

# Motores térmicos de vapor, gas y de combustión interna a través de PBL (Project Based Learning)



Cuaderno del Estudiante



Asier Aranzabal

---

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS  
**CUADERNO PARA EL ALUMNO**

---

**¿Son las centrales térmicas de ciclo combinado la solución a la crisis energética y medioambiental actual?**



**ASIGNATURA: TERMOTECNIA  
TITULACIÓN: INGENIERÍA QUÍMICA  
Prof. ASIER ARANZABAL**

## CUADERNO DOCENTE

### Índice

1. ENUNCIADO	3
2. TEMARIO, OBJETIVOS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE	4
3. FORMACIÓN DE GRUPOS	4
4. ENTREGABLE Y EVALUACIÓN	5
5. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE	8
6. RECURSOS	11
7. ROL DEL PROFESOR	11
ANEXO I. ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL GRUPO	12
ANEXO II. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE APRENDIZAJE (I) INDIVIDUAL	13
ANEXO III. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE APRENDIZAJE (II) GRUPAL	14
ANEXO IV. INFORME SEMANAL DE LOGROS Y OBJETIVOS	15
ANEXO V. ESTRUCTURA INFORME FINAL PROYECTO 1	16
ANEXO VII. PAUTAS GENERALES DE PRESENTACION	17
ANEXO VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN INFORME FINAL	20
ANEXO IX. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA PRESENTACIÓN ORAL	21
ANEXO X. REFLEXIÓN SOBRE FUNCIONAMIENTO DE GRUPO	22
ANEXO XI. CO-EVALUACIÓN MIEMBROS GRUPO	23

## 1. ENUNCIADO

### **¿Son las centrales térmicas de ciclo combinado la solución a la crisis energética y medioambiental actual?**

Es innegable que el inicio del siglo XXI está marcado por una crisis energética y medioambiental. El precio del petróleo está más caro que nunca (~100\$/barril), los yacimientos de petróleo se están agotando, el calentamiento global del planeta por acumulación de CO<sub>2</sub> antropogénico en la atmósfera y sus consecuencias son ya incuestionables.

Por tanto, es urgente buscar soluciones para hacer frente a esta crisis, y entre ellas es primordial reducir la utilización de combustibles fósiles. ¿Cómo? Por ejemplo empleando procesos energéticos eficientes, tales como las centrales térmicas de ciclo combinado. Así se contempló en el Plan Energético Euskadi 2010, favoreciendo la implantación de éstas en sustitución de las centrales térmicas tradicionales.

Para dar una respuesta a la pregunta hace falta aprender cómo funciona una central de ciclo combinado, a través del siguiente encargo:

**Diseña un proceso de ciclo combinado para producir 800 MW de electricidad.**

## 2. TEMARIO, OBJETIVOS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE.

Los temas de la asignatura implicados en este trabajo son los siguientes:

5. Ciclo de Vapor –Rankine.
6. Ciclo de Potencia de Gas –Brayton.
9. Psicrometría.

Empleando conceptos y procedimientos de los temas:

2. Propiedades Termodinámicas de las Sustancias Puras.
3. Primer Principio de Termodinámica.
4. Segundo Principio de Termodinámica.

Y está enmarcado en el objetivo de aprendizaje general de la asignatura:

*Analizar y comparar procesos para la transformación de energía, en especial los que involucran la energía calorífica en trabajo y viceversa, mediante el calor producido en reacciones químicas exotérmicas y los procesos de compresión y expansión, mediante cálculos de funcionamiento y rendimiento.*

## 3. FORMACIÓN DE GRUPOS.

El objetivo fundamental de proyecto es que cada alumno alcance un aprendizaje significativo de los temas y la competencia indicada. La estrategia planteada en el aprendizaje basado en proyectos (ABPy) es que ésta sea activa y cooperativa, es decir que los alumnos trabajen en grupo. Atendiendo al volumen de trabajo y a la dificultad de la tarea se ha considerado que grupos de 3 miembros es adecuado para que se produzca una participación (y por consiguiente aprendizaje) significativo. A la hora de establecer los componentes del grupo, teneis libertad para formarlo en base a vuestras agendas de forma que no haya incompatibilidades de horario a la hora de las tareas no presenciales conjuntas (por ejemplo reuniones).

Se establezcan mecanismos para asegurar el buen funcionamiento del equipo. A continuación se describen los cinco elementos que debe reunir la tarea de aprendizaje colaborativo. Cabe destacar especialmente la interdependencia positiva y la exigibilidad individual, es decir, la contribución de todos los miembros es necesaria para el éxito de la actividad, y ningún miembro puede desentenderse completamente del trabajo de los compañeros y centrarse únicamente en su parte del trabajo.

1. *Interdependencia positiva:* Cada miembro del grupo se tiene que formar en cada una de las partes del proyecto, y tiene que formar a los miembros del proyecto.

2. *Exigibilidad Individual*: a) La interdependencia citada. b) informes de objetivos, reparto de tarea y resultados, c) problemas individuales evaluables.
3. *Interacción cara a cara*: Los miembros del grupo debe resolver y tomar decisiones conjuntamente.
4. *Habilidades interpersonales*: La buena relación entre los miembros de grupo es fundamental para el éxito del trabajo (comunicar, respetar, opinar, valorar,...). Este aspecto se refleja en el reparto de tareas, en reuniones para dar cuenta de los resultados, de establecer objetivos, analizar el problema, etc.
5. *Reflexión sobre el trabajo realizado*: Los miembros del equipo deben analizar el propio funcionamiento del grupo con el fin de mejorar. Este aspecto se refleja en Informes de objetivos, de reparto de tareas y de resultados semanales.

En la sesión decimotercera y más tarde al finalizar el proyecto, cada alumno evalúa el nivel la participación de sus compañeros de equipo y así mismo. También se dispone como herramienta un test de funcionamiento del grupo.

## 4. ENTREGABLES Y EVALUACIÓN

La Tabla 1 muestra las herramientas que se van emplear para evaluar el aprendizaje obtenido en el desarrollo del proyecto con enfoque ABPy.

### 4.1. INFORME FINAL:

El informe final del proyecto es el que más peso tiene, ya que permite determinar si

- los alumnos han entendido los conceptos relacionados con los ciclos de potencia,
- conocen las condiciones de presión y temperatura en las que funcionan,
- han sido capaces de calcular y manejar variables termodinámicas (energía interna, entalpía, entropía, título de vapor, condiciones de saturación y de sobrecalentamiento, etc.), y con estos, calcular potencias en turbinas y compresores, así como el calor intercambiado en calderas y condensadores, determinar el calor de combustión y la refrigeración producida por evaporación,
- han sido capaces de elegir las variables adecuadas (flujos de combustible, de vapor y de gases) para producir la potencia encomendada,
- han sido capaces de justificar las decisiones adoptadas.

En el anexo V se muestra un índice con los apartados que debe recoger dicho informe, y en anexo VI se recogen los criterios o rúbricas de evaluación de dicho informe.

### 4.2. INFORME SEMANAL SOBRE OBJETIVOS, LOGROS Y REPARTE DE TAREAS:

Al final de cada semana se ha de entregar un informe en las que se describen los logros obtenidos a lo largo de la semana, los objetivos para la semana que viene y el reparto de tareas para alcanzar dichos objetivos.

Este informe permiten conocer cómo se ha producido el proceso, así como los mecanismos que los alumnos han puesto en marcha para lograr un trabajo en equipo efectivo.

#### 4.3. EXPOSICIÓN ORAL:

Una vez finalizado el proyecto cada grupo presentará lo más relevante de su trabajo en 10 minutos de exposición.

La exposición oral, en la que participan todos, permite indagar en los elementos analizados con el proyecto.

#### 4.4. EVALUACIÓN POR PARES:

A lo largo del desarrollo de los dos proyectos los cada miembro del grupo y así mismo evaluará la participación del resto de los miembros en el trabajo en grupo. Esta evaluación por pares trata de determinar si el trabajo en equipo ha sido efectivo, así como el nivel de contribución de cada uno de los miembros.

#### 4.5. EJERCICIO DE MODIFICACIÓN:

Por último, cada alumno será sometido a una prueba individual, en la que el profesor ha realizado una modificación en su propuesta original, y cada alumno debe proponer alternativas y realizar cálculos para dar solución a la alteración.

**Tabla 1.** Elementos evaluados en el aprendizaje de sistemas de potencia de vapor y gas con enfoque PBL.

Elemento evaluable	Importancia relativa	Qué se evalúa.
Informe final de los proyectos 1 & 2.	50%	Manejo de los conceptos, razonamientos, procedimientos de cálculos, resultados, expresión escrita, distribución de los contenidos, exposición de resultados...
Informes/Actas semanales sobre objetivos, logros y reparto de tareas.	20%	Coherencia objetivos-logros. Manejo de conceptos y razonamiento. Toma de decisiones. Dificultades y aciertos. Acciones. Reparto de tareas.
Exposición oral de los proyectos.	10%	Síntesis del proyecto. Comunicación oral. Medios para la presentación. Distribución de contenidos. Respuestas a preguntas.
Evaluación entre pares (3 veces).	10%	Participación, motivación, puntualidad, contribución al buen clima de trabajo.
Ejercicio de modificación del proyecto (individual).	10% (MIN 5/10)	Capacidad de hacer frente a una modificación en el proyecto para resolverlo: conceptos, razonamientos, procedimientos de cálculo, resultado.

El importancia relativa de la evaluación del aprendizaje con enfoque PBL en relación al conjunto de la asignatura es aproximadamente proporcional al tiempo presencial dedicado (60%), tal y como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Distribución de la evaluación del conjunto de la asignatura.

<b>Elemento evaluable</b>	<b>Importancia relativa</b>	<b>Qué se evalúa.</b>
ABPy 1 & 2	60% (40%+20%)	Ver Tabla 1.
Examen teórico-práctico	30% (MIN 3,5/10)	Test sobre conceptos y relación y examen de resolución de ejercicios sobre los temas que no se recogen en el enfoque PBL (primer y segundo principio termodinámica y producción de frío).
Seminarios	10%	Participación, calidad de los materiales propuestos, exposición.



## 5. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

SEMANA	SESIÓN	DURACIÓN	ACTIVIDAD	TAREA NO PRESENCIAL	ENTREGABLE
2	1	1 h	Presentación metodología ABPy.		
3	2	1 h	Presentación pregunta motriz nº 1. Análisis, debate, lluvia de ideas. Presentación del encargo.	Búsqueda rápida y bruta en internet sobre aspectos relacionados con el encargo.	Acta constitución grupo  Informe semana 3 sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.
	3	1 h	Lluvia de ideas e identificación de necesidades de aprendizaje Presentación de libro de texto	Constitución de grupos (3 miembros). Acudir a la biblioteca/librería y hacerse con el libro de texto.	
	4, 5	2 h	Lectura y comprensión: Rankine, Brayton y torre refrigeración. Técnica Jinsaw o puzle.	Todo aquello que no se ha podido completar en el aula, en función de los objetivos establecidos y el reparto de tareas. Reuniones del grupo no presenciales.	
4	6	1 h	Lectura y comprensión: Rankine, Brayton y torre refrigeración. Técnica Jinsaw o puzle.		
4	7, 8	2 h	Presentación a los compañeros sobre el aprendizaje individual		Informe semana 4 sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.
5	9	1 h	Analizar el problema y planificación para abordar el problema.		

	10, 11	2 h	Visita Central Térmica Amorebieta		Informe semana 5 sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.
	12	1 h	De forma cíclica: Analizar datos, analizar problema, planificar, abordar el problema, revisar bibliografía, redactar.		
	13,14	2 h			
6	15	1 h			
	16	1 h			
	17,18	2 h			
7	19	1 h			Informe semana 6 sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.
	20	1 h			
	21, 22	2 h			
					Informe semana 7 sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.

8	23	1 h			INFORME FINAL
	1b	1h	Presentación pregunta motriz nº 2. Análisis, debate, lluvia de ideas. Presentación del encargo.	Búsqueda rápida y bruta en internet sobre aspectos relacionados con el encargo.	Informe semana 8 sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.
	24, 25	2 h	Exposición de los trabajos, 15 min cada grupo.		Exposición de trabajos Prueba individual modificación
9	2b	1 h	Lluvia de ideas e identificación de necesidades de aprendizaje Presentación de libro de texto		Informe semana 9 sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.
	3b	1 h	Calcular potencia que ha generar el coche	Todo aquello que no se ha podido completar en el aula, en función de los objetivos establecidos y el reparto de tareas. Reuniones del grupo no presenciales.	
	4b, 5b	2 h	Lectura y comprensión: Otto, Diesel y motor eléctrico. Técnica Jigsaw o puzle. Exposición a los compañeros de aprendizaje.		
10	6b	1 h	De forma cíclica: Analizar datos, analizar problema, planificar, abordar el problema, revisar bibliografía, redactar.		Informe semana 10 sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.
	7b	1 h			INFORME FINAL
	9 b	1 h			
11	9b, 10b	2 h	Presentación trabajos		Presentación trabajos /Prueba individual modificación

## 6. RECURSOS

MORAN, M.J., SHAPIRO, H.N., “Termodinámica Técnica”, Ed. 2, Reverté, 2000.

MORAN, M.J., SHAPIRO, H.N., “Ingeniaritza-Termodinamikaren Oinarriak”, UPV/EHU, 2007.

MORAN, M.J., SHAPIRO, H.N., “Fundamentals of Engineering Thermodynamics”, 6th ed., John Wiley and Sons, 2007.

Se trata de una obra bien narrada y organizada, con explicaciones claras y concisas, junto a numerosos ejemplos bien explicados y de complejidad gradual, lo cual convierte en agradable y casi idóneo para el auto aprendizaje. La Biblioteca dispone de bastantes ejemplares.

Visita a la Central de Ciclo Combinado Bizkaia Energía (Boroa- Amorebieta)

<http://www.bizkaiaenergia.com/#>

## 7. ROL DEL PROFESOR.

El proyecto planteado está poco acotados y la intervención del profesor debe ser bastante limitada. La intervención del profesor en las sesiones PBL se reduce progresivamente desde el inicio hasta el final del proyecto. Su presencia es importante en las primeras sesiones como moderador de las sesiones de lluvia de ideas y determinación de las necesidades del aprendizaje. En la fase de lectura del libro de texto, el profesor participa en el aula bajo demanda, aclarando aspectos que se le solicitan. En la fase de diseño y cálculos, los alumnos trabajan de forma autónoma. El profesor actúa como observador y facilitador, interactuando con cada grupo de acuerdo con sus necesidades, en equilibrio entre discusiones entre los alumnos y su intervención. El profesor observa y toma nota del funcionamiento del grupo y anima a los alumnos a interponer normas de funcionamiento.

## **ANEXO I:**

### **ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL GRUPO**

**Escribe en esta hoja los nombres de los miembros del grupo, así como las normas de funcionamiento del grupo y los objetivos a los que se desea llegar. Por ejemplo: asistencia a las reuniones, puntualidad, respeto, forma de trabajar, cómo resolver conflictos, horarios para reuniones, lugar para reuniones, formas de comunicarse, etc. El documento ha de ser firmado por cada miembro del equipo y hacer una copia para cada uno y otra para el profesor.**

## ANEXO II

### IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE APRENDIZAJE (I) INDIVIDUAL

TERMOTECNIA CURSO:

ALUMNO:

---

**TAREA:** Para poder hacer frente al encargo del proyecto, ¿cuáles son las preguntas que necesitas que se te respondan?, es decir, ¿qué necesitas saber? Haz una lista de preguntas o necesidades de aprendizaje

---

**OBJETIVO:** Identificar las necesidades de aprendizaje.

---

**TEMA:** Análisis de encargo

---

**AUTOR (ES):** Individual

---

**TIEMPO:** 5 min.

---

\* Se reparte una hoja con la tarea a cada uno alumno. Elabora una lista de preguntas.

## ANEXO III

### IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE APRENDIZAJE (II) GRUPAL

TERMOTECNIA CURSO:

ALUMNOS:

---

**TAREA:** Para poder hacer frente al encargo del proyecto, ¿cuáles son las preguntas que necesitas que se te respondan?, es decir, ¿qué necesitas saber? Haz una lista de preguntas o necesidades de aprendizaje

---

**OBJETIVO:** Identificar las necesidades de aprendizaje.

---

**TEMA:** Análisis de encargo

---

**AUTOR (ES):** Grupo

---

**TIEMPO:** 10-15 min.

---

\* Se reparte una hoja con la tarea a cada grupo. Elaboran una lista de preguntas con las identificadas previamente de forma individual.

\* Posteriormente se completa la lista con la puesta en común con todos los grupos del aula.

---

## ANEXO IV

### INFORME SEMANAL DE LOGROS Y OBJETIVOS.

TERMOTECNIA CURSO:

ALUMNOS:

---

**TAREA:** Realiza una descripción de los logros obtenidos a lo largo de la semana y cómo se ha llegado a ellos. Indica qué no se ha conseguido y porqué. Contextualiza en qué fase del proyecto se encuentra el trabajo realizado. Identifica los objetivos para la semana siguiente, planifica el trabajo y el reparte de tareas en el grupo.

---

**OBJETIVO:** Identificar logros, aprendizaje y planificar.

---

**TEMA:** Desarrollo del proyecto.

---

**AUTOR (ES):** Grupo

---



## ANEXO V:

### ESTRUCTURA INFORME FINAL PROYECTO 1

El diseño termodinámico de una instalación de ciclo combinado de 800 MW se debe recoger en un informe final con esta estructura:

1. ÍNDICE.
2. INTRODUCCIÓN.  
Presentación del proyecto. Objetivos. Describir brevemente qué se recoge en el documento.
3. BASES DE LOS CICLOS COMBINADOS  
Qué es un ciclo combinado. Bases de su funcionamiento. Ciclos de Brayton, Rankine. Sistema de refrigeración. Emplea diagramas de flujo, diagramas termodinámicos y ecuaciones.
4. ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.  
Describe la estrategia empleada para acometer el encargo: etapas, distribución del trabajo, toma de decisiones, aciertos, fallos, etc.).
5. DESCRIPCIÓN DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS PARA EL DISEÑO TERMODINÁMICO.  
Describe los cálculos para el diseño termodinámico de la instalación de ciclo combinado. Utiliza tablas, diagramas, ecuaciones. Si se ha empleado un software de cálculo hay que entregarlo como anexo con una breve descripción del modo en que se ejecuta y se leen los resultados.
6. REFLEXIÓN SOBRE TRABAJO.  
Conclusiones de los resultados. Conclusiones sobre el aprendizaje. Si tuviese oportunidad de mejorar algo en todo el proceso, qué cambiaríais, etc.
7. BIBLIOGRAFIA
8. NOMENKLATURA

Las normas de formato y de escritura del documento son las mismas empleadas en la asignatura “Experimentación en Ingeniería Química I”.

## ANEXO VII

### PAUTAS GENERALES DE PRESENTACION

Los guiones deberán presentarse a ordenador. Se presentarán escritos por una cara, siendo recomendable utilizar los siguientes márgenes en le documento:

- derecho e izquierdo 2.5 cm
- superior: 3 cm
- inferior: 2.5 cm

Las páginas deberán ir numeradas (se recomienda en la parte superior derecha, enrasadas con el margen derecho). Si el alumno lo desea, puede incluir en las páginas un encabezado o pie de página (indicativo de cada práctica).

Se deberá presentar una portada donde se indique el nombre de la práctica (escrito también a ordenador con tamaño de letra grande, no como portada artística), y se incluya el nombre del alumno, el grupo de prácticas al que pertenece, y el nombre de los demás integrantes del grupo, o de aquellos que decidan presentar un mismo guión.

Se deberá incluir un índice con la numeración de los diferentes apartados (el índice se numera de forma independiente al resto del documento, y si solo es 1 página mejor no numerarlo)

Los diferentes apartados en que se divida cada práctica deberán ir claramente diferenciados. Se recomienda un salto de página entre apartados, salvo si los apartados son lo suficientemente pequeños (por ej., objetivos y resumen), bastando entonces con espaciarlos suficientemente (dos dobles espacios). Los sub-apartados no se separarán con salto de página, sino con doble espaciado.

Los *párrafos* deberán estar *suficientemente espaciados entre sí*, con objeto de facilitar la lectura de los contenidos. Se recomienda usar separación de 12 puntos entre párrafos (espaciado anterior=12 y posterior=0), e interlineado sencillo (o mínimo 12 puntos) dentro de cada párrafo. Se recomienda *“indentar” o “sangrar” el inicio de cada párrafo* a una distancia conveniente del margen izquierdo (recomendado 1 cm), aunque también se admite enrasarlo al margen izquierdo (siempre que esté debidamente separado del párrafo anterior y siguiente). Es imprescindible mantener un margen derecho e izquierdo uniformes, esto es, se debe *justificar el texto a derecha e izquierda*.

El tamaño de letra no deberá ser ni demasiado grande ni demasiado pequeño. Con objeto de diferenciar claramente los apartados y sub-apartados, se recomienda lo siguiente:

- a) título de cada apartado (1., 2. etc.) en mayúsculas, negrita y tamaño 14.
- a) título de sub-apartados (1.1, 1.2, etc.) en mayúscula, negrita y tamaño 12.
- b) Títulos de subsiguientes sub-apartados (1.1.1, 1.1.2, etc.) en negrita y tamaño 12.

c) Texto en general: se recomienda Times 12, Arial 12, Scholbook 12 o similares.

Las clasificaciones (como la que se acaba de mostrar) conviene que se inicien enrasadas en el margen izquierdo, y las sub-clasificaciones se irán indentando adecuadamente.

### Bibliografía

Debe contener por lo menos los “libros” indispensables para haber podido desarrollar el fundamento teórico y poder realizar todos los cálculos, y permitir la obtención de conclusiones adecuadas. Por ello, aunque se puede incluir como bibliografía los apuntes de clase, no se acepta incluirlos a ellos “solos”, excluyendo la fuente bibliográfica adecuada.

Debe utilizarse un criterio homogéneo en la presentación de los libros, debiendo incluir lo siguiente: Autor(es), Título del libro, Editorial, Ciudad y Año. Por ejemplo:

Bates, D.M., Watts, D.G., *Nonlinear Regression Analysis and its Applications*, John Wiley & Sons, Nueva York, (1988)

O, alternativamente

Bates, D.M., Watts, D.G., (1988), *Nonlinear Regression Analysis and its Applications*, John Wiley & Sons, Nueva York.

Para artículos de revista la pauta es la siguiente: Autor(es), título del artículo, nombre de la revista, volumen, página inicial y final, año. Por ejemplo:

Bibby, D. M., Howe, R.F. y McLellan; G.D. "Coke formation in high-silice zeolites". *App. Catal.*, **93**, 1-34 (1992).

### Presentación de ecuaciones

“Todas” las ecuaciones se numerarán correlativamente a medida que aparecen en el documento, con objeto de poder referirse a ellas posteriormente a su primera aparición en el texto, sin necesidad de volver a escribir la misma ecuación dos veces. Para ello, se pondrá un número entre paréntesis enrasado en el margen derecho (o por lo menos siempre a la misma distancia del margen derecho). Debe mantenerse un criterio uniforme en la ubicación de las ecuaciones, siendo recomendable situarlas centradas en la línea, como se ha hecho en el caso de la Ecuación (3)

$$(-r_A) = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]^2 \quad (3)$$

O bien pueden aparecer indentadas siempre con una misma distancia del margen derecho, tal como se indica a continuación para la Ecuación (4).

$$h_T = \left( \frac{L}{k_x a (1-x)_{iM}} \right) \int_{x_2}^{x_1} \frac{(1-x)_{iM}}{(1-x)(x_i-x)} dx = H_{iL} N_{iL} \quad (4)$$

Sea cual sea la opción elegida para ubicar las ecuaciones, el criterio será el mismo en todo el documento. Recuérdese que no debe escribirse dos veces una misma ecuación, sino que, cuando sea necesario referirse a ella se indicará su número correspondiente, llamándola como si fuera nombre propio (comenzar por mayúscula; por ej., “para el cálculo del número de unidades de transferencia se utiliza la Ecuación (12)...”).

Debe procurarse utilizar correctamente el editor de ecuaciones, prestando especial atención a los paréntesis, subíndices, etc. en la escritura de las ecuaciones.

### Presentación de tablas

“Todas” las *Tablas* que aparezcan a lo largo de la práctica se numerarán correlativamente, y deberán llevar una **cabecera de Tabla** adecuada indicativa del contenido de la Tabla. Se referenciarán igual que las ecuaciones, esto es, con nombre comenzando por mayúsculas. Por ejemplo: “los valores experimentales de volumen de ácido consumido y caída de presión para cada caudal de gas utilizado se recogen en la Tabla 2.” Debe recordarse *indicar siempre las UNIDADES* de los diferentes parámetros que se referencien en las tablas. Debe procurarse elegir un formato de tablas que no sea muy recargado (es preferible evitar colores y sombreados excesivos)

### Presentación de figuras

“Todas” las *Figuras* que aparezcan a lo largo de la práctica deben llevar una numeración correlativa, no haciéndose distinción alguna entre Figuras (de esquemas de equipos, por ejemplo) o Gráficos (de resultados), sino que todos serán simplemente Figuras. Deberán llevar un **pie de Figura** aclaratorio, esto es, que indique con claridad qué se ha representado en la misma. Las figuras, deberán aparecer convenientemente citadas o referenciadas en el texto (tratarlas como nombres propios como a las ecuaciones y tablas, esto es, se referencian comenzando por mayúsculas. Por ej., “tal como se observa en la Figura 5, el máximo de la curva C se desplaza hacia...”). Las figuras y su pie correspondiente se situarán lo suficientemente distanciadas del texto, (dejar por lo menos 1 cm de distancia entre la Figura y texto anterior a la misma y 1 cm entre el pie de figura y el texto subsiguiente) y se ubicarán en el documento lo más cerca posible de donde se hayan mencionado o referenciado.

Las Figuras de resultados que se incluyan deberán tener un tamaño adecuado, siendo recomendable un tamaño ligeramente inferior a media página (10cmx12cm, por ej., de modo que aparezcan dos gráficos por página). Ese tamaño indicado es el que debe tener el eje de abscisas-ordenadas, de la figura, y no el “cuadro” envolvente de la figura (el que se importa de EXCEL). Si aparece sólo una serie en la Figura, no será necesario poner la “leyenda” de dicha serie, mientras que si aparecen dos series de datos diferentes, deberá incluirse la correspondiente leyenda indicando a qué corresponde cada serie (ojo!!, la opción de leyenda que suele aparecer por defecto de “serie 1”, “serie 2”, está claro que no sirve de nada). El tamaño de las letras y números que aparezcan en el gráfico deberá ser del mismo orden que el que aparece en el resto del documento. Si el alumno se ve incapaz de hacer las figuras a ordenador se admite presentarlas en papel milimetrado, siguiendo las mismas pautas generales de presentación.

## ANEXO VIII

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN INFORME FINAL

#### Fundamento teórico: 25%

- %100 Las bases de los motores térmicos (apartado 3) se describen de forma clara y siguiendo un orden lógico. Las tablas y los gráficos facilitan su comprensión. No se da información de relleno y poco útil.
- 66% Los criterios del párrafo anterior se cumplen a medias.
- 33% Los criterios del párrafo anterior se cumplen en menos del 50%.

#### Esquema: 50%

- 100% La descripción del de los apartados 4 y 5 se entiende fácil. Los cálculos están bien descritos: siguen un orden lógico y se diferencia claramente las variables supuestas y las calculadas. Las tablas y los gráficos facilitan su comprensión. Los cálculos son correctos.
- 66% Los criterios del párrafo anterior se cumplen a medias.
- 33% Los criterios del párrafo anterior se cumplen en menos del 50%.

#### Apartados: 10%

- 100% Se recogen todos los apartados descriptos en el Anexo V, y se añaden los anexos necesarios.
- 66% No se recoge uno de los apartados del Anexo V.
- 33% No se recogen dos o más apartados del Anexo V.

#### Aspecto: 10%

- 100% Se emplean los criterios de presentación del Anexo VI entre 90 y 100%.
- 66% Se emplean los criterios de presentación del Anexo VI entre 60 y 90%.
- 33% Se emplean los criterios de presentación del Anexo VI entre 0 y 60%.

#### Calidad de las fuentes de información: 5%

- 100% Además de las fuentes de información proporcionadas por el profesor, se aportan otras fuentes bibliográficas de calidad e interesantes para el desarrollo del proyecto.
- 66% Las fuentes son fiables pero no proporcionan información adicional interesante.
- 33% Las fuentes no son fiables. No se han empleado fuentes adicionales.

## ANEXO IX

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA PRESENTACIÓN ORAL.

#### Presentación de contenidos: 45%

- 100% La estructura de la presentación y los contenidos expuestos (apartados, imágenes, tablas, diagramas, ecuaciones, etc.) PERMITEN IDENTIFICAR CLARAMENTE el punto de partida, el desarrollo, las decisiones, los resultados obtenidos, las conclusiones, etc.
- 66% La estructura de la presentación y los contenidos expuestos (apartados, imágenes, tablas, diagramas, ecuaciones, etc.) NO PERMITEN IDENTIFICAR CLARAMENTE el punto de partida, el desarrollo, las decisiones, los resultados obtenidos, las conclusiones, etc.
- 33% La presentación en los términos indicados anteriormente es inadecuada.

#### Participación: 25%

- 100% Todos los miembros han participado en la presentación.
- 66% Uno de los miembros no ha participado en la presentación.
- 33% Dos miembros no han participado en la presentación.

#### Tono y actitud: 15%

- 100% Mantiene el contacto visual con la audiencia. El tono es agradable y permite destacar datos/conceptos/resultados relevantes, con breve pausa, remarcando con un ligero aumento del volumen, señalando, etc. Su actitud muestra seguridad. Todos los miembros cumplen este criterio.
- 66% A veces pierde el contacto visual con la audiencia. El tono es agradable pero en ocasiones los datos/conceptos/resultados relevantes no se remarcan suficientemente.
- 33% No se mantiene el contacto visual con la audiencia, el tono es muy variable o bien muy monótono y aburrido.

#### Síntesis: 10%

- 100% La presentación ha durado 13-15 min.
- 66% La presentación ha durado 15-20 min.
- 33% La presentación ha durado 20-30 min.

#### Respuesta a las preguntas: 5%

Cada grupo tiene que realizar una pregunta en cada exposición.

- 100% Han respondido bien y con seguridad. Han realizado una pregunta a todos los grupos.
- 66% Han respondido con seguridad pero a veces de forma errónea. No han realizado pregunta en una de las presentaciones.
- 33% Demuestran claramente falta de seguridad. Las respuestas a menudo son erróneas o no han respondido. No han realizado pregunta en dos o más presentaciones.

## ANEXO X

### REFLEXIÓN SOBRE FUNCIONAMIENTO DE GRUPO (OAKLEY 2004)

Miembros del grupo: \_\_\_\_\_

	La mayoría de las veces	A veces	Pocas veces
Las reuniones comienzan con un retraso de 5 a 15 min.			
Los miembros del grupo llegan tarde o bien se van antes de terminar la reunión. O no acuden.			
No tenemos agenda. Los compañeros tiene una ligera idea de cuál es su cometido.			
Uno o dos compañeros acaparan toda la discusión.			
Los compañeros no cumplen con sus obligaciones. Acuden a las reuniones sin preparación, sin terminar su tarea, etc.			
Algunos compañeros muestran indicios de que no se sienten cómodos en el grupo.			
Los compañeros no respetan el turno o la palabra de los otros.			
Los problemas no se aclaran en las reuniones, se dejan para la siguiente reunión			
No planificamos el trabajo. Los compañeros no saben cuál se el siguiente paso, ni cuál es su tarea.			
Uno o dos compañeros son los que se encargan de casi todo el trabajo.			
Recibimos una mala evaluación de los entregables.			

Indica 3 aspectos de mejora para tu equipo:

---



---

## ANEXO XI

### CO-EVALUACIÓN MIEMBROS GRUPO (OAKLEY 2004)

Esta es una herramienta que permite mejorar tu experiencia de cooperación en equipos/grupos de trabajo/aprendizaje. Sé honesto con las respuestas. Evalúa los siguientes ítems del 1 al 5 la contribución de cada compañero a la experiencia de trabajo en grupo.

1 – Nunca    2 – Pocas veces    3 – A veces    4 – A menudo    5 – Siempre

Miembros del grupo: \_\_\_\_\_

Miembro a evaluar: \_\_\_\_\_

Marca la respuesta:

• ¿Cumple con sus tareas previo a las reuniones?	1	2	3	4	5
• ¿Cumple con su rol (coordinados, secretario, evaluador,...)?	1	2	3	4	5
• Cuando no ha podido asistir a la reunión, o no ha sido capaz de terminar con sus tareas, ¿ha avisado previamente al grupo?	1	2	3	4	5
• ¿Contribuye en las reuniones del grupo? ¿cuantas veces?	1	2	3	4	5
• ¿Escucha a los compañeros y expone sus ideas y opinión con respeto?	1	2	3	4	5
• ¿Participa en los esfuerzos del grupo?	1	2	3	4	5

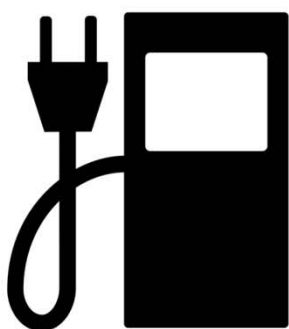
¿Cuál es tu calificación general en base a tus respuestas? (1 -5): \_\_\_\_\_



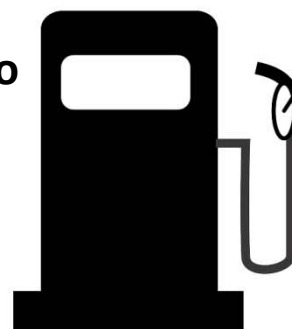
---

**APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS**  
**CUADERNO PARA EL ALUMNO**

---



**¿Qué es más barato y limpio  
actualmente, conducir un  
coche de gasolina, diesel o  
eléctrico?**



---

**ASIGNATURA: TERMOTECNIA**  
**TITULACIÓN: INGENIERÍA QUÍMICA**  
**Prof. ASIER ARANZABAL**

## CUADERNO DEL ESTUDIANTE

1. ENUNCIADO	3
2. TEMARIO, OBJETIVOS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE	4
3. FORMACIÓN DE GRUPOS	4
4. ENTREGABLES Y EVALUACIÓN	5
5. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE	8
6. RECURSOS	10
7. ROL DEL PROFESOR	10
ANEXO II. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE APRENDIZAJE (I) INDIVIDUAL	11
ANEXO III. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE APRENDIZAJE (II) GRUPAL	12
ANEXO IV. INFORME SEMANAL DE LOGROS Y OBJETIVOS	13
ANEXO V. ESTRUCTURA INFORME FINAL PROYECTO 2	14
ANEXO VII. PAUTAS GENERALES DE PRESENTACION	15
ANEXO VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN INFORME FINAL	19
ANEXO IX. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA PRESENTACIÓN ORAL	20
ANEXO X. REFLEXIÓN SOBRE FUNCIONAMIENTO DE GRUPO	21
ANEXO XI. CO-EVALUACIÓN MIEMBROS GRUPO	22

## 1. ENUNCIADO

### **¿Qué es más barato y limpio actualmente, conducir un coche de gasolina, diesel o eléctrico?**

Más del 5% de los coches nuevos de los Países Bajos y Noruega ya son eléctricos. A nivel mundial se han vendido hasta ahora más de 600.000 coches eléctricos y 9.000.000 híbridos, pero aún representan una cuota reducida del parque de automóviles. La caída de los precios de los carburantes y la baja demanda en países como España hacen que mucha gente dude sobre el futuro de los vehículos eléctricos, aunque en el sector reclaman un ahorro energético y unos beneficios medioambientales muy importantes. ¿Es cierto que conducir un coche eléctrico es más barato y limpio, actualmente?

Para dar una respuesta a la pregunta hace falta aprender cómo funcionan un motor de gasolina, un motor de diésel, un motor eléctrico, calcular sus rendimientos, etc., a través del siguiente encargo:

### **Realiza un análisis económico y de impacto medioambiental en base a la comparación de los tres tipos de vehículos (gasolina, diesel, eléctrico).**

Para facilitar los cálculos de los motores de combustión interna, toma como base que el automóvil opera en régimen estacionario y se mueven a una velocidad promedio de 100 km/h, y una carrocería cualquiera en cuya página web dispongas de su coeficiente aerodinámico.

## 2. TEMARIO y OBJETIVOS.

Los temas de la asignatura implicados en este trabajo son los siguientes:

5. Motores de combustión interna – Otto, Diesel.

Empleando conceptos y procedimientos de los temas:

2. Propiedades Termodinámicas de las Sustancias Puras.
3. Primer Principio de Termodinámica.
4. Segundo Principio de Termodinámica.

Y está enmarcado en el objetivo de aprendizaje general de la asignatura:

*Analizar y comparar procesos para la transformación de energía, en especial los que involucran la energía calorífica en trabajo y viceversa, mediante el calor producido en reacciones químicas exotérmicas y los procesos de compresión y expansión, mediante cálculos de funcionamiento y rendimiento.*

## 3. FORMACIÓN DE GRUPOS.

El objetivo fundamental de proyecto es que cada alumno alcance un aprendizaje significativo de los temas y la competencia indicada. La estrategia planteada en el aprendizaje basado en proyectos (ABPy) es que ésta sea activa y cooperativa, es decir que los alumnos trabajen en grupo. Atendiendo al volumen de trabajo y a la dificultad de la tarea se ha considerado que grupos de 3 miembros es adecuado para que se produzca una participación (y por consiguiente aprendizaje) significativo. A la hora de establecer los componentes del grupo, tenéis libertad para formarlo en base a vuestras agendas de forma que no haya incompatibilidades de horario a la hora de las tareas no presenciales conjuntas (por ejemplo reuniones).

Se establezcan mecanismos para asegurar el buen funcionamiento del equipo. A continuación se describen los cinco elementos que debe reunir la tarea de aprendizaje colaborativo. Cabe destacar especialmente la interdependencia positiva y la exigibilidad individual, es decir, la contribución de todos los miembros es necesaria para el éxito de la actividad, y ningún miembro puede desentenderse completamente del trabajo de los compañeros y centrarse únicamente en su parte del trabajo.

1. *Interdependencia positiva*: Cada miembro del grupo se tiene que formar en cada una de las partes del proyecto, y tiene que formar a los miembros del proyecto.
2. *Exigibilidad Individual*: a) La interdependencia citada. b) informes de objetivos, reparto de tarea y resultados, c) problemas individuales evaluables.

3. *Interacción cara a cara*: Los miembros del grupo debe resolver y tomar decisiones conjuntamente.
4. *Habilidades interpersonales*: La buena relación entre los miembros de grupo es fundamental para el éxito del trabajo (comunicar, respetar, opinar, valorar,...). Este aspecto se refleja en el reparto de tareas, en reuniones para dar cuenta de los resultados, de establecer objetivos, analizar el problema, etc.
5. *Reflexión sobre el trabajo realizado*: Los miembros del equipo deben analizar el propio funcionamiento del grupo con el fin de mejorar. Este aspecto se refleja en Informes de objetivos, de reparto de tareas y de resultados semanales.

En la sesión decimotercera y más tarde al finalizar cada uno de los proyectos, cada alumno evalúa el nivel de la participación de sus compañeros de equipo y así mismo. También se dispone como herramienta un test de funcionamiento del grupo.

## 4. ENTREGABLES Y EVALUACIÓN

La Tabla 1 muestra las herramientas que se van emplear para evaluar el aprendizaje obtenido en el desarrollo del proyecto con enfoque ABPy.

### 4.1. INFORME FINAL:

El informe final del proyecto es el que más peso tiene, ya que permite determinar si

- los alumnos han entendido los conceptos relacionados con los motores de combustión interna,
- conocen las condiciones de presión y temperatura en las que funcionan,
- han sido capaces de calcular y manejar variables termodinámicas (energía interna, entalpía, entropía, título de vapor, condiciones de saturación y de sobrecalentamiento, etc.),
- han sido capaces de elegir las variables adecuadas (flujos de combustible, de vapor y de gases) para producir la potencia necesaria,
- han sido capaces de justificar las decisiones adoptadas.

En el anexo V se muestra un índice con los apartados que debe recoger dicho informe, y en anexo VI se recogen los criterios o rúbricas de evaluación de dicho informe.

### 4.2. INFORME SEMANAL SOBRE OBJETIVOS, LOGROS Y REPORTE DE TAREAS:

Al final de cada semana se ha de entregar un informe en las que se describen los logros obtenidos a lo largo de la semana, los objetivos para la semana que viene y el reparto de tareas para alcanzar dichos objetivos.

Este informe permiten conocer cómo se ha producido el proceso, así como los mecanismos que los alumnos han puesto en marcha para lograr un trabajo en equipo efectivo.

#### 4.3. EXPOSICIÓN ORAL:

Una vez finalizado el proyecto cada grupo presentará lo más relevante de su trabajo en 10 minutos de exposición.

La exposición oral, en la que participan todos, permite indagar en los elementos analizados con el proyecto.

#### 4.4. EVALUACIÓN POR PARES:

A lo largo del desarrollo de los dos proyectos los cada miembro del grupo y así mismo evaluará la participación del resto de los miembros en el trabajo en grupo. Esta evaluación por pares trata de determinar si el trabajo en equipo ha sido efectivo, así como el nivel de contribución de cada uno de los miembros.

#### 4.5. EJERCICIO DE MODIFICACIÓN:

Por último, cada alumno será sometido a una prueba individual, en la que el profesor ha realizado una modificación en su propuesta original, y cada alumno debe proponer alternativas y realizar cálculos para dar solución a la alteración.

**Tabla 1.** Elementos evaluados en el aprendizaje de sistemas de potencia de vapor y gas con enfoque PBL.

Elemento evaluable	Importancia relativa	Qué se evalúa.
Informe final de los proyectos 1 & 2.	50%	Manejo de los conceptos, razonamientos, procedimientos de cálculos, resultados, expresión escrita, distribución de los contenidos, exposición de resultados...
Informes/Actas semanales sobre objetivos, logros y reparto de tareas.	20%	Coherencia objetivos-logros. Manejo de conceptos y razonamiento. Toma de decisiones. Dificultades y aciertos. Acciones. Reparto de tareas.
Exposición oral de los proyectos.	10%	Síntesis del proyecto. Comunicación oral. Medios para la presentación. Distribución de contenidos. Respuestas a preguntas.
Evaluación entre pares (3 veces).	10%	Participación, motivación, puntualidad, contribución al buen clima de trabajo.
Ejercicio de modificación del proyecto (individual).	10% (MIN 5/10)	Capacidad de hacer frente a una modificación en el proyecto para resolverlo: conceptos, razonamientos, procedimientos de cálculo, resultado.

El importancia relativa de la evaluación del aprendizaje con enfoque PBL en relación al conjunto de la asignatura es aproximadamente proporcional al tiempo presencial dedicado (60%), tal y como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Distribución de la evaluación del conjunto de la asignatura.

<b>Elemento evaluable</b>	<b>Importancia relativa</b>	<b>Qué se evalúa.</b>
ABPy 1 & 2	60% (40%+20%)	Ver Tabla 1.
Examen teórico-práctico	30% (MIN 3,5/10)	Test sobre conceptos y relación y examen de resolución de ejercicios sobre los temas que no se recogen en el enfoque PBL (primer y segundo principio termodinámica y producción de frío).
Seminarios	10%	Participación, calidad de los materiales propuestos, exposición.

## 5. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

El desarrollo del proyecto tiene lugar inmediatamente después de terminar el Proyecto 1, en las semanas 8-11.

SEMANA	SESIÓN	DURACIÓN	ACTIVIDAD	TAREA NO PRESENCIAL	ENTREGABLE
8	23	1 h			INFORME FINAL
	1b	1h	Presentación pregunta motriz nº 2. Análisis, debate, lluvia de ideas. Presentación del encargo.	Búsqueda rápida y bruta en internet sobre aspectos relacionados con el encargo.	Informe semana 8 sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.
	24, 25	2 h	Exposición de los trabajos, 15 min cada grupo.		Exposición de trabajos Prueba individual modificación
9	2b	1 h	Lluvia de ideas e identificación de necesidades de aprendizaje Presentación de libro de texto		Informe semana 9 sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.
	3b	1 h	Calcular potencia que ha generar el coche	Todo aquello que no se ha podido completar en el aula, en función de los objetivos establecidos y el reparto de tareas. Reuniones del grupo no presenciales.	
	4b, 5b	2 h	Lectura y comprensión: Otto, Diesel y motor eléctrico. Técnica Jigsaw o puzle. Exposición a los compañeros de aprendido.		
10	6b	1 h	De forma cíclica: Analizar datos, analizar problema, planificar, abordar el		Informe semana 10





	7b	1 h	problema, revisar bibliografía, redactar.		sobre logros de la semana, objetivos para la siguiente semana y reparto de tareas.
	9 b	1 h			INFORME FINAL
11	9b, 10b	2 h	Presentación trabajos		Presentación trabajos /Prueba individual modificación

## 6. RECURSOS

MORAN, M.J., SHAPIRO, H.N., "Termodinámica Técnica", Ed. 2, Reverté, 2000.

MORAN, M.J., SHAPIRO, H.N., "Ingeniaritza-Termodinamikaren Oinarriak", UPV/EHU, 2007.

MORAN, M.J., SHAPIRO, H.N., "Fundamentals of Engineering Thermodynamics", 6th ed., John Wiley and Sons, 2007.

Se trata de una obra bien narrada y organizada, con explicaciones claras y concisas, junto a numerosos ejemplos bien explicados y de complejidad gradual, lo cual convierte en agradable y casi idóneo para el auto aprendizaje. La Biblioteca dispone de bastantes ejemplares.

- Resistencia aerodinámica. (s.f.) En Wikipedia. Recuperado el 28 de junio de 2015 de [http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia\\_aerodin%C3%A1mica](http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_aerodin%C3%A1mica)
- Resistencia a la rodadura. (s.f.) En Wikipedia. Recuperado el 28 de junio de 2015 de [http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia\\_a\\_la\\_rodadura](http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_a_la_rodadura)
- Engranaje. (s.f.) En Wikipedia. Recuperado el 28 de junio de 2015 de <http://es.wikipedia.org/wiki/Engranaje>
- Caja de cambios. (s.f.) En Wikipedia. Recuperado el 28 de junio de 2015 de [http://es.wikipedia.org/wiki/Caja\\_de\\_cambios](http://es.wikipedia.org/wiki/Caja_de_cambios)
- Documento "Cambio de Marchas y Transmisión (I)." ANEXO X

Estos enlaces están seleccionados para que el alumno pueda determinar la potencia que debe desarrollar un motor de un vehículo para superar todas las resistencias al movimiento.

- Vehículo eléctrico. (s.f.) En Wikipedia. Recuperado el 28 de junio de 2015 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo\\_el%C3%A9ctrico](https://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo_el%C3%A9ctrico)

Este enlace proporciona datos de rendimientos de motores eléctricos y de todos los procesos de que tienen lugar desde la generación de la electricidad (central térmica) hasta la energía cinética desarrollada en el vehículo, lo que permite comparar con los motores de combustión interna.

## 7. ROL DEL PROFESOR.

El proyecto planteado está poco acotado y la intervención del profesor debe ser bastante limitada. La intervención del profesor en las sesiones PBL se reduce progresivamente desde el inicio hasta el final del proyecto. Su presencia es importante en las primeras sesiones como moderador de las sesiones de lluvia de ideas y determinación de las necesidades del aprendizaje. En la fase de lectura del libro de texto, el profesor participa en el aula bajo demanda, aclarando aspectos que se le solicitan. En la fase de diseño y cálculos, los alumnos trabajan de forma autónoma. El profesor actúa como observador y facilitador, interactuando con cada grupo de acuerdo con sus necesidades, en equilibrio entre discusiones entre los alumnos y su intervención. El profesor observa y toma nota del funcionamiento del grupo y anima a los alumnos a interponer normas de funcionamiento.



## ANEXO II

### IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE APRENDIZAJE (I) INDIVIDUAL

TERMOTECNIA CURSO:

ALUMNO:

---

**TAREA:** Para poder hacer frente al encargo del proyecto, ¿cuáles son las preguntas que necesitas que se te respondan?, es decir, ¿qué necesitas saber? Haz una lista de preguntas o necesidades de aprendizaje

---

**OBJETIVO:** Identificar las necesidades de aprendizaje.

---

**TEMA:** Análisis de encargo

---

**AUTOR (ES):** Individual

---

**TIEMPO:** 5 min.

---

\* Se reparte una hoja con la tarea a cada uno alumno. Elabora una lista de preguntas.

## ANEXO III

### IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE APRENDIZAJE (II) GRUPAL

TERMOTECNIA CURSO:

ALUMNOS:

---

**TAREA:** Para poder hacer frente al encargo del proyecto, ¿cuáles son las preguntas que necesitas que se te respondan?, es decir, ¿qué necesitas saber? Haz una lista de preguntas o necesidades de aprendizaje

---

**OBJETIVO:** Identificar las necesidades de aprendizaje.

---

**TEMA:** Análisis de encargo

---

**AUTOR (ES):** Grupo

---

**TIEMPO:** 10-15 min.

---

\* Se reparte una hoja con la tarea a cada grupo. Elaboran una lista de preguntas con las identificadas previamente de forma individual.

\* Posteriormente se completa la lista con la puesta en común con todos los grupos del aula.

## ANEXO IV

### INFORME SEMANAL DE LOGROS Y OBJETIVOS.

TERMOTECNIA CURSO:

ALUMNOS:

---

**TAREA:** Realiza una descripción de los logros obtenidos a lo largo de la semana y cómo se ha llegado a ellos. Indica qué no se ha conseguido y porqué. Contextualiza en qué fase del proyecto se encuentra el trabajo realizado. Identifica los objetivos para la semana siguiente, planifica el trabajo y el reparte de tareas en el grupo.

---

**OBJETIVO:** Identificar logros, aprendizaje y planificar.

---

**TEMA:** Desarrollo del proyecto.

---

**AUTOR (ES):** Grupo

---

## ANEXO VI:

### ESTRUCTURA INFORME FINAL PROYECTO 2

¿Qué es más barato y limpio, conducir un coche de gasolina, diesel o eléctrico? El trabajo y los resultados se deben recoger en un informe final con esta estructura:

1. ÍNDICE.
2. INTRODUCCIÓN.  
Presentación del proyecto. Objetivos. Describir brevemente qué se recoge en el documento.
3. BASES DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA  
Qué son los motores de combustión interna, cómo funcionan, su ciclo termodinámico, ventajas y desventajas. Emplea diagramas de flujo, diagramas termodinámicos y ecuaciones. Motor eléctrico (conceptos generales) y rendimientos.
4. ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.  
Describe la estrategia empleada para acometer el encargo: etapas, distribución del trabajo, toma de decisiones, aciertos, fallos, etc.).
5. DESCRIPCIÓN DEL LOS CÁLCULOS REALIZADOS PARA EL DISEÑO TERMODINÁMICO.  
Describe los cálculos para el diseño termodinámico de los motores de combustión interna. Utiliza tablas, diagramas, ecuaciones. Si se ha empleado un software de cálculo hay que entregarlo como anexo con una breve descripción del modo en que se ejecuta y se leen los resultados.
6. REFLEXIÓN SOBRE TRABAJO.  
Conclusiones de los resultados. Conclusiones sobre el aprendizaje. Si tuviese oportunidad de mejorar algo en todo el proceso, qué cambiaríais, etc.
7. BIBLIOGRAFIA
8. NOMENKLATURA

Las normas de formato y de escritura del documento son las mismas empleadas en la asignatura “Experimentación en Ingeniería Química I”.

## ANEXO VII

### PAUTAS GENERALES DE PRESENTACION

Los guiones deberán presentarse a ordenador. Se presentarán escritos por una cara, siendo recomendable utilizar los siguientes márgenes en le documento:

- derecho e izquierdo 2.5 cm
- superior: 3 cm
- inferior: 2.5 cm

Las páginas deberán ir numeradas (se recomienda en la parte superior derecha, enrasadas con el margen derecho). Si el alumno lo desea, puede incluir en las páginas un encabezado o pie de página (indicativo de cada práctica).

Se deberá presentar una portada donde se indique el nombre de la práctica (escrito también a ordenador con tamaño de letra grande, no como portada artística), y se incluya el nombre del alumno, el grupo de prácticas al que pertenece, y el nombre de los demás integrantes del grupo, o de aquellos que decidan presentar un mismo guión.

Se deberá incluir un índice con la numeración de los diferentes apartados (el índice se numera de forma independiente al resto del documento, y si solo es 1 página mejor no numerarlo)

Los diferentes apartados en que se divida cada práctica deberán ir claramente diferenciados. Se recomienda un salto de página entre apartados, salvo si los apartados son lo suficientemente pequeños (por ej., objetivos y resumen), bastando entonces con espaciarlos suficientemente (dos dobles espacios). Los sub-apartados no se separarán con salto de página, sino con doble espaciado.

Los *párrafos* deberán estar *suficientemente espaciados entre sí*, con objeto de facilitar la lectura de los contenidos. Se recomienda usar separación de 12 puntos entre párrafos (espaciado anterior=12 y posterior=0), e interlineado sencillo (o mínimo 12 puntos) dentro de cada párrafo. Se recomienda *“indentar” o “sangrar” el inicio de cada párrafo* a una distancia conveniente del margen izquierdo (recomendado 1 cm), aunque también se admite enrasarlo al margen izquierdo (siempre que esté debidamente separado del párrafo anterior y siguiente). Es imprescindible mantener un margen derecho e izquierdo uniformes, esto es, se debe *justificar el texto a derecha e izquierda*.

El tamaño de letra no deberá ser ni demasiado grande ni demasiado pequeño. Con objeto de diferenciar claramente los apartados y sub-apartados, se recomienda lo siguiente:

- a) título de cada apartado (1., 2. etc.) en mayúsculas, negrita y tamaño 14.
- a) título de sub-apartados (1.1, 1.2, etc.) en mayúscula, negrita y tamaño 12.
- b) Títulos de subsiguientes sub-apartados (1.1.1, 1.1.2, etc.) en negrita y tamaño 12.



c) Texto en general: se recomienda Times 12, Arial 12, Scholbook 12 o similares.

Las clasificaciones (como la que se acaba de mostrar) conviene que se inicien enrasadas en el margen izquierdo, y las sub-clasificaciones se irán indentando adecuadamente.

### Bibliografía

Debe contener por lo menos los “libros” indispensables para haber podido desarrollar el fundamento teórico y poder realizar todos los cálculos, y permitir la obtención de conclusiones adecuadas. Por ello, aunque se puede incluir como bibliografía los apuntes de clase, no se acepta incluirlos a ellos “solos”, excluyendo la fuente bibliográfica adecuada.

Debe utilizarse un criterio homogéneo en la presentación de los libros, debiendo incluir lo siguiente: Autor(es), Título del libro, Editorial, Ciudad y Año. Por ejemplo:

Bates, D.M., Watts, D.G., *Nonlinear Regression Analysis and its Applications*, John Wiley & Sons, Nueva York, (1988)

O, alternativamente

Bates, D.M., Watts, D.G., (1988), *Nonlinear Regression Analysis and its Applications*, John Wiley & Sons, Nueva York.

Para artículos de revista la pauta es la siguiente: Autor(es), título del artículo, nombre de la revista, volumen, página inicial y final, año. Por ejemplo:

Bibby, D. M., Howe, R.F. y McLellan; G.D. "Coke formation in high-silice zeolites". *App. Catal.*, **93**, 1-34 (1992).

### Presentación de ecuaciones

“Todas” las *ecuaciones* se numerarán correlativamente a medida que aparecen en el documento, con objeto de poder referirse a ellas posteriormente a su primera aparición en el texto, sin necesidad de volver a escribir la misma ecuación dos veces. Para ello, se pondrá un número entre paréntesis enrasado en el margen derecho (o por lo menos siempre a la misma distancia del margen derecho). Debe mantenerse un criterio uniforme en la ubicación de las ecuaciones, siendo recomendable situarlas centradas en la línea, como se ha hecho en el caso de la Ecuación (3)

$$(-r_A) = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]^2 \quad (3)$$

O bien pueden aparecer indentadas siempre con una misma distancia del margen derecho, tal como se indica a continuación para la Ecuación (4).

$$h_T = \left( \frac{L}{k_x a (1-x)_{iM}} \right) \int_{x_2}^{x_1} \frac{(1-x)_{iM}}{(1-x)(x_i-x)} dx = H_{iL} N_{iL} \quad (4)$$

Sea cual sea la opción elegida para ubicar las ecuaciones, el criterio será el mismo en todo el documento. Recuérdese que no debe escribirse dos veces una misma ecuación, sino que, cuando sea necesario referirse a ella se indicará su número correspondiente, llamándola como si fuera nombre propio (comenzar por mayúscula; por ej., “para el cálculo del número de unidades de transferencia se utiliza la Ecuación (12)...”).

Debe procurarse utilizar correctamente el editor de ecuaciones, prestando especial atención a los paréntesis, subíndices, etc. en la escritura de las ecuaciones.

### Presentación de tablas

“Todas” las *Tablas* que aparezcan a lo largo de la práctica se numerarán correlativamente, y deberán llevar una **cabecera de Tabla** adecuada indicativa del contenido de la Tabla. Se referenciarán igual que las ecuaciones, esto es, con nombre comenzando por mayúsculas. Por ejemplo: “los valores experimentales de volumen de ácido consumido y caída de presión para cada caudal de gas utilizado se recogen en la Tabla 2.” Debe recordarse *indicar siempre las UNIDADES* de los diferentes parámetros que se referencien en las tablas. Debe procurarse elegir un formato de tablas que no sea muy recargado (es preferible evitar colores y sombreados excesivos)

### Presentación de figuras

“Todas” las *Figuras* que aparezcan a lo largo de la práctica deben llevar una numeración correlativa, no haciéndose distinción alguna entre Figuras (de esquemas de equipos, por ejemplo) o Gráficos (de resultados), sino que todos serán simplemente Figuras. Deberán llevar un **pie de Figura** aclaratorio, esto es, que indique con claridad qué se ha representado en la misma. Las figuras, deberán aparecer convenientemente citadas o referenciadas en el texto (tratarlas como nombres propios como a las ecuaciones y tablas, esto es, se referencian comenzando por mayúsculas. Por ej., “tal como se observa en la Figura 5, el máximo de la curva C se desplaza hacia...”). Las figuras y su pie correspondiente se situarán lo suficientemente distanciadas del texto, (dejar por lo menos 1 cm de distancia entre la Figura y texto anterior a la misma y 1 cm entre el pie de figura y el texto subsiguiente) y se ubicarán en el documento lo más cerca posible de donde se hayan mencionado o referenciado.

Las Figuras de resultados que se incluyan deberán tener un tamaño adecuado, siendo recomendable un tamaño ligeramente inferior a media página (10cmx12cm, por ej., de modo que aparezcan dos gráficos por página). Ese tamaño indicado es el que debe tener el eje de abscisas-ordenadas, de la figura, y no el “cuadro” envolvente de la figura (el que se importa de EXCEL). Si aparece sólo una serie en la Figura, no será necesario poner la “leyenda” de dicha serie, mientras que si aparecen dos series de datos diferentes, deberá incluirse la correspondiente leyenda indicando a qué corresponde cada serie (ojo!!, la opción de leyenda que suele aparecer por defecto de “serie 1”, “serie 2”, está claro que no sirve de nada). El tamaño de las letras y números que aparezcan en el gráfico deberá ser del mismo orden que el que aparece en el resto del documento. Si el alumno se ve incapaz de hacer las figuras a ordenador se admite presentarlas en papel milimetrado, siguiendo las mismas pautas generales de presentación.

## ANEXO VIII

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN INFORME FINAL

#### Fundamento teórico: 25%

- %100 Las bases de los motores térmicos (apartado 3) se describen de forma clara y siguiendo un orden lógico. Las tablas y los gráficos facilitan su comprensión. No se da información de relleno y poco útil.
- 66% Los criterios del párrafo anterior se cumplen a medias.
- 33% Los criterios del párrafo anterior se cumplen en menos del 50%.

#### Esquema: 50%

- 100% La descripción del de los apartados 4 y 5 se entiende fácil. Los cálculos están bien descritos: siguen un orden lógico y se diferencia claramente las variables supuestas y las calculadas. Las tablas y los gráficos facilitan su comprensión. Los cálculos son correctos.
- 66% Los criterios del párrafo anterior se cumplen a medias.
- 33% Los criterios del párrafo anterior se cumplen en menos del 50%.

#### Apartados: 10%

- 100% Se recogen todos los apartados descriptos en el Anexo V, y se añaden los anexos necesarios.
- 66% No se recoge uno de los apartados del Anexo V.
- 33% No se recogen dos o más apartados del Anexo V.

#### Aspecto: 10%

- 100% Se emplean los criterios de presentación del Anexo VI entre 90 y 100%.
- 66% Se emplean los criterios de presentación del Anexo VI entre 60 y 90%.
- 33% Se emplean los criterios de presentación del Anexo VI entre 0 y 60%.

#### Calidad de las fuentes de información: 5%

- 100% Además de las fuentes de información proporcionadas por el profesor, se aportan otras fuentes bibliográficas de calidad e interesantes para el desarrollo del proyecto.
- 66% Las fuentes son fiables pero no proporcionan información adicional interesante.
- 33% Las fuentes no son fiables. No se han empleado fuentes adicionales.

## ANEXO IX

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA PRESENTACIÓN ORAL.

#### Presentación de contenidos: 45%

- 100% La estructura de la presentación y los contenidos expuestos (apartados, imágenes, tablas, diagramas, ecuaciones, etc.) PERMITEN IDENTIFICAR CLARAMENTE el punto de partida, el desarrollo, las decisiones, los resultados obtenidos, las conclusiones, etc.
- 66% La estructura de la presentación y los contenidos expuestos (apartados, imágenes, tablas, diagramas, ecuaciones, etc.) NO PERMITEN IDENTIFICAR CLARAMENTE el punto de partida, el desarrollo, las decisiones, los resultados obtenidos, las conclusiones, etc.
- 33% La presentación en los términos indicados anteriormente es inadecuada.

#### Participación: 25%

- 100% Todos los miembros han participado en la presentación.
- 66% Uno de los miembros no ha participado en la presentación.
- 33% Dos miembros no han participado en la presentación.

#### Tono y actitud: 15%

- 100% Mantiene el contacto visual con la audiencia. El tono es agradable y permite destacar datos/conceptos/resultados relevantes, con breve pausa, remarcando con un ligero aumento del volumen, señalando, etc. Su actitud muestra seguridad. Todos los miembros cumplen este criterio.
- 66% A veces pierde el contacto visual con la audiencia. El tono es agradable pero en ocasiones los datos/conceptos/resultados relevantes no se remarcan suficientemente.
- 33% No se mantiene el contacto visual con la audiencia, el tono es muy variable o bien muy monótono y aburrido.

#### Síntesis: 10%

- 100% La presentación ha durado 13-15 min.
- 66% La presentación ha durado 15-20 min.
- 33% La presentación ha durado 20-30 min.

#### Respuesta a las preguntas: 5%

Cada grupo tiene que realizar una pregunta en cada exposición.

- 100% Han respondido bien y con seguridad. Han realizado una pregunta a todos los grupos.
- 66% Han respondido con seguridad pero a veces de forma errónea. No han realizado pregunta en una de las presentaciones.
- 33% Demuestran claramente falta de seguridad. Las respuestas a menudo son erróneas o no han respondido. No han realizado pregunta en dos o más presentaciones.

## ANEXO X

### REFLEXIÓN SOBRE FUNCIONAMIENTO DE GRUPO (OAKLEY 2004)

Miembros del grupo: \_\_\_\_\_

	La mayoría de las veces	A veces	Pocas veces
Las reuniones comienzan con un retraso de 5 a 15 min.			
Los miembros del grupo llegan tarde o bien se van antes de terminar la reunión. O no acuden.			
No tenemos agenda. Los compañeros tiene una ligera idea de cuál es su cometido.			
Uno o dos compañeros acaparan toda la discusión.			
Los compañeros no cumplen con sus obligaciones. Acuden a las reuniones sin preparación, sin terminar su tarea, etc.			
Algunos compañeros muestran indicios de que no se sienten cómodos en el grupo.			
Los compañeros no respetan el turno o la palabra de los otros.			
Los problemas no se aclaran en las reuniones, se dejan para la siguiente reunión			
No planificamos el trabajo. Los compañeros no saben cuál se el siguiente paso, ni cuál es su tarea.			
Uno o dos compañeros son los que se encargan de casi todo el trabajo.			
Recibimos una mala evaluación de los entregables.			

Indica 3 aspectos de mejora para tu equipo:

---



---

## ANEXO XI

### CO-EVALUACIÓN MIEMBROS GRUPO (OAKLEY 2004)

Esta es una herramienta que permite mejorar tu experiencia de cooperación en equipos/grupos de trabajo/aprendizaje. Sé honesto con las respuestas. Evalúa los siguientes ítems del 1 al 5 la contribución de cada compañero a la experiencia de trabajo en grupo.

1 – Nunca    2 – Pocas veces    3 – A veces    4 – A menudo    5 – Siempre

Miembros del grupo: \_\_\_\_\_

Miembro a evaluar: \_\_\_\_\_

Marca la respuesta:

• ¿Cumple con sus tareas previo a las reuniones?	1	2	3	4	5
• ¿Cumple con su rol (coordinados, secretario, evaluador,...)?	1	2	3	4	5
• Cuando no ha podido asistir a la reunión, o no ha sido capaz de terminar con sus tareas, ¿ha avisado previamente al grupo?	1	2	3	4	5
• ¿Contribuye en las reuniones del grupo? ¿cuantas veces?	1	2	3	4	5
• ¿Escucha a los compañeros y expone sus ideas y opinión con respeto?	1	2	3	4	5
• ¿Participa en los esfuerzos del grupo?	1	2	3	4	5

¿Cuál es tu calificación general en base a tus respuestas? (1 -5): \_\_\_\_\_

---

## **ANEXO XII**

### **APUNTES SOBRE PÉRDIDAS O RESISTENCIAS AL MOVIMIENTO EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.**