricidad a partir del viento no produce gases tóxicos, ni contribuye al efecto invernadero, ni a la lluvia ácida. No origina productos secundarios peligrosos ni residuos contaminantes.

La electricidad producida por un aerogenerador evita que se quemem diariamente miles de kilogramos de lignito negro en una central térmica. Ese mismo generador produce idéntica cantidad de energía que la obtenida por quemar diariamente 1.000 Kg de petróleo. Al no quemarse esos Kg de carbón, se evita la emisión de 4.109 Kg de CO<sub>2</sub>, lográndose un efecto similar al producido por 200 árboles. Se impide la emisión de 66 Kg de dióxido de azufre –SO<sub>2</sub>– y de 10 Kg de óxido de nitrógeno –NO<sub>x</sub>– principales causantes de la lluvia ácida.

## Evaluación

Explicación de cómo será evaluada la realización de las tareas.

Se debe entregar al profesor el trabajo resultante de vuestra investigación. Él realizará una evaluación del mismo en función de los siguientes criterios:

- Profundización en el desarrollo de los puntos propuestos para el trabajo.
- Utilización de los links propuestos para el trabajo.
- Nivel de síntesis de la información encontrada en la Web.

Se valorara tanto el resultado, como el proceso seguido, la creatividad, la originalidad y la precisión en la selección de las respuestas.

## 8.2 Ejemplificación II. Visita a la página web de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias

### Viceconsejería de Desarrollo Industrial e Innovación Tecnológica

<http://www.gobiernodecanarias.org/industria/pecan/pecan.html>

#### I. IDENTIFICAR OBJETIVOS:

- Conocer la estructura del Plan energético de Canarias
- Identificar las estrategias propuestas para el uso de las energías renovables.
- Valorar los principios adoptados para el ahorro energético y el desarrollo sostenible.
- Utilizar la información disponible para ampliar conocimientos sobre las transformaciones energéticas.
- Interrelacionar los aspectos ciencia-técnica-sociedad y medioambiente.

#### II. ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El Plan energético de Canarias, **PECAN, 2002**, se ha configurado como el documento en que se configuran las bases del sector energético del Archipiélago en la primera mitad del siglo XXI. Las decisiones de política energética que se tomen tendrán efecto durante el primer cuarto de siglo; por ello es interesante que conozcas y valores sus características generales y aspectos más destacados. Para esto puedes visitar la página Web señalada anteriormente y completar a partir de la información disponible los siguientes apartados:

1. ¿Cuáles son los principios en que se fundamenta el **PECAN 2002**?
2. ¿Qué implica cada uno de estos principios?
3. ¿Cuáles son los objetivos que se prevé alcanzar con relación al principio de *ahorro energético y medio ambiente*?
4. ¿Qué objetivos se persiguen con respecto al principio de *Fomento de las energías renovables*.
5. ¿Qué *líneas fundamentales de planificación* se han diseñado para poder alcanzar los objetivos propuestos? Comenta brevemente estas líneas y selecciona dos de las que más te hayan impactado indicando por qué.
6. En el apartado de *Política Energética* ¿Qué medidas se adoptan para las energías renovables?
7. En la sección *Escenario Futuro del sector energético* ¿Qué factores se citan como más relevantes? ¿Qué función se le asigna a las energías renovables en dicho escenario?
8. ¿Cuál es el porcentaje de crecimiento que se cita de aquí al 2011, para la producción mediante energías renovables? ¿Qué forma de energía renovable será la que experi-

mentará un mayor crecimiento ¿Cuál le seguirá en orden de utilización?

9. Consulte el cuadro en el que figura la evolución que experimentará la energía primaria procedente de energías renovables ¿Qué formas de energía contribuirán en menor grado?
10. Con respecto al Compromiso de Kyoto ¿Qué implicaciones se citan para Canarias?
11. Consulte la descripción de la *situación actual* que figura en el documento: *LIBRO BLANCO DE LAS ENERGÍA RENOVABLES* (disponible en esta página) e indique cuales son los factores que se citan como más relevantes.
12. Consulte el Documento: PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES DE CANARIAS, que figura en esta página y comente algún aspecto que le haya resultado especialmente interesante y justifique por qué.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Mato, M. C.; Mestres, A. y Repetto, E. (1996). Recursos didácticos I. En E. Repetto. y G. Marrero. *Estrategias de intervención en el aula según la LOGSE*. Las Palmas de Gran Canaria: ICEPSS. 335-393.
- Mato, M. C.; Mestres, A. y Repetto, E. (1996). Recursos didácticos I. En E. Repetto. y G. Marrero. *Estrategias de intervención en el aula según la LOGSE*. Las Palmas de Gran Canaria: ICEPSS. 393-425.
- Repetto, E. (2006). Recursos didácticos multimedia: diseño, elaboración y evaluación. En J. J. Castro, G. Marrero y E. Repetto. *Formación de Profesorado ( Vol. II)*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de Publicaciones de la ULPGC.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Barinaga, E. ( 1991). ¿Qué miras? ¿Qué podemos ofrecer. En A. López (ed) ¿Qué miras? Textos. *I Congreso Internacional sobre Infancia, Juventud y Comunicación Audiovisual*. Valencia: Generalitat Valenciana. Ministerio Asuntos Sociales, 56-57.
- Blázquez, F. (1994). Los recursos en el currículo. En O Sáenz. *Didáctica General*. Alicante: Marfil.
- Calvo Fernández, J. R. et ál (2001). Uso de medios de apoyo en Educación para la Salud. En J. R. Calvo (ed). *Educación para la Salud: metodología y aplicación*. Las Palmas de Gran Canaria: ICEPS, 131-145.
- Campanario, J. M. y Otero, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. En Perales, F. J. y Cañal, P. (eds). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 323-338. Alcoy: Marfil.
- Ely, D. P. (1992). Tecnología educativa: campo de estudio. *Enciclopedia Internacional de Educación*. Barcelona: Vicens-Vivens.
- Escudero Muñoz J. M. (1983). La investigación sobre los medios de enseñanza. Revisión y perspectivas actuales. *Enseñanza*, 1,87-118.
- Ferres J. (1993). *Vídeo y educación*. Barcelona: Paidós.
- Heidt, E. (1980) Differences between learners: can we relate them? *Instructional science*, 9, 365-369.
- Llorens, J. (1988). *Demostraciones experimentales de Química con retroproyector*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Mallas, S. (1988). Expresión audiovisual. *Enciclopedia práctica de Pedagogía*. Madrid: Planeta.
- Martínez, J. (1992). ¿Cómo analizar los materiales? *Cuadernos de Pedagogía*, 203,14-18.
- Mattelart, A. y Mattelart, M. ( 1995 [1997]). *Historias de las teorías de la comunicación*. Barcelona: Paidós Comunicación.

- Mato, M. C.; Mestres, A. y Repetto, E. (1996). Recursos didácticos I. En E. Repetto. y G. Marrero. *Estrategias de intervención en el aula según la LOGSE*. Las Palmas de Gran Canaria: ICEPSS. 335-393.
- Mato, M. C.; Mestres, A. y Repetto, E. (1996). Recursos didácticos I. En E. Repetto. y G. Marrero. *Estrategias de intervención en el aula según la LOGSE*. Las Palmas de Gran Canaria: ICEPSS. 393-425.
- Parcerisa, A. (1996). *Materiales curriculares*. Barcelona: Graó.
- Perales, F. J. y Jiménez, J. D.(2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386, 369.
- Ralston, G. (1991). Hypermedia...not multimediamedia. *The expanded desktop*, 1 (4), 58.
- Repetto, E. (1990). *Diseño, aplicación y evaluación de módulos de aprendizaje para la formación inicial del profesorado de E.G.B. de Ciencias*. Las Palmas de Gran Canaria: Departamento Didácticas Especiales. ULPGC
- San Martín, A. (1991). La organización escolar. *Cuadernos de Pedagogía*, 194, 26-28.
- Santos, M. A. (1991). ¿Cómo evaluar los materiales? *Cuadernos de Pedagogía*, 194, 29-31.
- Zabala, A. (1990). Materiales curriculares. En T. Mauri et ál. *El currículo en el centro educativo*. Barcelona: ICE Universidad de Barcelona/Horsori.
- Zabala, A. (1992). Elaboración de los PCC ¿Empezar por lo que se hace a partir de las grandes decisiones? *Aula de Innovación*, 3, 60-66.

**EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN**

1. Un recurso didáctico es:
  - a) Cualquier medio que favorece el aprendizaje.
  - b) Únicamente los medios audiovisuales.
  - c) Solamente el profesor.
  - d) Actualmente solo las páginas web.
  
2. En cada tema debe cambiarse de recurso para utilizarlos todos.  
V                      F
  
3. Un profesor al llegar a clase debe elegir el recurso a utilizar.  
V                      F
  
4. Los recursos deben estar incluidos en la planificación didáctica del profesor.  
V                      F
  
5. Un criterio de elección de un recurso es la sencillez de su manejo.  
V                      F
  
6. La utilización de algunos recursos fomenta la no participación del estudiante.  
V                      F
  
7. Un vídeo siempre motiva al estudiante.  
V                      F
  
8. La experimentación escolar es un buen recurso didáctico.  
V                      F
  
9. Las visitas didácticas deben estar planificadas con antelación.  
V                      F
  
10. Antes de visitar un centro o una exposición debe existir una preparación previa.  
V                      F

**SOLUCIONES A LA EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN**

1. a
2. F
3. F
4. V
5. V
6. V
7. F
8. V
9. V
10. V

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

*Animaciones:* ofrecen muchas posibilidades tanto desde el punto de vista estético como didáctico. Podemos considerar las llamadas animaciones planas similares a los dibujos animados clásicos y las animaciones 3D que son más espectaculares y que han adquirido gran importancia en Internet sobre todo las relacionadas con la Realidad Virtual.

*Bases de datos:* es un material que presenta datos organizados siguiendo unos criterios que permiten su consulta con facilidad. Existen dos tipos fundamentalmente las bases de datos convencionales y las expertas.

*Chat:* podíamos traducirlo por charla. Es un espacio de comunicación síncrono en el que pueden participar tanto los estudiantes como los profesores. Permite desarrollar debates aunque entonces tiene que estar bien programados para que todos coincidan en tiempo real.

*Educación en línea:* traducción del concepto enseñanza on-line. Puede considerarse a los cursos que se transmiten por Internet aunque no sea para todo el contenido del mismo.

*Enseñanza sincrónica:* acto pedagógico que se realiza al mismo tiempo pero en lugares diferentes.

*Enseñanza asincrónica:* acción didáctica realizada en lugar y tiempo diferentes.

*Módulos didácticos:* unidades básicas que guían el aprendizaje de una parte de la asignatura.

*Multimedia:* es un nuevo concepto de material de aprendizaje que rompe la secuencialidad del libro. Integran diversos formatos (gráficos, sonido, textos) y gran volumen de información. Puede definirse también como “Un medio capaz de integrar texto, imágenes (estáticas o dinámicas), sonidos y voz dentro de un entorno único. (Ulizarna, 1998).

# Manuales docentes de Educación Primaria

## **Módulo 4**

---

Estudio del aire

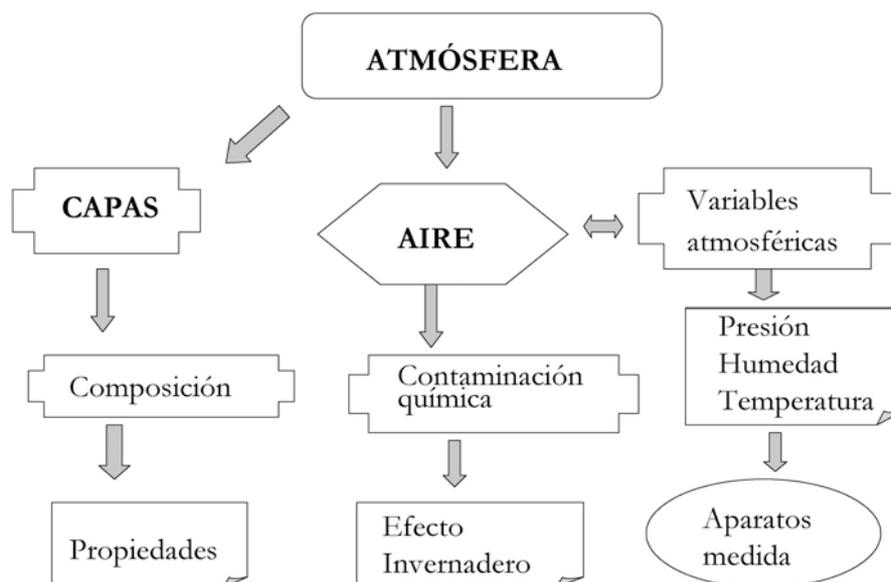
## PRESENTACIÓN

Son numerosos los temas tanto de Física como de Química que deben conocer los futuros maestros para poder abordar con éxito su futura labor docente. Realmente, estamos en una asignatura donde se supone que los conocimientos científicos ya los poseen los estudiantes pero en la práctica esto no es cierto y no por culpa de ellos ni de los profesores de Bachillerato sino por la optatividad que existe en estos estudios. El objetivo de esta asignatura es la formación en didáctica de la Física y Química y esto no es posible si no se sabe previamente la materia, por ello, hemos tomado sólo algunos temas y aprovechamos para aprender a la vez los conocimientos científicos y los didácticos.

Tanto este módulo como el 5 donde trataremos el estudio del agua los hemos seleccionado porque tratan numerosos aspectos que aparecen en el currículo de Educación Primaria. Lógicamente hemos hecho esta selección ya que en una asignatura de 4,5 créditos es imposible desarrollar todos los contenidos de los bloques temáticos que aparecen en los currículos de la enseñanza Primaria.

## OBJETIVOS

- Introducir a los alumnos en el conocimiento de la atmósfera y los fenómenos que origina.
- Familiarizar a los estudiantes con la diferentes variables meteorológicas.
- Poner en contacto a los alumnos con fenómenos de la vida diaria y capacitarlos para lograr su explicación científica.
- Capacitar a los estudiantes para enseñar los contenidos relativos al aire y sus propiedades.

**ESQUEMA DE LOS CONTENIDOS****EXPOSICIÓN DE LOS CONTENIDOS****1. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ATMÓSFERA TERRESTRE**

La interacción entre la superficie de la tierra y la atmósfera define una parte común llamada biosfera en la cual se desarrolla la vida y que marca la diferencia con respecto a los restantes planetas del sistema Solar. Los procesos químicos que ocurren en ella dependen también de los que se producen en las partes más altas de la atmósfera. A pesar de existir zonas diferenciadas, de comportamiento físico y químico específico, toda ella forma una unidad, y entre las distintas capas se establece un intercambio de materia y de energía que se mantiene en equilibrio.

**1.1. Capas de la atmósfera**

La atmósfera terrestre es una envoltura gaseosa de unos 2.000 Km de espesor, cuya densidad disminuye con la altura hasta el extremo que la mitad de su masa total corresponde a los cinco primeros kilómetros. La temperatura varía con la altura lo que se emplea para dividirla en capas. Antiguamente se tenía la creencia de que la temperatura del aire decrecía al aumentar de altura y que en el límite superior, donde no hay aire, la temperatura era de  $-273^{\circ}\text{C}$  (cero absoluto). A finales del siglo XIX, cuando el hombre empezó a utilizar los globos para fines militares, en varios países como Inglaterra, Francia y Alemania se iniciaron una serie de estudios lanzando globos de gas hidrógeno, provistos de instrumentos meteorológicos, comprobando que desde el nivel del mar hasta una altura media de 12 Km la temperatura descendía hasta alcanzar los  $-48^{\circ}\text{C}$ . A esta capa se le llama *troposfera*.

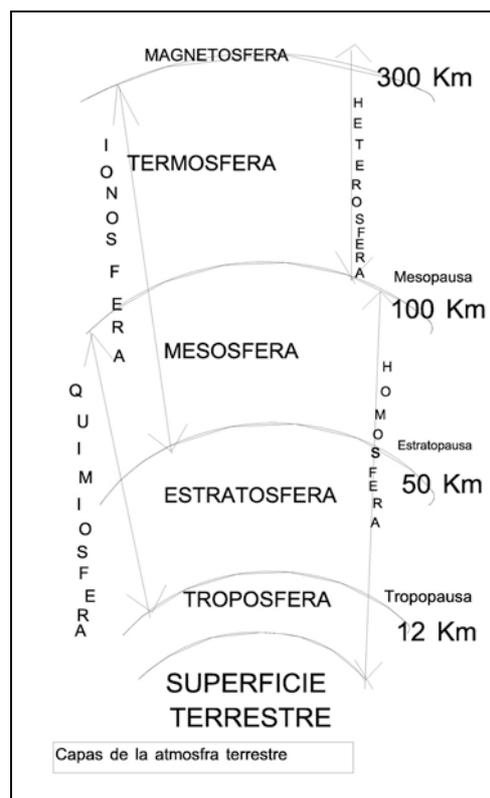
La importancia de la atmósfera queda bien patente sin más que señalar algunos de los efectos que produce:

- Regula la temperatura: Sin atmósfera se podrían alcanzar más de cien grados centígrados durante el día y casi los doscientos grados bajo cero por la noche.
- Constituye la reserva de oxígeno de los seres vivos, y de dióxido de carbono de los vegetales.
- Proporciona el agua potable indispensable para los seres vivos.
- Realiza en sus capas altas una misión de filtro de las radiaciones solares, que llegan atenuadas y sin peligro.

Las distintas propiedades del aire van a hacer posible, por otra parte, la presencia de distintos meteoros:

- El aire posee una temperatura, es capaz de calentarse y enfriarse, y la transmite de unas zonas a otras.
- El aire pesa y ejerce por lo tanto una presión que disminuye con la altura, dando lugar a las borrascas y los anticiclones.
- El aire se mueve libremente de un lugar a otro dando lugar al viento y la circulación de la atmósfera.
- El aire se evapora y condensa, esta más o menos húmedo, dando lugar a precipitaciones en forma de lluvia, nieve o granizo.

**Cuadro I. Capas de la atmósfera**



Según la composición de la mezcla de gases podemos considerar dos capas: una capa inferior caracterizada porque la proporción entre los gases de la mezcla se mantiene uniforme la cual denominamos homósfera y una capa superior donde los gases se disponen en capas de diferente composición, llamada heterósfera.

Según la variación de la temperatura con la altitud, distinguimos en la homósfera tres capas diferentes: Tropósfera, Estratósfera y Mesósfera.

- *Tropósfera*: Palabra que procede del griego tropos, significa giro, indicando que el aire baja y sube. Ocupa desde la Superficie de la tierra hasta unos 10 - 12 Km según la latitud. En ella la temperatura disminuye con la altitud a razón de unos 0,64°C cada 100 m que subamos (6,4°C por cada Km) esto es lo que llamamos gradiente vertical de la temperatura. Tiene lugar importantes movimientos convectivos de masas de aire tanto verticales como horizontales. Es la zona que contiene la mayor parte del vapor de agua y es donde tienen lugar las nubes, las precipitaciones y los demás meteoros. Es la más densa, en ella se concentra el 90% de la atmósfera y la mayor parte del vapor de agua. Su frontera con la estratósfera se llama *tropopausa* y debido a los escalones que se forman circula la corriente en chorro, de gran importancia en climatología. Contiene el aire que respiramos y en ella se desarrollan todos los procesos meteorológicos.
- *Estratósfera*: Fue el francés Teisserenc de Bort el que demostró que por encima de la tropósfera existía otra capa de aire llamada estratósfera, separada de la primera por una inversión de temperatura de unos 1000 m de espesor, donde la temperatura aumenta muy poco o se mantiene constante con la altitud. A este estrato de inversión térmica se le llamó *tropopausa*.

En la estratósfera la temperatura aumenta levemente con la altitud, lo cual impide el ascenso de las masas frías, más densas, por encima de las calientes. Lo que origina una capa de inversión donde se producen solo movimientos horizontales de masas de aire, se caracteriza por su sequedad y en ella no se forman nubes de agua ni lluvia, termina el tiempo atmosférico. Es una zona meteorológicamente tranquila, pero de una gran actividad química. En ella entre los 20 y 36 Km se encuentra la capa de Ozono, gas muy importante por absorber las radiaciones UV del sol y hace posible la vida vegetal y animal en la superficie. Por encima de la estratósfera y separada de ella por la *estratopausa* se halla la *mesósfera* o alta atmósfera.

- *Mesósfera*: De 50 a unos 90 Km de altitud, en esta zona la temperatura vuelve a descender con la altura. Comienza en el límite superior de la estratósfera, a unos 77°C. En ella, la temperatura va disminuyendo hasta alcanzar casi 100°C bajo cero, a una altura de unos 90 Km, que es el límite superior de la homósfera. La disminución de temperatura se explica porque decrece con la altura la concentración de ozono. Al final hay una zona de discontinuidad o *mesopausa* donde se llega a -70°C, produciéndose a partir de este punto una nueva inversión de temperatura. Empieza a partir de ella la capa más alta: la Heterósfera. En ella podemos distinguir dos capas: la Termósfera y la Hexósfera.
- *Termósfera*: de unos 100 a 300 Km Posee un gradiente positivo de temperatura. En esta zona la temperatura aumenta con la altitud alcanzando un máximo de unos 2.000°C. En ella el aire está muy enrarecido. Esto está asociado a la absorción de radiación solar UV por el oxígeno y nitrógeno moleculares. (También se conoce como *Ionósfera*).

- *Hexosfera*: capa por encima de los 300 Km es esencialmente isotérmica. Si consideramos los procesos y características químicas de la atmósfera podemos distinguir capas importantes:
- *La Ionosfera*: entre los 50 y los 300 Km de altitud. Es una consecuencia de la absorción de la radiación fotoionizante del sol. En ella predominan iones monovalentes: En su zona inferior existen iones poliatómicos complejos como  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ , en la Zona intermedia a unos 110 Km de altitud se encuentra nitrógeno molecular y cationes metálicos complejos:  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Si}^+$ ,  $\text{Fe}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ .
- *La magnetosfera*: en la zona más alta de la ionosfera se encuentran iones monoatómicos positivos y también diatómicos. ( $\text{O}_2^+$ ,  $\text{NO}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{He}^+$ ). Esta capa es conductora de la electricidad y puede captar las emisiones de radio. Los iones absorben las radiaciones luminosas de onda corta evitando la llegada de los rayos UV que impedirían la vida humana y se calientan dando lugar a diferencias de temperatura que crean poderosas corrientes. La capa de oxígeno atómico se extiende hasta los 1.100 Km aproximadamente, la capa de helio ocupa entre los 1.100 y los 3.500 Km y la capa de hidrógeno atómico sin límite exterior determinado.

Tanto la densidad como la presión atmosférica disminuyen exponencialmente con la altitud, por lo que en las zonas inferiores se encuentra la mayor parte de la masa total.

- **La mitad de la masa de la atmósfera se encuentra por debajo de los primeros 6 km.**
- **El 99% de la masa de la atmósfera se encuentra por debajo de los 30 Km.**

## 2. ESTUDIO DEL AIRE

La atmósfera esta compuesta fundamentalmente de aire que es una mezcla de gases que se muestran en el cuadro II:

**Cuadro II. Composición del aire**

Nitrógeno .....	78,08 %
Oxígeno .....	20,95 %
Argón .....	0,93 %
Dióxido de carbono .....	(300ppm) 0,03 %
Neón .....	(18ppm) 0,0018 %
Helio .....	(5 ppm) 0,0005 %
Kriptón.....	(1 ppm) 0,0001 %
Hidrógeno .....	(0,5 ppm) 0,00005 %
Ozono .....	(0,04 ppm) 0,000004 %
Xenón .....	0,000008 %

Junto a estos gases se encuentran otros gases contaminantes como el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) que procede de la combustión del carbón, del petróleo y del azufre; el metano, formaldehído, yodo, cloruro de sodio amoníaco, el óxido de dinitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y el monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), granos de polvo y polen, que pueden ser nocivos para el organismo cuando su concentración es alta.

También se encuentran partículas sólidas, como el polvo en suspensión, los humos y las sales que cristalizan cuando tiene lugar la evaporación. Los vapores de los hidrocarburos o el ozono en concentraciones mayores de 0,04 ppm, se consideran contaminantes del aire.

- *El Nitrógeno:* Es el componente mayoritario del aire. Apenas influye en el clima, realiza una importante misión en la nutrición de los seres vivos. Es fijado al suelo por las bacterias nitrificantes. Se autorregula por el ciclo del nitrógeno. Químicamente es un gas muy inerte que aminora o atenúa las combustiones moderando el papel del oxígeno del aire.
- *El Oxígeno:* El más importante para la vida humana y clave en la respiración de los seres vivos. Hace posible las combustiones y se libera en la fotosíntesis por las plantas verdes.
- *El vapor de agua:* Único componente cuya composición es muy variable, depende de la humedad, del mismo puede contener desde trazas a un 3%. Se debe a la evaporación de los mares ríos y lagos y da lugar a la condensación en forma de nubes y a la precipitación en forma de lluvia, nieve o granizo; realiza una misión de absorción de ciertos rayos emitidos por la tierra y mantiene el calor. Casi todo se encuentra en la troposfera. Se autorregula por el ciclo del agua. Indispensable para los seres vivos. Su aumento produce un aumento de latemperatura de la Superficie terrestre por el “efecto invernadero”.
- *El dióxido de carbono:* Procede de los volcanes, las combustiones y de la respiración. Es la materia prima básica de los tejidos vegetales (Fotosíntesis) y es un potente agente de erosión de las rocas. Se autorregula mediante el ciclo del carbono. En los últimos años se ha detectado un aumento importante de la cantidad de dicho gas en la atmósfera, lo que aumenta el efecto invernadero, modificando las temperaturas y los climas de la Tierra.

## 2.1. Actividades

Con objeto de hacer más fácil la asimilación de los concepto debemos relacionar al máximo éstos con la vida diaria. Por ello, proponemos una serie de actividades muy sencillas que favorecen el aprendizaje y señalamos en las fichas guías diseñadas no sólo los materiales que necesitan (todos fácilmente asequibles en una casa normal) sino también mencionamos los conceptos que pueden adquirir y finalmente proponemos una serie de cuestiones ductoras que servirán para profundizar en el tema.

**Ficha 1. INVESTIGAR LA PRESENCIA DEL AIRE****Materiales**

- Botella de gollete estrecho.
- Tierra.
- Un vaso.
- Recipiente con agua.
- Globos o sopladeras.
- Bolsas de plástico.

**Desarrollo de las experiencias**

- a) Introduzca la botella en el recipiente con agua y sosténgala boca abajo. Lentamente acerque el gollete a la superficie.  
Describe lo que observes. ¿Está vacía la botella?
- b) Coloque un puñado de tierra en un recipiente con agua y observe lo que ocurre.
- c) Llene un vaso de precipitado con agua, obsérvelo de cerca. Déjelo en un lugar cálido durante varias horas y luego mírelo de nuevo. Describe las diferencias que encuentre.
- d) Hinche un globo y métalo en agua. Deje que salga el aire del globo.
- e) Deje sentir el aire que sale cuando sopla por una pajilla. Repita la experiencia pero soplando dentro del agua.
- f) Hinche un globo. Coloque la abertura del globo dentro de la bolsa de plástico. ¿Qué observa?
- g) Planifique una experiencia que le permita comprobar si hay aire en las plantas.

**Conceptos, actitudes y procedimientos implicados**

- El aire es real, existe.
- El aire ocupa espacio.
- El aire tiene consistencia.
- Desarrollo de la observación y deducción.
- Manipulación de materiales.

**Cuestiones ductoras**

- En la experiencia b) ¿advierde algo que indique la presencia de aire en la tierra? Expréselo detalladamente.
- En la experiencia c) ¿qué diferencias percibe?, ¿hay alguna señal de que el agua contiene aire?

**Ficha 2. PODEMOS MOVER OBJETOS**

**Materiales**

- Una caja de cartón.
- Una lata vacía.
- Globos o sopladeras sin llenar.
- Pajillas.
- Gomas elásticas.
- Bolsa de plástico.

**Desarrollo de la experiencia**

- Coloque la pajilla a la boca de la sopladera con una gomilla. Compruebe que está bien sujeta.
- Ponga encima de ella la lata vacía. Sople e infle el globo. ¿Qué ocurre?
- Repita la experiencia utilizando la bolsa de plástico y la caja de cartón.

**Conceptos, actitudes y procedimientos implicados**

- El aire es real y puede mover objetos.
- Energía.
- Montaje de experiencias.
- Manipulación de materiales.
- Desarrollo de la creatividad.

**Cuestiones ductoras**

- Justifique las experiencias anteriores.
- Planifique otras experiencias para que las realicen los niños que le permitan comprobar que el aire puede mover objetos.
- ¿Esta propiedad tiene alguna aplicación para el hombre?

**Ficha 3. RECONOCIMIENTO DE LA PRESENCIA DE OXÍGENO****Materiales**

- Tubo de ensayo grande.
- Trozo de esparto de alambre.
- Cristalizador (o plato hondo).
- Agua.

**Procedimiento**

- Introduzca un trozo de esparto de alambre en el fondo del tubo de ensayo. Coloque éste invertido dentro de un plato con agua y déjelo así durante, aproximadamente, veinticuatro horas.

**Cuestiones ductoras**

- Observe los cambios que se han producido. Describa detalladamente que le ha ocurrido al alambre. ¿Ha habido alguna variación en el nivel del agua?, ¿por qué?
- ¿Había aire en el interior del tubo?, ¿qué componente del aire cree que es el responsable de los hechos observados?
- Busque un razonamiento adecuado para justificar las experiencias anteriores.
- Consulte en la bibliografía el significado químico del término que emplea para describir el cambio que ha experimentado el alambre.
- ¿Qué otro fenómeno conoce que implique un proceso parecido pero que no recibe éste nombre? Compare este proceso con la transformación ocurrida en el alambre. ¿Qué diferencias encuentra?

**2.2. Las variables atmosféricas**

Después de estudiar la composición de la atmósfera terrestre vamos a detenernos en las diversas variables que influyen o determinan su estado en un momento determinado. Estas son: presión, humedad, temperatura

*2.2.1. Presión atmosférica*

Como cualquier sustancia sólida, líquida o gaseosa, el aire pesa y una consecuencia de ello es la “presión atmosférica”.

*Actividades para demostrar que existe la presión atmosférica.*

**Ficha 4. JUGAMOS A FONTANEROS**

**Materiales**

- Dos desatascadores.

**Desarrollo de la experiencia**

- ¿Para que se utiliza un desatascador?
- Tome dos desatascadores y apriete uno contra otro hasta que queden perfectamente pegados.
- Intente despegarlos ¿qué ocurre?
- Coja uno de los desatascadores y presiónelo sobre una superficie lisa. Describa y explique lo que ocurre.

**Conceptos, actitudes y procedimientos implicados**

- El aire existe.
- El aire tiene peso.
- Las experiencias ayudan a comprender las cosas.
- Manipulación de objetos.

**Cuestiones ductoras**

- Con ayuda de la bibliografía, explique qué fenómeno tiene lugar cuando pega los desatascadores.
- ¿Sabe lo que es la presión atmosférica?
- ¿Qué significa hacer el vacío? Escriba alguna experiencia que le permita notar la existencia del “vacío”.

**Ficha 5. EXPERIMENTEMOS LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA****Material**

- Tapas de bolígrafo.
- Vaso con agua o refresco.
- Pajillas.

**Desarrollo de la experiencia**

1. Coja la tapa de un bolígrafo, colóquela en la punta de la lengua succionando aire al mismo tiempo. Intente quitarla.
2. Tome el agua de un vaso con una pajita.

**Conceptos, actitudes y procedimientos implicados**

- El aire existe.
- El aire tiene peso.
- Las experiencias ayudan a comprender las cosas.
- Manipulación de objetos.

**Cuestiones ductoras**

Describa qué ocurre e intente dar una explicación a cada una de las experiencias anteriores:

- Formule una hipótesis que sirva para explicar todos los fenómenos anteriores.
- Planifique una experiencia con ayuda de la bibliografía que le permita demostrar que el aire pesa.

*Determinación del valor de la presión atmosférica*

Torricelli fue el primero que determinó este valor, para ello llenó con mercurio un tubo de vidrio de aproximadamente un metro de longitud y después de taponarlo con el dedo lo invirtió introduciendo el extremo abierto en una cubeta que contenía mercurio. El mercurio del tubo descendió hasta quedar a una altura de 76 cm. La presión atmosférica que actúa sobre la superficie libre de la cubeta, se equilibra con el peso de la columna de mercurio que hay en el tubo.

Se puede calcular el valor de la presión atmosférica que será equivalente a la presión hidrostática de la columna de mercurio de 76 cm de altura:

$$P = d \cdot g \cdot h = \text{Peso específico} \times \text{altura}$$

$$P = 76 \text{ cm} \times 13,59 \text{ pond/ cm}^3 = 1033 \text{ pond/ cm}^2 = 1,033 \text{ kp/ cm}^2 = \text{ATMÓSFERA FÍSICA.}$$

Una atmósfera técnica equivale a la presión de un kilopondio por centímetro cuadrado.

La atmósfera física se utiliza como unidad de presión. Un submúltiplo, también usado normalmente es el milímetro de mercurio, que equivale a la presión de una columna de mercurio de un milímetro de altura:

$$1 \text{ mm de Hg} = 1/760 \text{ atmósferas}$$

En el sistema Cegesimal, la unidad de presión es la Baria, que se define como la presión que ejerce la fuerza de una “dina” sobre una superficie de un centímetro cuadrado. Un múltiplo de la Baria es el Bar, cuyo valor es un millón de veces el de la Baria.

La relación que existe entre una atmósfera y un bar es:

$$1 \text{ atmósfera} = 1033 \text{ pond/cm}^2 \times 980,6 \text{ cm/seg}^2 = 1,013 \times 10 \text{ barias} = 1013 \text{ milibares.}$$

En meteorología se utiliza como unidad de presión normalmente el milibar (mb).

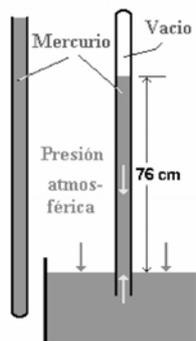
#### *Aparatos para medir la presión atmosférica*

Se denominan barómetros y los hay de diferentes tipos:

- *Barómetro de cubeta.*

Fue ideado por Torricelli, es el mismo que le sirvió para la determinación del valor de la presión atmosférica. Consta simplemente de una cubeta llena de mercurio y un tubo de unos 80 cm de altura lleno de mercurio y colocado sobre ella invertido, de forma que el extremo abierto del tubo penetre en la misma.

**Figura 1. Barómetro de cubeta**



- *Barómetro de Fortín.*

Es una modificación del de cubeta. Se caracteriza porque el fondo de ésta es de piel de gamuza que puede subir o bajar por medio de un tornillo de presión situado en la parte inferior, con lo que se consigue obtener un nivel constante de mercurio en la cubeta.

**Figura 2. Barómetro de Fortín**



- *Barómetro aneroid.*

Es un tipo de barómetro más práctico.

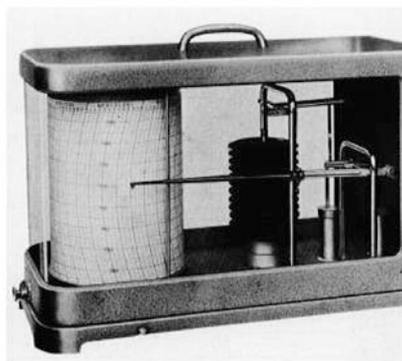
**Figura 3. Barómetro aneroid**



Se llama también metálico. Consiste en esencia en una caja metálica en la que se ha practicado el vacío y que tiene paredes elásticas. Como éstas tienden a aplastarse, debido a la presión atmosférica, se mantienen separadas por la acción de un resorte, el cual, a su vez, las amplifica mediante un juego de palancas y finalmente las traduce en el movimiento de una aguja sobre una escala graduada. Ésta se calibra por comparación con un barómetro de mercurio.

- *Barógrafo.*

Es un barómetro aneroid que registra de un modo automático sobre una hoja de papel el valor de la presión durante toda una semana. El tambor registrador funciona mediante un mecanismo de relojería.

**Figura 4. Barógrafo***Variación de la presión atmosférica*

La presión no es la misma en todos los lugares de la tierra, a mayor altitud, menos presión ya que el espesor de la capa atmosférica disminuye y por tanto también su peso. Igualmente el calor y la humedad hacen disminuir la presión, puesto que el aire caliente y húmedo se dilata y se hace más ligero. Esta variación de presión la notan muchas personas al subir a una montaña o al viajar en avión ya que perciben una sensación extraña en los oídos, incluso con dolor.

Existe también una variación en sentido horizontal, debido al calentamiento de la superficie terrestre, según la distribución de los rayos solares.

El valor calculado por Torricelli se admite como valor normal al nivel del mar. Pero ésta no sólo disminuye con la altura, y varía en sentido horizontal, sino que su valor cambia ostensiblemente con las condiciones meteorológicas. Se sabe que los anticiclones son “zonas de alta presión” mientras que las borrascas están asociadas a “bajas presiones”.

La predicción del “tiempo meteorológico” se basa en parte en la evolución de la presión atmosférica, que suele oscilar entre los 940 y los 1060 milibares.

*Corrección de las medidas de Presión.*

Como consecuencia de la variación que experimenta el valor de la presión atmosférica con la altura, cuando se determina el valor de esta variación en un punto cualquiera de la superficie terrestre, hay que referirnos al que tendría al nivel del mar.

Por ejemplo, el aula de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Formación de Profesorado está situada a una altura de 33 metros sobre el nivel del mar por ello a cualquier valor determinado en ella habrá que sumarle 3,9 milibares para referirlo al nivel del mar.

### 2.2.2. Humedad atmosférica

El vapor de agua es el único componente del aire que existe en la troposfera en proporciones variables, produciendo una mayor o menor “humedad”. Su estudio es el de mayor importancia por su influencia en el clima y hasta en la habitabilidad de un ambiente.

La cantidad de vapor de agua existente en un sitio determinado se expresa mediante su presión parcial. Es conveniente recordar aquí, que la presión parcial de un gas en una mezcla es la que ejercería si sólo ocupase todo el volumen que corresponde a la mezcla a la misma temperatura. Cuando la presión de vapor de agua es la que corresponde al equilibrio con el líquido a esa temperatura se dice que el aire está saturado de vapor de agua.

La presión de vapor es función de la temperatura, aumentando con ésta, ya que al ser mayor la energía cinética media de la molécula del líquido, será también mayor el número de las que pasan a la fase gaseosa hasta alcanzarse el equilibrio.

Interesa casi siempre no el valor absoluto de la presión sino su proximidad al estado de saturación, por ello, se define el estado higrométrico o *humedad relativa* como la relación entre la presión de vapor absoluta y la correspondiente a la saturación a esa temperatura. Se expresa en %.

$$h = (P/P') \times 100$$

La humedad relativa depende de la temperatura, de forma que si aumenta ésta la humedad disminuye (aumenta  $P'$ ).

Al disminuir la temperatura, la humedad relativa aumenta llegando un momento en que alcanza el 100%, es decir, la saturación y el vapor se condensa. La temperatura a la que ocurre se llama “punto de rocío”.

#### *Aparatos para medir la humedad*

Existen diferentes aparatos para determinar la humedad atmosférica según pretendan medir la humedad absoluta o la relativa. También nos detendremos un poco para mencionar a las sustancias que tienen la propiedad de cambiar de color según la humedad y que se puede utilizar para saber el grado de humedad que existe:

- *Higrómetros*

Son los aparatos destinados a medir la humedad atmosférica. Existen de varios tipos según la propiedad en que se basa su construcción.

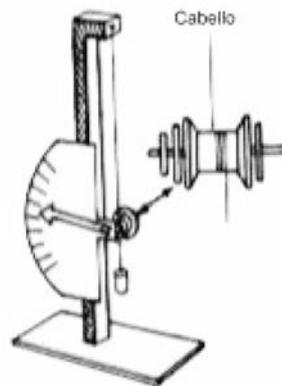
- *Higrómetro de cabello.*

Sirve para determinar directamente la humedad relativa. Su fundamento está en la influencia que ejerce la humedad sobre la longitud del cabello humano.

Es fácil de construir en la clase. Puede aprovecharse también la de trabajos manuales. Se

procede como sigue: se toman unos cabellos largos y desengrasados (unos 30 cm) que se fijan a un soporte de madera mediante una tacha. A unos 10 cm del otro extremo se hace un enrollamiento sobre un pequeño carrete que está atravesado por un eje al que se une una flechita de cartulina. En el extremo se coloca un pequeño peso para que el conjunto quede tirante. El eje se apoya en unos salientes del soporte pero de forma que pueda girar libremente. Las variaciones de humedad modifican la longitud del cabello y por tanto la posición de la flechita. Esta se desliza sobre una escala que puede ser calibrada con otro higrómetro.

**Figura 5. Higrómetro de cabello**

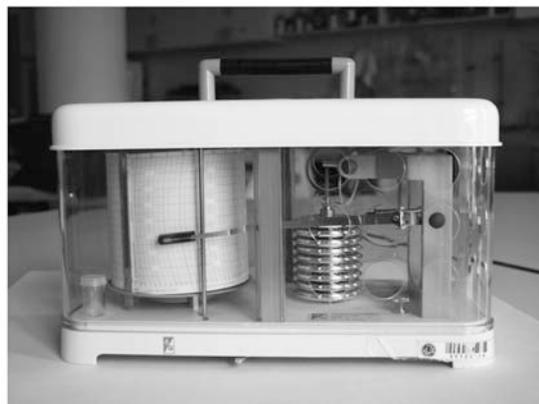


- *Higrometrógrafo*

Es un higrómetro de cabello que registra sobre una banda de papel los movimientos del estilete del aparato, debidas a las variaciones del grado de humedad de la atmósfera. La banda se coloca sobre un tambor provisto de un mecanismo de relojería que le hace dar una vuelta completa a la semana, por tanto la gráfica resultante muestra la variación de la humedad durante todo este periodo.

En la parte superior el termógrafo que forma parte del aparato traza la gráfica correspondiente a las temperaturas con lo que tenemos un registro de los valores máximos y mínimos de ésta durante la semana.

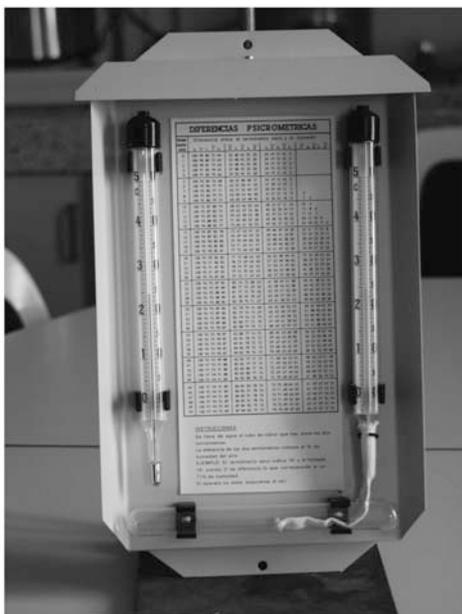
**Figura 6. Higrometrógrafo**



- *Psicrómetro.*

Es un aparato destinado a medir la humedad relativa de la atmósfera. Se puede construir en clase aunque al no ser su precio excesivo puede también adquirirse en el comercio.

**Figura 7. Psicrómetro**



*Tablas Psicrométricas*

Tienen como objeto poder calcular el tanto por ciento de humedad, basándose en la temperatura del termómetro húmedo y en su diferencia con la del seco de un psicrómetro. Para utilizarlas basta con entrar en ellas por la horizontal correspondiente al valor de la temperatura del termómetro húmedo, y localizar el cruce con la vertical correspondiente a la diferencia entre los valores de ambos termómetros.

Una tabla psicrométrica puede encontrarla en [www.meteosort.com/cas/q\\_d\\_35.htm](http://www.meteosort.com/cas/q_d_35.htm)

*Ejemplo*

Sea la temperatura del termómetro húmedo:  $t' = 14^{\circ}\text{C}$ , si  $t = 16^{\circ}\text{C}$ , la diferencia es:  
 $t - t' = 16 - 14 = 2^{\circ}\text{C}$ .

La humedad será del 79%.

- *Higrocrómos*

Existen sustancias que son sensibles a la humedad. Hay compuestos químicos higroscópicos que tienen la propiedad de cambiar de color de la fórmula anhidra a la hidratada. ¿No ha visto nunca unas figuritas que cambian de color?



**Figura 8. Higrocromos**

### 2.2.3. La Lluvia

Es la precipitación en forma de gotas, de un diámetro superior a 0,5 mm. Se produce cuando la temperatura baja suficientemente y hace que se condense el vapor de agua de las nubes en forma de gotitas de agua. Éstas crecen por agregación y por nueva condensación en su superficie hasta que su peso es superior al empuje del aire ascendente y caen en forma de lluvia.

El mecanismo de la “precipitación atmosférica” es pues complejo: las nubes están constituidas por gotitas de agua y pequeños cristales de hielo, éstas existen debido a unas corrientes ascensionales de aire. Las gotitas de agua y los pequeños cristales descienden debido a su peso, los de mayor tamaño, al pesar más bajarán más ligeros y alcanzarán a otros e incluso chocarán con ellos. Por otro lado, debido a las corrientes ascensionales de aire mantienen a los cristales y gotitas de agua flotando en la nube sin permitirle que caigan al suelo. Se produce pues un ciclo que se repite hasta que el tamaño alcanzado sea lo suficientemente grande para que no puedan ser sostenidas por las corrientes ascendentes y caen en forma de lluvia.

La lluvia es un factor fundamental de los climas y de la distribución de la vida sobre la Tierra; la cantidad de lluvia anual varía desde menos de 5 cm en los desiertos hasta más de diez metros en algunas partes de la India o Hawai.

Es interesante recordar aquí a un fenómeno de rara aparición pero que es capaz de originar trombas de agua: la gota fría. Se forma por la acumulación de bolsas de aire frío a unos 5 kilómetros de altura y una temperatura entre los  $-20$  y  $-60^{\circ}\text{C}$ , que se produce por el desplazamiento de bolsas de aire polar que se separan y se mueven hacia otras zonas. Cuando la “gota fría” llega a la zona cálida se forman nubes de gran tamaño. Al ser el aire frío más denso que el caliente, tiende a descender lo que provoca una inestabilidad que hace que se produzcan grandes precipitaciones.

Suelen también formarse en el mar, y al alcanzar la costa verifica la rotura del frente tormentoso a causa del cambio orográfico, desencadenando lluvias torrenciales.

Por último y dado que es un problema la falta de agua en estas islas es interesante detenernos un poco a considerar el fenómeno de producción de **lluvia artificial**. Consiste en la introducción en el aire de partículas en suspensión para que las gotitas se transformen en hielo en cuanto alcancen zonas bajo cero dentro de la nube.

Las partículas en suspensión constituyen un requisito adicional para la formación de nubes: flotan en el aire natural, facilitan al aire saturado de humedad la formación de gotitas y provocan la formación de hielo a partir de  $-10^{\circ}\text{C}$ . Tienen un tamaño máximo de  $1/100$  micras ó  $1/100.000$  mm. Por medio de experimentos sistemáticos de laboratorio, se ha visto que las partículas más idóneas son:

- *Nieve carbónica*. (Shaefer y Languine, 1946). Es posible multiplicar los cristales de hielo en el seno de una nube proyectándole nieve carbónica. Cada a: partícula de nive constituye un núcleo helado ( $-90^{\circ}\text{C}$ ) que origina la formación de grandes gotas de lluvia.
- *Yoduro de plata*. Este procedimiento utiliza la propiedad que tiene el yoduro de plata de cristalizar bajo una forma geométrica muy parecida a la del hielo. Por ello, provocan la solidificación de las gotas de agua sobrefundidas que encuentra.
- *Partículas higroscópicas de cloruro de calcio*, se han utilizado en algunos ensayos.

Estas partículas en suspensión son esparcidas desde un avión para que se filtren desde arriba en la nube y alcancen las partes más adecuadas de la misma.

#### *Aparatos para medir la lluvia*

- *Pluviómetro*

Se utiliza para medir la cantidad de agua que cae en un lugar determinado. Se expresa siempre por la altura que el agua caída alcanzaría en el suelo suponiendo que no se filtra ni se evapora. A veces se expresa también en litros por metro cuadrado.

Es interesante recordar que si un litro de agua se esparciera sobre una superficie horizon-

$$1 \text{ m}^2 \times 0,001 \text{ m} = 0,001 \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litro de agua}$$

tal de un metro cuadrado alcanzaría la altura de un milímetro, es decir, 1 litro/m<sup>2</sup> ó 1 mm de lluvia son dos expresiones equivalentes a la hora de expresar el agua caída.

El pluviómetro es un aparato cilíndrico cuya boca tiene unos 200 cm<sup>2</sup> de superficie. El agua cae en él por un embudo. Se instala universalmente sobre un soporte de forma que su boca debe quedar a metro y medio de altura del suelo alejado de árboles o edificios para que en caso de que la lluvia caiga inclinada por efecto del viento, no sean obstáculo para su recogida.

Es fácil construir uno utilizando una botella, un embudo y una probeta. Una vez recoge-

$$C = \text{volumen de agua en litros} / \text{superficie en metros cuadrados.}$$

da el agua se mide con la probeta. Debe hacerse la proporción entre la superficie del embudo y el agua medida.

En los que se adquieren en el mercado ya están calibrados de forma que sólo hay que leer en la escala y nos expresa directamente los milímetros de lluvia caídos.



**Figura 9. Pluviómetro**

- *Pluviógrafo*

Es un pluviómetro que registra automáticamente en una banda la intensidad de la precipitación y el momento en que se produjo.



**Figura 10. Pluviógrafo***2.2.4. Temperatura*

El sol nos envía su energía calorífica y luminosa, parte de ella se refleja en el espacio, mientras que otra parte lo absorben la corteza terrestre, los mares y la atmósfera.

Las temperaturas varían de unos lugares a otros de la tierra y a lo largo del día. Esto es debido a una serie de factores que modifican las temperaturas. Estos son: la insolación, la latitud, la altitud, la proximidad o lejanía al mar, las masas de aire y las corrientes marinas. Estudiaremos brevemente cada uno de estos factores:

- *La insolación*

La radiación solar es mayor en los lugares en que los rayos solares caen más perpendiculares. Por tanto la forma de la Tierra y los movimientos de rotación y de traslación van a influir en el distinto grado de insolación. La Tierra tiene forma esférica y en consecuencia, los rayos del sol iluminan en un mismo momento sólo una de sus dos mitades, quedando la otra parte en la sombra. El movimiento de rotación es el responsable de la sucesión de los días y de las noches y es la causa de que cualquier localidad de la superficie terrestre pase progresivamente de estar iluminada o ser de día, a estar oscuras o ser de noche y disminuir la temperatura, por tanto el movimiento de rotación es el responsable de que de día la temperatura es más elevada que de noche. El movimiento de traslación da lugar a la desigualdad de los días y de las noches y a la aparición de las estaciones. Así en verano (julio en el Hemisferio Norte y enero en el Hemisferio Sur, los rayos solares son poco inclinados, las horas diurnas superan a las nocturnas y la insolación es máxima. En invierno (enero en el Hemisferio Norte y julio en el Sur) estamos en el solsticio, en el hemisferio norte los rayos solares inciden menos y más inclinados y la duración del día es inferior al de la noche y la insolación es menor. En primavera y en otoño, estaciones equinocciales intermedias se igualan las horas de sol y de sombra

- *La latitud*

A mayor latitud y alejamiento del Ecuador la temperatura sería menor. Las temperaturas más altas se dan en el Ecuador y las menores en los polos, siempre que permanezcan constantes los otros factores. Esto es así porque a medida que nos alejamos del Ecuador el recorrido de los rayos solares a través de la atmósfera es mayor y más elevada la pérdida de calor. Por otra parte, debido a la inclinación del eje terrestre, los rayos solares inciden más o menos oblicuamente, según la latitud (proximidad del Ecuador a los Polos). Así por ejemplo, en el Ecuador inciden perpendicularmente y conforme nos alejamos del Ecuador el ángulo de incidencia o inclinación de los rayos solares, y por tanto el calentamiento es menor.

- *La altitud*

La temperatura disminuye con la altura, pero no siempre de la misma manera, ya que depende de la humedad del aire.

Lógicamente, al tener menos espesor la atmósfera, existe menos presión y menor retención de calor, y por tanto la temperatura es más baja. La explicación es clara: las capas

más bajas de la atmósfera están comprimidas y retienen mejor el calor que refleja la superficie terrestre. Al ascender, la presión disminuye, las capas de aire se dilatan y la temperatura desciende. En los sitios bajos la capa es más densa, pues soporta más presión y retiene mejor el calor.

Por otro lado y aunque en las altas montañas existe una mayor insolación que en las zonas bajas junto al mar, ocurre que en las áreas montañosas el calor se pierde con gran facilidad, pues la atmósfera se encuentra más enrarecida (mucho menos densa) y no retiene calor. Por ello en los tiempos soleados anticiclónicos, los pueblos montañosos se caracterizan por ser calurosos al mediodía y fríos en cuanto se oculta el sol.

Se estima que la temperatura disminuye con la altitud prácticamente de 6 a 4°C por kilómetro, o dicho de otra forma disminuye aproximadamente un grado por cada 160 m de altitud.

- *La proximidad o lejanía al mar*

La cercanía al mar de un lugar hace que las temperaturas sean más suaves en las costas que en el interior. El mar dulcifica las zonas costeras. Esto es debido a que los líquidos tienen mayor capacidad calorífica que los sólidos, es decir, se calientan y se enfrían más despacio, y por tanto, saben guardar mejor el calor. Por ello, el agua actúa como regulador de la temperatura ya que tarda dos veces más que la tierra en calentarse o enfriarse. En los países alejados de la costa existen cambios bruscos de temperatura del día a la noche y del verano al invierno. En las costas, la tierra se calienta pronto, al salir el sol el fenómeno se realiza a la inversa y el agua conserva el calor durante más tiempo. Debido a esto las temperaturas permanecen suaves ya que se evitan el calentamiento y enfriamiento bruscos.

- *Las masas de aire*

Las masas de aire que se desplazan de un lugar a otro originan ascensos y descensos de temperatura. Si el aire que llega a un lugar es frío del Norte y viene con trayectoria rápida, tendrá lugar un descenso brusco de los valores térmicos. Por el contrario, si el aire llega del Sur y viene de sitios calurosos las temperaturas se dispararán.

Las masas de aire dependen de su mayor o menor rapidez de traslación, de su trayectoria oceánica o continental y de las zonas cálidas o frías que atraviesan. Al llegar a un territorio se modifican y van, poco a poco, adoptando las características térmicas del lugar donde se estancan.

- *Las corrientes marinas*

Otra variación importante en relación con la temperatura se da en las distintas fachadas marítimas de los continentes debido a la acción de las corrientes marinas.

Las corrientes marinas son como auténticos ríos dentro del mar que arrastran gran cantidad de agua. Así como la corriente del Golfo, que arrastra un volumen de agua cuatrocientas veces superior al caudal del río Amazonas en su época de crecida.

Su origen se encuentra en los vientos o en las diferencias de temperatura, salinidad y densidad en general. Unas son cálidas: El Golfo, Kuro Shivo, etc..., y otras frías: Labrador, Oyo Shivo.

Estas corrientes actúan sobre los climas de las zonas costeras por donde discurren, templándolos o enfriándolos. Esto trae consigo que ejerzan una influencia importante sobre

las temperaturas de los continentes. A igual latitud, existen diferencias térmicas entre las fachadas oceánicas bañadas por corrientes marinas frías y las situadas junto a corrientes marinas cálidas.

Las Islas Canarias se ven afectadas por la corriente marina llamada corriente fría de Canarias, debido a la temperatura relativamente baja de sus aguas.

Todos estos factores tienen como consecuencia la distribución de temperaturas en el mundo. La tierra tiene tres grandes tipos de Zonas climáticas: *La zona cálida*, situada entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio. *Las zonas templadas*, situadas en ambos hemisferios, entre los trópicos y los círculos polares. *Las zonas frías*, situadas en ambos hemisferios, en el interior de los círculos polares.

Para representar las temperaturas sobre un mapa se unen todos los puntos que tienen temperaturas iguales por medio de líneas que se denominan *isotermas*. Estas líneas isotermas representan las temperaturas medias mensuales, anuales etc.

#### *Medida de la temperatura.*

Es muy importante saber determinar la temperatura del aire pues de ella dependen gran número de fenómenos meteorológicos. Para medir la temperatura se sabe que se utilizan unos aparatos llamados termómetros. Sin embargo no es correcta la temperatura leída en un termómetro colocado en una habitación, o al sol, si se considera como “temperatura del aire”. Será simplemente la temperatura del lugar donde esté colocado el aparato.

Existen muchos sistemas actualmente para determinar con exactitud la temperatura del aire. Se pueden citar a título de ejemplo el termómetro-honda y el termómetro ventilado. Sus nombres son bastante expresivos:

- *Termómetro-honda.*

Está formado por un termómetro ordinario pero que tiene el tubo más corto. En su extremo tiene una anilla metálica a la que puede atarse una cuerda por el que se hace girar el termómetro, teniendo cuidado que el depósito quede en la parte externa. Los movimientos de rotación deben hacerse lentamente para evitar que se eleve la temperatura a causa del rozamiento con el aire.

- *Termómetro ventilado.*

Es simplemente un termómetro cuyo depósito está ventilado por una corriente de aire que genera un ventilador cuyo movimiento está regulado por un mecanismo de relojería. Tiene la ventaja sobre el “honda” de ser más exacto pues la corriente de aire es mucho más regular. En ambos termómetros es indiferente colocarlos para su lectura al sol o a la sombra.

- *Termómetro de máxima y mínima.*

Son muy interesantes para determinar las temperaturas extremas del día. La sustancia termométrica es alcohol. La varilla hueca de vidrio forma dos ángulos rectos y termina generalmente en dos pequeños depósitos. Uno de ellos está lleno de alcohol, el otro sólo a medias. La varilla hueca, de tamaño capilar, tiene también alcohol y además una columna de mercurio que es empujada por el alcohol cuando sube la temperatura y retrocede con

él cuando baja. Esta columna de mercurio empuja unos índices quedarán en la posición más avanzada de cuantas tuvieran durante un periodo de tiempo determinado. Para que los índices retrocedan se actúa sobre ellos a través del vidrio por medio de un imán, ya que éstos son de acero.

El termómetro va colocado en la garita sobre un soporte especial para que quede en una posición ligeramente inclinada hacia el depósito.

Existen otros modelos de termómetros para máxima y mínima, que utilizan dos termómetros independientes.

**Figura 11. Termómetro de máxima y mínima**

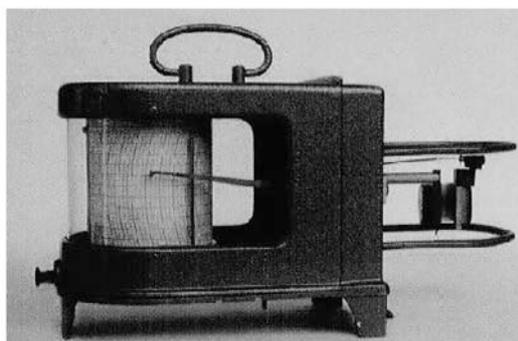


- *Termógrafo*

Sirve para registrar la temperatura que hay en un día. Está formado por un depósito metálico de paredes muy finas en forma de tubo encorvado lleno de alcohol, con uno de sus extremos fijos, mientras que el otro experimenta una serie de dilataciones o contracciones por las variaciones de la temperatura. Estas se transmiten por sistemas de palancas a una pluma que escribe sobre un papel graduado colocado sobre un tambor giratorio accionado por un mecanismo de relojería.

Este aparato es menos sensible que un termómetro normal, por lo que sus indicaciones deben compararse frecuentemente con uno de mercurio.

**Figura 12. Termógrafo**



*Inversión de la temperatura*

Se pueden considerar dos tipos de inversión:

- A) *Inversión real*. Se produce siempre que la temperatura aumenta con la altitud.
- B) *Inversión aparente*. Se produce cuando la temperatura decrece menos de  $0,6^{\circ}\text{C}$  por cada cien metros de altura.

Siempre que se da una inversión existe una capa de aire anormalmente cálida y a su espesor se le llama “espesor de la inversión”.

- Origen de la inversión térmica:

Puede originarse una inversión de la temperatura por dos causas:

- I) Porque se superponen masas de aire diferente. Ocurre en las inversiones frontales, de la Tropopausa, de las montañas y las del alisio.
- II) Por modificarse la estructura vertical que presenta una masa de aire originalmente homogénea. En este tipo pueden citarse la inversión de irradiación y la de subsidencia.

La inversión térmica va acompañada de nubes estratificadas; niebla, cuando la inversión toca el suelo y estratos y estrato-cúmulos cuando es de altitud. Por encima de la inversión el aire se purifica.

- *Inversión del alisio*.

El alisio es un viento seco que se dirige hacia el Ecuador desde el anticiclón de las Azores. Al desplazarse sobre el mar, se carga de humedad pero no produce lluvia, cosa que se explica por la estructura vertical que presenta este viento. En efecto el alisio está formado por una capa inferior más fría y húmeda y otra superior más cálida y seca, separadas por una superficie llamada “inversión del alisio”. Esta inversión se produce porque el aire más cálido impide que el más frío y húmedo pueda ascender y por tanto dar lugar a lluvias, lo único que se forman son estrato-cúmulos, es decir, nubes bajas y planas que se denominan “**mar de nubes**”.

La temperatura desciende hasta aproximadamente los mil quinientos metros de altura, que es donde tiene lugar la inversión, a partir de aquí comienza a ascender hasta alcanzar los dos mil metros donde existe una temperatura similar a la que se presenta a los ochocientos metros.

Actividad relacionada con la Historia de la Ciencia.

Lee el texto siguiente:

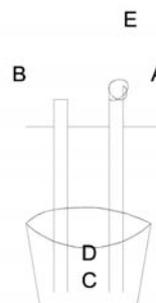
### COMENTARIO DE TEXTO: TORRICELLI<sup>1</sup>

...Vivimos sumergidos en el fondo de un océano de aire elemental, el cual sabemos que tiene peso gracias a experimentos incuestionables, tanto que en las profundidades de la superficie terrestre donde es más denso pesa aproximadamente 1/400 partes del peso del agua...

Hemos construido muchos tubos de cristal como éstos que siguen, A y B de dos brazas<sup>2</sup> de longitud. Después de haber llenado ambos de mercurio, se taparon sus aberturas con un dedo y se pusieron boca abajo dentro de una jofaina C en la que también había mercurio: pudo verse como se iban vaciando sin que por ello sucediera nada no obstante, lleno hasta una altura de una braza y aún una pulgada y un dedo más. Con el fin de demostrar que el tubo (que quedaba por encima del nivel del mercurio) estaba perfectamente vacío, se llenó de agua la jofaina hasta D, a medida que se levantaba lentamente el tubo y su abertura alcanzaba la zona del agua, el mercurio (del interior del tubo) descendía el agua se precipitaba dentro de aquel con un violentísimo impulso, llenándolo por completo hasta E.

...Hasta ahora se ha creído que la fuerza que sostiene el mercurio a pesar de su tendencia a caer era interna al tubo AE. Y que se debía al (horror al) vacío o a la propia materia sumamente rarificada (que atrae al mercurio); pero a mí me parece, por el contrario, que la fuerza es externa y proviene de afuera. Confirmó esta conclusión un experimento realizado al mismo tiempo con el recipiente A y el tubo B, en los cuales el mercurio reposaba siempre al mismo nivel, AB, indicio prácticamente inequívoco de que la fuerza en cuestión no estaba en el interior.

...Por lo demás, no he logrado mi propósito fundamental, que no era otro sino poder determinar por medio del instrumento EC, cuando el aire es más espeso y pesado y cuando más sutil y liviano...



Cuestiones ductoras

1. Elabore una biografía del autor. ¿Por qué motivos destacó como científico? Cite nombres de hombres de ciencia contemporáneos del autor e indique la relación entre ellos.
2. ¿Por qué se empieza a estudiar experimentalmente el problema del vacío? ¿Qué aspectos de la metodología científica se destacan en el texto?
3. ¿Qué ocurriría si llevamos el instrumento a Tejada?
4. Diseñe un experimento con materiales asequibles para realizar la misma experiencia del texto comentado, utilizando agua en lugar de mercurio. Emita hipótesis cualitativas y cuantitativas sobre la altura que alcanzará el agua.

1 Carta de Evangelista Torricelli a Michelangelo Ricci. 11 de junio de 1644. Tomado de Pascal, B. *Tratados de Pneumatica*.

2 1 braza florentina = 0,54 metros.

### 2.3. La contaminación del aire

Debido a la movilidad del aire los contaminantes se extienden rápidamente a partir del foco de contaminación, invadiendo amplias superficies. No obstante es necesario distinguir entre el aire libre y las atmósferas cerradas tales como las creadas en un local de trabajo o en una vivienda doméstica. En estos casos el contenido de sustancias contaminantes se controla por la legislación correspondiente (seguridad e higiene en el trabajo). El aire en atmósferas cerradas puede diferir considerablemente del aire ambiente exterior y puede estar muy deteriorado a causa, por ejemplo, de sistemas de calefacción que usan estufas de combustión total en lugares con insuficiente entrada de aire. Asimismo, el aire interior puede resultar insuficiente cuando coinciden varias personas, cuando se fuma o cuando se inunda con gases procedentes de productos de limpieza. Actualmente cabe la posibilidad de perfeccionar las condiciones del aire dentro de las viviendas usando, por ejemplo, revestimientos internos de albañilería con productos cálcicos que absorben rápidamente los posibles contenidos de dióxido de azufre procedentes del aire exterior, de limitar la formación de humos, evitar la producción de polvos, etc.

El aire atmosférico se mueve sobre la tierra debido al sistema de vientos que cambian de fuerza y de dirección cada día. La actividad de los vientos se produce en la troposfera (hasta aproximadamente unos 10 km de altitud) debido a ello una masa dada de aire puede dar la vuelta a la tierra en unos pocos días. Estas bolsas de aire se desplazan en forma herrática y, si bien, los cambios climatológicos y los vientos pueden hacer que las masas de aire se desplacen; dicho desplazamiento está regulado en la troposfera, hasta cierto punto, por la presencia de montañas, cimas, valles y masas de agua.

La dispersión de los contaminantes en la atmósfera depende de la distribución de la dirección del viento y de su velocidad. Por tanto dicha dispersión se verá afectada por la urbanización del suelo y los cambios en el relieve: el aumento de la superficie pavimentada, las edificaciones a distinta altura, originan turbulencias en los movimientos de las masas de aire, al mismo tiempo que se reduce la velocidad del viento dificultando el transporte de contaminantes y el calor. Estos efectos varían significativamente de una ciudad a otra y para una ciudad determinada, según la época del año.

Hemos de tener en cuenta, por otra parte que el aire de las ciudades suele ser diferente al del campo que le rodea ya medida que las ciudades crecen, su temperatura media tiende a subir, formando una “isla térmica urbana”, es decir. Se produce una diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la ciudad. El aire caliente tiende a concentrarse en el centro, posiblemente a causa de la aglomeración de edificios altos y a la mayor proporción de superficies pavimentadas. El aire caliente se eleva arrastrando los contaminantes, para luego expandirse y desplazarse hacia los bordes de la ciudad. El aire al expandirse se enfría, como consecuencia de ello, el aire más frío de los bordes de la ciudad fluye de nuevo hacia el centro, cerca de la superficie del suelo. Este sistema circulatorio que se ha originado tiende a concentrar contaminantes y solo se podrá romper por la acción de un viento fuerte.

Al edificar la ciudad la cantidad de calor producida y almacenada va cambiando, porque hay formas de circulación del aire dentro y alrededor del área.

*Contaminación química del aire*

La contaminación del aire se puede estudiar bajo puntos de vista diferente: contaminación física, química y biológica. La contaminación física según Rivas y Arias(1991) estudia las formas de energía que producen riesgos, daños o molestias graves a las personas, ecosistemas o bienes en determinadas circunstancias. Podemos resumirlas en el cuadro III.

**Cuadro III. Contaminación física del aire**



Vamos a mencionar los principales problemas que se producen en el aire por efecto de la contaminación química y los hemos seleccionado por el conocimiento que se tienen de ellos, por la intensidad con que se presentan por su influencia en nuestra salud o por ser un problema que ha llegado al público en general por su difusión y divulgación a través de los medios de comunicación (cuadro IV). No obstante únicamente estudiaremos en este Módulo por razones de tiempo el efecto invernadero.

**Cuadro IV. Efectos de la contaminación atmosférica**



### 2.3.1. Efecto invernadero

La preocupación por el efecto invernadero no es nueva. Arrhenius (1896), ya dijo que si la concentración de dióxido de carbono se hacía doble, se produciría un calentamiento de la tierra que haría aumentar la temperatura de 4 a 6 °C. Cuando se pudo determinar la temperatura de cada época y la concentración de CO<sub>2</sub> en los últimos 160.000 años se pudo establecer la dependencia entre estos factores

Para comprender mejor este efecto es conveniente recordar cómo se produce el calentamiento de nuestro planeta por la acción del Sol.

#### *La temperatura y la radiación solar*

El Sol es la fuente de energía básica que pone en marcha todos los fenómenos meteorológicos y hace posible las formas de vida en nuestro planeta. Las radiaciones solares que llegan a la Tierra calientan el suelo, elevan su temperatura y, posteriormente, las de la capas de la atmósfera que están en contacto con él.

La temperatura es una de las claves del tiempo meteorológico y del clima, pues las diferencias de temperatura originan diferencias de presión dando lugar a los centros de alta presión o anticiclones y a los centros de baja presión o depresiones. Éstos originan los diferentes meteoros. Entre los centros de alta y de baja presión circula el viento, que es otro de los elementos importantes en la atmósfera.

El aporte energético que se recibe del Sol es de unos 1.400 W/m<sup>2</sup>. El 50% es absorbida por las nubes, que almacenan un 2%, remiten al espacio exterior un 25% y llega a la superficie terrestre un 23% emitido por las nubes. Del Sol llega directamente el 26% y un 17% es absorbido por gases y polvos en suspensión del que un 7% retorna al espacio.

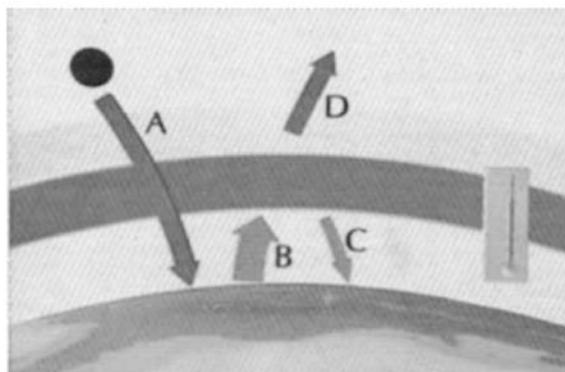
En el balance energético total de la Biosfera, se observa que la superficie de la tierra recibe un 49%, de la energía proveniente del Sol. De ella un 2% es reflejada directamente por el suelo terrestre. Es el llamado albedo.

Las radiaciones que remite la superficie de la tierra al enfriarse, son de longitud de onda larga entre 5 y 30 micras las cuales corresponden a la zona infrarroja del espectro. Estas radiaciones emitidas por la superficie terrestre no son transparentes a la atmósfera, puesto que son absorbidas por el vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, y otros gases invernadero. Responsables de las agradables temperaturas terrestres que la hacen habitable, pero que en exceso es perjudicial, aumentando paulatinamente la temperatura de la biosfera, constituyendo una amenaza para el clima en nuestro planeta. Este calentamiento que experimenta la Tierra debido al de su atmósfera es lo que se conoce con el nombre de efecto invernadero.

La radiación solar, por tanto, da lugar a las temperaturas de la superficie terrestre. El aporte energético que proviene del Sol es de importancia decisiva en cuanto al establecimiento de la circulación de las masas de aire por todo el planeta, que en definitiva marca el clima reinante en la Tierra. En este sentido, el océano es el protagonista del ciclo energético en la biosfera, a través de la absorción de la energía y de las transformaciones de fase que la acompañan (cuadro V).

En los océanos se encuentra la mayor parte del agua en la biosfera (97%), el resto esta repartida entre los casquetes polares, los lagos, los ríos y tan solo una milésima parte porcentual se encuentra en la atmósfera, en forma de vapor de agua.

### Cuadro V. Esquema de la radiación solar



#### *Gases invernadero*

Los principales gases invernadero son el dióxido de carbono, el vapor de agua, metano, óxidos de nitrógeno, los clorofluorcarbonos CFCs, etc., y éstos han aumentado considerablemente en los últimos tiempos. Es bien sabido el aumento experimentado por el dióxido de carbono que es un componente natural de la atmósfera. Se produce siempre que se quema madera, carbón, gas o petróleo. Su concentración atmosférica que hemos visto que equivale a un 0.03% ha permanecido constante desde tiempo prehistóricos, lo que es debido a dos factores: la gran solubilidad que presenta y los procesos de fotosíntesis que consumen grandes cantidades de este gas. Igualmente los procesos de refrigeración y utilización de aerosoles producen un aumento de los (CFCs); el metano se ha incrementado en la atmósfera por los procedimientos agrícolas y métodos de cría de ganado así como con los vertederos de basura.

En el presente la atmósfera deja pasar la luz visible procedente del Sol y parte del infrarrojo emitido por el suelo. En el futuro si siguen aumentando los gases invernadero en la troposfera, ésta ya no dejará salir los rayos infrarrojos, la Tierra conserva más energía y el suelo se calienta.

Como consecuencia de estos aumentos de temperatura y por tanto del recalentamiento de la Tierra se pueden producir graves cambios climáticos de consecuencias difíciles de prever: fundición de casquetes polares, elevación del nivel del mar, inundaciones, etc.

#### *El ciclo del carbono*

Un ciclo, en general, es cualquier proceso que transcurre de forma circular o de circuitos cerrados. El ciclo de un elemento es una serie cíclica de estados por los que pasa un elemento

químico (o una sustancia compuesta) en la biosfera, del medio ambiente a los organismos, y de éstos otra vez al medio ambiente. Por ejemplo, el ciclo del carbono, del nitrógeno, del agua, etc. Los ciclos hacen que la cantidad de los elementos o compuestos de la biosfera se autorregulen y su composición sea prácticamente constante.

Los seres vivos están constituidos fundamentalmente por compuestos de carbono, junto con hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, etc.

El carbono es el elemento biogénico que presenta un ciclo más sencillo y perfecto ya que regresa al medio casi al mismo ritmo con que es extraído de él. Para hacernos idea de su gran movilidad basta pensar en que las plantas fijan cada año del orden de  $7 \cdot 10^9$  toneladas de dióxido de carbono y la concentración de dióxido de carbono es siempre alrededor del 0,03 %.

El carbono inorgánico de la atmósfera, (en forma de dióxido de carbono) o disuelto en el agua en forma de (Hidrógenocarbonato principalmente) es incorporado por las plantas terrestres y las algas, por medio de la fotosíntesis, realizándose además entre atmósfera y agua un intercambio recíproco.

De dichos productores pasa en forma de compuestos orgánicos a los consumidores y luego a los descomponedores, o bien directamente a estos últimos. La respiración de productores, consumidores y descomponedores lo devuelve de nuevo en forma de dióxido de carbono a la atmósfera o al medio acuático.

Una devolución adicional a la atmósfera se produce a través del proceso no biológico de la combustión tanto por el uso intencionado de la madera, carbón o petróleo, como por los incendios de bosques o edificios. Lo que ha incrementado el contenido de dióxido de carbono desde 1880 en un 14%.

En determinadas condiciones el carbono se va del ciclo, debido a la deposición de materia orgánica como turba, carbón, petróleo, o la de conchas y caparazones en forma de rocas carbonatadas, que forman calizas. Este carbono retorna a la atmósfera pero mucho más lentamente mediante la disolución de las rocas carbonatadas la combustión del carbón y petróleo y la actividad volcánica.

**Cuadro VI. Esquema del ciclo del carbono**

<b>Fotosíntesis, respiración y combustión</b>	<b>Interacción entre el CO<sub>2</sub> atmosférico y el disuelto en los océanos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>l x \text{CO}_2 + x \text{H}_2\text{O} + \text{luz} \longrightarrow (\text{CH}_2\text{O})_x + x \text{O}_2</math></li> <li>• <math>l (\text{CH}_2\text{O})_x + x \text{O}_2 \longrightarrow x \text{CO}_2 + x \text{H}_2\text{O} + \text{Energía}</math></li> <li>• <math>l \text{C}_4 \text{H}_{10} + 13/2 \text{O}_2 \longrightarrow 4 \text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + \text{Energía}</math></li> </ul>	$\text{CO}_2(\text{atm}) \longleftrightarrow \text{CO}_2(\text{dis}) + \text{H}_2\text{O}$ $\longleftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \longleftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ $\longleftrightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

*Estrategias de control*

Lo principal es reducir las emisiones de gases: hay que utilizar mejor los combustibles fósiles; reducir la cantidad de metano emitido a la atmósfera o bien eliminarlo, bien quemándolo o convirtiéndolo en metanol con la posibilidad de su reutilización como fuente de energía y eliminar la emisión de los CFCs que además de contribuir al calentamiento de la atmósfera mundial causa grave daño en la erosión de la capa de ozono.

Igualmente, se debe promocionar la plantación de nuevos bosques que contribuyan a eliminar parte de la cantidad de dióxido de carbono de la atmósfera.

La emisión de los CFCs que además de contribuir al calentamiento de la atmósfera mundial causa grave daño en la erosión de la capa de ozono.

Según publicó la revista Science (2000) estudios realizados durante los últimos cuarenta años los océanos han estado absorbiendo una gran parte del incremento de la temperatura retrasando, de esta forma, todo el impacto que puede causar en la atmósfera y en el clima el recalentamiento global. Sin embargo esta temperatura se filtrará a la superficie del planeta en los próximos años.

**2.4. Actividad: conexión con el entorno**

Lea el siguiente documento y elabore las cuestiones dadoras.

**CENTRO PARA EL CONTROL DE EMISIONES INDUSTRIALES DE CANARIAS (CEI)**

El proceso de deterioro de la atmósfera que se viene detectando en los últimos años, motivado por la emisión constante de elementos contaminantes (partículas en suspensión, óxidos de azufre y nitrógeno principalmente) desde las regiones más industrializadas del globo, ha llevado a las autoridades gubernamentales a tomar distintas medidas para proteger la salud pública y preservar la naturaleza.

Algunas de estas medidas son legislativas, para regular los componentes de los distintos combustibles de uso industrial y automoción, otras de tipo preventivo, como las que hacen referencia al ahorro y utilización racional de la energía, otras correctivas, como la recuperación de zonas deforestadas y el reciclaje de residuos tóxicos.

La decisión de instalar un centro de Control de Emisiones Industriales (C.E.I.) en nuestra comunidad, forma parte de la política seguida por el Gobierno de Canarias, tendente a preservar el medio ambiente de las islas sin que ello vaya en detrimento de su despegue económico.

En este entorno frágil deben convivir, sin estorbarse, los espacios naturales paradisíacos, reductos únicos de especies endémicas, y fuente principal de riqueza para el archipiélago a través del turismo, con otras industriales, necesarias para su desarrollo, en el que los índices de contaminación resultantes de transformaciones energéticas, podrían conllevar alteraciones en el medio debido a condiciones climatológicas adversas.

La puesta en funcionamiento del C.E.I. es el resultado del firme compromiso del Gobierno de Canarias de asegurar los mínimos niveles de contaminación en los efluentes gaseosos industriales. Permitirá tener un detallado conocimiento del

estado del aire en todo el Archipiélago y garantizar la vigilancia sobre las emisiones de CEPESA y UNELCO mediante las obligaciones asumidas por ambas empresas.

Esta iniciativa del gobierno de Canarias, junto con otras medidas de apoyo a las energías renovables y a la innovación tecnológica, contribuirá a crear las bases de una futura línea de adecuación a las directrices comunitarias, encaminadas a minimizar el impacto ambiental que suele desencadenar el desarrollo económico de las regiones.

#### CLAVE DE LECTURA

1. Indique qué factores se citan como responsables del deterioro de la atmósfera
2. ¿A qué van encaminadas las medidas adoptadas por las autoridades gubernamentales?
3. Clasifique los tipos de medidas adoptadas e indica su finalidad. Complete un cuadro como el que sigue:

Tipo de medidas adoptadas	Finalidad

4. ¿Con qué objetivos se crea C.E.I. en esta Comunidad?
5. Consulte la página Web reseñada:  
<http://www.itccanarias.org/gobierno/contenido.html>  
<http://www.gobiernodecanarias.org/industria/cei/cei.html>  
 Localice la información aportada sobre: *¿Qué es el C.E.I.?* y a partir de ello elabore un cuadro sinóptico o esquema con dibujos en el que representes el funcionamiento del C.E.I., así como aquellas aportaciones que considere interesante resaltar.
6. Realice la visita de estudio al Centro para el Control de Emisiones Industriales de Canarias. Complete después los siguientes apartados.
  - a) Describa lo que le ha parecido la visita.
  - b) ¿Conocía la existencia de este centro y su finalidad?
  - c) ¿En qué año se creó?
  - d) ¿Cuántas personas trabajan en este centro? ¿Cuál es su perfil profesional y competencias?
  - e) ¿Qué aspectos le interesaron más?
  - f) ¿Qué cosas ha aprendido?
  - g) ¿Hay algún proceso que no le ha quedado claro o que le haya costado comprender?
  - h) Los contenidos trabajados previamente en clase, sobre emisiones contaminantes ¿Le ayudaron a entender aspectos abordados durante la visita? Justifíquelo razonadamente.
  - i) ¿Para qué colectivos cree que puede ir dirigida esta visita? ¿y para qué ámbitos?

- j) ¿Hay algún aspecto en el que le gustaría profundizar más o ampliarlo?
- k) Elabore un esquema sobre el contenido de la visita.
- l) ¿Qué actividades propondría para realizar después de la visita? Elabore alguna de dichas actividades para posteriormente desarrollarlas en clase con todos los compañeros.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Martínez, F; Mato, M. C. y Repetto, E. (1995). *Los aspectos medioambientales y la enseñanza de las Ciencias*. Santa Cruz de Tenerife: Consejería de Educación Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias
- Mato, M. C. , y Repetto, E.(2006). La contaminación química del aire: implicaciones en la salud humana. En J. Rey; A. Gil, y J. R. Calvo. *Cuidar la salud*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.
- Repetto, E. (1991). *Meteorología escolar*. Las Palmas de Gran Canaria: Departamento Didácticas Especiales ULPGC.

## EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

1. La troposfera es una capa de la atmósfera.  
V                      F
  
2. La capa de la atmósfera más cercana a la superficie terrestre es:
  - a) La troposfera.
  - b) La estratosfera.
  - c) La hidrosfera.
  - d) La mesosfera.
  
3. La presión atmosférica depende de la temperatura del aire.  
V                      F
  
4. La presión atmosférica depende de la altitud.  
V                      F
  
5. La humedad atmosférica absoluta se expresa en porcentaje de vapor de agua.  
V                      F
  
6. La lluvia ácida se produce al arder los combustibles fósiles ya que el dióxido de azufre que se origina asciende a la atmósfera y con el agua origina ácido sulfúrico. Igualmente, el óxido nítrico se convierte en ácido nítrico.  
V                      F
  
7. La lluvia ácida produce corrosión en algunos tesoros, monumentos, puentes...  
V                      F
  
8. Para medir la humedad atmosférica se utiliza:
  - a) Un barógrafo.
  - b) Un psicrómetro.
  - c) Un pluviómetro.
  - d) Un anemómetro.

## SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

1. V
2. a
3. F
4. V
5. F
6. V
7. V
8. b

**GLOSARIO DE TÉRMINOS**

*Biosíntesis*: síntesis de sustancias orgánicas complejas, a partir de otras más simples (orgánicas o minerales), realizada por los seres vivos como parte de su metabolismo.

*Capa de Ozono*: franja de ozono en la atmósfera de la tierra (estratosfera), que impide que las radiaciones ultravioletas peligrosas lleguen a la superficie terrestre.

*Catalizador*: compuesto químico que actúa en una reacción química, variando la velocidad, se necesita una pequeñísima cantidad y no se gasta al actuar.

*Clorofluorcarbonos (CFCs)*: sustancias químicas, que se utilizan en aerosoles, frigoríficos, espumas sintéticas, materiales de embalaje, etc. Destruyen la capa de ozono, descomponiéndolo en diferentes formas de oxígeno.

*Combustible fósil*: son el carbón el petróleo y el gas natural. Estas sustancias han estado enterradas bajo tierra durante millones de años. Se originaron gracias a la fermentación de organismos vivos, tanto animales como vegetales. Cuando se queman, liberan la energía acumulada.

*Contaminante*: sustancia perjudicial que envenena o altera la pureza del medio ambiente. Los pesticidas los efluentes industriales, las aguas residuales, el humo y los residuos radiactivos son algunos de los contaminantes más comunes. Es cualquier partícula o hecho que produce contaminación.

*Dióxido de carbono*: ( $\text{CO}_2$ ) Gas incoloro, incombustible y de olor ligeramente ácido. Componente natural de la atmósfera en una pequeña cantidad (0,3%) y elemento fundamental para las plantas que con el agua y la energía del sol sintetizan la materia orgánica. Es también un contaminante procedente de la quema de combustibles de vehículos y calefacciones. Actualmente se supone que está aumentando en la atmósfera, lo que podría tener efectos climáticos globales como un aumento de la temperatura por acción del llamado “efecto invernadero”. En el importante ciclo del carbono integra la parte gaseosa del mismo. Es un perfecto ejemplo de los niveles de dosis: imprescindible para la vida puede ser mortal a mayores concentraciones.

*Gases invernadero*: son los gases que provocan el efecto invernadero. Muchos de ellos están presentes en la atmósfera de manera natural. Entre ellos, el dióxido de carbono, los óxidos de nitrógeno, el metano y el ozono de superficie. Otros como los CFCs (Tetrafluorcarboranos), son producidos por el hombre.

*Ozono*: molécula formada por tres átomos de oxígeno. Es un gas incoloro con un olor fuerte. Absorbe en la estratosfera gran parte de la radiación ultravioleta impidiendo que lleguen a la superficie terrestre. También se forma el ozono cerca de la superficie terrestre (en la troposfera), por la contaminación, produciendo daños a plantas y animales.

*ppm*: partes por millón. Es una unidad de concentración empleada para expresar la contaminación de un contaminante gaseoso presente en el aire. Se refiere a 1 parte del componente por volumen en un 1 millón de unidades del volumen total.

# Manuales docentes de Educación Primaria

## **Módulo 5**

---

El agua. Una sustancia diferente e indispensable

## PRESENTACIÓN

El presente módulo aborda el estudio de las características del agua, desde una perspectiva didáctica que facilite la construcción de conocimientos en contextos interactivos y próximos a los intereses del alumnado. El agua como contexto de aprendizaje ofrece la posibilidad de estudiar muchas de las características de la materia, al poder tratarla fácilmente en sus tres estados. Por otro lado, dada sus implicaciones medioambientales, así como sus interrelaciones con los seres vivos, ofrece, la perspectiva de llevar a cabo un estudio globalizado en torno a un centro de interés significativo para el alumnado. Paralelamente al desarrollo de los contenidos se propondrá la utilización de diferentes recursos y estrategias de enseñanza-aprendizaje; de tal forma que puedan servir de orientación, para el diseño de propuestas didácticas a partir de otros contextos de estudio. Se tratan las diferencias entre el comportamiento de sólidos líquidos y gases a través del comportamiento del agua. A partir de los hechos observados se intenta que el alumnado busque regularidades en este comportamiento y llegue a establecer un modelo con el que se pueda explicar dichos estados. En este caso, se conducirá al establecimiento del modelo corpuscular de la materia. El alumnado deberá percatarse de la diferencia entre modelo científico y realidad y de cómo se llega a establecer una teoría.

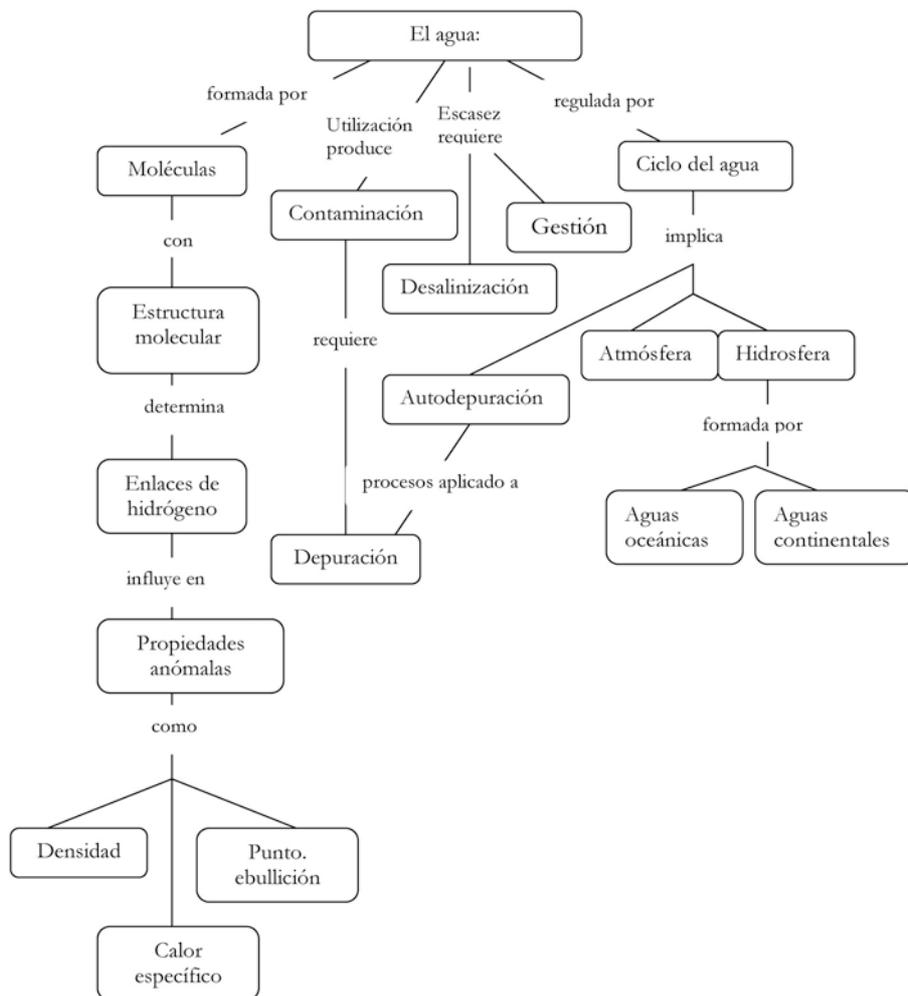
Se parte de una consideración general de la situación del agua en la Tierra, para abordar a continuación la descripción de la molécula con sus características estructurales; a partir de ello se estudiarán las propiedades generales del agua, que se interrelacionaran con sus funciones en la naturaleza y su utilidad para los seres vivos; así como sus aplicaciones industriales, para concluir con la problemática de la contaminación, las estrategias de control y la necesidad depuración, para su posterior reutilización, así como las medidas de conservación como recurso natural del que depende el mantenimiento de la vida en la Tierra.

## OBJETIVOS

Con el estudio del agua como contexto significativo, se tratan, en líneas generales, los contenidos relacionados con esta temática, y además se proponen estrategias de enseñanza-aprendizaje y recursos, que sirvan de ejemplificación para abordar los aspectos relacionados con el estudio del agua en el nivel de Ed. Primaria. En función de ello se establecen los siguientes objetivos:

- Experimentar y explicar en el agua las características diferenciales de los estados de agregación de la materia.
- Analizar los factores físicos que intervienen en el ciclo del agua y establecer su implicación en la distribución del agua en la Tierra.
- Diferenciar las propiedades generales del agua y explicarlas en función de su estructura.
- Utilizar la teoría cinético molecular para explicar el proceso de disolución.
- Conocer los procesos de purificación natural del agua y su aplicación para la depuración de aguas residuales.
- Identificar la función del agua en algunos procesos industriales.
- Establecer la función del agua como fuente de energía.
- Planificar y desarrollar experiencias sencillas para poner de manifiesto algunas de las propiedades del agua.
- Conocer las causas de contaminación del agua y las estrategias de control.
- Establecer la correspondencia entre los contenidos sobre el estudio del agua y el desarrollo de las competencias básicas en Educación Primaria.

**ESQUEMA DE LOS CONTENIDOS**



**EXPOSICIÓN DE LOS CONTENIDOS****1. EL AGUA: ASPECTOS GENERALES**

El agua es la sustancia más abundante en el Planeta Tierra, hasta el punto que se le denomina “Planeta Azul”, por el color que presenta vista desde el espacio, debido a las grandes masas de agua. Se encuentra en este planeta en sus tres estados sólido, líquido y gas; siendo la Tierra el único Planeta en que coexiste en dichos estados. Esto es así porque la Tierra se encuentra a la distancia justa del Sol, para que pueda tener lugar este hecho. Si estuviera más alejada, estaría en estado sólido, en forma de hielo, como ocurre en Marte; y si estuviese más próxima, estaría en forma de vapor.

El agua es, pues, la única sustancia que existe a temperaturas ordinarias en los tres estados de la materia: sólido, líquido y gas en las formas se indican, para cada estado en la siguiente tabla:

SÓLIDO	LÍQUIDO	GAS
Polos	Lluvia	Como constituyente de la atmósfera
Glaciares	Rocío	
Superficies de agua en invierno	Lagos	
Nieve	Ríos	
Granizo	Mares	
Escarcha	Océanos	

La molécula de agua se encuentra formada por la combinación de dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. Hasta el siglo XVIII, se creyó que el agua era un elemento y fue Cavendish (químico inglés) quien la sintetizó a partir de una combustión de aire e hidrógeno. Los resultados de este experimento, fueron interpretados, posteriormente, por Lavoisier, quien propuso que el agua, no era un elemento sino un compuesto formado por oxígeno e hidrógeno, cuya fórmula era  $H_2O$ . *El agua* es un compuesto con características especiales, indispensable para la vida, y que determina en gran medida los procesos físicos, químicos y biológicos que se desarrollan en el medio natural.

El agua cubre cerca del 71% de la superficie terrestre formando océanos, mares, casquetes polares, aguas superficiales y subterráneas. Todos estos elementos conforman la *hidrosfera*. Se estima que el volumen de agua de la hidrosfera es de 1.386 millones de  $km^3$ . De este volumen el 96,5% se encuentra en los océanos como agua salada y el 3,5% restante como agua dulce en los continentes. De este último porcentaje, el 69% se encuentra en forma sólida en los glaciares y el 30% como agua subterránea, quedando solamente el 1% formando los ríos, lagos, lagunas, etc.

**Actividad-Práctica 1****LAS IDEAS SOBRE LA NATURALEZA DEL AGUA:  
EVOLUCIÓN HISTÓRICA**

- Los filósofos jónicos (Asia Menor) trazaban los cambios que experimentaban las sustancias pasando de tierra y agua a formar el cuerpo de animales y plantas hasta volver a transformarse en tierra y agua. A partir de Thales especularon sobre la posibilidad de que existiese un único elemento: agua, aire o fuego como base común de todas las cosas.
- Defendían la idea de que la materia estaba formada por cuatro elementos fundamentales: agua, tierra, aire y fuego.
- Realiza un estudio de la evolución que ha sufrido las ideas sobre la naturaleza del agua desde entonces hasta la actualidad.
- Elabora un esquema representativo en el que representes las ideas fundamentales y cómo han ido evolucionando hasta llegar al conocimiento actual sobre la naturaleza y estructura de la molécula de agua.

**2. EL CICLO DEL AGUA**

La cantidad de agua que existe en la Tierra ha permanecido aproximadamente constante a lo largo de miles de años, el factor responsable de que la cantidad de agua se mantenga, es el denominado *ciclo del agua o ciclo hidrológico*, que gobierna la evolución y el movimiento del agua en nuestro Planeta. Por medio de este ciclo se desarrolla un proceso continuo de circulación del agua, en sus diversos estados en la esfera terrestre.

El gran motor que este ciclo es la energía solar. Bajo la influencia de la radiación solar, el agua líquida, se evapora hacia la atmósfera en grandes proporciones desde el océano y en menor grado desde el continente, asciende a la atmósfera y se mantiene en ella en este estado, como reserva, una bajada de la temperatura conduce a que este vapor de agua condense a agua líquida y precipite, de nuevo, a la Tierra, en forma de lluvia, o bien que a temperaturas extremadamente bajas, lo haga en forma de agua sólida (nieve o granizo). El agua presente en la Tierra se encuentra en una parte en la atmósfera y en otra en la llamada Hidrosfera y dentro de este gran depósito, se pueden clasificar como aguas oceánicas (océanos y mares) y aguas continentales (superficiales y subterráneas). No obstante, aunque la cantidad de agua presente en la Tierra se mantenga prácticamente constante, existen lugares que el agua está en forma no disponible (en el mar o en estado de vapor), por ello, presentan una gran escasez de agua y lugares en los que hay abundancia. Esto es debido a que se produce un desequilibrio en el ciclo del agua, por medio de del cual la velocidad de evaporación que debería ser equivalente a la velocidad de precipitación está descompensada y predomina, la velocidad de evaporación. Una parte del agua precipitada es parcialmente retenida en las hojas de las plantas antes de llegar al suelo. De allí, una parte es evaporada

nuevamente, en tanto que la fracción que cae al suelo, puede bien *infiltrarse* o discurrir por las laderas bajo la acción de la gravedad, siguiendo la dirección de la inclinación del terreno.

El proceso por el cual el agua penetra en el suelo a través de sus poros, y se dirige hacia las capas inferiores o *subsuelo*, se denomina *infiltración*. Parte del agua que se infiltra es absorbida por las plantas y otra cantidad continúa infiltrándose hasta llegar a alimentar las aguas subterráneas, mediante el proceso denominado *percolación*.

A su paso por el suelo, el agua va disolviendo sustancias que se encuentran en él, y las va transportando hacia las capas inferiores para alimentar el agua subterránea, en un proceso conocido como *lixiviación*. Las sustancias contaminantes producidas por las actividades humanas, que son disueltas por el agua y que son transportadas a los depósitos subterráneos se llaman *residuos lixiviados*, y producen en muchas ocasiones una seria contaminación de los afluentes de agua.

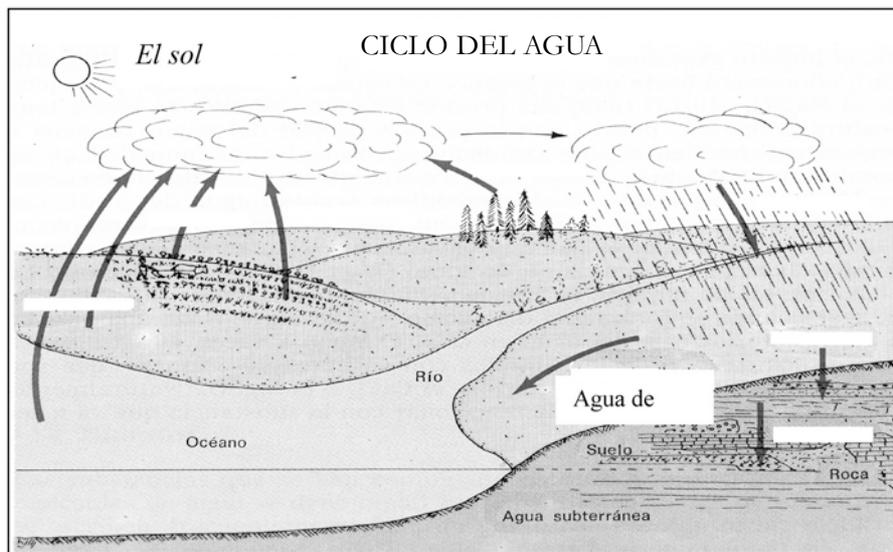
Conviene comprender los factores que intervienen en el ciclo del agua y las causas responsables del mismo, para explicar las situaciones que se dan respecto a la disponibilidad del agua. Te recomendamos la realización de las siguientes actividades, que contribuirán a razonar y a profundizar sobre las características de dicho ciclo. Si es necesario busca información complementaria para cumplimentarlas satisfactoriamente.

## Actividad-Práctica 2

El dibujo que se te muestra es una representación esquemática del ciclo del agua en la naturaleza. Las flechas indican las vías a través de las cuales tiene lugar.

- Identifica los principales elementos responsables de este ciclo.
- Sitúa al pie de las flechas correspondientes el nombre del proceso o fenómeno que tiene lugar y explícalos adecuadamente (aclara si ha tenido lugar algún cambio de estado y que causas son los que lo determinan).
- Comenta el siguiente texto en relación con el Archipiélago Canario. ¿En cuál de las dos situaciones que se presentan enmarcarías la isla de Gran Canaria? Al resto de las islas le harías corresponder la misma situación? Analízalo y agrúpalas de acuerdo con las características analizadas:

En aquellas partes del mundo en que las que la velocidad de precipitación es mayor que la velocidad de evaporación, los suministros de agua, generalmente, son adecuados, mientras que en aquellas áreas en las que la velocidad de evaporación es mayor que la velocidad de precipitación, los residentes deben esforzarse en obtener suficiente agua para que se mantenga la vida y la agricultura. Bailar, J. C. et ál (1983)



Fuente adaptada de: Bailar, J. C. et ál. (1983)

Indica esquemáticamente la distribución del agua en la tierra. Si la cantidad de agua sobre la tierra es constante. ¿Cómo se explica la disminución en la disponibilidad del agua?

- ¿Qué factores favorecen la infiltración del agua de lluvia.

### Actividad-Práctica 3

#### UNA OLLA QUE FABRICA UN BILLÓN DE TONELADAS DE VAPOR AL DÍA

Alrededor de un 25% de la energía solar es utilizada para calentar la superficie de los océanos y de los mares (360.700 km<sup>2</sup>) y así generar vapor de agua. Este fenómeno se produce también en tierra firme (149.400 km<sup>2</sup>), pues aun prescindiendo de lagos y ríos, el suelo, y en especial el que está cubierto de vegetación, contiene humedad y contribuye con el 16% al agua que se evapora. La gran máquina térmica del ciclo del agua, levanta cada día, hacia el cielo, por medio de la evaporación, 1,2 billones de toneladas de agua, que luego vuelven a la Tierra en forma de lluvia, nieve, granizo y rocío. No en vano en la atmósfera se generan cada día alrededor de 50.000 temporales.

El exceso de evaporación en los océanos se compensa con unas mayores precipitaciones en la tierra firme. Es obvio que se está hablando de un balance hídrico global, pues en Islandia, por ejemplo, hay un exceso de agua dulce, y en Bahrein (Asia-Golfo Pérsico), una gran necesidad.

A pesar de la gran importancia que tiene para los seres vivos y para el clima el vapor de agua presente en el aire, solo representa el 0,33% del total de la masa atmosférica. Los componentes fundamentales de la atmósfera son: el nitrógeno (78,08 % en volumen) y el oxígeno (20,95%); mientras el primero no interviene en la respiración de los animales, el segundo es fundamental para nuestra vida: purifica la sangre en los pulmones y está en la base de nuestro metabolismo. El oxígeno que entra en el organismo es transformado casi en su totalidad en anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), indispensable para la vida de las plantas (por lo tanto, también de

forma indirecta, para la producción del oxígeno derivado de la fotosíntesis), además de ser el principal responsable (49%), junto con otros gases como el vapor de agua, el metano, los clorofluorocarbono, el óxido de nitrógeno y el ozono, del efecto invernadero que permite a la Tierra mantener una temperatura media de 15°C, en lugar de los 18° bajo cero que se derivarían de su distancia del sol.

La mala fama de los gases invernadero se debe a su incremento como consecuencia de actividades humanas que producen efectos considerados muy peligrosos a largo plazo: mientras al inicio de la era industrial había en la atmósfera 270 partes de CO<sub>2</sub> por millón, hoy hay 370. Sólo un par de ejemplos: recorriendo con un coche de cilindrada media 12 kilómetros al día, se introducen a la atmósfera alrededor de tres kilos de CO<sub>2</sub>; por otro lado, la transformación de la basura de una familia media produce otros 6,5 kilos.

Fuente adaptada de la Revista Newton N° 26, junio (2000), pp. 112

#### CLAVE DE LECTURA

1. ¿A partir de qué componentes del planeta Tierra tiene lugar la evaporación de agua?
2. ¿Qué factor se cita como responsable y en que proporción para la producción del vapor de agua?
3. ¿Se podría decir que la proporción de agua en la tierra es aproximadamente constante? Explica por qué.
4. ¿Cuáles son los componentes fundamentales de la atmósfera?
5. ¿Qué proporción de la masa atmosférica corresponde al vapor de agua? Elaborar un digrama de sectores en el que representes la proporción de todos los componentes del aire (busca la información necesaria)
6. ¿Qué gases presentes en la atmósfera son los responsables del efecto invernadero? ¿Es el vapor de agua uno de los gases responsables del efecto invernadero?
7. ¿Qué temperatura media le correspondería a la Tierra por su distancia al Sol? ¿Cuál es la temperatura media de la Tierra y qué factor se cita como responsable de esta temperatura?

### 3. LAS AGUAS OCEÁNICAS

El agua de los océanos contiene en solución una gran variedad de elementos y compuestos químicos llamados sales, en una proporción de 96.5 por ciento de agua y 3.5 por ciento de sales. Las sustancias disueltas en las aguas oceánicas llegan a ellas a través de una serie de procesos físicos, químicos y biológicos. Las primeras determinaciones de las sales disueltas en el agua del mar, hechas con precisión, se deben al oceanógrafo William Dittmar que analizó 77 muestras recolectadas en los océanos Atlántico, Pacífico e Índico. En 1884 determinó halógenos, sulfatos, cloruros, carbonatos de sodio, magnesio, calcio y potasio. Y descubrió que estas sales se encontraban en cantidades más o menos constantes, por ejemplo el ión cloruro representa siempre el 56 por ciento de los sólidos totales disueltos en el agua del mar, y el magnesio el 4 por ciento.

Componentes principales del agua oceánica:			
Trazas de elementos	0,01%	Potasio	1,10%
Flúor	0,003%	Calcio	1,16%
Estroncio	0,04%	Sodio	30,61%
Acido Bórico	0,07%	Magnesio	3,69%
Bromo	0,19%	Sulfato	7,69%
Bicarbonato	0,41%		

Estos compuestos se encuentran en cantidades más abundantes, proporcionan al mar sus características especiales de salinidad, desempeñan un papel muy importante en los equilibrios fisicoquímicos y en los fenómenos bioquímicos del medio marino.

Las sales disueltas en el océano están formadas por 10 elementos principales por encontrarse en mayores proporciones: *cloro, sodio, magnesio, azufre, calcio, potasio, bromo, estroncio, boro y flúor*.

El *cloro* y el *sodio* son los constituyentes fundamentales del agua del mar y se encuentran en forma de *cloruro de sodio* que se conoce como la sal común. Representa el 80 por ciento de las sales en solución. Esta cantidad y composición del cloro y el sodio en el agua del mar es muy semejante a la de los líquidos orgánicos como la sangre, los líquidos viscerales que forman el medio interno de los animales y que juegan un papel decisivo, en las funciones de estos seres vivientes.

El agua del mar también contiene gases en disolución. Todos los gases atmosféricos se encuentran en el agua del mar, siendo los más abundantes el *nitrógeno*, el *oxígeno* y el *dióxido de carbono*, este último se halla principalmente como carbonato y bicarbonato porque reacciona químicamente con el agua marina.

Los gases raros también están presentes en pequeñas cantidades como: argón, kriptón, xenón, neón y helio y, en ausencia de oxígeno, suele haber ácido sulfhídrico y probablemente también metano en zonas de agua estancada y con activos procesos fermentativos.

La proporción en que están disueltos en el mar no es igual a la que presentan en la atmósfera debido a su diferente solubilidad, el promedio de nitrógeno es de 64 por ciento, de oxígeno de 34 por ciento y de dióxido de carbono 1.6 por ciento. Los gases raros representan una proporción de casi el 1.7 por ciento. La distribución de los gases disueltos depende de la temperatura, la salinidad, las corrientes, la difusión, la mezcla y la actividad biológica, variando inversamente en ellas.

La fotosíntesis de los vegetales marinos y la respiración de los organismos vivos afectan la cantidad de oxígeno y de dióxido de carbono disueltos, que varía de acuerdo con la abundancia de los animales y los vegetales.

El agua superficial del mar mantiene un equilibrio con la atmósfera absorbiendo o perdiendo gases. La circulación vertical y horizontal profunda del océano se encarga luego de distribuir los gases disueltos en toda su masa.

El oxígeno del mar procede en primer lugar del contenido en la atmósfera y en segundo lugar del producido en la actividad fotosintética de los vegetales verdes que viven en las capas superficiales, donde penetra adecuada cantidad de energía luminosa. Es el gas que más se ha estudiado dada su importancia en los procesos biológicos. Sin embargo, el proceso de absorción del oxígeno por los océanos y su transporte hacia las profundidades, son los problemas que más interesan, aunque todavía no se dispone explicación satisfactoria.

El agua oceánica representa el principal regulador de la cantidad de *dióxido de carbono* en la atmósfera, ya que cuando este gas se produce durante la respiración de los organismos o por los procesos de la industria, aumenta su cantidad en el aire y cuando éste hace contacto con el agua de la superficie marina se disuelve transformándose en ácido carbónico.

El dióxido de carbono disuelto en el agua del mar, suele encontrarse en la pequeña cantidad de 0.3 centímetros cúbicos por litro como promedio, debido a que tiene gran solubilidad para reaccionar químicamente con el agua del mar formándose en carbonatos y bicarbonatos.

El dióxido de carbono llega a los océanos principalmente del aire atmosférico, contribuyendo asimismo a producirlo la respiración de los vegetales y los animales marinos. Este gas es consumido por los vegetales verdes durante el proceso de la fotosíntesis.

En relación con la abundancia de dióxido de carbono en el océano, se tiene que considerar que durante los últimos 100 años el hombre ha utilizado en su industria abundantes combustibles de origen fósil, como petróleo, carbón y gas natural, lo que ha producido aproximadamente 2.000 millones de toneladas de este gas, que se fueron añadiendo a la atmósfera cada año y si todo quedara en ella aumentaría hasta alcanzar 1.6 partes por millón al año, pero como sólo se queda la mitad el aumento ha sido de 0.7 partes por millón. Ello se debe a que la mayor parte del bióxido de carbono penetra en los océanos, es decir, éstos actúan como un moderador.

**Actividad-Práctica 4**

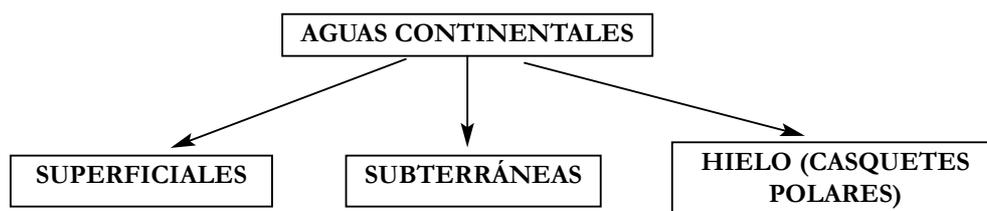
<b>EL MAR: UNA GRAN DISOLUCIÓN DETERMINA LA CONCENTRACIÓN DE SAL</b>	
<p>El agua de mar contiene en disolución diversos compuestos y elementos, siendo el más abundante de ellos la sal común, cloruro sódico, nos interesa obtener las sales a partir del agua de mar y determinar qué concentración de sal contiene, para posteriormente, establecer comparaciones con las características del agua dulce.</p>	
<p><b>• OBJETIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar experimentalmente el proceso de separación de una sustancia disuelta en agua por evaporación del disolvente (agua).</li> <li>- Practicar las técnicas de medida de volúmenes de líquidos, el calentamiento de sustancias y el manejo de la balanza.</li> <li>- Obtener datos a partir el desarrollo experimental para la determinación de la concentración de sal del agua de mar.</li> </ul>	
<p><b>• OBJETIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planifica el diseño experimental a seguir para ello debes completar los siguientes apartados. Si no lo pudieras realizar experimentalmente, desarrolla toda la planificación y elabora una estimación de los resultados.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material necesario:</li> <li>- Productos.</li> <li>- Procedimiento a seguir.</li> <li>- Dibujo del montaje experimental.</li> <li>- Observaciones en la experiencia y/o precauciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtención de datos y forma de registrarlos.</li> <li>- Resultados obtenidos.</li> <li>- Valoración de los resultados.</li> </ul>
<p><b>• NOTA:</b> la realización de esta experiencia te puede permitir, además, observar el proceso de ebullición de un líquido y determinar su temperatura de ebullición. Predice a modo de hipótesis cual crees que será la temperatura de ebullición del agua de mar y compruébalo también de forma experimental aprovechando la misma experiencia. Detalla previamente el proceso que seguirías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantea una guía de observación para registrar los aspectos a observar.</li> </ul>	
<p><b>• PARA AMPLIAR CONOCIMIENTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿De dónde proceden las sales disueltas en el agua del mar?</li> <li>- ¿Todos los mares tienen la misma salinidad? Explícalo razonadamente.</li> <li>- Busca información sobre los componentes del agua del mar y compara los datos de salinidad que aparecen en la bibliografía con los encontrados experimentalmente y establece y comenta los posibles acuerdos o desacuerdos.</li> <li>- Destaca la importancia de las salinas y establece similitudes y diferencias entre el proceso llevado a cabo en el laboratorio para la obtención de la sal y el de las salinas.</li> <li>- Consulta páginas Web relacionadas con el tema que estamos planteando y completa la información con imágenes. Analiza páginas Web educativas sobre actividades experimentales que guarden relación con esta experiencia para con posterioridad comentarlas en el aula.</li> <li>- Puedes confeccionar un banco de imágenes con tus propias fotografías sobre el proceso.</li> <li>- Elabora un glosario con los términos más significativos que hayas utilizado.</li> <li>- Presenta un informe final de todo el proceso llevado a cabo.</li> </ul>	

**Actividad-Práctica 5**

<b>EL HUEVO FLOTANTE</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Huevo fresco.</li> <li>- Vaso.</li> <li>- Agua.</li> <li>- Sal cocina.</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llena el vaso con agua del grifo. Introduce el huevo. Observa y dibuja lo que ocurre.</li> <li>- Saca el huevo y añade varios puñados de sal. Remueve hasta que prácticamente toda la sal se haya disuelto.</li> <li>- Introduce el huevo de nuevo. ¿Qué ocurre? Dibújalo.</li> </ul>
<b>Cuestiones ductoras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Busca en la bibliografía a tu alcance los datos necesarios para que puedas justificar adecuadamente tus observaciones.</li> <li>- ¿Conoces algún fenómeno similar? Descríbelo razonadamente.</li> </ul>

**4. LAS AGUAS CONTINENTALES**

Las aguas continentales se las denomina aguas dulces por su baja concentración de sales minerales, se presentan como agua líquida superficial o subterránea, o bien como hielo o nieve. Representan sólo de un 6 a un 2% del total de la *Hidrosfera*. Aunque el agua salada es la más abundante en el planeta, los seres vivos utilizan principalmente el agua dulce.



- *Aguas superficiales*. Son aguas continentales que se encuentran en la superficie de la Tierra. Se dividen en aguas corrientes y aguas estancadas. Las aguas corrientes son masas de agua que se mueven en una misma dirección y pueden circular continuamente, como los *ríos* y los *arroyos*. Las aguas estancadas, son las aguas interiores que no presentan corriente continua, como los *lagos*, las *lagunas*, las *charcas* y los *pantanos*.
- *Aguas subterráneas*. Son las aguas continentales que se encuentran bajo la superficie terrestre. Representan la mayor parte del agua dulce del planeta (30%). En regiones de roca permeable, como la *caliza*, el agua se acumula bajo tierra en grandes depósitos llamados *acuíferos*. La lluvia se filtra por la capa superior, ocupando los espacios de los poros del

manto rocoso y de la *roca* sólida debajo de la superficie del suelo, creando un almacén subterráneo de agua sobre la roca impermeable.

La capa o zona límite de la superficie de saturación de agua se llama *nivel freático*. Sobre este nivel se encuentra la zona de aireación, cuya capa más inmediata al nivel freático se denomina *franja capilar*.

El agua subterránea también puede aparecer en la superficie en forma de manantiales, o puede ser extraída mediante pozos.

#### *a) Aguas superficiales y subterráneas*

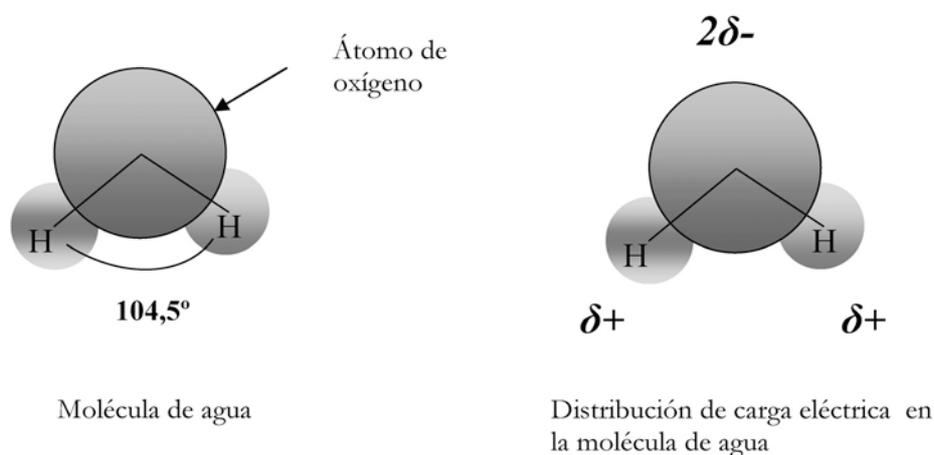
El agua que cae a la tierra en forma de lluvia o nieve en parte se infiltra en el suelo, formando las acumulaciones de agua subterránea, y en parte resbala por la superficie reuniéndose en ríos, lagos o pantanos hasta que desemboca en el mar o se evapora.

Los **acuíferos** o capas freáticas son los estratos de terrenos porosos que se encuentran llenos de agua, de tal forma que permiten extraer cantidades grandes de agua, de una forma que es rentable económicamente. Normalmente los acuíferos se van recargando de forma natural con la precipitación que se infiltra en el suelo y en las rocas. En el ciclo geológico normal el agua suele entrar al acuífero en las llamadas zonas de recarga, atraviesa muy lentamente el manto freático y acaba saliendo por las zonas de descarga, formando manantiales y fuentes que devuelven el agua a la superficie.

El ritmo de **renovación** del agua subterránea es muy lento. Puede fluir, por ejemplo, entre 1 y 100 m al año. Por esto, al extraer el agua subterránea en pozos se origina una zona sin agua, en forma de cono, alrededor del punto de extracción. Cualquier contaminante que se descargue por encima de este lugar es llevado por el cono directamente a la zona del pozo y puede afectar a la calidad del agua extraída. Por otra parte cuando a un acuífero le quitamos, en un período largo de tiempo, más agua que la que se recarga, va disminuyendo el nivel freático y estamos haciendo un uso no sostenible de este recurso. Con el paso del tiempo el acuífero se irá vaciando, provocando diversos problemas.

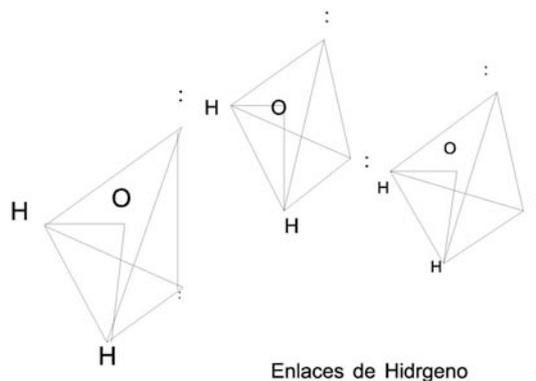
## **5. LA ESTRUCTURA DE LA MOLÉCULA DE AGUA**

La molécula de agua aislada tiene una disposición angular. El ángulo entre los dos enlaces O-H, es de  $104,4^\circ$  y la distancia O-H, es de  $0,96 \text{ \AA}$ . Debido a que el átomo de oxígeno es más electronegativo que el de hidrógeno el enlace tiene un cierto carácter polar, por ello aunque los enlaces en la molécula son covalentes tienen una cierta participación de carácter iónico. La molécula es por tanto dipolar con la densidad de carga negativa sobre el átomo de oxígeno y la parte positiva sobre los átomos de hidrógeno. En consecuencia cada molécula puede atraer a las moléculas de agua próximas por sus extremos opuestamente cargados. Esta atracción tiene fuerza suficiente como para producir agrupamiento de moléculas.



### *El enlace por puente de hidrógeno*

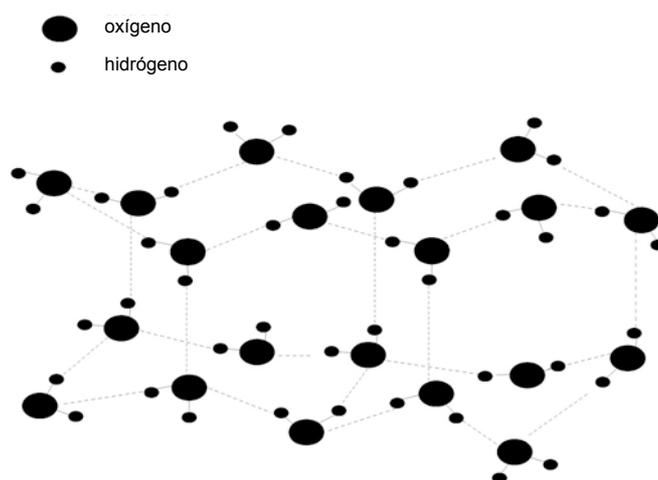
El átomo de oxígeno es más electronegativo que el átomo de hidrógeno; debido a ello actúa atrayendo electrones, lo que hace que la concentración de electrones en su entorno sea elevada, por lo que la carga negativa sobre el oxígeno y la positiva entre los átomos de hidrógeno es considerable.



La molécula de agua es por tanto dipolar, con la parte negativa sobre el oxígeno y la parte positiva sobre los hidrógenos. Se deduce que las atracciones dipolo-dipolo entre moléculas de agua, por sus extremos opuestamente cargados deben ser considerables o muy fuertes. Este hecho explica porque las moléculas polares de agua, pueden atraerse fuertemente debido a esa gran polaridad. Además al ser pequeñas, pueden acercarse mucho más que moléculas mayores. Esta atracción dipolo-dipolo que es inusualmente fuerte y en la que participa el átomo de hidrógeno se denomina *enlace por puente de hidrógeno* y es de naturaleza electrostática.

La *asociación intermolecular* que se encuentra presente en el agua líquida y en el hielo, se suele representar por una línea de puntos. En el hielo, la longitud del enlace por puente de hidrógeno es de 1,77 Å, mayor que la que se da para la longitud del enlace covalente entre el hidrógeno y el oxígeno H-O, cuyo valor es de 0,99 Å.

Esta estructura muestra que cada átomo de oxígeno de las moléculas de agua que forman una masa de hielo está unido por dos enlaces covalentes a dos átomos de hidrógeno y por puente de hidrógeno a moléculas vecinas. La energía de los puentes de hidrógeno es aproximadamente un 1% del enlace covalente. Esta gran diferencia de energía hace la distinción entre el enlace covalente, que es un enlace químico y por lo tanto muy fuerte, y el llamado enlace de hidrógeno, que sólo es una atracción dipolo-dipolo.



En la molécula de agua los pares electrónicos enlazantes y no enlazantes están orientados hacia los vértices de un tetraedro irregular, por lo que al considerar una masa de hielo, sus moléculas forman una inmensa red tridimensional altamente ordenada que evita que las moléculas se acerquen mucho entre sí. El puente de hidrógeno que se establece, hace que las moléculas de agua adopten una estructura que deja huecos hexagonales que forman una especie de canales a través de la *red tridimensional*.

Cuando la energía externa o medioambiental es superior a la que se encuentra en la masa de hielo, existe mayor vibración entre las moléculas de agua, y, como consecuencia, se rompe dicha red tridimensional para dar paso al agua líquida que se caracteriza por su falta de forma.

## 6. PROPIEDADES DEL AGUA

La estructura de la molécula de agua debida a los enlaces por puente de hidrógeno así como su elevada polaridad, hacen que el agua muestre una serie de propiedades especiales que se diferencian de la tendencia general que tendrían las mismas propiedades en otros compuestos anómalas. Entre ellas podremos citar, por ejemplo, las siguientes: en estado sólido (hielo) flota sobre el agua líquida, su capacidad calorífica es increíblemente alta, presenta una gran tensión superficial; a la temperatura ambiente debería ser un gas, etc. En la tabla siguiente se indican algunos de los valores de los parámetros más característicos del agua.

**Actividad-Práctica 6**

<b>OBSERVAMOS Y DESCRIBIMOS EL AGUA</b>
<p><b>Material</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recipientes de cristal de distintas formas.</li> <li>- Bibliografía recomendada por el profesor.</li> <li>- Agua.</li> </ul>
<p><b>Procedimiento y cuestiones ductoras:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Llene un recipiente transparente con agua. Obsérvela atentamente. ¿Qué características físicas puede describir como consecuencia de sus observaciones? Haga un listado con ellas.</li> <li>- Cite las propiedades más características del estado líquido: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentelas con el agua y compárelas con las del estado gaseoso y las del estado sólido. Realice para ello el diseño experimental adecuado (material necesario, procedimiento a seguir, etc).</li> <li>• ¿Cómo explicaría dichas propiedades utilizando un modelo de naturaleza corpuscular para la materia. ¿Cree que con las características descritas sería suficiente para distinguir el agua de cualquier otra sustancia? ¿Sería necesario aportar algún otro dato? ¿Cuál/es?</li> </ul> </li> <li>- Consulte en la bibliografía cuáles son las propiedades físicas que se utilizan para caracterizar y distinguir una sustancia de otra. ¿Cuáles de las que se reseñan no ha sido capaz de obtener de sus primeras observaciones?. Elabore un listado con ellas.</li> <li>- De las propiedades físicas que no haya podido obtener de sus observaciones. ¿Cuáles cree que podrías obtener de forma experimental?</li> <li>- Planifique cuidadosamente las experiencias que realizaría para determinar dichas propiedades, para ello le sugerimos que detalle: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedad a determinar.</li> <li>• Variables que pueden intervenir.</li> <li>• Procedimiento a seguir.</li> <li>• Material necesario y/o adaptación del existente en el aula.</li> <li>• Datos a tomar y forma de registrar los mismos.</li> </ul> </li> </ul>

**6.1. A temperatura ambiente debería ser un gas**

Como consecuencia de la existencia en la molécula de agua de enlaces de hidrógeno, los valores del punto de fusión y ebullición, así como del calor de fusión son relativamente elevados en comparación con los hidruros del grupo VI tal como puede verse en la tabla siguiente:

Hidruros	Punto de fusión °C	Punto de ebullición °C
H <sub>2</sub> O	0	100
H <sub>2</sub> S	-62.9	-60.1
H <sub>2</sub> Se	-64	-42
H <sub>2</sub> Te	-54	-1.8

Si se estudian los puntos de ebullición normales de compuestos de hidrógeno de los elementos representativos del grupo IV, V, VI y VII puede observarse que el amoníaco, el agua y el ácido fluorhídrico no coinciden con las tendencias de su serie. En cada caso resulta demasiado alto, sin embargo, el del metano, presenta valores normales. La explicación puede estar en que tanto el amoníaco como el agua y el ácido fluorhídrico tienen más de un par de electrones solitarios en un átomo altamente electronegativo que origina enlaces de hidrógeno lo que aumenta el punto de ebullición. Al no ser el carbono electronegativo y no tener pares de electrones solitarios, no presenta enlaces de hidrógeno y por tanto su punto de ebullición es el esperado teóricamente

#### 6.1.1. Punto de fusión

Fusión, es un término que se utiliza para describir la conversión de un sólido en líquido. El punto de congelación es idéntico al de fusión pero se consigue alcanzar desde la dirección de temperaturas opuesta. En otras palabras, el punto de congelación es una propiedad de un líquido y el punto de fusión es una propiedad de un sólido. Para una sustancia pura, el punto de congelación del líquido a una presión dada es igual al punto de fusión del sólido.

La adición de calor a un sólido hace que las partículas vibren cada vez más rápidas en sus posiciones fijas hasta que dejan de estar tan fuertemente retenidas en su posición y, por tanto, están lo suficientemente libre para formar un líquido.

El punto de fusión de un sólido a una presión dada es la temperatura a la que el sólido y el líquido están en equilibrio a dicha presión. El punto de fusión normal de un sólido es el punto de fusión a la presión de una atmósfera. Para el agua es 0.0024°C.

#### 6.1.2. Punto de ebullición

Cuando se aumenta suficientemente la temperatura de un líquido que se encuentra en un recipiente abierto, llega un momento en que las moléculas que escapan a la fase gaseosa tienen la energía suficiente para desplazar a las moléculas de los gases atmosféricos. Esta temperatura es el punto de ebullición del líquido (la temperatura a la que la presión del vapor de un líquido es igual a la presión del gas sobre el líquido), formándose burbujas de vapor

por todo el líquido. Por tanto, el punto de ebullición varía con la presión y es esencial conocer la presión a la que se ha determinado el punto de ebullición.

El punto de ebullición normal de un líquido, es su punto de ebullición a la presión de 760 mm de mercurio (1 atmósfera), la presión atmosférica media sobre el nivel del mar. Puede suponerse que cuando se da un punto de ebullición sin indicar la presión, se trata del punto de ebullición normal.

### Actividad-Práctica 7

**SITUACIÓN - PROBLEMA A INVESTIGAR ¿SE PODRÁ MODIFICAR  
LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN DEL AGUA  
PARA AHORRAR ENERGÍA?**

- En nuestra isla se recurre a la ebullición del agua del mar para obtener agua potable, mediante la técnica de destilación, o por el proceso de ósmosis inversa, en el que se hace pasar el agua del mar, a elevada presión, través de una membrana semipermeable.

- ¿Se podrá modificar la temperatura de ebullición del agua en el proceso de destilación, para ahorrar energía cuando se quiere obtener agua potable a partir de la salada?

Para investigar sobre ello conviene que intentemos resolver las siguientes cuestiones:

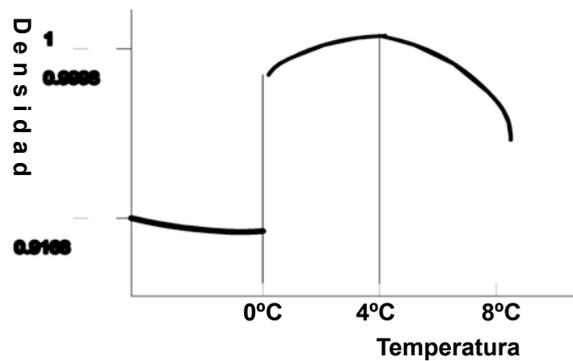
- ¿En que consiste el fenómeno de la ebullición del agua? ¿Es un cambio físico o químico?
- ¿Cuál es la temperatura de ebullición del agua pura?
- ¿El agua hierve siempre a la misma temperatura?
- ¿Hay algún factor que pueda influir en la temperatura de ebullición del agua?
- Predice a modo de hipótesis cual debería ser la temperatura de ebullición del agua del mar. ¿Hierve a la misma temperatura que el agua dulce?
- ¿Qué procedimiento propondrías para obtener agua potable por un proceso de destilación, con el menor coste energético?
- Elabora el correspondiente diseño experimental para obtener en el laboratorio agua potable, a partir del agua del mar, por destilación.

## 6.2. Densidad

La densidad de un cuerpo disminuye al aumentar la temperatura. Lógicamente, el incremento de temperatura produce una mayor agitación térmica de las moléculas, átomos o iones que forman el cuerpo y ocupan un mayor volumen, para una misma masa, por lo tanto la densidad es menor. Sin embargo se ha comprobado experimentalmente que en el caso del agua no ocurre así.

Podemos considerar que como consecuencia de los enlaces de hidrógeno que se forman entre las moléculas de agua, su volumen en estado sólido es mayor y por tanto la densidad será menor. Esta anomalía continúa hasta los 4°C.

Al fundirse el hielo se produce un brusco aumento de la densidad. De un valor de 0.9168 que tiene el hielo a 0°C pasa a 0.9998 que posee el agua líquido a 0°C.



Temperatura <sup>0</sup> C	Densidad g/c.c.	Temperatura <sup>0</sup> C	Densidad g/c.c.
0 (hielo)	0. 916800	15	0. 999126
0 (agua líquida)	0. 999868	20	0. 998230
4	1. 000000	25	0. 997071
10	0. 999727		

En la gráfica puede observarse como al ir aumentando la temperatura, la densidad aumenta, en contra de la ley general, logrando el valor máximo a 4°C. A partir de esta temperatura, la densidad del agua va disminuyendo progresivamente como lo hace cualquier líquido.

El primer fenómeno (aumento de la densidad al fundirse el hielo) podría explicarse suponiendo que en el agua líquida existe una estructura pseudocristalina y al realizarse el cambio del estado sólido al líquido, la coordinación de las moléculas aumenta y con ella el valor de la densidad.

Por otro lado, cuando el hielo se funde, se rompen la mayor parte de los enlaces de hidrógeno. La agitación térmica causa el desprendimiento de cierto número de moléculas que penetran entre los huecos de la red cristalina, por lo que ésta se hace más compacta. Este efecto se mantiene hasta los 4°C y por ello el valor de la densidad es máximo. A partir de esta temperatura la agitación térmica es suficientemente intensa como para romper la red cristalina, las moléculas se separan y por tanto la densidad disminuye y el agua se comporta de una manera normal.

**Actividad-Práctica 8****Determinación experimental de la densidad del agua de mar (datos complementarios)**

La densidad de una sustancia es la cantidad de masa contenida en una unidad de volumen. Se suele indicar mediante la siguiente relación:

$$D = \frac{m}{V} \quad \longrightarrow \quad \begin{array}{l} m = \text{masa (gr)} \\ V = \text{volumen (cc)} \end{array}$$

Normalmente las unidades para la densidad, de acuerdo con la relación anterior, serán:

$$g / cc$$

Para la determinación de la densidad de una sustancia será necesario medir de forma precisa un volumen de dicha sustancia y determinar su masa.

En el caso de líquidos, es suficiente usar un recipiente de volumen y peso conocidos que se llenará con el líquido problema para determinar por pesada la masa contenida en dicho volumen. Mediante los datos obtenidos se calculará la densidad.

- Diseño experimental para determinar los factores de los que dependa la densidad del agua

- **Productos**

- Agua destilada.
- Agua de mar.

- **Cuestiones guía**

- ¿Qué factores pueden afectar a la densidad de una sustancia?
- ¿Conoces el valor de la densidad del agua? En caso afirmativo, exprésala adecuadamente.
- ¿Puede presentar distintos valores o un único valor? Razónalo.
- ¿Cómo esperas que sea la densidad del agua de mar con respecto al agua destilada, mayor o menor? ¿Por qué?
- Explica el procedimiento a seguir.
- Emite a modo de hipótesis como debe ser la densidad del hielo en relación a la del agua.
- De manera similar a la actividad realizada para determinar la densidad del agua líquida, planifica un diseño experimental para determinar la densidad del hielo.
- En el caso de otras sustancias ¿Cómo crees que sería la densidad del líquido con respecto a la misma sustancia congelada? ¿Mayor o Menor? Por qué? Justifica científicamente estos hechos.
- Valora y comenta las consecuencias que tienen en la naturaleza el valor que presenta la densidad del hielo en relación con el agua líquida.
- Planifica una experiencia para observar el aumento de volumen del agua al congelarla.

### 6.3. Viscosidad

La viscosidad de un líquido es la resistencia que ofrecen las moléculas a resbalar unas sobre otras. La viscosidad es una consecuencia de las fuerzas entre sus moléculas. Esto es lógico ya que cuanto mayores son las fuerzas que dificultan el movimiento de sus moléculas mayor será su viscosidad. El enlace de hidrógeno es importante puesto que puede unir las moléculas vecinas muy intensamente. Esto explica que el agua tenga mayor viscosidad que el benceno que no tiene enlace de hidrógeno.

Disminuye mucho con la temperatura ya que la agitación térmica va venciendo la atracción debida a los polos y las distancias intramoleculares se hacen mayores. Normalmente aumenta al aumentar la presión. En el agua a 100<sup>o</sup>C es la sexta parte de la que presenta a 0<sup>o</sup>C.

La viscosidad del agua es de aproximadamente 0,01 poise<sup>1</sup>. Se determina la viscosidad dejando caer una pequeña esfera metálica en un depósito con el líquido cuya viscosidad se pretende determinar, y medir el tiempo que tarda en descender. Un líquido con alta viscosidad como puede ser la melaza, se dice que es “viscoso”.

### 6.4. Tensión superficial

La tensión superficial es la fuerza de un líquido que hace que la superficie actúe como una membrana elástica envolvente que tienen a contraer el área al máximo. Se produce porque las moléculas de la superficie están sujetas a atracciones por parte de las moléculas internas, pero no en la dirección opuesta. Este desequilibrio de fuerzas origina la tensión superficial.

Es una consecuencia de la fuerte atracción que se ejercen entre sí las moléculas de agua por enlace de hidrógeno. Los valores de la tensión superficial se miden normalmente en la interfase gas-líquido, comúnmente aire y varían con la composición del líquido y los solutos que hay en él.

La tensión superficial de los líquidos polares, como el agua, es grande lo que limita su facilidades para “mojar” sólidos y mezclarse con líquidos no similares. La tensión superficial del agua es tres veces mayor que la de la mayoría de los otros líquidos. Esto explica la formación de gotas de agua y la propiedad de una superficie de agua de sostener el peso de objetos muy ligeros. Pueden comprobar experimentalmente cómo una aguja puede flotar en el agua de un plato.

Cuando se vierte agua sobre el suelo, se forman charcos que ocupa una superficie mayor que la inicial. Las moléculas se mueven desde el interior del agua hasta la superficie donde están menos atraídas. Si no existiese la gravedad el agua formaría una esfera para lograr que el mayor número posible de moléculas estén rodeadas de otras vecinas y de esa forma la energía total sea mínima. Cuando estamos en presencia de la gravedad, la menor energía se

---

1 Unidad de viscosidad de un fluido. El término deriva del nombre del fisiólogo francés Jean-Marie Poiseuille (1797-1896). 1 Poise equivale a 1 dina.s.cm<sup>-2</sup> = 0,1 N.s. m<sup>-2</sup>.

obtiene cuando el líquido adopta una forma casi plana aunque como es lógico el número de moléculas rodeadas por vecinas es mucho menor.

También puede justificar el hecho de que el agua pueda ascender por los estrechos conductos de los tallos y raíces de las plantas por acción capilar. Igualmente contribuye a sostener el agua en los pequeños intersticios entre las partículas del suelo.

### Actividad-Práctica 9

<b>LA PIEL DEL AGUA: TENSIÓN SUPERFICIAL</b>	
<b>Material</b>	
- Plato llano.	- Botella.
- Recipiente ancho.	- Pañuelo de tela o gasa.
- Pastilla de jabón.	- Goma elástica.
- Tenedor.	- Pañuelo de papel.
- Agua.	- Cestillo escurridor de plástico.
- Alfiler o clip.	- Polvos de talco.
<b>Procedimiento y cuestiones ductoras</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza las siguientes observaciones:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forma que tienen pequeñas gotas de agua que han sido salpicadas en un cristal limpio.</li> <li>- Forma que presenta la superficie del agua en un vaso que se ha llenado justo hasta el borde.</li> </ul> </li> <li>• ¿Podrás hacer que un alfiler flote en el agua? Llena el recipiente con agua. Coloca la el alfiler encima del tenedor.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduce lentamente el tenedor con el alfiler (o clip) en el agua.</li> <li>- ¿Flota el alfiler? Anota lo que observes.</li> <li>- En el caso de que flote observa atentamente ¿Cómo está la superficie del agua en torno al alfiler? ¿Aparece plana? ¿Por qué?</li> </ul> </li> <li>• Llenar el plato de agua, y esperar a que el agua este quieta e inmóvil entonces espolvorear los polvos encima del agua. Tocar ligeramente la superficie de el agua empolvada, ¿que ocurre?... Seguidamente humedecer el dedo en agua y frotarlo en la pastilla de jabón, repetir la operación. Anota las observaciones.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué efecto ha ejercido el jabón sobre la superficie del agua espolvoreada?</li> </ul> </li> <li>• Llena la botella de agua, coloca el pañuelo en la boca de la botella y ténsalo con el elástico.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Invierte la botella ¿Cae el agua? Anota las observaciones.</li> </ul> </li> <li>• Describe e interpreta los fenómenos observados:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué característica del agua es la responsable? Utiliza los conocimientos que tienes acerca de la constitución del agua para explicar estos hechos. Compara tus explicaciones con la que aparece en la bibliografía para explicar los mismos hechos.</li> </ul> </li> <li>• Llenar el recipiente con agua. Colocar cuidadosamente el cestillo sobre el agua ¿flota el cestillo?               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar un pañuelo de papel dentro de la cesta ¿Se hundirá la cesta? Razona sobre ello.</li> </ul> </li> <li>• Amplía tus conocimientos a otros líquidos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Sucedería lo mismo en cualquier otro líquido? Predice a modo de hipótesis lo que crees que sucedería en otros líquidos. Comprueba tus predicciones con dos líquidos que elijas, por ejemplo, alcohol y aceite.</li> </ul> </li> <li>• ¿Conoces alguna aplicación en la vida cotidiana de estos fenómenos?</li> <li>• Explica el hecho de que algunos insectos puedan caminar sobre el agua utilizando los conocimientos adquiridos.</li> </ul>	

**Actividad-Práctica 10**

<b>TÍTULO:</b>
<p>...Hemos nacido, literalmente, del agua. Durante los nueve meses prenatales estuvimos sumergidos en ella, en el oscuro calor de la matriz materna. Y si consideramos la vida como un proceso físico, podemos describirlo con bastante exactitud, desde el nacimiento hasta la muerte, como río de agua con márgenes y bancos de carne. Todas las células de nuestro cuerpo poseen un interior fluido, una solución vital de diversas sustancias en agua. La sangre es agua en proporción superior a las nueve décimas partes. Los riñones, contienen en algunos casos, hasta un ochenta y dos por ciento de agua. Los músculos tienen, término medio, setenta y cinco por ciento de agua; el hígado, sesenta y nueve por ciento. Incluso los huesos, los huesos vivos, contienen veintidós por ciento de agua. En total, como entidad física, aproximadamente un setenta y uno por ciento de nuestro cuerpo es agua, y esta agua evaporándose, y fluyendo de la superficie de nuestro cuerpo, expelida en forma de vapor en nuestra respiración, debe ser continuamente repuesta si hemos de seguir viviendo. Por nuestra garganta pasa, cada año, una cantidad de agua igual a cinco veces nuestro peso; durante nuestra vida, suponiendo un lapso normal, bebemos aproximadamente 26.000 litros de agua. Tan íntima es la relación entre agua y vida que, [...] podría escribirse la historia del crecimiento del hombre en función de sus épicas preocupaciones por el agua....</p>
<p>Texto adaptado de Dais, D. y D. A. J. (1962). <i>Agua, espejo de la ciencia</i>. Buenos Aires: Eudeba. Citado por Haydeé, E. y Labadie, A.: <i>Alimentos cuestión de Química y de cocina</i>. En Weissmann (comp.) (1993). <i>Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones</i>. Buenos Aires: Paidós Educador.</p>
<p><b>Clave de lectura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una vez que hayas leído el texto anterior realiza las siguientes actividades:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pon un título a dicho texto.</li> <li>- Comenta con tus compañeros la importancia del agua para la vida.</li> <li>- Elaborar un listado en el que figure, de mayor a menor proporción de agua, los distintos órganos y tejidos.</li> <li>- ¿De dónde proviene el vapor de agua que se expulsa en la respiración? ¿Es el agua que ingerimos con los alimentos? ¿A través de que mecanismos se produce esta agua?</li> <li>- ¿Qué nombre se le da usualmente a la evaporación del agua de la superficie del cuerpo? ¿Qué función realiza? Explica su mecanismo.</li> <li>- ¿Qué misión tiene el agua en los distintos tejidos y órganos citados anteriormente?</li> <li>- ¿Qué propiedad /es del agua es la que le permiten realizar las funciones vitales que desarrolla en los seres vivos? Vincula cada propiedad /es del agua con su función concreta.</li> <li>- Representar en el ciclo del agua la contribución del ser humano y los mecanismos de intercambio.</li> </ul> </li> </ul>

**6.5. Poder disolvente**

Una de sus propiedades más importantes es su papel como **solvente**, es decir, su facilidad para disolver o solubilizar una gran cantidad de sustancias, de ahí que rara vez se la encuentre pura.

**Actividad-Práctica 11****RAZONAMOS E INVESTIGAMOS SOBRE EL PROCESO DE DISOLUCIÓN**

Cuatro compañeros se encuentran experimentando sobre el proceso de disolución: Carlos, Ángeles y María observan como su otro compañero deja caer unas gotas de colorante en un vaso con agua. Pasado un tiempo el toda el agua tiene un aspecto azulado e intentan explicar lo que ha ocurrido:

- Imagínate la escena.
- Lee atentamente el diálogo que mantienen e intentan responder a las cuestiones que se formulan sobre el mismo:

**DIÁLOGO MANTENIDO PARA EXPLICAR EL FENÓMENO OBSERVA-**

**CARLOS.** Hemos estudiado que el agua tiene moléculas. Intentaremos averiguar algo por ahí.

**MARÍA.** Para explicar esto no hace falta ningún rollo de moléculas. Total es como si pintaras una pared con la brocha, lo que ocurre es que se pintan las moléculas de agua.

**ÁNGELES.** Estoy de acuerdo con los dos.

**MARÍA.** O también podríamos pensar que las partículas de colorante se meten dentro de las moléculas de agua. Pienso que eso es lo que pasa al disolver cualquier cosa, azúcar en agua, por ejemplo. Las moléculas de azúcar se meten dentro de las de agua.

**CARLOS.** Pues yo creo que con lo de las partículas se explica todo. Se agitan, se entremezclan y ya está. Además, por eso, cuando el colorante lo echamos en agua caliente, el agua se colorea más deprisa. Todo este proceso es más rápido, ya que las partículas se agitan más.

**CUESTIONES**

Indica con qué personaje estás de acuerdo:

- Anota todos los argumentos que se te ocurran para rebatir las ideas de aquellos con los que no estás de acuerdo.
- Escribe todas las palabras que podrías utilizar para referirte a este fenómeno y posteriormente rellena una ficha de vocabulario.

**Actividad-Práctica 12**

Se prepararon 3 vasos con agua salada, de la siguiente forma:

- vaso 1:** 5 g de sal y 100 ml de agua  
**vaso 2:** 10 g de sal y 200 ml de agua  
**vaso 3:** 10 g de sal y 300 ml de agua

2 Fuente adaptada por Mato, M. C. de Llorenns, M. J. (1988). La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje. *Investigación en la Escuela*, 4.

Indicar:

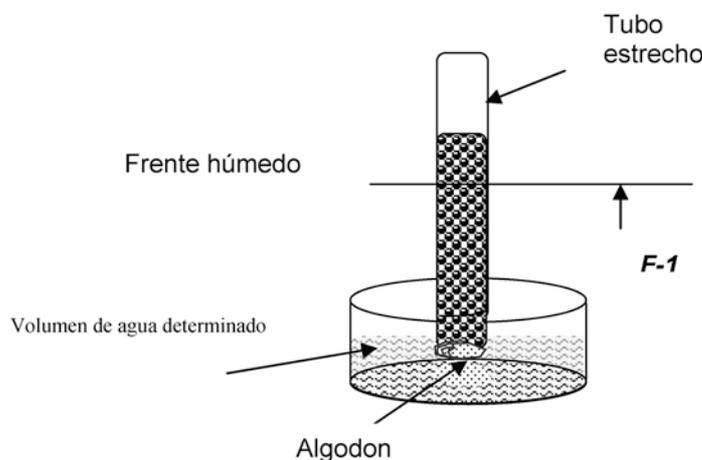
- ¿Cuál es la disolución más salada?
- ¿Cuál es la menos salada?
- ¿Existirán dos disoluciones que sean igual de saladas?
- ¿A qué tipo de sistema material corresponde el agua salada?
- ¿Será posible separar la sal del agua? Planifica el procedimiento a seguir e indica el material que necesitarías

## 6.6. La capilaridad

Existen ciertas fuerzas de adhesión cuando se ponen en contacto los líquidos con sólidos. Dichas fuerzas se pueden observar cuando un líquido penetra en tubos muy delgados. En el caso del suelo se hallan presentes pequeños conductos que se establecen a través de la propia estructura del suelo y que, por tanto, dependen de factores tales como: la propia composición, el grado de compactación, la mayor o menor división de las partículas (granulometría), etc. La capilaridad es un fenómeno producido por las citadas fuerzas de adhesión, debido a ello el agua puede ascender en el suelo, oponiéndose a la fuerza de la gravedad que tiende a hacerla descender.

Investigaremos este fenómeno en el caso del suelo, con el fin de establecer conclusiones que nos sean útiles en la determinación de las condiciones más idóneas para un mejor aprovechamiento del agua y de los nutrientes en los cultivos; aspecto que es muy importante en nuestra isla debido a la escasez de agua.

### Actividad-Práctica 13



**Material:**

- Tubos de ensayo o botes de cristal estrechos diferentes tipos de suelo.
- Agua, algodón y tiza cristalizadora o cubeta regla milimetrada y cronómetro.

**Procedimiento:**

1. Echa agua en el cristalizador (poco más de la mitad).  
Introduce una muestra de suelo tamizada (unas tres cuartas partes del tubo), en un tubo de ensayo y tápalo con un poco de algodón o gasa.
3. Coloca el tubo que contiene la tierra boca abajo en el cristalizador con el agua, de forma que quede vertical. Sitúa una tiza de forma vertical al lado del tubo de forma que te sirva de comparación visual.
4. Observar como avanza el frente húmedo y medir el avance de este frente a medida que transcurre el tiempo, para ello:
  - Con la regla mide la altura del frente húmedo (F-1) a intervalos de tiempo regulares (por ej., cada 5 minutos).
  - Representa gráficamente el avance por capilaridad del frente húmedo (F-1) en mm con el tiempo.
5. Repite la experiencia con distintos tipos de suelo. Para ello emplea siempre la misma cantidad de suelo y de agua.
6. Elabora una tabla para registrar los datos obtenidos.

**Cuestiones ductoras:**

- Documentate sobre las causas físico-químicas que determinan la capilaridad.
- ¿Cuál de los tipos de suelo ensayados posee la mayor capilaridad? Justifica este hecho en función de sus características.
  - ¿Qué influencia puede tener una elevada capilaridad del suelo en el aprovechamiento del agua por las plantas?
  - ¿De qué zona de la isla procede el suelo de mayor capilaridad?
- ¿Conoces alguna de las medidas que suelen tomar los agricultores canarios para evitar la pérdida de agua del suelo producida por la evaporación? Infórmate sobre ello. Comenta en que isla/as se emplea preferentemente.
- ¿Por qué en las zonas N. de las Islas no se suelen cubrir los cultivos con picón?

**7. LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA****7.1. Calidad del agua**

La calidad del agua se logra impidiendo los vertidos que la puedan contaminar así como estableciendo unas normas mínimas de calidad según el uso a que vaya a destinarse. La Ley de Aguas en su artículo 89 establece una serie de prohibiciones tales como efectuara vertidos

directos o indirectos que contaminen el agua; acumular residuos sólidos, escombros o sustancias cualquiera que sea su naturaleza y el lugar en que se depositen, que constituyan un peligro de contaminación de las aguas o degradación del entorno; efectuar acciones sobre el medio físico o biológico afecto al agua, que formen o logren crear una degradación del mismo.

## **7.2. El agua potable**

Se define como tal a la que se puede beber sin riesgo de ninguna clase para la salud. Debe ser inodora, incolora y límpida. Hay que diferenciar claramente la calidad del agua con su potabilidad, ya que pueden no representar problema alguna para la salud pero ser imbebible por su mala calidad.

## **7.3. La contaminación del mar**

Desde siempre el mar ha sido considerado como un vertedero natural. El mar posee una gran capacidad autodepuradora. Es por otro lado un medio poco favorable para desarrollar microorganismos patógenos. No obstante, el vertido incontrolado de las aguas residuales provenientes de zonas urbanas e industriales convierten las aguas costeras en un medio muy favorable para la supervivencia de bacterias patógenas.

Se dice que el agua está contaminada cuando contiene sustancias o energía que modifican sus propiedades físicas, químicas y biológicas, de manera que resulta tóxica para los seres vivos y no puede consumirse.

Las actividades y necesidades derivadas del constante crecimiento de la población está provocando la contaminación de los cuerpos de agua, principalmente de aquellos que se encuentran próximos a zonas urbanas e industriales, ya que se vierten en ellos todo tipo de desechos, desde el drenaje de casas e industrias, hasta basura y diversas sustancias químicas.

En el siguiente cuadro se indican las principales formas en las que la actividad humana ocasiona la contaminación del agua:

Formas de contaminación	Tipos de sustancias contaminantes	Origen del problema	Efectos
Vertido de contenedores de sustancias tóxicas al fondo de los océanos	Residuos químicos y radioactivos que no se pueden tirar en la tierra firme, debido a leyes de salud y ecológicas	Las industrias eléctricas y químicas	Con el tiempo los contenedores se abren y las corrientes de aguas profundas distribuyen los componentes tóxicos en las aguas oceánicas
Aporte de nutrientes (Eutrofización)	Fosfatos Fertilizantes nitrogenados	Uso intensivo de los suelos agrícolas para la producción de alimentos, con la utilización de riego y fertilizantes. Son arrastrados por las lluvias hacia los ríos, lagos y mares. Además, contaminan por infiltración las aguas subterráneas	Al acumularse los fosfatos y nitratos en el agua generan un excedente de nutrientes para los seres vivos, aumentando su proliferación y provocando la carencia de oxígeno disuelto en el agua
Uso de herbicidas y plaguicidas en los cultivos agrícolas	Hidrocarburos clorurados y compuestos orgánicos fosforados (DDT y PCB)	Exterminio de plagas que atacan los cultivos	Producen daños a la salud humana; leucemia y cáncer. Se depositan en organismos vivos que habitan ríos, lagos, mares y océanos, que luego son consumidos por el hombre

Fuente adaptada de:

<http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/06Recursos/110AguaEsp.htm#POBLACION#POBLACION>

#### 7.4. Contaminantes secundarios: el proceso de contaminación por lluvia ácida

La quema de combustibles en industrias y en los vehículos, hace que se liberen constantemente a la atmósfera sustancias contaminantes como el óxido de nitrógeno y el dióxido de azufre que, pueden reaccionar con el agua presente en la atmósfera, para formar ácidos diluidos. La lluvia que contiene estas sustancias se conoce como *lluvia ácida*, la cual tiene efectos nocivos en el suelo, en la vegetación, las edificaciones y la salud humana. En la tabla siguiente se indican de forma sintética las características de la lluvia ácida y sus efectos:

## LA LLUVIA ÁCIDA

### I. ¿QUÉ ES ?

La lluvia ácida es una consecuencia de la incorporación de sustancias ácidas al agua de lluvia. Esta lluvia nociva para la naturaleza y el hombre se forma debido a la contaminación atmosférica por óxidos de nitrógeno y azufre fundamentalmente, dando lugar a los ácidos nítrico y sulfúrico que aumentan la acidez de las precipitaciones tanto de la lluvia como la nieve ácida y la niebla ácida, con efectos nocivos sobre los sistemas terrestres y acuáticos y graves consecuencias sobre la flora, fauna y los materiales.

### II. ¿CUÁLES SON LAS CAUSAS ?

- Alteraciones en el pH de la lluvia, nieve y granizo.
- Al arder los combustibles fósiles se produce dióxido de azufre que asciende a la atmósfera y con el agua origina ácido sulfúrico. Igualmente, el óxido nítrico se convierte en ácido nítrico.

### III. EFECTOS

- Quema las plantas, haciendo que se vuelvan amarillas y mueran. Puede destruir ecosistemas completos.
- Pérdida de nutrientes esenciales en la tierra por la introducción de ácidos en ella.
- Destruye los sistemas ecológicos de los lagos (disminuyen grandes poblaciones de peces y altera otras partes de la red de interdependencia entre las especies vivientes en ellos).
- Produce corrosión en algunos tesoros, monumentos, puentes...
- Deteriora la calidad de vida (los contaminantes irritan los ojos y producen problemas respiratorios).

### SOLUCIONES POSIBLES

- Buscar nuevas fuentes de energía.
- Quemar menos combustibles fósiles en la producción de energía y en el transporte.
- Nuevos sistemas de transporte: vehículos de bajo consumo en gasolina y conseguir que funcionen con etanol, electricidad o cualquier fuente renovable de energía.
- Aumento de transportes públicos.
- Producción de materiales nuevos que requieran poca energía y utilicen materias primas renovables.
- Instalar sistemas de sulfuración o filtrado de óxido de nitrógeno en todas las chimeneas de las industrias contaminantes.
- Utilizar catalizadores en los tubos de escape de los coches.
- Desarrollo de la investigación.
- Transferencia de tecnología.
- Conciencia pública.
- Información medioambiental (público en general y estudiantes).

**8. LA DESALINIZACIÓN DEL AGUA**

El agua del mar, debido a su alto contenido en sal, no es adecuada para el consumo humano ni para la mayoría de los usos que se le da al agua. En muchos países, el contenido de sal del agua para servicio público está controlada, dicha cantidad debe ser alrededor de 0,05 %. Esto es mucho más bajo que el 3,5 por ciento de sales disueltas que se encuentran presentes en el agua de mar, o el 0,5% aproximadamente que se encuentra presente en las aguas salobres del subsuelo de algunas regiones. El proceso mediante el cual se quitan las sales al agua de mar (eliminación de iones especialmente el  $\text{Na}^+$  y el  $\text{Cl}^-$ ) o al agua salobre se le denomina desalinización. Es necesario cuando se quiere obtener:

- Agua muy pura a partir de un agua corriente.
- Agua potable a partir del agua del mar.
- Agua para uso público o para la agricultura a partir de agua salobre<sup>3</sup>.
- Eliminación de concentraciones excesivamente elevadas de iones en la purificación de las aguas residuales industriales.
- Tratamiento terciario de residuos.

Los métodos utilizados para la desalación del agua del mar podemos encuadrarlos según que se fundamenten en separar el agua de la disolución que constituye el agua de mar, o bien, en que separen las sales.

<b>TIPO</b>	<b>MODO</b>
Procesos que separan agua	DESTILACIÓN CRISTALIZACIÓN
Procesos que separan sales	FILTRACIÓN FILTRACIÓN SELECTIVA INTERCAMBIO VARIOS

En Canarias y con objeto de poder garantizar el suministro de agua a la población y para usos agrícolas, el número de plantas desaladoras es elevado. Podemos, además encontrar aplicadas todas las tecnologías que existen para este proceso.

Lanzarote fue la pionera en España en el campo de la desalación, así como la primera a nivel mundial en cuanto al suministro de agua desalada para el consumo humano. En 1964, se convierte en uno de los puntos de referencia al instalar la primera planta desaladora de agua de mar dual, de 2.000 m<sup>3</sup> día<sup>4</sup>.

El parque actual de plantas desaladoras se puede dividir en dos grandes grupos (Pons, 1995)<sup>5</sup> según la procedencia del agua que desalan en “plantas de aguas salobres” y “plantas

3 En Canarias de este tipo de plantas, siete son de uso para abasto público; 26 de uso agrícola y una es mixta. La toma del agua en el pozo suele estar a una profundidad que supera los 200 metros.

4 Barreto, J. M<sup>a</sup> (1996). *Lanzarote, la lucha por el agua. Catálogo de la exposición itinerante*. Las Palmas: INALSA.

5 Pons, J. J. (1995). *Conferencia dictada Experiencia de operación de plantas de desalinización en la Comunidad Canaria*. Las Palmas: Centro Superior de Profesorado de la ULPGC.

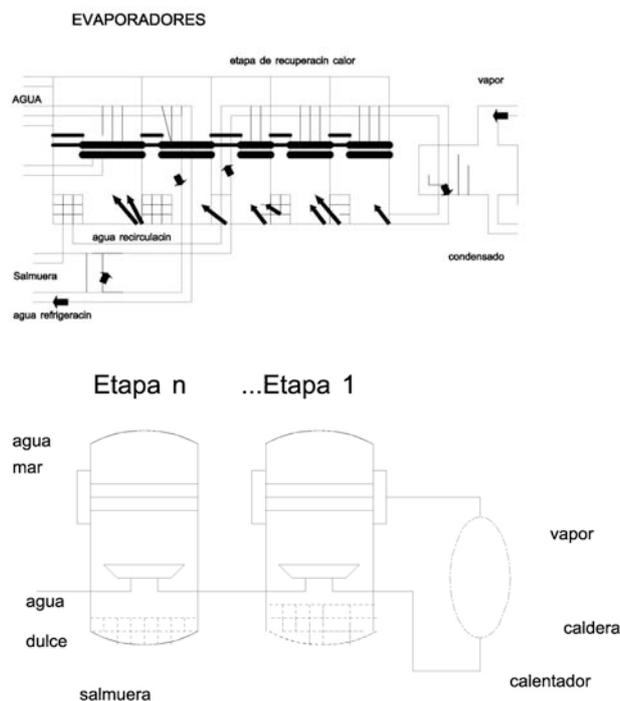
de agua del mar”. Las primeras son todas de membranas, es decir, bien de ósmosis inversa o de electrodiálisis reversible.

Las plantas de agua del mar son de varios tipos: multietapa flash, compresión de vapor, ósmosis inversa.

Los métodos de desalinización utilizan diversos principios distintos. Algunos de estos métodos se pueden llevar a cabo disponiendo de grandes plantas de producción. Sería conveniente desalinizar el agua con requerimientos mínimos de energía y con la menor inversión posible. Entre los métodos empleados podríamos citar los siguientes:

*A) Métodos que usan procesos de destilación*

En estos métodos el agua salada se hierva y se condensa el vapor de agua pura. Este proceso es esencia una destilación del agua salada que utiliza el calor latente del vapor obtenido para calentar mas agua que, después, se evaporará , de forma que se repite el proceso sucesivamente. Teóricamente, no existirían pérdidas y este proceso se automantendría, pero en la práctica hay que disponer de una fuente externa de energía para conseguir el aumento de temperatura necesaria para comenzar de nuevo el ciclo. Si bien el principio de la destilación es muy simple presenta el inconveniente de que a medida que se destila el agua del mar las sales se concentran cada vez más en las aguas residuales y puede tener lugar su precipitación. Esto provoca la formación de capas de sales que dificultan la transferencia de calor a través de los vasos, obstrucción de conductos, etc. La solución consiste en descartar el agua del mar después de que se ha destilado cierta cantidad y repetir el procedimiento. Para conseguir la máxima eficacia, la energía exterior absorbida, necesaria par vaporizar el agua, se aprovecha porque el vapor producido se hace pasar sobre el agua de mar entrante y el calor de condensación cedido por el vapor ayuda a calentar el agua de mar según se muestra en la figura siguiente.



La desalinización del agua del mar mediante múltiples etapas de destilación instantánea. Es el proceso más ampliamente utilizado. Puede esquematizarse diciendo que el agua caliente entra en una cámara en que la presión es lo suficientemente baja para hacer que algo de agua se vaporice instantáneamente. La temperatura del agua del mar restante desciende a medida que circula por la cámara siguiente, en la que la baja presión produce una nueva destilación instantánea del agua. En algunas de éstas plantas se pasa el agua de 120°C a 37°C en 50 etapas.

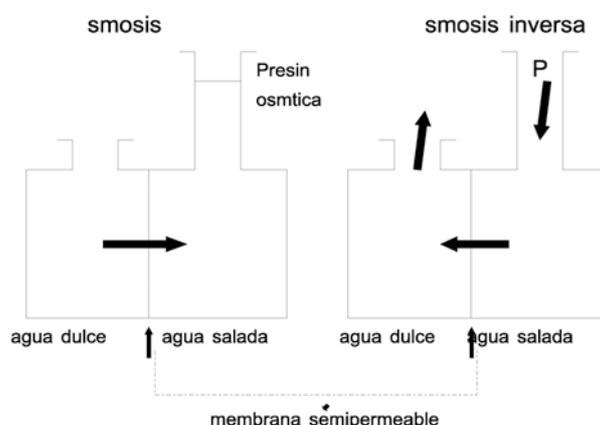
### B) Método basado en el principio de ósmosis inversa

El fenómeno de la ósmosis consiste en el paso de moléculas de **disolvente** a través de una membrana semipermeable desde una disolución más diluida a otra disolución más concentrada. Las membranas semipermeables permiten la difusión del disolvente y de algunas moléculas pequeñas de soluto, pero no de moléculas más grandes (sales disueltas).

Si un recipiente se divide en dos compartimentos por medio de una membrana semipermeable y se coloca agua pura en las dos partes, las moléculas de líquido se difunden a través de la membrana en las dos direcciones, y no se produce un cambio aparente. En cambio, si se disuelve una sustancia en el agua (sal) en uno de los lados de la membrana, la concentración efectiva de disolvente en este lado disminuye y como consecuencia algunas moléculas del disolvente (agua) se difundirán a través de la membrana hacia el lado de la **disolución**. Sin embargo, las moléculas de líquido (agua) en este lado pueden todavía difundirse libremente pero las velocidades de difusión del líquido en las dos direcciones son desiguales. Como consecuencia los niveles de líquido en los dos lados de la membrana se hacen diferentes (ver figura). El proceso continúa hasta que el peso del líquido en el lado de la membrana en que se encuentra la disolución ejerce una presión lo suficientemente grande como para que la difusión de las moléculas de disolvente en las dos direcciones ocurra otra vez a la misma velocidad. Si tuviéramos **dos disoluciones de diferente concentración** situadas respectivamente en cada lado de la membrana se comportarían de la misma forma, con más moléculas moviéndose desde la disolución más diluida a la más concentrada hasta que las velocidades de difusión y las concentraciones fuesen iguales.

La **presión osmótica** se define como la presión externa suficiente para oponerse exactamente a la ósmosis e interrumpirla. Se debe observar que la presión osmótica debería ser una presión en el lado de la membrana en el que se encuentra la disolución más concentrada. El proceso de ósmosis directa descrito anteriormente puede, por tanto, invertirse aplicando una presión mayor que la presión osmótica

La **ósmosis inversa** utilizada en la desalinización del agua del mar consiste en aplicar una presión mayor que la presión osmótica



a la disolución que se halla a un lado de una membrana semipermeable, para conseguir que las moléculas de agua se difundan a través de la membrana hacia el lado en el que está el agua dulce. Es decir, en dirección contraria a la que se mueven las moléculas de agua en la ósmosis. Todas las membranas están sujetas a oxidación preferentemente por los residuos de cloro.

En aguas salobres la presión necesaria para producir la ósmosis inversa varía entre 15 y 30 atmósferas dependiendo de las sales presentes en el agua. El sistema empleado es el “permesep”, actualmente utilizado en millares de instalaciones de diversos países. La membrana es del tipo de arrollamiento en espiral, fabricada en acetato de celulosa o en poliamida, que va dentro de un tubo capaz de soportar la presión de trabajo.

El agua obtenida por este procedimiento se desgasifica para eliminar el dióxido de carbono y el ácido sulfúrico y se ajusta automáticamente a un pH neutro. Un tanque de retrolavado sirve para limpiar, con una descarga de agua los permeadores, las bombas, las tuberías de acero inoxidable cuando se interrumpe el funcionamiento.

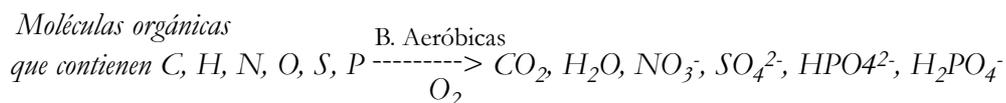
## 9. LA PURIFICACIÓN NATURAL DEL AGUA

Cuando la cantidad de impurezas presentes en el agua no es excesiva, la purificación de ésta tiene lugar de forma natural a través del ciclo del agua y de la acción de microorganismos. Los distintos tipos de impurezas se eliminarían de la siguiente forma:

- a) *Gases disueltos e impurezas volátiles.* Son expulsados por el aire que se mezcla con el agua a medida que circula por los lechos poco profundos de los ríos.
- b) *Sólidos insolubles.* Sedimentan en los remansos y en el fondo de los lagos filtrándose a medida que el agua fluye a través del suelo.
- c) *Sólidos solubles.* Dan lugar a que el agua reciba una elevada concentración de iones disueltos, el agua con estas características se diluye cuando se mezcla con grandes masas de agua.
- d) *Subproductos procedentes de las plantas y de animales vivos y muertos.* Son eliminados por la actuación de gran cantidad de bacterias y de otros microorganismos. La purificación tendría lugar de la siguiente forma:

- Moléculas orgánicas grandes (que contienen principalmente carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno azufre y fósforo) se degradan por medio de los microorganismos a moléculas inocuas sencillas y a iones. Esta descomposición de la materia orgánica por medio de microorganismos puede tener lugar de dos formas:

- 1) *Descomposición aeróbica,* es la descomposición por las bacterias en presencia de oxígeno.



Mientras hay suficiente oxígeno disponible para descomponer toda la materia orgánica presente, los microorganismos pueden mantener una masa de agua brillante y limpia.

- 2) *Descomposición anaeróbica*, es la descomposición de la materia orgánica por las bacterias en ausencia de oxígeno. Si se reduce el suministro de oxígeno o si el material orgánico aumenta hasta el punto que la descomposición aeróbica no pueda seguir tienen lugar cambios radicales. Las bacterias que dependen del oxígeno mueren, otras bacterias utilizan el oxígeno de iones que lo contienen como el  $\text{NO}_3^-$ , y proliferan las bacterias anaeróbicas, las cuales precisan de condiciones exentas de oxígeno

*Descomposición anaeróbica*

*Moléculas orgánicas*

que contienen C, H, N, O, S, P  $\xrightarrow[\text{O}_2]{\text{B. Aeróbicas}}$   $\text{CH}_4, \text{NH}_3, \text{NH}_4^+, \text{H}_2\text{S}, \text{HPO}_4^{2-}, \text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  
(algunas veces  $\text{PH}_3$ )

Los productos resultantes de la descomposición anaeróbica son tan sencillos como los de la descomposición aeróbica pero mucho menos agradables.

En una masa de agua que se ha **vuelto anaeróbica**, son visibles burbujas de gas y en el aire hay olor a huevos podridos característico del sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), combinada, algunas veces, con el olor de la fosfina ( $\text{PH}_3$ ), que es igualmente malsano. El agua parece negra y está llena de cieno. Los peces y los otros habitantes que consumen oxígeno mueren con el tiempo en los estanques o los lagos que se han vuelto anaeróbicos.

La **eutroficación** es un proceso natural en el que el lago se enriquece en nutrientes y posteriormente se llena gradualmente de sedimento orgánico y de plantas acuáticas. A medida que un lago envejece, la concentración de nutrientes tales como nitratos y fosfatos (sustancias necesarias para el crecimiento de los microorganismos) aumenta. La población de plantas y animales diminutos aumenta y cambia su carácter. Aparecen grandes cosechas de algas azules verdosas, llamadas *floraciones de algas*, durante las cuales el agua parece una sopa de guisantes. La materia vegetal y animal, viva o muerta, comienza a llenar el lago y el suministro de oxígeno no es suficientemente grande. El fondo del lago se vuelve anaeróbico.

El lago, a medida que crece el sedimento no descompuesto, se vuelve menos profundo y la vida vegetal aumenta dentro del lago y sus alrededores. El resultado final de la eutroficación, un proceso muy lento cuando no se ve afectado por las actividades del hombre, es la transformación del lago, primero en un pantano y luego se deseca.

## 10. TRATAMIENTO DEL AGUA PARA EL SUMINISTRO DOMÉSTICO

El agua que se necesita para uso doméstico, para la agricultura, o para procesos industriales se obtiene de los lagos, de ríos y fuentes subterráneos o de tanques de almacenamiento. Una gran cantidad del agua que encontramos en los sistemas de servicio de agua potable ya ha sido sometida a uno o más sistemas de purificación o plantas industriales. En consecuencia, casi siempre es necesario tratar el agua antes de que se distribuya para esos propósitos.

El tratamiento de las aguas municipales incluye cinco pasos:

1) *Filtración*; 2) *Sedimentación*; 3) *Filtración en arena*; 4) *Aireación* y 5) *Esterilización*

El procedimiento final de esta etapa casi siempre consiste en el tratamiento del agua mediante una sustancia química para garantizar la destrucción completa de las bacterias. El más efectivo es el ozono, O<sub>3</sub>, pero necesita generarse en el lugar donde se va a utilizar. El más conveniente para este tipo de procedimientos es el cloro, Cl<sub>2</sub>. El cloro puede almacenarse en tanque en forma de líquido y luego bombearlo de los tanques hacía el agua mediante ciertos aparatos especiales. La cantidad que se va a utilizar depende de la presencia de otras sustancias con las cuales el cloro puede reaccionar y también de la concentración de bacterias y virus que necesiten eliminarse. La acción de esterilización mediante el cloro probablemente no se deba al Cl<sub>2</sub> mismo, sino al ácido hipocloroso, el cual se forma cuando el cloro reacciona con el agua.

## 11. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

El residuo municipal es lo que desagua de nuestros vertederos, lavadoras, bañeras y lavabos, junto con las aguas residuales industriales y, en algunos casos junto con el agua pluvial que corre por las alcantarillas. En contra de lo que pudiera parecer, el residuo doméstico promedio es agua pura en un 99,94% y solo hay un 0,06% de sólidos disueltos y en suspensión. A medida que la población aumenta es cada vez más importante eliminar de este 0,06% todo lo que sea posible antes que el agua retorne a la hidrosfera.

El tratamiento de las aguas negras municipales por lo general se divide en tres etapas que se conocen como **primaria, secundaria y terciaria**. El balance del agua sometida a estos tratamientos es aproximadamente el siguiente:

- Un 10% de las aguas negras provenientes de los servicios públicos no reciben tratamiento.
- Un 30% reciben solamente tratamiento primario.
- Un 60% se somete también a un tratamiento secundario.
- El tratamiento terciario es raro, pero se espera que se vuelva más común a medida que las comunidades mejoren sus facilidades de tratamiento.

A continuación se describe brevemente cada uno de estos tratamientos:

### *Tratamiento primario de residuos*

La primera etapa en el tratamiento primario consiste en hacer pasar las aguas negras por un filtro que separa los sólidos y desperdicios de gran tamaño (trozos de papel, de madera, etc) y después eliminar las arenas cenizas y gravas (denominadas colectivamente arenas) que pueden dañar las cañerías y maquinaria ulterior en la planta de tratamiento. A continuación se deja que los sólidos orgánicos e inorgánicos se depositen en grandes tanques de sedimentación. A veces se adicionan productos químicos para acelerar la sedimentación y a veces se

han elaborado medidas para realizar una purificación adicional del lodo (los sólidos que sedimentan de los residuos) mediante la digestión del lodo, la cual utiliza la anaeróbica. Al final del tratamiento primario un 40-60% de los sólidos en suspensión y un 25-35% de los desechos que requieren oxígeno han sido eliminados.

Si el agua no recibe tratamiento secundario pasan a un tratamiento a base de cloro antes de ser reutilizadas en el sistema de aguas naturales. El tratamiento primario quita aproximadamente un 60% son los sólidos suspendidos y un 35% de la DBO.

#### *Tratamiento secundario de residuos*

Se basa en la descomposición aeróbica de los materiales orgánicos y llega a eliminar hasta el 90% de los desechos que requieren oxígeno.

Se han utilizado dos métodos en los que los desechos se exponen a una vigorosa población de bacterias aeróbicas y a un poderoso suministro de oxígeno:

- a) *Método de filtrado por escurrimiento.* En este método en realidad no se filtra nada, simplemente el agua circula sobre un lecho de piedras de 5 a 10 cm de diámetro. Las bacterias aeróbicas y los demás microorganismos se adhieren a las piedras y extraen la materia orgánica del agua a medida que ésta se escurre, al mismo tiempo que el oxígeno del aire se mezcla con el agua corriente.
- b) *Método del limo activado.* En este método los desperdicios que se obtienen en el tratamiento primario pasan a través de un tanque de aireación en donde el aire sopla a través de estos materiales. Esta aireación provoca un crecimiento rápido de las bacterias aeróbicas que se alimentan de desperdicios orgánicos en el agua. Las bacterias forman una masa que se conoce con el nombre de “limo activado” (lodo que ha desarrollado procedente de residuos previos que ha desarrollado una elevada población de microorganismos). La mayor parte del lodo activado regresa al tanque de aireación, en donde ayuda a la descomposición de los materiales orgánicos que se encuentran en el agua que está entrando en ese momento. Después del tratamiento secundario se han eliminado un 90% de los sólidos que están suspendidos y un 90% del DBO.

#### *Tratamiento terciario o tratamiento avanzado de aguas residuales*

Es el tratamiento de residuos ideado par eliminar contaminantes específicos que aun persisten después del tratamiento secundario. Los principales problemas que deben ser resueltos por el tratamiento terciario es el de eliminar cantidades relativamente grandes de materiales que contienen fósforo y nitrógeno y que pueden provocar daño a las aguas naturales promoviendo un crecimiento excesivo de algas. Además de esto muchas sustancia químicas que se encuentran presentes en las aguas negras no son alteradas por el tratamiento secundario, entre ellos se encuentran algunos contaminantes inorgánicos que contienen iones de metales pesados ( $\text{Cd}^{2+}$  y  $\text{Pb}^{2+}$ ), y simplemente pasan a través de él, y son liberadas hacia el medio ambiente. El costo económico para eliminar los metales pesados y muchas sustancias orgánicas (fabricadas por el hombre) que puedan estar presentes en el agua de desecho es

alto. Como resultado de esto muy poca agua de desecho recibe un tratamiento terciario general, en el cual se eliminan este tipo de contaminantes. Solamente un pequeño porcentaje de instalaciones de tratamiento de aguas residuales tienen incorporado el tratamiento terciario.

#### Actividad 14

### Proyección del vídeo: Un contexto para el aprendizaje de las ciencias, visita a una estación depuradora Barranco Seco II

#### ACTIVIDADES PARA ANTES DE LA PROYECCIÓN

1. Describe los tipos de contaminantes que crees que pueden estar presentes en las aguas residuales. Comenta sus efectos perjudiciales y sugiere algún procedimiento para eliminarlos. Completa un cuadro como el que sigue:

TIPO DE CONTAMINANTES	MEDIO DE PURIFICACIÓN

2. Algunas aguas residuales se vierten al mar o a los ríos. ¿Crees que estas aguas deberían sufrir tratamientos previos antes de ser vertidas? Explica por qué ¿Has visitado alguna depuradora? ¿Cuál?
3. ¿Qué finalidad se le suele dar a las aguas depuradas?. Infórmate sobre su utilización en nuestra Isla.
4. Escribe sobre los procesos de *desalación, depuración y potabilización del agua*. Establece las diferencias que seas capaz de detectar.

#### ACTIVIDADES PARA DESPUÉS DE LA PROYECCIÓN

1. ¿Dónde se recolectan todas las aguas del alcantarillado de la ciudad de Las Palmas? Indica lugar, situación, así como el tratamiento y determinaciones a que es sometida en esa zona recolectora.
2. ¿Por qué es importante la determinación de la salinidad del agua residual? ¿Qué procedimiento y tipo de aparato se emplea?
3. Describe el emplazamiento de la estación depuradora y las ventajas o inconvenientes de esta situación. ¿Cuál es el caudal medio de depuración por día?
4. En la Estación Depuradora se pueden diferenciar dos líneas de tratamiento a) los aplicados a la línea de agua y b) los aplicados a la línea de fango. Indica los procesos fundamentales llevados a cabo en cada línea y con qué finalidad se realizan, así como los contaminantes que son eliminados en cada proceso.
5. Indica las ventajas e inconvenientes que presenta el uso del agua depurada en la agricultura frente al uso de las aguas tradicionales.

6. ¿En qué se diferencia el tratamiento del agua para el riego de jardines y para la agricultura?
7. ¿Qué tipo de sustancias procedentes de la depuración de del agua se pueden aprovechar?. Describe su finalidad.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Bonetto, C. et ál. (2004). *El agua: saberes escolares y perspectiva científica*. Buenos Aires: Paidós.
- Mato, M. C.; Mestres, A.; Repetto, E. y Calvo, J. R. (1996). *Un contexto para el aprendizaje de las ciencias: estación depuradora de aguas Barranco Seco*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio Publicaciones ULPGC.
- Mato, M. C.; Mestres, A.; Repetto, E. y Calvo, J. R. (1996). *Un contexto para el aprendizaje de las ciencias: estación depuradora de aguas Barranco Seco*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio Publicaciones ULPGC (Vídeo).
- Repetto, E. y Mato, M. C. (1996). *El agua, una sustancia diferente e indispensable*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio Publicaciones ULPGC.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gamboa, E. (1991). *Aprender jugando con la naturaleza*. Argentina: Bonum.
- Llorens, M. J. (1988). La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje, *Investigación en la Escuela*, 4, 33- 48.
- Martínez, F, Mato, M. C. y Repetto, E. (1994). *Los aspectos medioambientales y la enseñanza de las Ciencias*. Consejería de Educación del Gobierno de Canarias. Tenerife.
- Mato, M. C.; Repetto, E. y Mestres, A. (1995). La visita a un aula de la Naturaleza como recurso didáctico (I). *Aula de innovación Educativa*, 30, Suplemento 39, 1-19.
- Ronzano, E. y Dapena, J. L. (1995) *Tratamiento biológico de las aguas residuales*. Madrid: Díaz Santos.

**EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN**

1. En las zonas costeras las brisas que se forman son debidas a corrientes de convección que tienen lugar entre el mar y la tierra firme, ocasionadas por el diferente calentamiento de la tierra y del agua. Como consecuencia de este proceso las grandes masas de agua tal como los lagos y mares suavizan el clima. Indica cual sería la proposición correcta:
  - a) En verano el agua se calienta más despacio que la tierra firme lo que hace que la temperatura descienda en la franja litoral.
  - b) En verano el agua se calienta más deprisa que la tierra firme lo que hace que la temperatura ascienda en la franja litoral.
  - c) En verano el agua se calienta más despacio que la tierra firme lo que hace que la temperatura ascienda en la franja litoral.
  - d) En verano el agua se calienta más deprisa que la tierra firme lo que hace que la temperatura descienda en la franja litoral.
  
2. El agua aumenta de volumen, es decir se expande, al pasar al estado sólido, este fenómeno es sumamente raro puesto que casi todas las sustancias se contraen al solidificarse. Debido a esta propiedad los lagos, ríos y mares sólo se congelan en la superficie posibilitando la vida marina en el fondo. El hielo flota sobre el agua porque...
  - a) El agua sólida tiene menor densidad que el agua líquida.
  - b) El agua sólida tiene mayor densidad que el agua líquida.
  - c) El agua sólida tiene la misma densidad que el agua líquida.
  - d) La flotabilidad no depende de la densidad.
  
3. El petróleo forma grandes manchas sobre el mar. ¿Qué es más denso?
  - a) El agua.
  - b) El petróleo.
  - c) Los dos igual.
  - d) No está relacionado.
  
4. La densidad del agua varía con la temperatura: a 0°C es 0,917 g/ml; tiene su valor máximo a 4°C y es de 1g/ml; por encima de 4°C disminuye, y a 100°C es 0,958 g/ml. ¿Qué ocurre por encima o por debajo de 4°C de temperatura?
  - a) El agua se dilata y la densidad disminuye.
  - b) El agua se dilata y la densidad aumenta.
  - c) El agua se contrae y la densidad aumenta.
  - d) El agua se contrae y la densidad disminuye.

5. El agua es una sustancia de calor específico muy elevado. Esta propiedad permite al agua acumular mucho calor sin que su temperatura aumente demasiado, y a la inversa: una vez caliente, aunque ceda calor, su temperatura desciende muy lentamente. Señala la afirmación correcta.
- a) El agua se calienta deprisa y se enfría despacio.
  - b) El agua se calienta despacio y se enfría despacio.
  - c) El agua se calienta deprisa y se enfría deprisa.
  - d) El agua se calienta despacio y se enfría deprisa.
6. Un iceberg flota sobre el agua porque:
- a) La densidad del hielo es menor que la del agua líquida.
  - b) La densidad del hielo es mayor que la del agua.
  - c) La temperatura del hielo es menor que la del agua.
  - d) La masa del hielo es menor que la del agua.
7. La densidad de los tres estados del agua, de menor a mayor es:
- a) Sólido, líquido, gas.
  - b) Líquido, gas, sólido.
  - c) Gas, sólido, líquido.
  - d) Gas, líquido, sólido.
8. Realizamos la síntesis del agua con la siguiente mezcla de gases:
- a) 5 ml de hidrógeno y 5 ml de oxígeno.
  - b) 5 ml de hidrógeno y 10 ml de oxígeno.
  - c) 10 ml de hidrógeno y 5 ml de oxígeno.
  - d) Ninguna de las mezclas anteriores.
9. Para formar una molécula de agua necesitamos:
- a) 1 átomo de oxígeno y uno de hidrógeno.
  - b) 2 átomos de oxígeno y dos de hidrógeno.
  - c) 1 átomo de oxígeno y dos de hidrógeno.
  - d) 1 átomo de hidrógeno y dos de oxígeno.

10. La temperatura de ebullición del agua a 0,066 atm es 38°C. En la cumbre del Mont Blanc (4810 m de altura) la presión es 0,56 atm y la temperatura de ebullición es 84°C. A 1 atmósfera de presión es 100°C. A 15,4 atm de presión es 200°C.
- ¿La temperatura de ebullición del agua en la cumbre del Aneto (3404 m de altura) estará entre....?
- a) 100°C y 200°C.
  - b) 100°C y 84°C.
  - c) 38°C y 84°C.
  - d) Inferior a 38°C.
11. Tenemos agua hirviendo y el termómetro nos marca 100°C , echamos sal y esperamos que vuelva a hervir. La temperatura de ebullición será:
- a) La misma.
  - b) Superior a 100°C.
  - c) Inferior a 100°C.
  - d) No hierve.
12. El agua pura es:
- a) Un elemento.
  - b) Un compuesto.
  - c) Una mezcla.
  - d) Una disolución.
13. Se producirá una mayor eutrofización:
- a) En los ríos.
  - b) En los lagos.
  - c) En el mar.
  - d) En manantiales.
14. El enlace por puentes de hidrógeno, en el agua, es un enlace que se establece:
- a) Dentro de la molécula de agua.
  - b) Entre dos átomos de hidrógeno.
  - c) Entre las moléculas de agua.
  - d) Entre dos átomos de oxígeno.

## SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

1. a
2. a
3. a
4. a
5. b
6. a
7. c
8. c
9. c
10. b
11. b
12. b
13. b
14. c

**GLOSARIO DE TÉRMINOS**

- Acuífero*: una capa en el suelo que es capaz de transportar un volumen significativo de agua subterránea.
- Aerobio*: un proceso que ocurre en presencia del oxígeno, tal como la digestión de la materia orgánica por las bacterias en una charca de oxidación.
- Agentes contaminantes biodegradables*: agentes contaminantes que son capaces de ser descompuestos bajo condiciones naturales.
- Agua ácida*: agua que contiene una cantidad de sustancias ácidas que hacen que el pH esté por debajo de 7,0.
- Agua contaminada*: la presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.
- Calor específico*: cantidad de calor por unidad de masa que se requiere para elevar la temperatura de una sustancia en un grado centígrado. El calor específico del agua es de *una caloría*, puesto que se requiere una caloría de energía para elevar la temperatura de un gramo de agua en 1°C.
- DBO<sub>5</sub>*: la cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica.
- Escorrentía*: parte del agua de precipitación que discurre por la superficie de la tierra hacia corrientes u otras aguas superficiales.
- Eutrofización*: enriquecimiento del agua, la cual causa un crecimiento excesivo de plantas acuáticas e incrementan la actividad de microorganismos anaeróbicos. Como resultado los niveles de oxígenos disminuyen rápidamente y el agua se asfixia, haciendo la vida imposible para los organismos acuáticos aeróbicos.
- Evaporación*: el proceso de pasar el agua de forma líquida a gaseosa.
- Floculación*: acumulación de partículas desestabilizadas y micro partículas, y posteriormente la formación de copos de tamaño deseado. Uno debe añadir otra sustancia química llamada floculante en orden de facilitar la formación de copos llamados flóculos.
- Lixiviado*: agua que contiene sustancias sólidas, por tanto esta contiene ciertas sustancias en solución después de percolar a través de un filtro o el suelo.
- Lluvia ácida*: lluvia que tiene un pH extremadamente bajo, debido al contacto con agentes contaminadores atmosféricos tales como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, que forman ácidos sulfúrico y nítrico en contacto con la humedad atmosférica.
- Microorganismos*: organismos que son tan pequeño que sólo pueden ser observado a través del microscopio, por ejemplo bacterias, fungi, levaduras, etc.
- Moléculas*: combinación de dos o más átomos del mismo o de diferente elemento que permanecen junto por enlaces químicos.
- Nitrificación*: proceso biológico, durante el cual bacterias nitrificantes convierten el amoniaco tóxico en nitrato para disminuir su efecto dañino. Esto es comúnmente utilizado para eliminar sustancias de nitrógeno de las aguas residuales, pero en lagos y en pantanos esto ocurre de forma natural.

*Oxidación biológica:* descomposición de materiales orgánicos complejos por microorganismos a través de la oxidación.

*Partes por millón:* expresado como ppm; medida de la concentración. Un ppm es una unidad de peso de soluto por peso de solución. En análisis de agua un ppm es equivalente a mg/l.

*pH:* el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de **hidrógeno** presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.

*Solubilidad en el agua:* la posible concentración máxima de un compuesto químico disuelto en agua.

*Solubilidad:* la cantidad de masa de un compuesto que puede disolverse por unidad de volumen de agua.

*Soluto:* materia disuelta en un líquido, como el agua.

*Solvente:* sustancia (usualmente líquida) capaz de disolver una o más sustancias.

*Viscosidad:* un parámetro físico del agua que determinan la movilidad del agua. Cuando la temperatura aumenta, la viscosidad disminuye; esto significa que el agua será más móvil a mayores temperaturas.