



# *Evaluación formativa en la asignatura Estereoquímica.*

*Reflexiones profesor-estudiante sobre una coreografía didáctica para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje.*

David García Fresnadillo, Antonio J. Sánchez Arroyo (Fac. CC. Químicas)

“Nuestros estudiantes aprenden mejor o peor, más profunda o más superficialmente, de forma más teórica o más práctica según cual sea la metodología que empleemos”.

F. K. Oser, F. J. Baeriswyl.



## Unas definiciones breves:

**Evaluación formativa: Proceso planificado** en el que la **evidencia de la situación del alumno**, obtenida a través de la **evaluación**, es utilizada: por **los profesores para ajustar sus procedimientos de enseñanza en curso**, o bien por **los alumnos para ajustar sus técnicas de aprendizaje** habituales.

W. J. POPHAM. "Evaluación Trans-formativa. El poder transformador de la evaluación formativa", Narcea, Madrid, 2013.

C. ROSALES. "Criterios para una evaluación formativa. Objetivos, contenido, profesor, aprendizaje, recursos", Narcea, Madrid, 2003.

**Coreografía didáctica: Forma** en que **organizamos** los **medios a nuestra disposición** (ritmo, espacio, tiempo, actividades) para **propiciar el aprendizaje** de nuestros **estudiantes**.

**Profesores como gestores de un contexto de aprendizaje:** tipo, estilo y forma como los estudiantes aprenden.

- **coreografía interna:** resultado del aprendizaje.

- **coreografía externa:** contexto, materiales, ritmos, demandas, tipo de actividades.

F. K. OSER, F. J. BAERISWYL. "Choreographies of Teaching: Bridging Instruction to Teaching", en V. RICHARDSON (ed.): Handbook of Research on Teaching, 4th ed. Washington: AERA, 2001, pp. 1031-1065.



## Estereoquímica:

4,5 ECTS (2 Teór.; 2,5 Práct.)

Optativa 4º - 5º Licenciatura

1º semestre 2010-11, 2011-12

12:30 – 13:30 h.

Dpto. Q. Orgánica

Fac. CC. Químicas UCM

*Asignatura instrumental,*

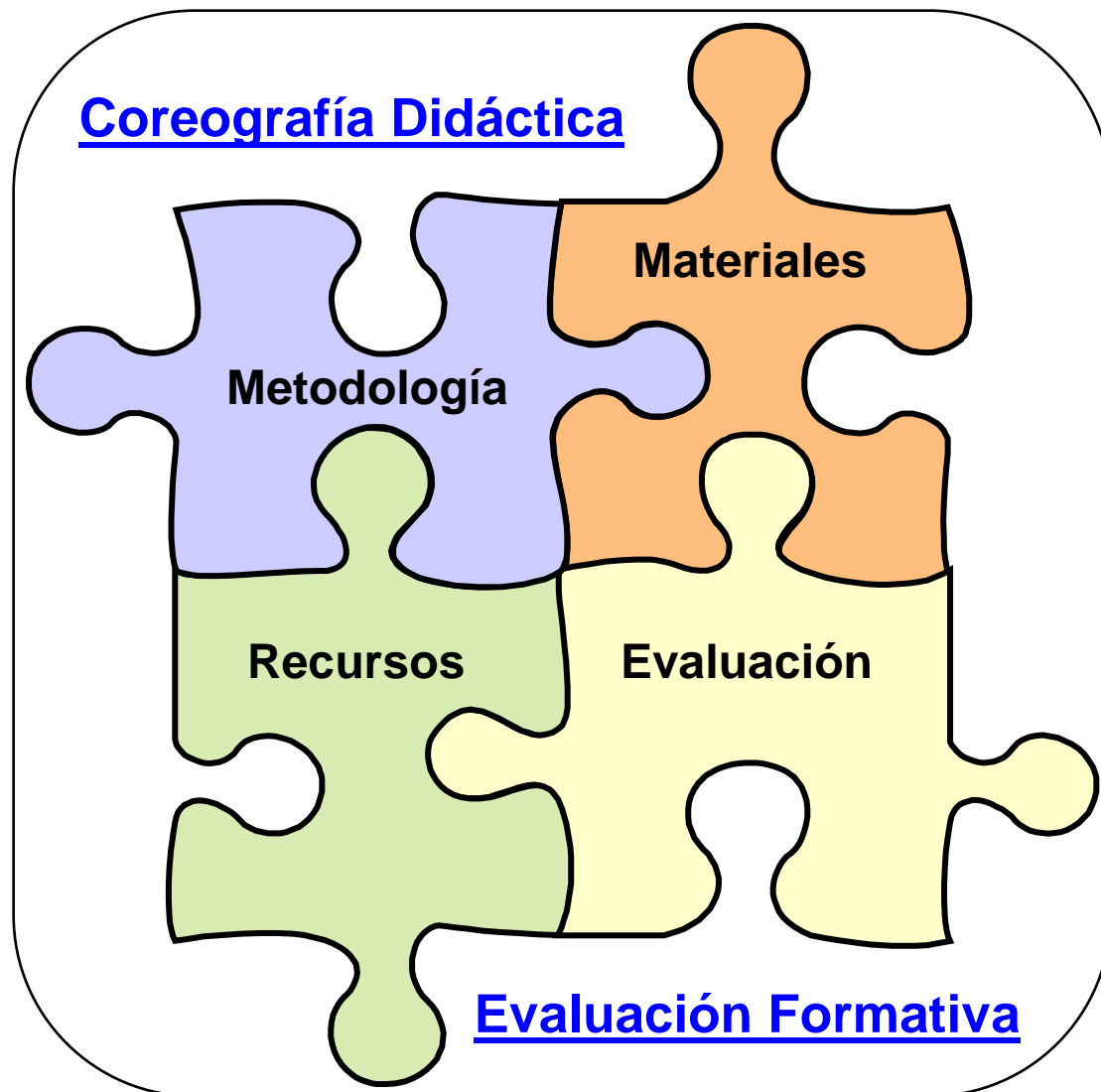
*útil, interrelacionada*

*con otras materias*

Asignatura difícil que

requiere ver y pensar las

moléculas en 3D...





## Coreografía Didáctica





## Vinculación de la coreografía didáctica a la evaluación formativa:

### • **Temporalización:**

- **Guía docente:** - anticipando competencias, objetivos de aprendizaje, contenidos y recomendaciones.  
- metodología docente, planificación de actividades y tipo de evaluación.
- **“Hoja de ruta”:** - cronograma de actividades de profesor y estudiantes.  
- puesta en escena de recursos y condiciones del proceso de enseñanza-aprendizaje.  
- localizaciones y materiales docentes, estructuración de clases y contenidos.  
- fechas de realización de pruebas de evaluación de U. D.  
- seguimiento del progreso y retroalimentación del aprendizaje mediante tutorías.
- **Clases:** - introducción motivadora / one-minute paper (evaluación informal).
- **Seminarios:** - actividades de trabajo individual y grupal con materiales de apoyo y tutorías.  
- mostrar al alumnado las operaciones mentales para alcanzar objetivos de aprendizaje.  
- desarrollar estrategias adecuadas de resolución de problemas.
- **Preparación de la evaluación:** revisión de dudas en clase anterior a la prueba de evaluación de la U. D.

### • **Recursos para el aprendizaje:**

- **Campus Virtual:** - todos los materiales disponibles previamente.
- **Mapa conceptual:** - de la asignatura y de cada tema.  
- de los contenidos y del aprendizaje.
- **Temas:** - apuntes / guía de estudio y libro de texto, glosarios de términos de cada tema.
- **Materiales de aprendizaje:** material complementario para el estudio / anexos de cada tema.

### • **Evaluación:** consecución de objetivos de aprendizaje / retroalimentación individualizada.



## Sobre la evaluación formativa y las pruebas de evaluación:

### Evaluación formal:

#### **Pruebas de evaluación al final de cada U. D. (4 x 10%)**

- 1 h, en clase, resolución de problemas / preguntas de respuesta corta.
- 60% estándar de corrección para aprobar.
- Clasificación en estudiantes dominadores / no dominadores de contenidos y competencias.
- Resolución en la siguiente clase, explicando los fallos de aprendizaje más importantes.
- Ejercicios de retroalimentación con opción de mejora de la calificación (+20%) para todos.

#### **Examen final prueba integradora de todos los conocimientos de la asignatura (40%)**

#### **Glosario de términos de Estereoquímica (10%)**

### Evaluación informal:

#### **One-minute papers, participación de los estudiantes en clases expositivas, de seminario y tutorías (10%)**

Coreografía didáctica de la asignatura "Principios de Reactividad Química". R. Cuervo Rodríguez, D. García Fresnadillo, M. L. Quiroga Feijóo, R. Gómez Aspe. En *Actas del V Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria*. F. Fargueta, A. Fernández, J. M. Maiques, eds. UPV, Valencia, 2009. ISBN 978-84-8363-413-4.

- Mayor nivel de asistencia a clase respecto a cursos anteriores
- Buena respuesta ante el mayor nivel de exigencia de las pruebas de evaluación
- Mayor motivación y participación del alumnado en la dinámica de las clases y tutorías
- Los estudiantes se involucran y responsabilizan más de su aprendizaje



HOJA DE RUTA

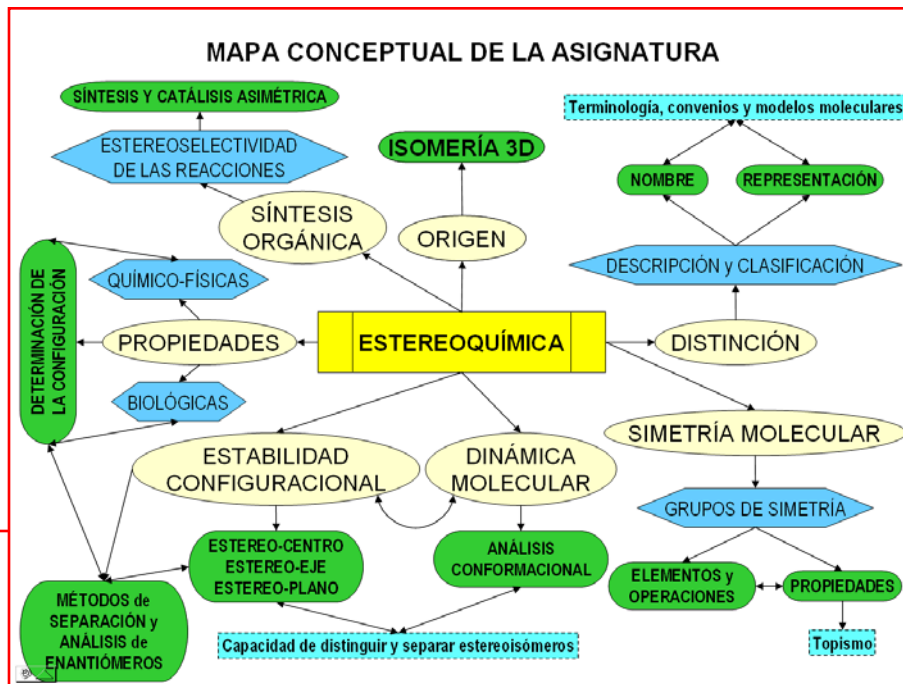
Clase	Día	Actividad	Tareas programadas ind./grupo
1	L-26-Sep.	Presentación de la asignatura	
2	M-27-Sep.	Tema 1 Poder rotatorio y exceso enantiomérico (e.e.). Estructura molecular e isomería	
3	J-29-Sep.	Tema 1 Estereoisómeros. Fórmulas estereoquímicas. Centro estereogénico. Centro quiral y notación configuracional. Modelos moleculares	
4	L-3-Oct.	Seminario 1 (Ejercicio 1)	
5	M-4-Oct.	Seminario 1 (Ejercicio 2)	
6	J-6-Oct.	Tema 2 Elementos y operaciones de simetría	
7	L-10-Oct.	Tema 2 Grupos de simetría	G-1 (Tema 2 Prob. 1, 2, y 3) Tutoría-Día-Hora
8	M-11-Oct.	Tema 2 Propiedades que dependen de la simetría	G-2 (Tema 2 Prob. 4, 5 y 6) Tutoría-Día-Hora
9	J-13-Oct.	Seminario 2 (Grupo G-1 y G-2)	G-3 (Tema 2 Prob. 7, 8 y 9) Tutoría-Día-Hora
10	L-17-Oct.	Seminario 3 (Grupo G-3)	G-4 (Tema 2 Prob. 10, 11 y 12) Tutoría-Día-Hora
11	M-18-Oct.	Seminario 4 (Grupo G-4)	
12	J-20-Oct.	Tema 3 Mecánica molecular. Deformaciones moleculares y variación de la energía	Prep. Eval. U. D. 1 QC-16 12:30h
13	L-24-Oct.	Evaluación U. D. 1 (Temas 1 y 2)	ENTREGA GLOSARIO U.D. 1
14	M-25-Oct.	Revisión prueba de evaluación U. D. 1 Tema 3 Mecánica molecular. Deformaciones moleculares y variación de la energía (continuación)	
15	J-27-Oct.	Tema 3 Análisis conformacional del ciclohexano y derivados	G-1 (Tema 3 Prob. 1, 2 y 3) Tutoría: V28-12:30h
16	L-31- Oct.	Tema 3 Análisis conformacional del ciclohexano y derivados (continuación)	G-2 (Tema 3 Prob. 4, 5 y 6) Tutoría: L31-13:30h
17	J-3-Nov.	Tema 3 Compuestos policíclicos fusionados y con puentes	G-3 (Tema 3 Prob. 7, 8 y 9) Tutoría: J3-13:30h
18	L-7-Nov.	Tema 3 Compuestos de cadena abierta. Conformación y reactividad	G-4 (Tema 3 Prob. 10, 11 y 12) Tutoría: L7-13:30h
19	M-8-Nov.	Seminario 5 (Grupo G-1 y G-2)	
20	J-10-Nov.	Seminario 6 (Grupo G-3)	
21	M-15-Nov.	Seminario 6 (Grupo G-3)	
22	J-17-Nov.	Seminario 7 (Grupo G-4)	Prep. Eval. U. D. 2 QC-16 12:30h
23	L-21-Nov.	Evaluación U. D. 2 (Tema 3)	ENTREGA GLOSARIO U.D. 2. ENTREGA FEEDBACK U.D. 1.
24	M-22-Nov.	Revisión prueba de evaluación U. D. 2	



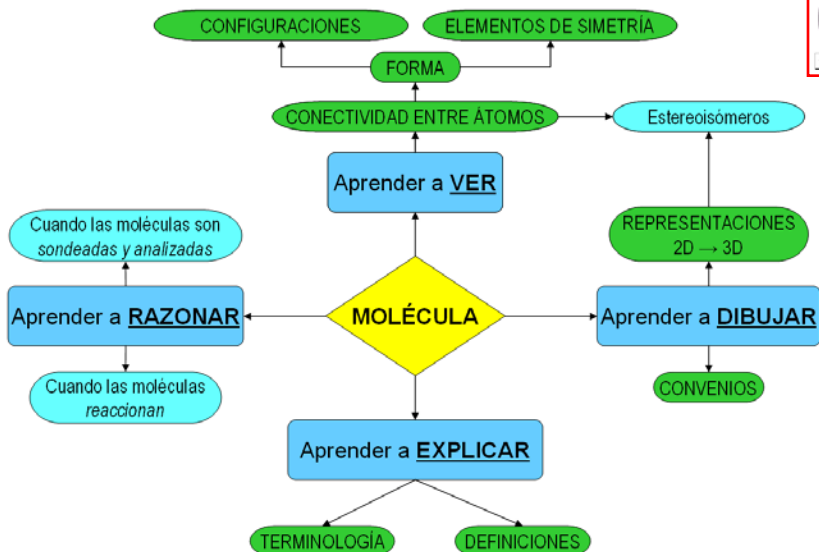


## Mapas Conceptuales:

Orientado hacia los **CONTENIDOS**  
*conocer...*



**MAPA CONCEPTUAL DEL APRENDIZAJE**

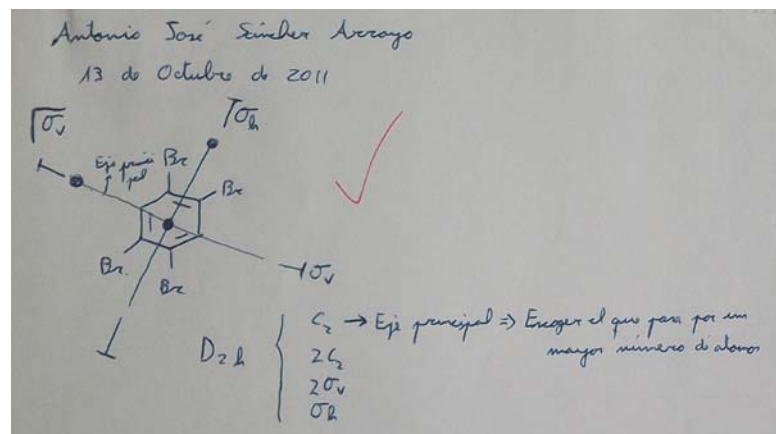
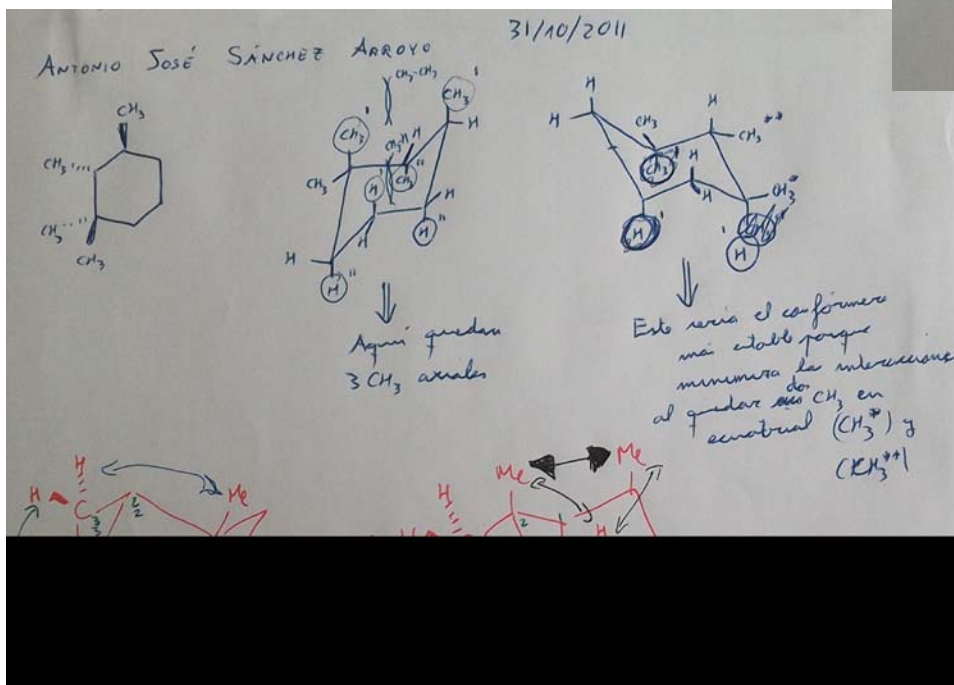
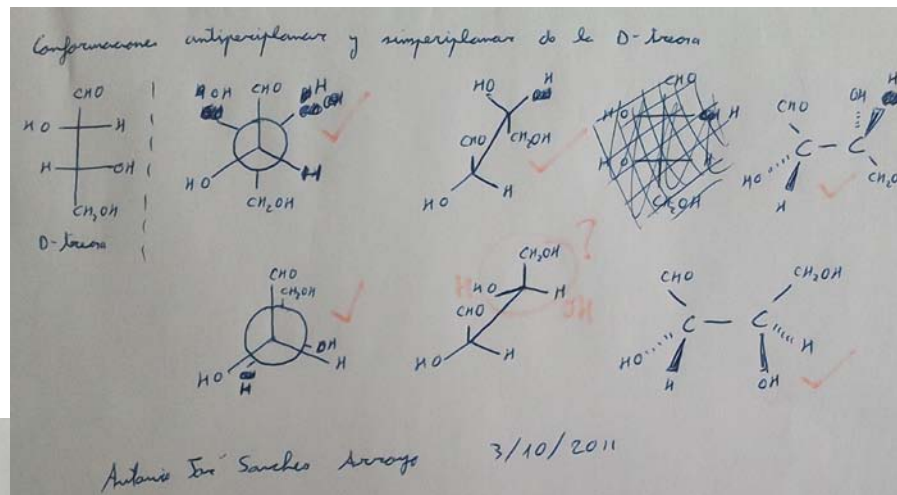
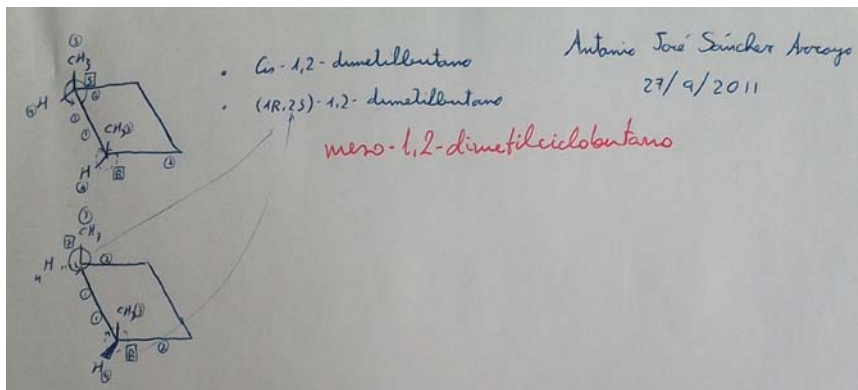


Orientado hacia las **COMPETENCIAS**  
*saber hacer...*





# One-minute papers:



P. MORALES VALLEJO. "Ser profesor: una mirada al alumno". Universidad Rafael Landívar, Guatemala, pp. 41-98, 2009.



0 - Ficha de la Asignatura

1 - Guía Docente

2 - Hoja de Ruta

3 - Unidad Didáctica 1: Temas 1 y 2

4 - Tema 2

5 - Tema 3

6 - Tema 4

7 - Tema 5

8 - Tema 6

9 -

10 -

## Seminario Mod...

Usted se ha autenticado como DAVID GARCIA FRESNADILLO (Salir)

MiCampus > seminario-invest-7750

Cambiar rol a... Activar edición

### Calendario

septiembre 2011

Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

### Clave de eventos

- Global
- Curso
- Grupo
- Usuario

### Personas

Participantes

### Actividades

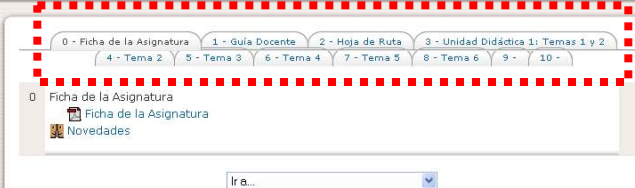
Foros  
Recursos

### Buscar en los foros

Búsqueda avanzada

### Administración

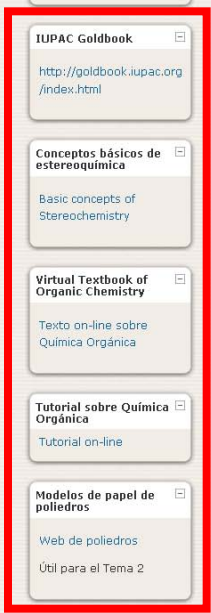
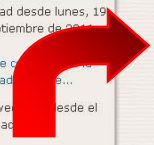
- Activar edición
- Configuración
- Calificaciones
- Resultados
- Grupos
- Copia de seguridad
- Restaurar
- Importar
- Reiniciar
- Informes
- Preguntas
- Archivos
- Desmatricular en seminario-invest-77502110-7
- Perfil



**Novedades**  
Agregar un nuevo tema...  
(Sin novedades aún)

**Eventos próximos**  
No hay eventos próximos  
Ir al calendario...  
Nuevo evento...

**Actividad reciente**  
Actividad desde lunes, 19 de septiembre de 2011 12:40  
Informe de actividad...  
Sin novedades desde el último ac...



**IUPAC Goldbook**  
<http://goldbook.iupac.org/index.html>

**Conceptos básicos de estereoquímica**  
Basic concepts of Stereochemistry

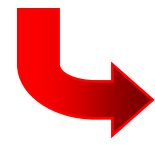
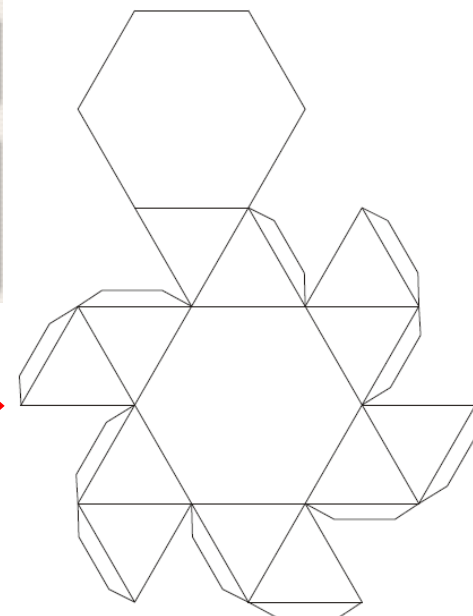
**Virtual Textbook of Organic Chemistry**  
Texto on-line sobre Química Orgánica

**Tutorial sobre Química Orgánica**  
Tutorial on-line

**Modelos de papel de poliedros**  
Web de poliedros  
Útil para el Tema 2

# Campus Virtual UCM

Hexagonal Antiprism

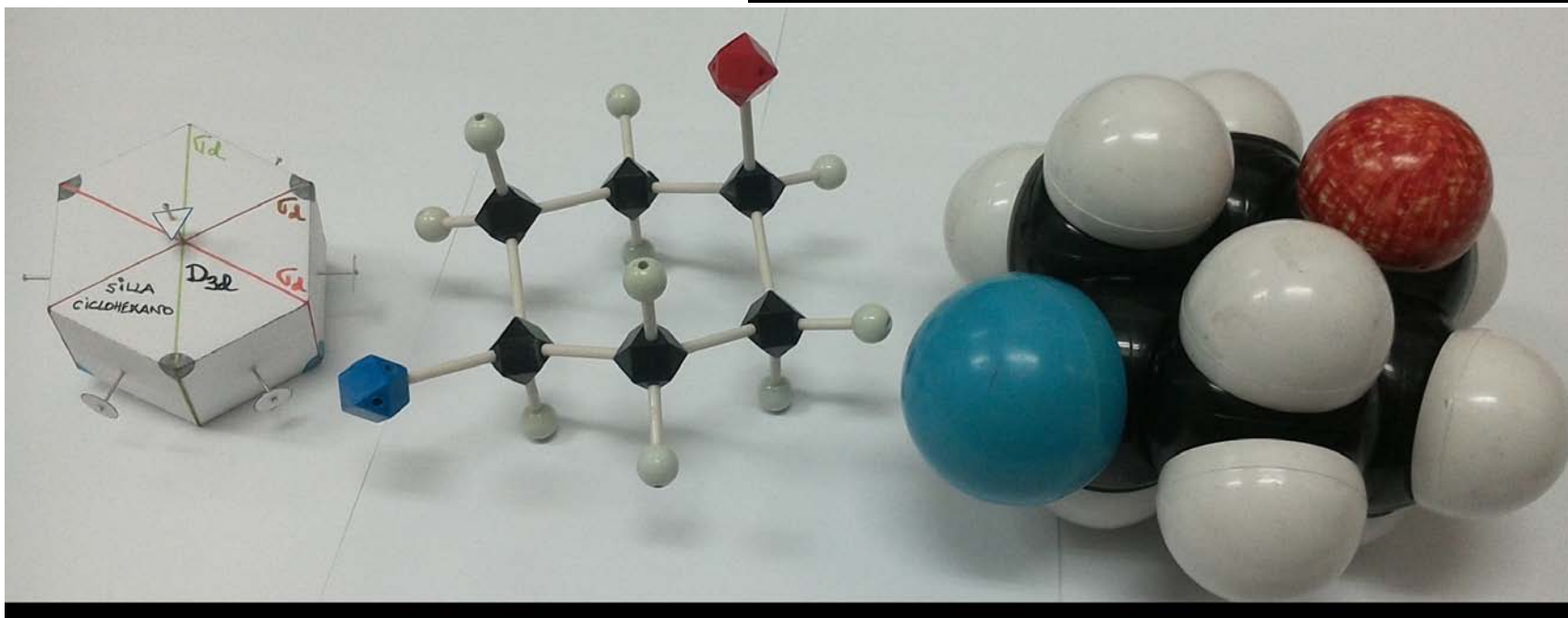
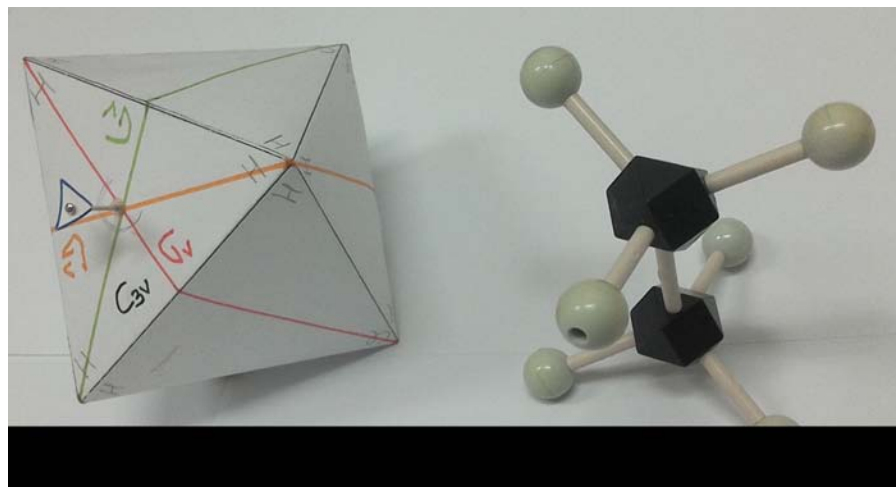




## Atrezo para la coreografía didáctica:

Las moléculas tienen forma y elementos de simetría.

*Influye en lo que vemos cuando las analizamos y también en cómo reaccionan.*



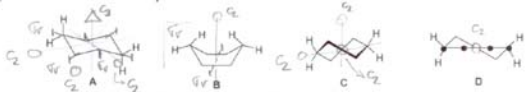


# Las pruebas de evaluación de U. D.:

Apellidos y Nombre: ..... DNI: .....

ESTEREOQUÍMICA Curso 2010-11 PRUEBA de EVALUACIÓN de la U.D. nº 2

1. (4 puntos) Las cuatro estructuras representadas a continuación son conformaciones del ciclohexano.



Nota: Se ha omitido la representación de los enlaces C-H, a excepción de los que están unidos a los átomos de carbono en posición relativa 1,4.

- a) Indique el nombre con el que se designan estas cuatro conformaciones.
- b) Justifique el grupo de simetría al que pertenece cada una de ellas.
- c) Indique la entropía debida a la simetría en cada caso.
- d) Justifique la estabilidad relativa del conjunto.

a) A = silla, B = bote, C = bote torcido, D = semi-silla

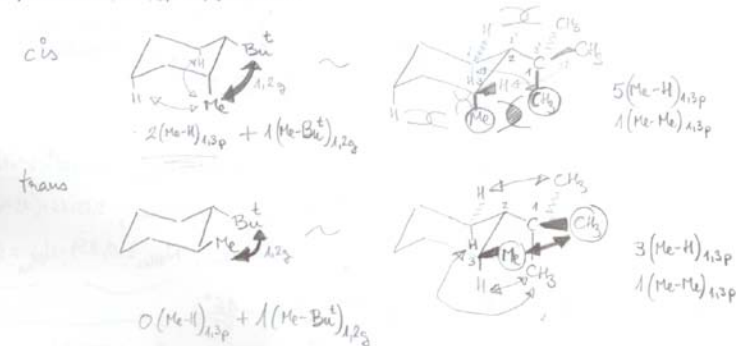
b) A  $\Rightarrow$   $D_{3d}$  ( $C_3, 3C_2, 3\sigma_h$ )  $\Rightarrow \sigma = 6$   
 B  $\Rightarrow$   $C_{2v}$  ( $C_2, 2\sigma_v$ )  $\Rightarrow \sigma = 2$   
 C  $\Rightarrow$   $D_2$  ( $C_2, 2C_2, 2\sigma$ )  $\Rightarrow \sigma = 4$   
 D  $\Rightarrow$   $C_2$  ( $C_2$ )  $\Rightarrow \sigma = 2$

Números de simetría que corresponden a cada grupo de simetría

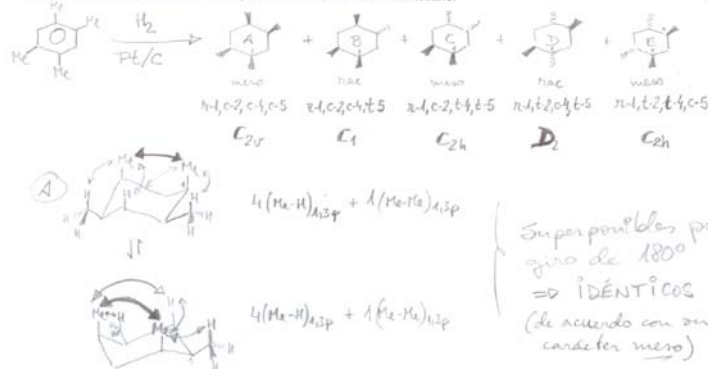
c)  $S_{sim} = -R \ln \sigma$ , donde se aplican los valores de  $\sigma$  que corresponden a cada estructura

d) D  $\Rightarrow$  gran tensión de 8 kcal. CH eclipsados, alta tensión angular y torsional por 4 C coplanarios  
 B  $\Rightarrow$  gran tensión estérica de 2H más allá, tensión torsional de 8 kcal. C-H eclipsados (2 en C-C en el plano)  
 C  $\Rightarrow$  leves tensiones torsionales, angulares y estéricas.  
 A  $\Rightarrow$  sin tensión angular y torsional. leve tensión estérica.

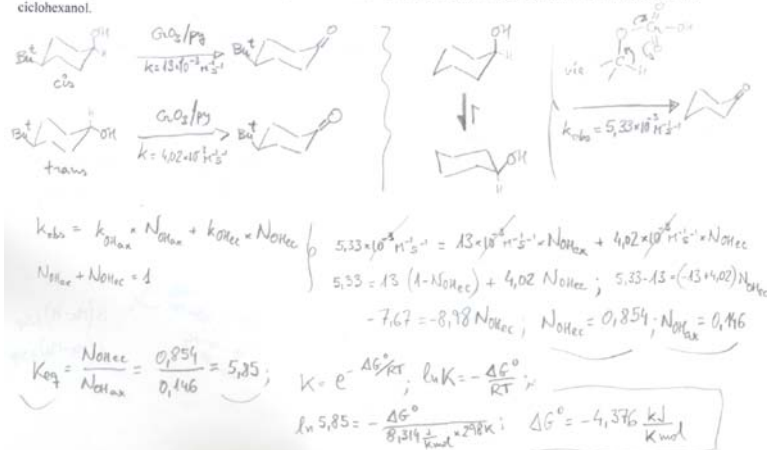
2. (2 puntos) La diferencia de entalpía entre el cis y el trans-1-terc-butil-2-metilciclohexano es de 7,27 kJ mol<sup>-1</sup>, equivalente a  $2 \times (Me-H)_{1,3p}$ . Justifique este dato.



3. (4 puntos) En determinadas condiciones de reacción, la hidrogenación catalítica (Pt/C) del 1,2,4,5-tetrametilbenceno conduce a una mezcla de estereoisómeros del 1,2,4,5-tetrametilciclohexano (todas las configuraciones relativas posibles). Nombre los diferentes estereoisómeros y designe la configuración relativa de cada uno de ellos. Existe un estereoisómero que pertenece al grupo de simetría  $C_{2v}$ . Determine para él las interacciones (Me-Me)<sub>1,3p</sub> y (Me-H)<sub>1,3p</sub> que existen en sus dos conformeros e indique, en su caso, cuál es el más estable.



4. (2 puntos) Las constantes específicas de velocidad de la reacción de oxidación a 25°C, con  $CrO_3$ /piridina, de los dos diastereoisómeros cis y trans-4-terc-butilciclohexanol son:  $13,0 \times 10^3$  y  $4,02 \times 10^3$  (L mol<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>) y el valor de la constante específica de velocidad del ciclohexanol en las mismas condiciones de reacción es  $5,33 \times 10^3$  L mol<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>. Calcular las poblaciones conformacionales y la variación de energía libre del equilibrio conformacional del ciclohexanol.







## La retroalimentación de las pruebas de evaluación de U. D.:

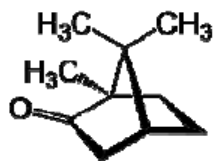
Apellidos y Nombre: ..... DNI: .....

ESTEREOQUÍMICA Curso 2011-12 RETROALIMENTACIÓN de la PRUEBA de EVALUACIÓN de la U.D. nº 2

1. Interpretar los datos sobre la longitud de los enlaces (pm) de los compuestos del tipo  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-X}$  recogidos en el cuadro, utilizando como referencia el valor de la longitud de los enlaces C-X considerados como *normales*. **R**

X	$\text{CH}_3\text{-O}$	$\text{O-CH}_2$	$\text{CH}_2\text{-X}$	$(\text{C-X})_{\text{referencia}}$
F	142.4	136.2	138.5	137.9
Cl	142.1	136.2	182.2	176.7
$\text{OCH}_3$	143.2	138.2	138.2	142.6

2. Determine la configuración de los estereocentros de la molécula de (+)-alcanfor. Indique el nombre IUPAC de la molécula, teniendo en cuenta que se trata de un compuesto bicíclico. ¿Tiene el alcanfor diastereoisómeros? Justifique su respuesta. **R, B**





## El seguimiento de la evaluación formativa:

ANTONIO JOSÉ SÁNCHEZ ARROYO G1

26-9-2011 Presentación  
27-9-2011 Ej. Nomenclatura EQ ✓  
29-9-2011 Ej. Polarimetria/OJO a inferir métodos, explicar a partir de procedimientos  
3-10-2011 Ej. Conversión: Fischer-caballero-Newman-perspectiva OJO = cambiar la configuración al trabajar  
4-10-2011 Seminario problemas T1, 2 ✓  
6-10-2011 Seminario problemas T1 2k ✓  
10-10-2011 Ej. Cetona, CSC, CSC ✓  
11-10-2011 Ej. Escalentes ✓  
13-10-2011 Ej. 1,2,4,5-tetrabromobenceno B4 ✓ P1 Seminario T2 ✓  
17-10-2011  
18-10-2011  
20-10-2011  
24-10-2011 Prueba UDI, glosario T1 y T2 9/2/11 B  
25-10-2011 Revisión prueba UDI  
27-10-2011 Ej. 1,2-dibromotano ✓  
31-10-2011 Ej. 1,1,2,3-tetrametilciclohexano  
3-11-2011  
7-11-2011 Seminario T3: 2  
8-11-2011  
10-11-2011  
15-11-2011

1-12-2011  
5-12-2011 P3 Seminario T4  
12-12-2011  
13-12-2011  
15-12-2011  
19-12-2011  
20-12-2011  
9-1-2012 Prueba UD3  
10-1-2012  
12-1-2012  
16-1-2012  
17-1-2012  
19-1-2012  
23-1-2012  
24-1-2012  
26-1-2012 Prueba UD4  
Ex. FEBRERO 27/30  
Participación 43/43 = 10  
UD1 UD2 UD3 UD4 ELO PAPEL Ex = TOTAL



## El seguimiento de la evaluación formativa:

Estudiante →	6	8	1	11	4	2	3	9	10	7	5
Concepto ↓											
Otros 1: Leer bien los enunciados		UD1 + UD2									
Otros 2: Justificar razonadamente la respuesta	UD1 + UD2										
Exceso enantiomérico / rotación específica	UD1		UD1								
Tipos de representación de estructuras	UD1 + UD2				UD1	UD1	UD1			UD1	
Nomenclatura de conformaciones		UD1	UD1	UD1		UD1		UD1			UD1
Determinación y nomenclatura de configuraciones	UD1 + UD2	UD1	UD1 + UD2	UD1	UD1 + UD2	UD1	UD1 + UD2	UD1		UD1	
Grupos y elementos de simetría. Propiedades	UD1 + UD2	UD1 + UD2		UD1 + UD2	UD1	UD2	UD2	UD1	UD1 + UD2		UD1
Relaciones estructurales de estereoisomería	UD1	UD1	UD1	UD1 + UD2	UD1 + UD2	UD1		UD1	UD2	UD2	UD1
Estereoisómeros estructuralmente posibles	UD1	UD1 + UD2	UD1 + UD2	UD1	UD1	UD1	UD1 + UD2	UD1 + UD2	UD1 + UD2	UD1	
Interacciones intramoleculares (estabilizantes / inestabilizantes)	UD2	UD2	UD2	UD2	UD2	UD2	UD2	UD2	UD2	UD2	UD2





## Evaluación del Programa Docencia:

- Información sobre el sistema de evaluación de la asignatura:

2010-2011:	4.00
2011-2012:	3.91
- Organización, preparación y estructuración de las clases:

2010-2011:	3.22
2011-2012:	4.36
- Explicación clara y comprensible de los contenidos de cada tema:

2010-2011:	2.44
2011-2012:	3.73
- Utilización adecuada de los recursos didácticos:

2010-2011:	3.44
2011-2012:	4.00
- Cumplimiento del programa de la asignatura:

2010-2011:	4.11
2011-2012:	5.00
- Se alcanzan los objetivos formativos de la asignatura:

2010-2011:	3.38
2011-2012:	3.82
- Satisfacción con la labor docente:

2010-2011:	3.11
2011-2012:	3.64



## Y la opinión de los estudiantes...:

*Hoja de ruta como ayuda al estudiante para planificar y organizar su tiempo para el estudio diario de la asignatura y compaginarlo con el estudio de las otras asignaturas.*

La **carga de trabajo** diario dificulta hacer lo mismo con otras asignaturas, en el contexto de una titulación con gran carga de prácticas de laboratorio.

*Percepción del **one-minute paper** como un examen sobre los contenidos que se acaban de impartir y... el miedo al fracaso... antes de tiempo... antes del examen final.*

El esfuerzo de **resolver y explicar en público** la resolución de los **problemas** de seminario (como entrenamiento para superar el miedo a hablar en público).

Esfuerzo del alumnado por entender y resolver sus dudas de aprendizaje.

***Glosarios** como algo superfluo cuando no hay tiempo suficiente para dedicar a la/s asignatura/s...*

**Retroalimentación** como nueva **oportunidad de practicar** en una asignatura que tiene pocos libros de texto y pocos ejercicios...

y como nueva **oportunidad para mejorar la nota**, superadas las lagunas de aprendizaje.



## Resultados de la Evaluación de los Estudiantes:

### Curso 2010-2011:

NP	25%	}	<b>33%</b>
SS	8%		
AP	25%	}	<b>42%</b>
NT	17%		
SB	17%	}	<b>25%</b>
MH	8%		

### Curso 2011-2012:

NP	-	}	<b>9%</b>
SS	9%		
AP	45%	}	<b>63%</b>
NT	18%		
SB	18%	}	<b>27%</b>
MH	9%		

### Conclusiones:

- La evaluación formativa mejora el rendimiento de los estudiantes con más dificultades.
- Recomendable para asignaturas que se imparten por 1ª vez, porque ayuda a optimizarlas.
- Supone mayor carga de trabajo para estudiantes y profesor.

Contacto David García Fresnadillo: [dgfresna@ucm.es](mailto:dgfresna@ucm.es)