



baliabideak
material de aprendizaje



La importancia de la materia en la conservación y restauración de bienes culturales

Itxaso Maguregi Olabarria
Cuaderno del estudiante

IKD baliabideak 2 (2011)

ERAGIN

Programa de formación del profesorado en
metodologías activas de enseñanza



UPV / EHU

Aprendizaje Basado en Problemas
Cuaderno del estudiante

Itxaso Maguregui Olabarria
Junio 2011

Asignatura		Fundamentos Científicos de la Conservación restauración			
Grado		Conservación y Restauración de Bienes Culturales		Area de conocimiento	Pintura
créditos		4,5 teóricos	1,5 prácticos		
Curso	3º	Cuatrimestre	2	Carácter	OB

Docente	M. Itxaso Maguregui Olabarria
Centro	Facultad de Bellas Artes
Departamento	Pintura
T. 94 601 2977	e.mail: itxaso.maguregui@ehu.es

INDICE

Contexto de la asignatura	4
- Temario	5
- Competencias	7
Elección de un área del temario	8
- Objetivos de enseñanza	8
- Justificación de los objetivos generales de enseñanza	9
TEMA 1: LA MATERIA	
- ¿Qué me gustaría conseguir con los alumnos al final del tema?	10
- Justificación de los objetivos de enseñanza.	11
- Título del tema en forma interrogativa y título de las diferentes partes del tema (hilo conductor).	12
- Indicadores de aprendizaje (Tema 1) y su relación con las competencias de la asignatura y las actividades propuestas.	13
- Presentación de las actividades.	16
- Bibliografía básica para el desarrollo de las actividades.	17
CUADERNO DEL ESTUDIANTE	18
LIBRO DEL PROFESOR	53
EVALUACIÓN	
- Criterios Generales	88
- Criterios para la evaluación de las actividades.	95
- Encuestas sobre las actividades y la metodología	97

Asignatura		Fundamentos Científicos de la Conservación restauración			
Grado		Conservación y Restauración de Bienes Culturales		Area de conocimiento	Pintura
créditos		4,5 teóricos	1,5 prácticos		
Curso	3º	Cuatrimestre	2	Carácter	OB
Docente				Itxaso Maguregui Olabarria	

CONTEXTO DE LA ASIGNATURA

El Grado en Conservación y Restauración está compuesto por enseñanzas interdisciplinares. Los dos primeros cursos del grado de Conservación y Restauración son comunes al resto de los grados impartidos en la facultad de Bellas Artes (grado en Arte y al grado en creación y Diseño). *Los dos primeros cursos comprenden una serie de conocimientos elementales relacionados con la creación artística, que se aplican dentro del área de la Pintura, Escultura, Arte y Tecnología y Dibujo.* Se incluyen además conocimientos generales sobre la evolución del arte en nuestros días.

Los cursos 3º y 4º están dirigidos a la intensificación en materia de conservación y restauración. Esta asignatura obligatoria se sitúa en 3º (*1º curso específico del grado de conservación y restauración*)

“Fundamentos Científicos de la Conservación restauración” es la primera asignatura de carácter científico con la que el alumno se enfrenta en este grado. En 4º el alumno tiene otra asignatura Obligatoria dedicada al examen técnico (examen físico y químico de la obra) y documentación.

** Esta asignatura no se comenzará a impartir hasta el curso 2011-2012 / Este proyecto tendría aplicación en su asignatura homologable en la Licenciatura de BBAA (9 créditos / 6 horas semanales)*

TEMARIO

BLOQUE TEMÁTICO I: INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA Y A LA FÍSICA

TEMA 1: LA MATERIA

- 1.1.-Clases de materia: sustancias puras y mezclas. Elementos y compuestos
- 1.2.-sustancias inorgánicas y sustancias orgánicas.
- 1.3.- Estados de la materia y cambios de estado.
- 1.4.- Propiedades físicas y propiedades químicas /cambio físico y cambio químico.
- 1.5.- Nociones de nomenclatura y formulación

TEMA 2: ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y ENLACE QUÍMICO

- 2.1.- Estructura de la materia. Conceptos generales.
- 2.2- Estructura del átomo.
- 2.3.- peso atómico y peso molecular.
- 2.4. Tabla periódica.
- 2.5.- Configuración electrónica.
- 2.6.- Relación entre las posiciones de los elementos y su disposición en la tabla periódica.
- 2.7.- Concepto de valencia.
- 2.8. Enlace químico (enlace iónico, covalente y metálico).
- 2.9.- Propiedades de las sustancias relacionadas con el tipo de enlace (*concepto de Polaridad*)

TEMA 3: DISOLUCIONES

- 3.1.- Disoluciones, suspensiones y dispersiones. (*relacionado con la preparación de pinturas, barnices etc*)
- 3.2.- componentes de una disolución: soluto y disolvente.
- 3.3.- Expresiones de la concentración. (*relacionado con la preparación de mezclas para limpiezas*)
- 3.4.- Solubilidad, disoluciones saturadas (*relacionado con los problemas de eflorescencias salinas en soportes murales*).
3. 5.- Electrolitos. Disociación. Medidas de conductividad (*aplicación en las limpiezas de soporte mura*)

TEMA 4: ACIDOS Y BASES

- 4.1.- Acidos y Bases. Definiciones.
- 4.2.- Fuerza de los ácidos y de las bases.
- 4.3.- Disoluciones ácidas, básicas y neutras .

4.4.- concepto y escala de pH. Manejo del pHmetro.

4.5. Hidrólisis y neutralización. 6.- Disoluciones amortiguadoras (*relacionado con los problemas de acidez en el soporte papel y tela*)

BLOQUE TEMÁTICO II: PIGMENTOS Y COLORANTES

TEMA 5: PIGMENTOS Y CARGAS INERTES

TEMA 6: INTRODUCCIÓN A LOS COLORANTES

BLOQUE TEMÁTICO III: AGLUTINANTES TRADICIONALES

TEMA 7: LÍPIDOS: ACEITES SECANTES Y CERAS

TEMA 8: PRÓTIDOS: CASEÍNAS, COLAS ANIMALES Y ALBUMINOIDES

TEMA 9: GLÚCIDOS: GOMAS, MUCÍLAGOS VEGETALES, ALMIDÓN DEXTRINAS Y CELULOSA

BLOQUE TEMÁTICO IV: AGENTES FILMÓGENOS, ADHESIVOS Y CONSOLIDANTES: RESINAS NATURALES Y SINTÉTICAS

TEMA 10: SUSTANCIAS NATURALES O TERPÉNICAS

TEMA 11: SUSTANCIAS POLIMÉRICAS (resinas sintéticas)

TEMA 12: PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS POLÍMEROS

BLOQUE TEMÁTICO V: OPERACIONES DE LIMPIEZA EN LA CONSERVACIÓN DE OBRAS DE ARTE

TEMA 13: PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS LÍQUIDOS

13.1.- Propiedades físicas de los líquidos.

13.2.- magnitudes asociadas a la movilidad de los líquidos: viscosidad, tensión superficial, capacidad de mojado, capilaridad.

13.3.- magnitudes asociadas a la retención de los líquidos.

13.4.- Propiedades relacionadas con la volatilidad. Presión de vapor, punto de ebullición y calor latente

TEMA 14: EL AGUA EN LAS LIMPIEZAS (AGUA Y ADITIVOS)

14.1.- El agua como disolvente. Propiedades generales.

14.2. Agua destilada y desionizada

14.3.- Jabones y detergentes. Tipos y aplicaciones

TEMA 15: LIMPIEZA MEDIANTE DISOLVENTES ORGÁNICOS

15.1.- Tipos de disolventes (clasificación).

15.2.- Teoría de Hildebrandt. Triángulo de solubilidad.

15.3. Los disolventes gelificados

TEMA 16: LIMPIEZA MEDIANTE AGENTES QUÍMICOS

BLOQUE TEMÁTICO VI: TOXICOLOGÍA DE MATERIALES PICTÓRICOS

TEMA 17: RIESGO PROFESIONAL

TEMA 18: PRINCIPALES AGENTES TÓXICOS. Toxicidad de los disolventes y materiales pictóricos

TEMA 19: PRINCIPIOS GENERALES DE PREVENCIÓN

TEMA 20: PROTECCIÓN PERSONAL. Equipos de protección personal. Advertencias de peligrosidad y consejos de prudencia

COMPETENCIAS

C1. Adoptar una actitud positiva hacia el aprendizaje de los aspectos científicos relacionados con la conservación y restauración de los bienes culturales

Eliminar prejuicios y asumir la importancia del conocimiento científico en el desempeño de las funciones propias del conservador-restaurador.

C2. Utilizar los principios fundamentales de la química y la física para explicar y predecir el comportamiento material de los bienes culturales en función de su naturaleza y entorno.

Vincular estos principios científicos con los procedimientos de conservación y restauración empleados habitualmente (limpiezas, consolidaciones etc.)

C3. Conocer y emplear adecuadamente la terminología científica que aparece en textos e informes técnicos específicos de conservación y restauración. *Estableciendo un lenguaje común que facilite el trabajo interdisciplinar.*

C4. Conocer los riesgos laborales y las medidas y normas de seguridad y salud aplicables a la actividad del conservador-restaurador.

C5. Trabajar en equipo para abordar con los compañeros tareas cooperativas *en el contexto de la aplicación de la metodología y principios científicos a la resolución de problemas de conservación y restauración de obras de arte.*

ÁREA DEL TEMARIO ELEGIDA

BLOQUE TEMÁTICO 1

TEMA 1: LA MATERIA

Pregunta general que engloba esta área

¿Cómo nos ayuda el conocimiento de la **naturaleza material** de una obra para su correcta conservación y restauración?

Objetivos de enseñanza

- Clasificar los materiales empleados en los procesos de conservación y restauración, distinguiendo entre sustancias puras y mezclas, elementos y compuestos. (C2, C3)
- Distinguir los cambios físicos de los cambios químicos. (C2, C3)
- Reconocer el cambio de estado como proceso físico y vincularlo a operaciones de conservación-restauración. (C1, C2)
- Reconocer los procesos de disolución como procesos físicos y vincularlos a operaciones de conservación y restauración. *Saber que la preparación de disoluciones juega un papel fundamental en las operaciones de conservación y restauración :limpiezas, barnizados, consolidaciones etc.* (C1, C2)
- Identificar los cambios químicos que pueden producirse en las obras de arte (C2)
- Vincular los elementos a su símbolo químico y comprender el significado de las fórmulas químicas. (C3)
- Distinguir sustancias orgánicas de inorgánicas y reconocer los grupos funcionales *Reconocer las sustancias orgánicas presentes en la composición de las obras de arte y diferenciarlas de las inorgánicas* (C2, C3)
- Saber analizar aplicaciones en el área de la restauración que les haga tomar conciencia de que los conocimientos adquiridos aumentan su capacidad de actuación, generando así una actitud favorable al estudio del bloque temático (C1)

- Trabajar en equipo y utilizar argumentos acompañados de justificaciones racionales basados en el cuerpo teórico enseñado (C3, C5)

Justificación de los objetivos generales de enseñanza:

El esfuerzo pedagógico para acercar la ciencia a estos alumnos (un tanto reticentes) pasa por demostrarles que la comprensión de los principios científicos es accesible e interesante. Que la conservación y restauración de los Bienes culturales conlleva la aplicación de leyes y principios físico-químicos y que ellos aún ignorándolo recurren continuamente a los mismos cuando llevan a cabo la consolidación de una policromía, la limpieza de una obra etc (procesos de disolución adhesión etc...)

Las referencias continuas a procesos artísticos o prácticas de intervención son fundamentales para que los alumnos contextualicen los principios físico-químicos que se trabajan en el aula con su práctica de conservación y restauración.

El objetivo final es conseguir que ellos comprendan que el desconocimiento de los fundamentos que rigen el comportamiento de los materiales limita su capacidad de actuación y hace que en su práctica profesional carezcan de los recursos necesarios para afrontar eficazmente la resolución de los problemas que se les plantean en cada nueva obra. El carecer de las herramientas necesarias hace que se comporten como meros maestros de taller que reproducen siempre los mismos tratamientos en una sucesión "prueba-error". La falta de formación en fundamentos científicos ha sido una de las principales carencias de los conservadores y restauradores de las últimas décadas, cuyo trabajo se desarrolla en la mayoría de los casos en grupos de trabajo interdisciplinarios.

TEMA 1: LA MATERIA

¿Qué me gustaría conseguir con los alumnos al final del tema?

- Conseguir que los alumnos comprendan y asimilen el interés y la importancia que tiene el estudio de la diversidad y unidad de estructura de los materiales habitualmente empleados en la práctica de la conservación y restauración (*extrapolando este interés a materiales empleados en otros campos de la vida cotidiana*). (C1)
- Que los alumnos entiendan, que aun sin ser conscientes de ello, en su práctica profesional habitual se verifican constantemente fenómenos ligados a las propiedades físico-químicas de la materia y que el conocimiento de la materia y de las leyes que rigen su comportamiento les puede servir de gran ayuda en la toma de decisiones a la hora de intervenir en una obra o a la hora de elegir los materiales y procedimientos más adecuados. (C1 C2 C3 C4)
- La actividad de un conservador-restaurador gira en torno a la naturaleza material de la obra de arte. El desconocimiento de la materia limita en gran medida la capacidad de análisis crítico y de decisión de dicho profesional, obligándole a comportarse como mero reproductor de soluciones memorizadas, que no llega a comprender y que pueden no ser las más adecuadas en todos los casos.(C1 C2 C5)

Al final de este tema me gustaría que los alumnos tomaran conciencia de que en su práctica profesional se emplean tanto sustancias puras como mezclas, que éstas sustancias pueden ser de origen orgánico o inorgánicos y que cada una de ellas manifiesta propiedades físico-químicas particulares (*que condicionan su aplicabilidad y usos en la conservación y restauración*) según sea su naturaleza.

Los estudiantes deberían distinguir los procesos físicos implicados en procedimientos de trabajo habituales (limpiezas, adhesiones, procesos de secado de la película pictórica etc), de los procesos químicos (polimerización del aceite de linaza, oxidación de los metales, degradación del blanco de plomo.

Justificación de los objetivos de enseñanza

En este primer tema se trata de organizar y ampliar los conocimientos espontáneos e intuitivos que el alumno posee puesto ya ha cursado durante el primer cuatrimestre varias asignaturas de conservación y restauración y está familiarizado con algunos de los materiales y procedimientos habitualmente empleados en la práctica profesional. (C2, C3, C5)

Se trata de explicar la gran diversidad observada a nivel macroscópico (propiedades físicas) en los materiales empleados por ellos en la práctica profesional (*y extrapolar esta explicación al resto de los materiales universales*). Esta explicación requerirá la introducción progresiva de los conceptos elemento, sustancia, mezcla (tipos de mezclas), sustancia compuesta y simple, cambio físico y cambio químico para poder dar una explicación a la diversidad material tanto a nivel macroscópico como microscópico. Introduciríamos así mismo el concepto de átomo ligado al elemento y también en relación a la reacción química. Esto daría pie al segundo tema en el que se profundizaría en la teoría atómica y en el enlace químico (C2, C3, C4)

En este primer tema también se hace mención a la diferencia entre orgánico e inorgánico puesto que es una nomenclatura que ellos han utilizado con frecuencia pero cuyos conocimientos espontáneos están equivocados en la mayoría de los casos, ya que ligan orgánico a "vivo" e inorgánico a origen mineral, quedando en un limbo las sustancias sintéticas tipo pegamentos, barnices, aglutinantes acrílicos, vinílicos etc (plásticos) cuyo origen no son capaces de fijar. Por último se incide en la importancia de la nomenclatura y formulación química a la hora de evitar equívocos, denominado de diferentes maneras a una misma sustancia. Su importancia se hace evidente cuando se les muestra que bajo las diferentes denominaciones comerciales de varios productos de uso habitual en conservación y restauración "se esconde" el mismo componente principal. (C2, C3)

Título del tema en forma interrogativa y título de las diferentes partes del tema (hilo conductor):

<p style="text-align: center;">LA MATERIA</p>	<p>¿Qué importancia tiene el estudio de la materia en la conservación y restauración de una obra de arte?</p> <p><i>¿Con qué clases de materiales tratamos y qué productos empleamos en los procesos de conservación y restauración de las obras de arte?</i></p>
<p>Clases de materia:</p> <p>Sustancias puras y mezclas.</p> <p>Elementos y compuestos</p>	<p>¿Cómo se utilizan los productos químicos en la restauración de obras de arte?</p> <p>¿Cómo se pueden clasificar los materiales y sustancias empleados en la práctica artística y en su conservación y restauración, desde un punto de vista macroscópico?</p> <p>¿Cómo se puede definir una sustancia y en que se diferencia de una mezcla?</p> <p>¿Qué utilidad puede tener en restauración la preparación de una mezcla con una composición definida?</p> <p>¿Cómo se puede explicar la diversidad de materiales basándonos en el elemento como concepto estructurante?</p> <p>¿Cómo se representa la composición química de un compuesto?</p>

<p>Estados de agregación y cambios de estado</p>	<p>¿Cómo repercuten los cambios de estado en la elaboración y restauración de una obra?</p>
<p>Cambio físico y cambio químico (propiedades físicas y propiedades químicas)</p>	<p>¿Qué propiedades de las sustancias nos ayudan a diferenciarlas e incluso identificarlas?</p>
<p>Sustancias inorgánicas y sustancias orgánicas</p>	<p>¿Qué materiales de los que te rodean en tu práctica habitual son orgánicos y cuales inorgánicos?</p>
<p>conceptos generales de nomenclatura y formulación</p>	<p>¿Qué representa la fórmula de un compuesto? ¿Cómo se nombran los compuestos?</p>

Indicadores de aprendizaje (Tema 1) y su relación con las competencias de la asignatura y las actividades propuestas.

Indicadores de aprendizaje	competencias	Actividades
<p>1. Entender la necesidad de profundizar en el conocimiento de las leyes que rigen el comportamiento de los materiales para poder actuar con mayor eficacia en su conservación y restauración. Adoptando una actitud positiva hacia su aprendizaje.</p>	<p>C1</p>	<p>A1</p>

<p>2. Saber clasificar los materiales involucrados en los procesos de conservación y restauración, distinguiendo entre sustancias puras y mezclas, elementos y compuestos.</p>	<p>C2, C3</p>	<p>A2 A3 A7 A13</p>
<p>3. Entender el concepto macroscópico de sustancia como "cuerpo puro" que tiene un conjunto de propiedades características que van a permitir su separación de una mezcla y su identificación.</p>	<p>C2</p>	<p>A2 A3 A7 A13</p>
<p>4. Comprender la importancia del empleo y preparación de mezclas en la restauración y relacionar la preparación de mezclas con actividades específicas de restauración.</p>	<p>C1</p>	<p>A4</p>
<p>5. Aplicar el concepto macroscópico de sustancia, empleando sus propiedades características para separar una o varias sustancias en mezclas relevantes para la creación artística y su restauración.</p>	<p>C2, C3</p>	<p>A5 A6 A7 A13</p>
<p>6. Explicar la diversidad material desde una perspectiva microscópica. Introduciendo el concepto microscópico de sustancia (<i>formada por partículas iguales bien sean átomos o moléculas</i>) cuyas propiedades van a depender de su composición atómica. Familiarizándose con el uso de modelos en la Ciencia (<i>Teoría atómica de Dalton</i>)</p>	<p>C2</p>	<p>A8 A9 A10 A12 A13</p>

<p>7. Diferenciar a nivel microscópico la sustancia simple o elemental, la sustancia compuesta y las mezclas. No confundiendo elemento químico con sustancia simple.</p>	<p>C2,C3</p>	<p>A11 A12 A13 A21</p>
<p>8. Distinguir los cambios físicos de los cambios químicos e identificar dichos cambios en los procesos de conservación y restauración</p>	<p>C2, C3</p>	<p>A15 A17 A20 A22</p>
<p>9. Reconocer el cambio de estado como proceso físico y vincularlo a operaciones de conservación-restauración.</p>	<p>C2, C3</p>	<p>A16 A18 A23</p>
<p>10. Reconocer los procesos de disolución como procesos físicos y vincularlos a operaciones de conservación y restauración.</p>	<p>C2, C3</p>	<p>A19</p>
<p>11. Vincular los elementos a su símbolo químico y comprender el significado de las fórmulas químicas (<i>de manera que a cada tipo de átomo se le asocia un elemento que puede dar lugar a moléculas con el mismo tipo de átomos o con distinto tipo de átomos</i>)</p>	<p>C3</p>	<p>A14</p>
<p>12. Distinguir sustancias orgánicas de inorgánica e identificar los grupos funcionales en cada caso. Nomenclatura <i>Reconocer las sustancias orgánicas presentes en la composición de las obras de arte y diferenciarlas de las inorgánicas</i></p>	<p>C2, C3</p>	<p>A24 A25</p>
<p>13. Trabajar en equipo y utilizar argumentos acompañados de justificaciones racionales basados en el cuerpo teórico enseñado.</p>	<p>C3, C5</p>	<p>Todas las actividades</p>

Presentación de las actividades

Cada actividad viene precedida de una tabla en la que se incluye la siguiente información:

Actividad nº		
Presencial/no presencial	Tiempo estimado	
Individual/en grupo		
Tipo de actividad (elegir entre)	T1	Presenta un escenario-problema con objeto de que los estudiantes puedan tomar conciencia del tema que van a trabajar.
	T2	Presenta el interés que puede tener el escenario-problema que involucra a los estudiantes en las actividades.
	T3	Hace que los estudiantes realicen un planteamiento cualitativo del problema, que les invita a realizar hipótesis, antes de aplicar directamente fórmulas o leyes.
	T4	Hace que los estudiantes propongan diferentes estrategias de resolución, incluyendo la aplicación de leyes y principios.
	T5	Hace que analicen los resultados obtenidos, estudiando su coherencia respecto a las hipótesis emitidas y el cuerpo de conocimiento estudiado en clase.
	T6	Tiene como objeto una retroalimentación de lo que se ha aprendido, sin esperar a finalizar el tema.
	T7	Pone la atención en que los estudiantes tengan que escribir párrafos justificativos de sus conclusiones y valora la expresión escrita.
	T8	Pone la atención en aplicaciones tecnológicas de importancia en el desarrollo profesional.
	T9	Actividad de evaluación
Resumen de la actividad que el estudiante tiene que desarrollar		

En el libro del profesor a cada actividad le sigue un comentario en el que se hace mención a las respuestas que se esperan por parte del alumnado, las dificultades con las que nos podemos encontrar en el desarrollo de dicha actividad y como se relaciona con el resto de actividades propuestas. Se proporciona así mismo, la información complementaria necesaria y las indicaciones guía para que cualquier docente pueda situar la actividad y reproducirla.

Bibliografía básica (*de consulta*) para el desarrollo de las actividades

- SAN ANDRÉS, M. y de la VIÑA, S., *Fundamentos de química y física para la conservación y restauración*, Síntesis, Madrid, 2004.
- GOMEZ, M.L., *La Restauración. Examen Científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Cátedra, Madrid, 1998.
- MATTEINI, M. y MOLES, A., *La química en la restauración. Los materiales del arte pictórico*, ed. Nerea, Guipúzcoa, 2001; tr. española de Emiliano Bruno y Giuliana Lain, *La Chimica nel restauro. I materiali dell'arte pittorica*, Nardini Editore, Florencia, 1989.

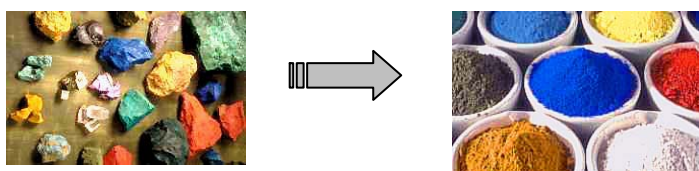
CUADERNO DEL ESTUDIANTE

Actividad nº1	
Presencial	Tiempo estimado 30 minutos
Individual	
Tipo de actividad: T1	
<p>Lee el texto que se presenta a continuación y responde individualmente a las preguntas planteadas. Esta actividad finalizará con una breve puesta en común y la presentación del esquema estructural a seguir en el desarrollo del tema.</p>	

Texto

La química es la ciencia que se ocupa del estudio de la estructura y propiedades de la materia y de las posibles transformaciones que ésta puede experimentar. Desde la antigüedad y hasta la época actual, la química ha estado directamente relacionada con los avances de las distintas civilizaciones y con todo tipo de manifestaciones culturales, especialmente las artísticas. Su vinculación con las artes plásticas ha sido y sigue siendo enorme, puesto que los materiales que el artista emplea son compuestos químicos (puros o mezclas) cuyas propiedades físicas y químicas están directamente relacionadas con su composición química. Además muchos de estos materiales que componen la estructura de una obra de arte o bien cultural han sido obtenidos a través de algún tipo de proceso directamente relacionado con el campo de la química; tal es el caso de los pigmentos, aglutinantes, barnices y fibras textiles de origen sintético.

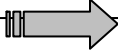
Otras veces la materia prima de la que procede el material ha tenido que ser sometida a una serie de procesos más o menos complejos de extracción, aislamiento o purificación:



- Los pigmentos de origen mineral (tierras, cinabrio, lapislázuli etc...) son el resultado de procesos de purificación de la materia



La importancia de la r
Itxasc



restauración de bienes
baliabideak 2 (2011)

- Los aceites secantes se extraen a partir de semillas de lino, adormidera, nuez etc.



- Muchos colorantes se extraen a partir de insectos, moluscos o plantas
- Las resinas naturales se obtienen a partir de gomas terpénicas, mediante destilación.
- Los disolventes orgánicos se obtienen a partir del petróleo, mediante técnicas de destilación fraccionada.

Por otro lado, desde el punto de vista estético, el resultado final de la obra realizada (pintura, escultura, obra gráfica...) está fundamentado en el comportamiento químico y físico de los materiales utilizados. Del mismo modo, la necesidad de una intervención restauradora es debida, en muchos casos, a las alteraciones químicas o físicas que éstos materiales hayan podido experimentar.



Muchos procesos de tipo químico han sido conocidos y practicados desde la antigüedad, si bien su sistema de aplicación era totalmente empírico y adolecía de un conocimiento profundo sobre el comportamiento de las sustancias.

En el siglo XVIII empiezan a establecerse los fundamentos de una metodología científica, que permite establecer una relación entre el comportamiento de las sustancias y ciertos factores relacionados con su estructura.

Como todas las ciencias experimentales, la química se rige a partir de una serie de leyes y fundamentos que es necesario conocer para poder explicar y entender el comportamiento físico y químico de las sustancias.

Tan pronto como finaliza el proceso creativo de una obra, comienza su interacción con los factores medioambientales. Además del vandalismo y los percances accidentales, los factores medioambientales son la causa principal del deterioro de los

bienes culturales. El oxígeno del aire, la contaminación producida en los procesos de combustión de los carburantes fósiles, la luz y los cambios de temperatura y humedad tiene un efecto degradante acumulativo inevitable. Factores adicionales, como el polvo y los hongos colaboran en estos procesos. Los conservadores de arte con el apoyo de la ciencia intentan intervenir en estos procesos ralentizándolos y evitándolos cuando es posible, restaurando el bien cultural y tomando las medidas oportunas para evitar riesgos futuros.

Resulta por lo tanto fundamental entender la interacción de estos objetos con el medioambiente para poder intervenir del modo más adecuado.

En este tema se van a explicar ciertas cuestiones de carácter general directamente relacionadas con la clasificación de las sustancias, su comportamiento físico-químico y las reglas que se establecen para diferenciarlas, formularlas y nombrarlas; estas reglas permiten la utilización de un lenguaje propio y universal que resulta muy útil para el posterior estudio de sus propiedades químicas.

Una pintura, por ejemplo, es una mezcla compleja de pigmentos, vehículo y aglutinante que se superponen en una estructura de capas sobre un soporte que puede ser de papel, lienzo, madera, piedra o metal, para crear una imagen. El conocimiento de la composición química de las partes que componen la obra así como su interacción con la materia y la energía resultan fundamentales para su conservación.

Como futuro conservador-restaurador, seguro estás familiarizado con los procedimientos habituales de conservación-restauración y con los productos empleados en dichas operaciones.

Sin embargo, por la inercia de la profesión tendemos a emplear productos comerciales de modo mecánico (reproduciendo comportamientos aprendidos) sin pararnos a recapacitar en las propiedades de dichos productos y los efectos que pueden tener sobre la obra. De este modo, realizamos limpiezas empleando los disolventes orgánicos, o mezcla de los mismos; sin comprender a menudo porque elegimos un disolvente o mezcla determinada y no otro. Una operación de limpieza es un procedimiento delicado en el que además de eliminar suciedad superficial, se elimina la capa de barniz mediante el empleo de disolventes como pueden ser la acetona, el tolueno, el éter o el etanol. Esta operación requiere de mucho cuidado para evitar eliminar a su vez parte de los pigmentos junto con el barniz pero ¿Qué

ocurre si se nos acaba un disolvente determinado? ¿lo podríamos sustituir por otro (o por una mezcla)? ¿En base a qué elegiríamos una nueva alternativa?

Cualquier modificación que introduzcamos en una obra tiene además que responder a un criterio de reversibilidad, de modo que la modificación introducida pueda ser eliminada en cualquier momento para recuperar el objeto en su forma original. Por ejemplo, algunas resinas sintéticas empleadas en sustitución de los barnices tradicionales, sustituidos debido a su tendencia a amarillear, han demostrado sufrir un proceso de polimerización cruzada que las vuelve insolubles con el tiempo y por lo tanto inadecuadas para la restauración.

Son muchos los problemas que intentamos solucionar aplicando métodos y materiales propios de la química. Cada material y cada producto químico tiene características y aplicaciones específicas que lo diferencian del resto Pero **¿Dónde residen estas diferencias - Cómo podemos explicar las diferencias observadas? ¿Por qué son importantes estas diferencias? ¿Podría resultar útil el uso de modelos químicos que expliquen esta pluralidad y la simplifiquen?**

El conocimiento de la naturaleza material nos permitirá explicar el comportamiento y las propiedades de los materiales y productos que empleamos. Proporcionándonos herramientas válidas para el desempeño óptimo de nuestras funciones, dotándonos de conocimientos para valorar los problemas de un modo crítico y ofreciendo soluciones satisfactorias que minimicen el riesgo de nuestras intervenciones.

Teniendo en cuenta los aspectos recogidos en este texto introductorio, dedicaremos el primer tema al estudio de aspectos generales de LA MATERIA

Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿Que riesgos crees que puede entrañar el hecho de que un restaurador desconozca la naturaleza material de la obra sobre la que va a intervenir?
- ¿y el desconocimiento de las propiedades y comportamiento de los productos que maneja?
- Teniendo en cuenta lo anterior ¿Te parece que el tema que vamos a trabajar está justificado (La materia)? ¿Qué cuestiones específicas te parecen importantes, en relación a este tema?

Actividad nº2	
Presencial	Tiempo estimado 60 minutos
En grupo	
Tipo de actividad: T2, T3 y T4	
Se presenta un escenario-problema del que vais a formar parte activa y para el que tendréis que aportar una solución. Esta actividad finalizará con una breve puesta en común y cada grupo entregará sus conclusiones por escrito.	

Sois el equipo de restauradores de la "National Gallery" de Londres. Habéis trabajado en la restauración de un cuadro de *Bellini* durante meses y el cuadro ha quedado impecable. Tan solo queda pendiente el barnizado de la obra.

Es jueves a última hora, víspera de un puente vacacional y vuestra intención es barnizar la obra ahora para poderla dejar secando durante este puente. La exposición de *Bellini* se inaugura el lunes y esta obra es la pieza central de dicha exposición. Os dirigís al armario de los productos de restauración y descubrís que no os queda barniz...El pánico cunde en el equipo... Las tiendas han cerrado ya y las empresas que habitualmente os suministran los productos están ya de puente...¿qué podemos hacer?!!!!

Para colmo de males a otro de los cuadros hay que aplicarle un barniz de retoque en algunas zonas que parecen algo pasmadas y tampoco disponéis de barniz de retoque.

El restaurador jefe busca una solución y pide la colaboración del equipo. ¿Quizás podríamos fabricarnos nuestros propios barnices (*Barniz final y barniz de retoque*)?

En el armario hay una completa colección de disolventes: etanol, hexano, tolueno, dimetilformamida, esencia de trementina, aguarrás, white spirit, etc...

Además de disolventes, también disponemos de diferentes productos sólidos que parecen ser resinas. El restaurador jefe lee la información de las etiquetas: resina almáciga, "paraloid B67", "plexigum P28" y resina "MS2A" entre otras.

También disponemos de los botes de barniz vacíos y de la información que podamos extraer de los catálogos comerciales (en papel y en Internet):

- **Barnices de retoque:** La misión de los barnices de retoque es hacer desaparecer totalmente los embebidos, es decir ciertas zonas mates y porosas, reavivar los tonos con vistas a proseguir el trabajo y asegurar la unión de capas pictóricas.

Opciones comerciales:

Lefranc & Bourgeois barniz de retoque superfino

Lefranc & Bourgeois barniz de retoque superfino aerosol 400mL

Winsor & Newton barniz de retoque artists

Maimieri barniz retoque restaura

Talens barniz de retoque aerosol 004

- **Barnices de cuadros:** son barnices de acabado cuya misión es proteger eficazmente contra el polvo graso, los humos, los roces y los agentes atmosféricos. Igualmente proporciona un aspecto uniforme a la obra.

Opciones comerciales:

Lefranc & Bourgeois barniz de cuadros j.G. Vibert

Winsor & Newton barniz conserv-art brillante

Maimieri barniz final restauración

Maimieri barniz final acrílico

Talens barniz acrílico brillante aerosol 114

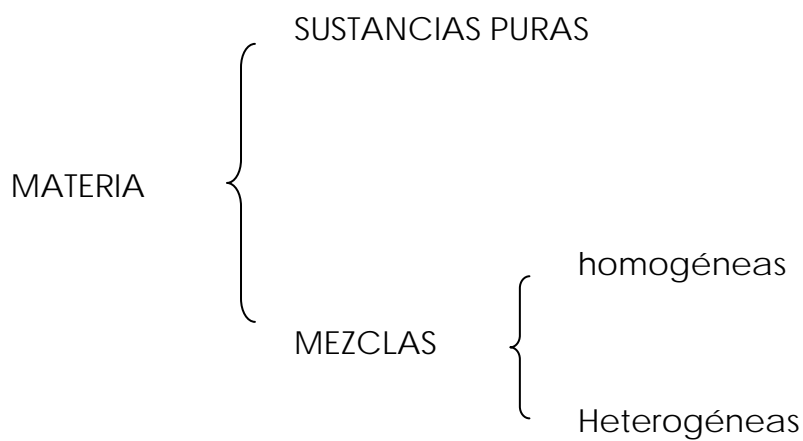
¿Creéis que podremos elaborar barniz y darle una solución a este problema?

- ¿Definirías los barnices comerciales aquí descritos como sustancias puras o como mezclas? ¿Qué composición tienen?
- ¿En que se diferencian, en cuanto a composición, los barnices de retoque y los barnices de acabado? ¿Que componente común subyace bajo las distintas denominaciones comerciales?
- ¿podríamos elaborar un barniz a partir de una resina acrílica sólida, tipo "paraloid B67", "plexigum P28" o una resina cetónica tipo "MS2A"? ¿Cómo?
- ¿Se diferencian en algo el "paraloid B67" y el "Plexigum P28"?
- Una vez vista la composición de los distintos barnices ¿serías capaz de diferenciar el concepto de sustancia del de mezcla? ¿cómo los definirías?

<http://www.productosdeconservacion.com>

Actividad nº3	
Presencial	Tiempo estimado 15 minutos
Individual	
Tipo de actividad: T3 y T7	
Esta actividad finalizará con una breve puesta en común.	

A continuación se recogen algunos de los materiales derivados de la actividad anterior además de otros de uso común en creación artística y en restauración. Clasifícalos según el siguiente esquema ¿en qué se basa esta clasificación?



barniz		Aceite de linaza	
agua		Pigmento Azul Prusia	

Película pictórica		etanol	
Acero corten		Tolueno	 
Cola de conejo en disolución		Bronce	
oro		Granito	
oxígeno		aire	

Actividad nº4	
Presencial	Tiempo estimado 60 minutos
En grupo	
Tipo de actividad: T3 y T6	
Se trata de una actividad práctica a realizar en el taller. Esta actividad finalizará con una breve puesta en común.	

En los procedimientos de limpieza se emplean disolventes puros y mezclas de disolventes.

Vamos a hacer un pequeño ejercicio práctico:

- Pinta con goma laca sobre 4 portas de vidrio
- prepara disoluciones agua:alcohol en las siguientes proporciones: 100:0; 75:25; 50:50; 0:100
- limpia con un hisopo utilizando las mezclas preparadas (una por porta)

Responde a las siguientes cuestiones:

- a) valora los resultados ¿afecta la composición de la mezcla a su capacidad de disolución?
- b) ¿En que otros casos o procedimientos empleamos mezclas de composiciones definidas?
- c) hemos realizado una limpieza sencilla empleando disolventes. Se trata de un proceso de disolución de la capa pictórica. Reflexiona sobre el procedimiento de limpieza que has practicado y establece las conexiones existentes entre este procedimiento y un procedimiento de mezcla. ¿cómo clasificarías una disolución en el esquema de la actividad 3?
- d) ¿Crees que las ideas que tenias referentes al concepto de disolución encajan con la información recogida en los textos? Busca dicha definición.

Actividad nº5	
No Presencial	Tiempo estimado 15 minutos
individual	
Tipo de actividad: T3, T4	
En esta actividad el estudiante se enfrenta a la resolución de una situación problemática sencilla para la que propondrá una solución por escrito. Esta actividad finalizará con una breve puesta en común.	

Tienes que eliminar una goma-laca y como hemos visto en la actividad anterior necesitas alcohol. Encima de la mesa trabajo, entre otros disolventes había un bote conteniendo alcohol y otro conteniendo alcohol:agua al 50%, perfectamente etiquetados. Alguien ha eliminado las etiquetas por error y ahora tienes que decidir qué bote vas a emplear en la limpieza.

Propón un procedimiento sencillo para identificar qué bote corresponde al alcohol puro y cual al de alcohol:agua.

- ¿Cómo lo llevarías a la práctica? ¿qué propiedades de las sustancias podrías aprovechar en este caso para el diseño de tu método?

Actividad nº6	
Presencial	Tiempo estimado 120 minutos
En grupo	
Tipo de actividad: T3,T8 y T7	
En esta actividad el estudiante se enfrenta a la resolución de una situación problemática sencilla para la que propondrá una solución por escrito. Esta actividad finalizará con una breve puesta en común. Cada equipo elaborará un informe para su evaluación.	

Te enfrentas a una obra gráfica atribuida a un artista estadounidense que tiene por costumbre firmar sus obras con un bolígrafo "bic". Existen dudas razonables sobre su atribución puesto que hay indicios que apuntan hacia un falsificador europeo. A ti se te ocurre una manera sencilla de hacer una comprobación aprovechando lo que ya sabes sobre las propiedades características de las sustancias y su separación en base a dichas propiedades.

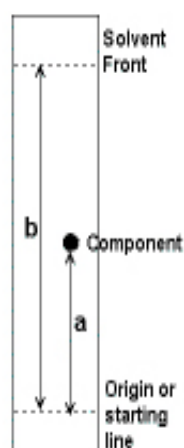
Además dispones de información sobre las diferencias en composición entre los bolígrafos *bic* europeos y los estadounidenses: *Los bolígrafos "bic" estadounidenses y los europeos son muy semejantes pero no iguales (entre otros componentes, estas tintas de bolígrafo contienen diferente número de colorantes).*

Separación práctica de los colorantes de un bolígrafo mediante cromatografía de capa fina



Protocolo de separación de componentes de una tinta mediante cromatografía de capa fina

Paper Chromatography



Material:

- Papel de cromatografía
- dos bolígrafos *bic* (uno estadounidense y otro europeo)
- colorantes de referencia: azul Victoria, violeta de metilo, violeta cristal y *p*-rosanilina.
- acetato de etilo, etanol y agua

$$R_f = a / b$$

- cámara de elución para TLC

Procedimiento:

1. Recoger las muestras con un micropunzón (20 perforaciones de cada muestra).
2. Disolver las muestras en un vial con 10 microlitros de etanol.
3. Anotar el color de la tinta en disolución
4. Activar la placa de TLC en la estufa a 80°C durante 15 minutos
5. introducir en la cámara de revelado la mezcla de disolventes acetato de etilo: etanol : agua (70:35:30) y dejar equilibrar la mezcla en la cámara durante 15 minutos
4. sembrar la placa de TLC.
5. Introducir la placa en la cubeta de separación.
6. Esperar, sacar la placa y dejar secar.
7. identificar en número de componentes en cada caso y asignarles un Rf.
8. Identificar el origen de la tinta cuestionada

Piensa en un diseño experimental que te permita diferenciar la composición de los dos bolígrafos y por otra parte identificar la muestra problema.

- ¿Cuántos colorantes conseguimos separar en cada caso?
- ¿En que propiedad de los colorantes se basa esta separación?
- ¿Corresponde la firma dubitada a un "bic" de origen estadounidense, como cabría esperar?

Actividad nº7	
Presencial	Tiempo estimado 30 minutos
Equipo	
Tipo de actividad: T6	
Al finalizar esta actividad cada estudiante realizará un mapa conceptual por escrito. Los mapas conceptuales se pondrán en común.	

Visiona el Video (6 minutos de duración) sobre mezclas homogéneas, heterogéneas y separación de mezclas (ejemplos cotidianos):

<http://www.youtube.com/watch?v=h2xg0YqJwBg>

Haz un mapa conceptual que incluya los siguientes términos y definiciones: Tipos de materia (mezclas y sustancia), Mezclas homogéneas y heterogéneas, procesos de separación y procesos de mezcla. Junto con una breve descripción de cada concepto y algún ejemplo del área de la restauración.

Actividad nº8	
Presencial	Tiempo estimado 15 minutos
Individual	
Tipo de actividad: T3	
Al finalizar esta actividad, se discutirá en la clase	

La materia se presenta en la naturaleza en dos formas distintas: como sustancia y como mezcla, tal y como ha quedado reflejado en las Actividades anteriores. Pero...

¿Cual es la composición de una sustancia? ¿Cómo podemos saber si una sustancia es simple o compuesta?

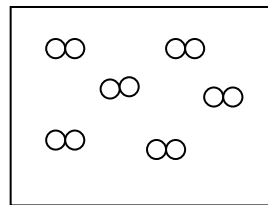
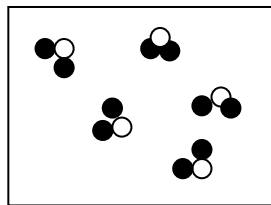
- El agua se define como sustancia compuesta mientras que el oxígeno se define como sustancia simple. ¿En qué puede estar basada esta discriminación?

**Clave: La composición del agua, popularmente conocida, responde a la fórmula de H_2O mientras que la del oxígeno atmosférico, responsable de los procesos de oxidación de los barnices y el secado de las pinturas al óleo, es O_2*

Actividad nº9	
No presencial	Tiempo estimado 15 minutos
Individual	
Tipo de actividad: T3	
Al finalizar esta actividad, se discutirá en clase	

¿Con qué dibujo relacionarías cada una de las sustancias de la actividad anterior?

¿Con qué relacionas cada una de las bolitas dibujadas?



Actividad nº10	
Presencial	Tiempo estimado 60 minutos
Tipo de actividad: T1	
Exposición teórica que servirá de base para las actividades posteriores.	

Introducción por la profesora del concepto microscópico de elemento químico como idea que sirve para explicar la diversidad de los materiales existentes.

Actividad nº11	
No presencial	Tiempo estimado 30 minutos
Individual	
Tipo de actividad: T3	
Al finalizar esta actividad cada estudiante recogerá los resultados en su cuaderno, por escrito y se pondrán en común.	

¿Cual es la diferencia en composición entre el oxígeno atmosférico y el ozono?
¿Qué propiedades tiene cada una de estas sustancias? ¿Son iguales o diferentes?
Busca en Internet.

Actividad nº12	
Presencial	Tiempo estimado 60 minutos
En grupo	
Tipo de actividad: T5 y T6	
<p>Esta actividad servirá para recapitular los conceptos trabajados hasta el momento y asentar algunas de las bases teóricas para la resolución de las siguientes actividades. Cada grupo elaborará un pequeño informe por escrito. La profesora recapitulará lo expuesto por los diferentes grupos y hará la presentación final de la teoría atómica molecular y su vinculación con los conceptos introducidos hasta el momento.</p>	

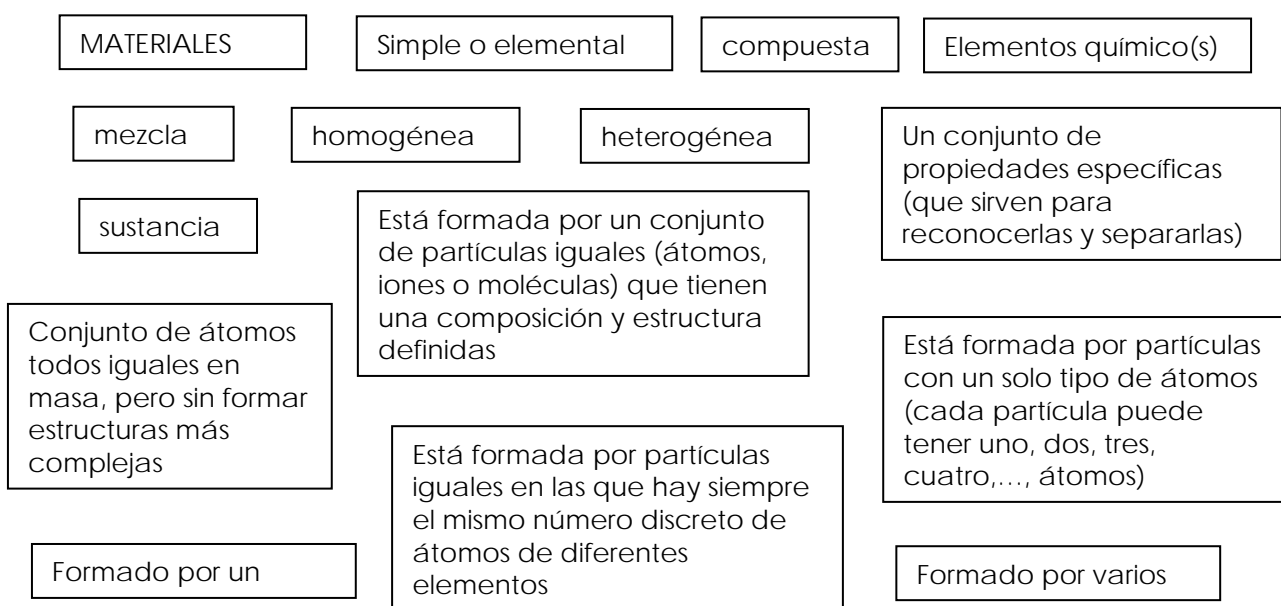
Busca en Internet los postulados de la teoría atómica molecular de Dalton (1807)

La teoría molecular propuesta por Dalton proporciona una visión microscópica de los sistemas materiales que hemos clasificado de forma macroscópica como mezclas, compuestos y sustancias simples.

- Explica cómo se relacionan el concepto de átomo y el de elemento.
- Cómo se define la molécula y cuantos tipos de molécula se contemplan.
- Cuantos tipos de sustancias se pueden generar a partir de los elementos conocidos (recogidos en la tabla periódica).

Actividad nº13	
Presencial	Tiempo estimado 30 minutos
En grupo	
Tipo de actividad: T6	
Al finalizar esta actividad cada grupo entregará su mapa conceptual y se pondrán en común los resultados en clase	

Elabora un mapa conceptual con las siguientes piezas:



Actividad nº14	
No presencial	Tiempo estimado 10 minutos
Individual	
Tipo de actividad: T3	
Al finalizar esta actividad se pondrá en común el resultado	

En la tabla periódica se recogen los 89 elementos que se encuentran en la tierra de forma natural, además de los producidos artificialmente. En lo que respecta al ámbito artístico y al campo de la conservación y restauración sólo un pequeño número de ellos van a formar parte de la composición de los materiales relacionados con estas áreas (como elementos integrantes de la composición de las obras, o de las sustancias empleadas en los tratamientos). Cada elemento químico se representa mediante una abreviatura conocida como símbolo químico.

- **¿Qué indica la composición química de una sustancia?**
- **¿Qué indican los símbolos y los subíndices que figuran en las siguientes fórmulas? Minio (Pb_3O_4), bermellón o cinabrio (HgS), laca roja ($C_{20}H_{14}O_{11}$) y amarillo de cadmio (CdS).**

Actividad nº15	
Presencial	Tiempo estimado 45 minutos
Parte Individual y Parte en grupo	
Tipo de actividad: T1	
Al finalizar esta actividad de modo individual, los resultados se pondrán en común en grupo y cada grupo elaborará sus respuestas por escrito.	

En la práctica habitual del restaurador (y también en la práctica creativa del artista) se producen constantes cambios de estado que repercuten en la velocidad y calidad de muchos de los procesos involucrados.

Estudia los siguientes ejemplos y relaciónalos con el cambio de estado que se produce en cada caso (*describe los procesos de modo detallado y atribuye los cambios de estado correspondientes en cada paso de cada procedimiento*) :

- Pintar con la técnica encáustica
<http://www.youtube.com/watch?v=fBCSUGoDpl0&feature=related>
- Barnizar un cuadro.
- Limpiar una superficie utilizando disolventes.
- Realizar una escultura de bronce empleando un molde a la cera perdida.
<http://www.youtube.com/watch?v=ebeqXOA6jp4&feature=related>

Reflexiona sobre como se produce un cambio de estado e indica si a tu parecer el cambio de estado conlleva un cambio de composición. Es decir :

- **¿El hecho de que se produzca un cambio de estado implica un cambio en la estructura de las partículas (moléculas)?** Piensa en los ejemplos anteriores y en el ejemplo del agua (H₂O)
- **¿Seguiríamos teniendo agua (H₂O) si hablamos de un cubito de hielo o de vapor?**



Actividad nº16	
Presencial	Tiempo estimado 60 minutos
En grupo	
Tipo de actividad: T2, T3, T7	
El estudiante se enfrenta a una situación problemática habitual en la práctica profesional de la restauración. Cada estudiante recogerá por escrito las conclusiones alcanzadas por el grupo.	

Eres un restaurador trabajando en el taller de un museo. Una de las actividades habituales y también una de las que mayor complejidad entraña es la limpieza de capas de protección de superficies (barnices) mediante el empleo de disolventes.

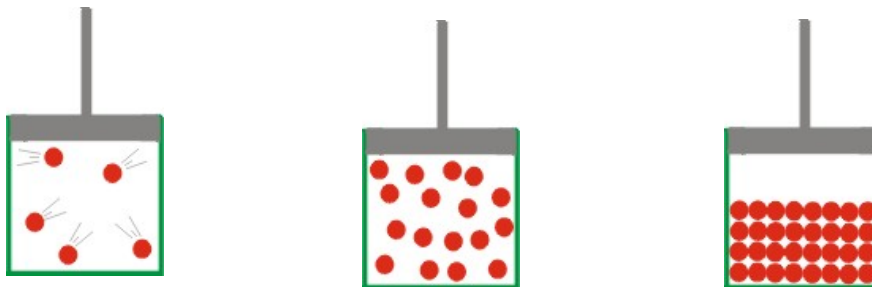
En el taller empleáis un procedimiento protocolizado para la elección de la mezcla adecuada en función del grado de oxidación (envejecimiento) del barniz que se quiere eliminar. Haces las pruebas de solubilidad que figuran en el protocolo y la mezcla más efectiva para la limpieza de tu cuadro resulta ser: isooctano:éter:etanol en proporción 55:15:30. Funciona fenomenal y la jornada transcurre apaciblemente. Al acabar la jornada guardas tus frascos en el armario y te vas de fin de semana. El lunes retomas el trabajo y para sorpresa tuya la mezcla que el viernes parecía funcionar perfectamente, el lunes no limpia como debiera **¿Qué ha podido ocurrir?**

- **¿Qué cambios de estado sufren los disolventes?**
- **¿Sufren todos los disolventes cambios de estado con la misma facilidad (bajo las mismas condiciones ambientales)?**
- **¿qué puede ocurrir cuando mezclamos disolventes de distintas volatilidades?
¿Permanecerá la composición de la mezcla preparada constante en el tiempo?**

Actividad nº17	
Presencial	Tiempo estimado 60 minutos
En grupo	
Tipo de actividad: T3	
Esta actividad finalizará con una breve puesta en común.	

Teniendo en cuenta (*tal y como lo hemos deducido de la actividad anterior*) que el cambio de estado no implica una modificación interna en la estructura de las partículas (*las moléculas permanecen "intactas" y mantienen su estructura*) sino que está directamente relacionado con su estado de agregación.

Propón una hipótesis que explique los diferentes estados de la materia. Emplea para ello los dibujos que tienes a continuación:



● Partícula de una sustancia (*por ejemplo molécula de H₂O*)

Si los cambios de estado están relacionados con los estados de agregación de las partículas

¿Qué información te falta aún por estudiar para poder predecir los cambios de estado (por ejemplo valorar la volatilidad de los diferentes disolventes – de qué dependerá)?

Actividad nº18	
No presencial	Tiempo estimado 60 minutos
Individual	
Tipo de actividad: T3, T4	
Esta actividad finalizará con una breve puesta en común.	

Reflexiona sobre uno de los procedimientos de la actividad 15 “la realización de una escultura en bronce con un molde a la cera perdida”. Implica varios cambios de estado en las diferentes partes del proceso: Fundido de la cera, Fundido del bronce (a altas temperaturas), etc.

Procedimiento de molde a la cera:

- realizar de una réplica de la escultura en madera, arcilla etc..
- lubricar y hacer un molde de silicona (goma de silicona)
- dejar secar y desprender la réplica lubricada (molde de goma detallado)
- se vierte cera caliente en el molde
- se deja enfriar y se obtiene una réplica exacta en cera.
- se hace un canal de cera para poder introducir el bronce en el molde
- se sumerge la réplica de cera en un material de cerámica y se le aplica sílice en polvo para reforzar la cerámica
- Se mete en un autoclave y se le somete a la presión de vapor caliente – la cera se funde y queda el molde hueco de cerámica.
- el molde pasa a una mufla a 850°C para dar lugar al molde acabado sobre el que se fundirá el bronce.
- en la fundición se calienta el bronce a 1140°C y se vierte en el molde. En unos minutos se solidifica.
- Se rompe el molde de cerámica y queda a la vista la escultura de bronce
- Se sueldan los agujeros e imperfecciones y se pule la estatua.
- se pulveriza con ácido para crear una pátina
- se aplica una mano de cera para darle brillo

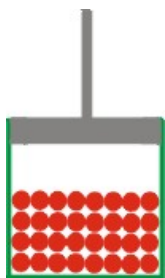
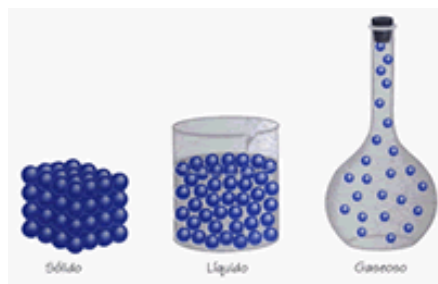
Del estudio de este proceso se pueden deducir varias características del comportamiento de los sólidos y de los líquidos. Así como del cambio de estado sólido-líquido.

1. ¿Por qué en la elaboración de moldes se emplean sustancias fácilmente fundibles? ¿Qué características tienen los líquidos en cuanto a la forma que adoptan en el espacio que hace que resulten útiles para la elaboración de un molde? ¿se comportarían los sólidos del mismo modo?
2. ¿Cómo interviene la temperatura en el cambio de estado?
3. ¿Existe alguna diferencia entre el bronce de partida y el bronce del que está compuesta nuestra escultura final? ¿se trata de la misma aleación o se a producido alguna modificación?

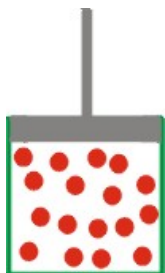
Actividad nº19	
Presencial	Tiempo estimado 30 minutos
En grupo	
Tipo de actividad: T6	
Esta actividad finalizará con una breve puesta en común aludiendo a la actividad anterior.	

Presentación teórica, por parte de la profesora, de los estados de agregación y los cambios de estado.

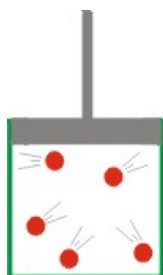
Como se ha indicado con anterioridad se puede considerar que la materia está constituida por unidades estructurales. Entre ellas se establecen fuerzas de cohesión y dependiendo de la naturaleza e intensidad de estas fuerzas, la materia se presenta en tres formas distintas o estados de agregación: sólido, líquido y gas.



En el estado sólido, las fuerzas de cohesión son muy intensas, por lo que sus unidades estructurales no tienen libertad de movimiento y se encuentran vibrando alrededor de posiciones fijas. En estas condiciones, las sustancias poseen una forma definida y un volumen determinado, son rígidas y no pueden fluir.



En el estado líquido, las fuerzas de cohesión no son tan intensas como en el estado sólido y permiten que las unidades estructurales de la sustancia presenten cierta libertad de movimiento, aunque sigue existiendo interacción entre ellas. En consecuencia, los líquidos tienen un volumen definido pero no presentan forma propia, sino la del recipiente que los contiene.



En el estado gaseoso, las fuerzas de cohesión son muy débiles y las unidades estructurales de la sustancia presentan total libertad de movimiento y no permanecen unidas. En consecuencia, los gases no tienen forma ni volumen propios, son capaces de expansión infinita y son fácilmente compresibles.

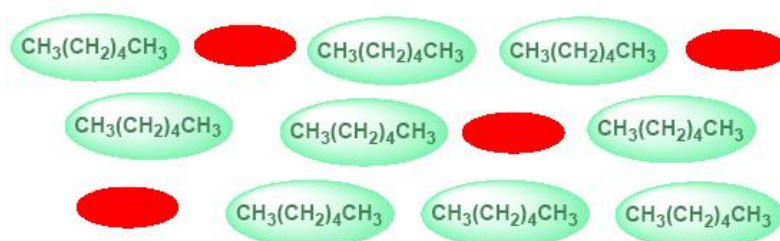
Tanto los gases como los líquidos tienen capacidad de fluir, por lo que se denominan fluidos.

En determinadas condiciones ambientales, las sustancias se encuentran en un cierto estado de agregación, pero si las condiciones se modifican, pueden pasar a otro estado; es decir, se produce un cambio de estado

El estudiante tiene que ser consciente de que un cambio de estado no implica ninguna modificación en la estructura interna de las partículas, solamente supone un cambio en su estado de agregación.

Del mismo modo, un proceso de disolución tampoco implica cambios en la estructura interna de las partículas. Se trata de un proceso de mezcla en el cual las partículas de las diferentes sustancias se mezclan físicamente.

Disolución de un soluto no polar en hexano



<http://es.geocities.com/quimicorganica>

Actividad nº20	
No presencial	Tiempo estimado 15 minutos
individual	
Tipo de actividad: T6	
Esta actividad se realizará por escrito en el cuaderno del estudiante.	

Teniendo en cuenta que los estados físicos son tres (sólido, líquido y gaseoso).

Realiza un esquema que resuma los tres estados y las relaciones entre ellos (cambios de estado).

Actividad nº21	
Presencial	Tiempo estimado 120 minutos
Individual	
Tipo de actividad: T6, T9	
<p>Esta actividad se entregará por escrito y finalizará con una recapitulación por parte de la profesora de "los niveles de interpretación macroscópicos y microscópicos a adquirir por los estudiantes para la comprensión de los procesos físico-químicos". Es una actividad evaluable. <i>Para su resolución podéis consultar las fuentes secundarias que estiméis necesarias.</i></p>	

Teniendo en cuenta los fundamentos y conceptos teóricos trabajados hasta el momento, responde al siguiente cuestionario:

Interpretación macroscópica: en referencia a la sustancia

Interpretación microscópica: en relación a la estructura de las sustancias (partículas)

- *Ref. cuestionario basado en el publicado por* Azcona, R. , Furió, C., Intxausti, S. y Álvarez A., "¿Es posible aprender los cambios químicos sin comprender qué es una sustancia? Importancia de los prerrequisitos", **Alambique** Didáctica de las Ciencias Experimentales 40 (2004) 7-17.

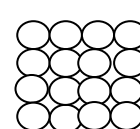
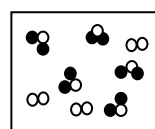
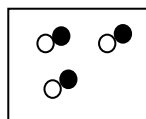
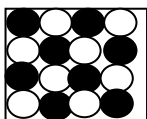
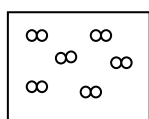
1. ¿Cómo explicarías a un/una compañero/a qué es una sustancia?

En la lista que se indica a continuación subraya los nombres que creas que están formados por una sustancia (aporta las explicaciones pertinentes):

Luz, aire, agua, oro, barniz, cobre, bronce, carbonato cálcico, pintura al oleo.

Explicaciones:

2. En los esquemas que aparecen a continuación se han representado mediante bolitas, que simbolizan los átomos, las estructuras de varios materiales (2 sólidos y 3 gaseosos). Indica cuáles corresponden a una *sustancia compuesta*.

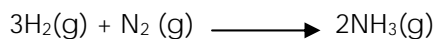


Explicaciones:

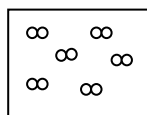
3. ¿A cuales de los siguientes sistemas materiales les asignarías una fórmula? En caso afirmativo, escríbela y dibuja cómo sería su estructura atómica si pudieses verla con un instrumento de observación.
- Una lámina de oro (pan de oro)
 - Un poco de agua
 - Una disolución acuosa de metanol
 - Una eflorescencia salina de cloruro sódico
4. Para limpiar las costras calizas, se adiciona ácido clorhídrico (HCl) sobre una costra caliza (CaCO₃). Inmediatamente se observa una efervescencia (se está liberando CO₂) y la costra dura e insoluble su vuelve soluble y se puede eliminar con agua. Justifica lo ocurrido con la costra de calcárea y como se explica este procedimiento de limpieza química desde el punto de vista químico (esto es, átomos y moléculas).



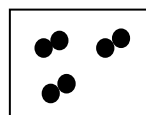
5. El hidrógeno y el nitrógeno reaccionan según la ecuación:



Imaginate que disponemos de una pequeña muestra de hidrógeno y de nitrógeno que van a reaccionar. Esta muestra contiene cierto número de moléculas de cada sustancia (como se observa en la figura):



Hidrógeno



Nitrógeno

Dibuja a un diagrama en el que se muestre la mezcla resultante *cuando haya finalizado la reacción y explícalo.*

Actividad nº22	
No Presencial	Tiempo estimado 120 minutos
En grupo	
Tipo de actividad: T4, T5, T7, T9	
<p>Se os presenta un escenario-problema que os resulta conocido y para el que tendréis que aportar una explicación. Esta actividad finalizará con la entrega del trabajo de equipo por escrito. El Trabajo será evaluado y los resultados discutidos en clase, mediante puesta en común. <i>Para su resolución podéis consultar las fuentes secundarias que estiméis necesarias.</i></p>	

La acrópolis de Atenas constituye un buen ejemplo del efecto dramático de la contaminación. Estos templos antiguos que han sobrevivido al paso del tiempo, los terremotos y las guerras, han sufrido sin embargo la corrosión implacable de los agentes contaminantes. Las estructuras de mármol, seriamente dañadas, como es el caso de las cariátides, tuvieron que ser desplazadas al interior del museo y sustituidas por réplicas en cemento. Las partes ausentes se remplazaron por réplicas exactas, con la fecha de instalación grabada en las mismas, a fin de distinguir fácilmente las piezas añadidas de las originales. Además, en un esfuerzo por fortalecer las estructuras dañadas, los restauradores en el pasado, insertaron pernos y rodillos de hierro, que se han ido oxidando y manchando el mármol, acelerado su deterioro. Los restauradores se vieron obligados a extraer estas estructuras metálicas y sustituirlas por rodillos de titanio. Se empleó titanio debido a su dureza, ligereza y resistencia a la corrosión. Se implementaron medidas adicionales de conservación para ralentizar el deterioro de las ruinas: sólo se pueden emplear combustibles con bajo contenido de azufre en gasolinas y en combustibles de calefacción. Además, tanto los vehículos como los aviones son desviados del área de la acrópolis.

¿Qué le ha pasado al mármol de la acrópolis por efecto del azufre contenido en la atmósfera?

- ¿Cuál es la composición química del mármol?
- ¿Cual es el efecto nocivo del azufre atmosférico? ¿Cómo se relaciona con la lluvia ácida?
- ¿Cómo explicas que el mármol se acabe disolviendo por efecto de los gases sulfurosos y en ese proceso de disolución pase por un paso intermedio de aspecto polvoriento semejante al de la tiza?
- ¿Identificas esta transformación con un cambio físico o con un cambio químico?
- ¿Cómo lo reflejarías por medio de ecuaciones (reacciones químicas)?

Actividad nº23	
Presencial	Tiempo estimado 60 minutos
Individual	
Tipo de actividad: T6, T9	
Esta actividad finalizará con la entrega del trabajo individual por escrito. El Trabajo será evaluado y los resultados discutidos en clase, mediante puesta en común. <i>Para su resolución podéis consultar las fuentes secundarias que estiméis necesarias.</i>	

Las alteraciones que pueden tener lugar en los materiales constituyentes de los bienes culturales pueden llegar a ser muy relevantes desde el punto de vista de su conservación, ya que pueden originar degradaciones que afectan a su funcionalidad, mensaje histórico y lectura estética.

Los cambios que se producen durante estas alteraciones, así como los procesos implicados en su posterior tratamiento, pueden ser físicos o químicos.

Reflexiona sobre los siguientes procesos e indica si se trata de procesos físicos o químicos (especificando dichos procesos)/ describe las transformaciones químicas en aquellos casos en los que tengan lugar:

- El reentelado de una pintura empleando un adhesivo como la la Beva® o una mezcla cera-resina.
- El endurecimiento de los barnices constituidos por una resina (dammar, policetónica, acrílica) y un disolvente (esencia de trementina, White spirit, tolueno).
- La elaboración de una pintura al fresco.
- Cuando se produce una limpieza y se procede a la eliminación de un barniz envejecido (oxidado) mediante el uso de disolventes orgánicos.
- El ennegrecimiento de la plata.
- Oxidación de los metales (por ejemplo el cobre o el bronce).
- El amarillamiento de los barnices de resinas naturales

Actividad nº24	
Presencial	Tiempo estimado 30 minutos
En grupo	
Tipo de actividad: T3	
Al finalizar esta actividad cada estudiante discutirá sus conclusiones en el grupo y se realizará una pequeña puesta en común.	

¿Estas de acuerdo con la definición de los compuestos inorgánicos como aquellos procedentes del reino mineral; mientras que los orgánicos se pueden definir como aquellos que únicamente pueden ser sintetizados por organismos vivos?

- ¿es lo mismo natural que orgánico?
- ¿Cual es la característica común que sirve para clasificar los compuestos como orgánicos?
- ¿Cómo encajarían en esta clasificación los compuestos sintéticos? ¿son orgánicos o inorgánicos?
- ¿Cómo clasificarías los plásticos, tan utilizados en arte contemporáneo?

Emplea las fuentes secundarias que estimes necesario (bibliografía e Internet)

Actividad nº25	
Presencial	Tiempo estimado 30 minutos
individual	
Tipo de actividad: T5	
Al finalizar esta actividad cada estudiante discutirá sus conclusiones en el grupo y se realizará una pequeña puesta en común.	

Clasifica los siguientes compuestos como Orgánicos o inorgánicos y naturales o sintéticos:

Blanco de titanio (dióxido de titanio, TiO_2), blanco de zinc (óxido de zinc, ZnO), laca roja ($C_{20}H_{14}O_{11}$), ocre rojo (óxido férrico, F_2O_3), azurita (dihidroxibicarbonato de cobre (II), $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$), malaquita (dihidroxicarbonato de cobre (II), $Cu_3CO_3(OH)_2$), cinabrio (sulfuro de mercurio (II) - HgS), yeso (sulfato de calcio dihidratado, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$), oropimente (sulfuro de arsénico, As_2S_3), lapislázuli (ultramar natural), ultramar artificial, cola animal, gomas polisacáridas (aglutinante en la acuarela), resinas terpénicas (barnices naturales tipo almaciga), aceites secantes (aceite de linaza), colorantes, termoplásticos (acrílicos y resinas cetónicas empleadas como barnices de retoque: Paraloid por ej.), fibra de algodón, fibra de nylon, aleación de bronce y piedra caliza.



Maguregi, I. (2011). La importancia de la materia en la conservación y restauración de bienes culturales.

<http://www.ikd-baliabideak/ik/MaguregiOlabarria-11-2011-ik.pdf>



Reconocimiento - NoComercial – Compartir Igual (by-nc-sa): No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.