

## **Grado en Ciencias Ambientales 25214 - Meteorología y climatología**

**Guía docente para el curso 2011 - 2012**

**Curso: 2, Semestre: 1, Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Jesús Ignacio Beamonte San Agustín** beamonte@unizar.es

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Para el adecuado seguimiento de esta asignatura es recomendable haber superado la de Bases Físicas del Medio Ambiente de Primer Curso del Grado, así como la asistencia regular a las sesiones, tanto de teoría como de problemas.

Por otra parte, durante el semestre es imprescindible el estudio y el trabajo continuados, tanto por la naturaleza de esta disciplina, como por la posibilidad de realización de pruebas breves de autoevaluación.

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Para superar las prácticas de laboratorio se tendrá en cuenta, en primer lugar, que es recomendable haber asistido a las cuatro sesiones detalladas en el apartado de actividades y se valorarán especialmente los resultados obtenidos, la calidad del informe correspondiente y la actitud del estudiante en el laboratorio.

Además, cada alumno realizará un trabajo en grupo, con el asesoramiento y tutoría del profesor. Al igual que en el caso anterior, se valorarán las características del informe escrito y la claridad, el orden y la capacidad de responder a las preguntas que se planteen durante la exposición ante el profesor y el resto del grupo. La fecha de la prueba global escrita en las convocatorias oficiales puede consultarse [aquí](#).

El calendario semanal de entregas de informes de laboratorio, y de entrega y exposición de trabajos está publicado en esta misma guía en el cronograma especificado en el último apartado.

No obstante todo lo anterior, el estudiante podrá realizar las actividades mencionadas anteriormente al finalizar el semestre, según se detalla en el apartado de evaluación de esta misma guía.

---

### **Inicio**

---

#### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

- 1.- Enunciar, sintetizar, analizar, relacionar y aplicar los principios y fundamentos de Dinámica Atmosférica, Elementos y Factores Climáticos, y Cambios Climáticos.
- 2.- Interpretar cuantitativa y cualitativamente los resultados obtenidos en la resolución satisfactoria de determinados casos basados en fenómenos y procesos relacionados con el medioambiente.
- 3.- Expresar adecuadamente, en fondo y forma: claridad, organización..., tanto de forma oral como escrita, los métodos, los procesos, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos en los casos encomendados para su estudio.
- 4.- Elaborar trabajos e informes de laboratorio haciendo un uso adecuado de las TIC (procesador de textos, hoja de cálculo, búsquedas bibliográficas en internet...) en relación a los fenómenos anteriores.
- 5.- Ejecutar trabajos de laboratorio encomendados en los que el alumno demuestre que es capaz de hacer un uso adecuado de la instrumentación básica en Meteorología (realizar medidas de irradiación solar en función del ángulo, de humedad relativa, coeficiente adiabático y densidad del aire, ...)
- 6.- Manejar simuladores sencillos del cambio climático.
- 7.- Analizar e interpretar información meteorológica y climatológica (régimen térmico, precipitaciones, vientos, insolación, humedad relativa, mapas de superficie y de altura, otros datos climáticos, ...)

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura está programada en Segundo Curso, Primer Cuatrimestre, y es de formación obligatoria dentro del Grado. Se encuentra ubicada en el plan de estudios en el "Módulo 1. Interpretación del medio como sistema" que se organiza en torno a la competencia fundamental de un experto en medio ambiente de ser capaz de interpretar un medio identificando todos sus factores constituyentes, los procesos y las interacciones que tienen lugar. Esto conlleva conocimientos fundamentales de Meteorología y Climatología.

Durante el desarrollo de esta asignatura, nos plantearemos (y les daremos respuesta) preguntas del tipo:

¿Cómo influye el movimiento de las masas de aire en el tiempo de cada día?

¿Cuál es la importancia meteorológica de la rotación de la Tierra?

El efecto invernadero es ¿beneficioso o perjudicial para la Tierra?

¿Es lo mismo clima que tiempo?

---

## Contexto y competencias

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Se pretende, con la docencia de esta asignatura, proporcionar explicaciones científicas a los principales fenómenos meteorológicos y climatológicos. Esto se aborda tanto utilizando estrictos razonamientos físico-matemáticos en algunos temas, como con una metodología más descriptiva en otras partes.

### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Los contenidos de esta materia sirven de base para otras materias de cursos posteriores como las asignaturas de Contaminación (Atmosférica, de Aguas, Radiactiva, Acústica), Hidrogeología Ambiental y Tecnologías Limpias-Energías

Renovables.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

### **1:**

#### *Competencias específicas*

1. Comprender y aplicar a fenómenos atmosféricos y climáticos concretos los conceptos básicos de Termodinámica Atmosférica, Dinámica Atmosférica, Clima y Cambios Climáticos.
2. Interpretar cuantitativa y cualitativamente los datos.
3. Utilizar adecuadamente las TIC (procesador de textos, hoja de cálculo, búsquedas bibliográficas en internet, simuladores atmosféricos, ...).
4. Adquirir, desarrollar y ejercitar las destrezas necesarias para el trabajo de laboratorio y la instrumentación básica en Meteorología.

### **2:**

#### *Competencias transversales*

1. Analizar y sintetizar.
2. Comunicarse de forma oral y escrita.
3. Gestionar la información.
4. Resolver problemas.
5. Trabajar en equipo.
6. Trabajar de forma autónoma.
7. Desarrollar habilidades de compromiso personal.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Las competencias que forma esta asignatura son relevantes porque contribuyen al conocimiento básico de los procesos atmosféricos relacionados con el sistema Tierra-Atmósfera. Además, llevan implícito el desarrollo, en el estudiante, de habilidades de pensamiento de orden superior como el razonamiento, la solución de problemas y el pensamiento crítico. Como asignatura de formación obligatoria que es, sirve de sustento a un cierto número de asignaturas de cursos posteriores.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

#### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

### **1:**

- 1 Examen Global con arreglo al [programa de teoría](#) de la asignatura, consistente en una prueba presencial escrita al final del semestre, según calendario de [exámenes](#) de la EPS.
- 2 Realización, presentación y defensa oral de un trabajo en grupo, consistente en un caso práctico en el que se ponga de manifiesto la relación entre los contenidos de la asignatura y el medio ambiente.
- 3 Realización de un conjunto de [prácticas de laboratorio](#) y presentación de los informes correspondientes.

- 2:** Las actividades de evaluación 2 y 3 se pueden realizar, y es lo recomendado, a lo largo del curso en las fechas señaladas en la planificación temporal de la asignatura o en la convocatoria oficial al final del semestre.

### ***Primera Convocatoria***

En la fecha oficial especificada en el calendario de exámenes del centro.

A la Prueba Global deben presentarse todos los alumnos.

Aquellos estudiantes que no han realizado alguna de las actividades obligatorias durante el semestre, deberán hacerlo al finalizar el mismo.

Una vez hechos públicos los resultados del examen global, a los alumnos que tengan que realizar el Trabajo o las Prácticas de Laboratorio, se les indicará el tema propuesto y la fecha de exposición, así como el momento y lugar para realizar las Prácticas.

Para los estudiantes que soliciten cambio de fecha, de acuerdo con los supuestos especificados en el Artículo 5 del Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje, la Prueba Global tendrá las mismas características y restricciones que la realizada en la fecha de la convocatoria oficial.

### ***Segunda Convocatoria***

En la fecha oficial especificada en el calendario de exámenes del centro.

Los estudiantes que tengan aprobadas algunas de las actividades realizadas durante el curso, no tendrán que volver a realizarlas.

El examen global tendrá la misma estructura, restricciones y condiciones que el de la primera convocatoria.

## **Criterios de evaluación**

## **Criterios de Evaluación**

### ***Prácticas de Laboratorio***

En la evaluación de las prácticas de laboratorio, la nota obtenida dependerá de:

- a) La exactitud de los resultados obtenidos en las diferentes secciones de cada práctica.
- b) La calidad de los informes entregados al finalizar cada una de las prácticas. Las pautas de valoración están recogidas en el documento: Normas Generales para la elaboración de informes.
- c) La participación activa y el interés demostrado por cada uno de los integrantes del grupo durante el desarrollo de la sesión de laboratorio.

Cada práctica se puntuará de 0 a 10 y aunque su ejecución se realice por parejas y sólo se entregue un informe, los integrantes de dicha pareja podrán obtener calificaciones diferentes. Una vez realizadas todas las sesiones, la puntuación obtenida en las Prácticas de Laboratorio será sobre un máximo de 10. Si la nota conseguida es inferior a 5, la asignatura no se considerará aprobada. Su peso en la calificación final de la asignatura será del 20%. Esto quiere decir que, como máximo, contribuirá con 2 puntos a la calificación final.

### ***Trabajo en Grupo***

Cada estudiante efectuará un trabajo, enmarcado en las actividades académicamente dirigidas, que se evaluará teniendo en

cuenta la corrección de los resultados obtenidos, así como la calidad de la presentación del trabajo escrito y la claridad, el orden y la capacidad de responder a las preguntas que se planteen durante la exposición ante el profesor y el resto del curso. Se debe tener en cuenta que aunque la ejecución de este trabajo se realice en grupo, sus integrantes podrán obtener calificaciones diferentes. Esta actividad se calificará con un máximo de 10 puntos, y su repercusión en la nota final de la asignatura será del 10%.

### **Examen Global**

Por último, se llevará a cabo un examen presencial correspondiente a la convocatoria oficial que constará de problemas y cuestiones de opción múltiple. Los criterios generales aplicados en la corrección de los exámenes, serán:

Se valorará favorablemente :

- La solución correcta de los ejercicios propuestos, así como el proceso seguido hasta obtenerla y la interpretación de los resultados obtenidos.
- La comprensión de los procesos meteorológicos.
- La destreza y habilidad en el manejo de las herramientas matemáticas.
- La utilización correcta de las unidades en las magnitudes físicas.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden, la presentación e interpretación de resultados.

Se valorará desfavorablemente :

- La ausencia de explicaciones en el desarrollo de los problemas.
- El desorden y la mala presentación.
- Las faltas de ortografía.

Se calificará sobre 10 y su repercusión en la nota final será del 70 %. Si la nota conseguida en esta prueba es inferior a 4, la asignatura no se considerará aprobada, independientemente de las notas obtenidas en el resto de las actividades que se evalúan.

### **Evaluación Global**

El sistema mediante el que el estudiante es evaluado en esta asignatura es el de *Evaluación Global* consistente en: Trabajo, Prácticas de Laboratorio y Examen Global.

Resumiendo todo lo anterior, la calificación final sobre 10 (teniendo en cuenta las restricciones especificadas anteriormente), será la obtenida aplicando la siguiente fórmula:

Calificación Final (C.F.) = 70% nota examen + 20% nota prácticas de laboratorio + 10% nota trabajo

Si no se alcanzan los requisitos mínimos en el Examen Global (4 puntos sobre 10) y en las Prácticas de Laboratorio (5 puntos sobre 10), la asignatura no se considerará aprobada aunque la calificación final, C.F., según la ponderación arriba indicada sea igual o superior a 5. En estos casos:

Si  $C.F. \geq 4$ , la calificación final será: Suspenso, 4.

Si  $C.F. < 4$ , calificación final será: Suspenso, C.F.

---

## **Actividades y recursos**

---

## Presentación metodológica general

### El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

*Sesiones teóricas* que consistirán, fundamentalmente, en lecciones magistrales participativas. Dentro de éstas cabe destacar las dedicadas a la resolución de problemas, en las que se promoverá la participación de los alumnos de forma más intensa que en las dedicadas a la exposición de los contenidos teóricos.

Las *sesiones de laboratorio* (en número de cuatro), consistirán en la realización, por parejas, de lo detallado en el [programa de prácticas](#) y en la elaboración de un informe conteniendo los resultados obtenidos en las mediciones y las respuestas a las preguntas planteadas en el correspondiente guión. En la elaboración de dicho informe, los alumnos deben cumplir lo establecido en las [Normas](#) correspondientes.

Por último, dentro de las actividades académicamente dirigidas se llevará a cabo, por grupos de 3 estudiantes, la resolución de un *trabajo práctico*, especialmente enfocado a la aplicación de conceptos meteorológicos al campo de las ciencias ambientales. Cada grupo tendrá varias sesiones de tutoría grupal en las que irán presentando al profesor sus avances y las dificultades que les vayan surgiendo. Finalmente, todos los grupos tendrán que realizar una exposición ante el profesor y el resto de los alumnos de la asignatura, de los resultados obtenidos en su trabajo y estar dispuestos a responder a cuantas aclaraciones o preguntas se les formulen por parte de la audiencia. Para esta exposición deberán utilizar las aplicaciones informáticas apropiadas.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

### El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

**1:**  
*Sesiones teóricas y prácticas de resolución de problemas en el aula*

Al comenzar cada tema, se le proporciona al alumno, tanto el contenido teórico que el profesor va a exponer en clase como una colección de ejercicios con sus soluciones, algunos de los cuales se resuelven en el aula, quedando el resto para trabajo no presencial del estudiante.

**2:**  
*Prácticas de laboratorio*

Antes de comenzar el periodo de prácticas el alumno puede disponer de un cuaderno con los guiones de las cuatro prácticas que tiene que realizar en el laboratorio, así como una información preliminar sobre la correcta presentación de los informes que deberá entregar.

**3:**  
*Sesiones de tutorización*

En grupos de tres estudiantes, con la finalidad de asesorarles en la realización del trabajo académicamente dirigido propuesto por el profesor. La temática del mismo se asigna por sorteo. Para su realización resulta de gran ayuda la consulta de la [bibliografía](#) recomendada, tanto básica como complementaria.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se estima que un estudiante medio debe dedicar a esta asignatura, de 6 ECTS, un total de 150 horas que deben englobar tanto las actividades presenciales como las no presenciales. La dedicación a la misma debe procurarse que se reparta de forma equilibrada a lo largo del cuatrimestre. Con esta previsión, la carga semanal del estudiante en horas queda reflejada en el siguiente cronograma:

Tipo de Actividad / Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividad Presencial										
Teoría	3	4		3	2	2			3	
Problemas	1		2			2				2
Prácticas de laboratorio			2		2			2		2
Presentación trabajos							2	2	1	
Evaluación										
Actividad No Presencial										
Trabajo individual	4	4	2	5	2	3	4		2	2
Trabajo en grupo			2		2	1	2	4	2	2
TOTAL	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Tipo de Actividad / Semana	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
Actividad Presencial										<b>64</b>
Teoría	3	1	3	3			4	3		34
Problemas	1		1							9
Prácticas de laboratorio										8
Presentación trabajos								1	4	10
Evaluación									3	3
Actividad No Presencial										<b>86</b>
Trabajo individual	4	7	4	5	6	6	4	2	1	67
Trabajo en grupo								2	2	19
TOTAL	8	8	8	8	6	6	8	8	10	<b>150</b>

Tipo de Actividad / Semana 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Actividad Presencial

Teoría 3 3 3 1 2 2 2 3

Problemas 1 1 1 1 1 1 1 1

Prácticas de laboratorio 2 2 2 2

Presentación trabajos 2 1

Evaluación 1

Actividad No Presencial

Trabajo individual 4 4 4 7 4 3 2 1 2 4

Trabajo en grupo 1 2 3 2

TOTAL 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8

Tipo de Actividad / Semana 11 12 13 14 15 16 17 18 19 Total

Actividad Presencial

Teoría 3 1 2 1 3 2 1 32

Problemas 1 1 8

Prácticas de laboratorio 8

Presentación trabajos			1	2				2		8
Evaluación				1			1		3	6
Actividad No Presencial										88
Trabajo individual	4	7	2	2	7	7	4	2	4	74
Trabajo en grupo			2	2				2		14
TOTAL	8	8	8	8	7	7	8	8	8	150

## Programa de Teoría

- Tema 1: Introducción
- Tema 2: La atmósfera
- Tema 3: Balance energético en la atmósfera
- Tema 4: Termodinámica de la atmósfera
- Tema 5: Fenómenos atmosféricos
- Tema 6: Dinámica atmosférica
- Tema 7: El clima
- Tema 8: Clasificaciones climáticas
- Tema 9: Cambios climáticos

## Programa de Prácticas de Laboratorio

Práctica 1.- *Radiación incidente sobre una placa fotovoltaica*

- Dependencia del voltaje generado con el ángulo de incidencia.
- Dependencia del voltaje generado con la distancia.

Práctica 2.- *Determinación de la densidad del aire y de su humedad relativa*

- Determinación de la densidad del aire.
- Determinación de la temperatura del punto de rocío.
- Determinación de la humedad relativa del aire.

Práctica 3.- *Determinación del coeficiente adiabático del aire*

- Medida del periodo del MAS del oscilador.
- Cálculo del coeficiente adiabático del aire.

Práctica 4.- *Transmisión de partes meteorológicos*

- Descifrado y transcripción gráfica de partes meteorológicos.
- Cifrado y transcripción gráfica de partes meteorológicos.

## Bibliografía

### Bibliografía básica recomendada

- SENDIÑA NADAL, I; PÉREZ MUÑUZURI, V: *Fundamentos de Meteorología*. Santiago de Compostela, Universidad de Santiago de Compostela. 2006
- AGUIRRE DE CÁRCER, I; CARRAL, P: *Apuntes de Meteorología y Climatología para el Medioambiente*. Madrid, UAM. 2008
- ZÚÑIGA LÓPEZ, I; CRESPO DEL ARCO, E: *Meteorología y Climatología*. Madrid, UNED. 2009



- BARRY, R. G: CHORLEY R. J: *Atmósfera, Tiempo y Clima*. Barcelona, Ed. Omega. 1999
- VALLÉE, J. L: *Guía Técnica de Meteorología*. Barcelona, Ed. Omega. 2006

### **Bibliografía complementaria recomendada**

- LEDESMA, M: *Principios de Meteorología y Climatología*. Madrid, Ed. Paraninfo. 2011
- LEDESMA, M: *Climatología y Meteorología Agrícola*. 2000

## **Normas para la Elaboración de Informes**

### **Normas para la Elaboración de Informes de Laboratorio**

#### **NORMAS GENERALES PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES**

##### *PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN*

Al comienzo de cada práctica se debe entregar al profesor el informe correspondiente a la práctica anterior, para su corrección y calificación. Es necesario demostrar, tanto en las respuestas de las cuestiones previas como en la calidad de los informes, un aprovechamiento mínimo.

A continuación se dan algunas normas generales y consejos acerca de la organización y contenido de estos resúmenes.

- En los guiones de las prácticas existe una introducción teórica que no es necesario, en general, repetir. Sí es conveniente, sin embargo, redactar una breve introducción en la que se comente y discuta la metodología y objetivos de la práctica.

- A continuación se presentan de una forma ordenada los datos medidos en el laboratorio y los resultados a que conducen tras su elaboración. Siempre que sea posible, los datos y los resultados deben presentarse en una o varias tablas. Las unidades en que están expresadas las diversas magnitudes deben aparecer explícitamente en la cabecera de las tablas. Además, no se debe olvidar nunca poner las unidades en que se expresan datos y resultados.

- Con frecuencia, se va a medir la dependencia de una magnitud o variable,  $y$ , con otra variable,  $x$ ; por ejemplo, el estiramiento de un resorte en función de la carga que se cuelga de él. En estos casos, las medidas realizadas deben presentarse tanto en una tabla como en una representación gráfica realizada en papel milimetrado. En ella deben aparecer claramente remarcados los puntos experimentales  $(x,y)$  medidos en el laboratorio (mediante una cruz, aspa o "punto gordo"). Si en una misma gráfica se presentan varias dependencias  $y_1(x)$ ,  $y_2(x)$ , emplear colores o símbolos diferentes para representar los puntos experimentales de cada una de ellas, para poder distinguirlos claramente.

- En las gráficas debe representarse también, en trazo continuo, la dependencia del tipo esperado teóricamente que mejor se ajuste a los puntos experimentales medidos (no una línea quebrada saltando de punto a punto). En particular, si la dependencia esperada es de tipo lineal,  $y = a \cdot x + b$ , junto a los puntos experimentales ha de representarse la recta que mejor se ajusta a los mismos, cuyos parámetros  $a$  y  $b$  se determinan empleando el método estadístico de mínimos cuadrados.

- En las gráficas debe realizarse una elección adecuada de las escalas en los ejes  $x$  e  $y$ , de forma que la dependencia  $y(x)$  quede claramente puesta de manifiesto. Por ejemplo, si la variable  $x$  para los diversos puntos experimentales toma valores entre  $x = 21$  y  $x = 24$  unidades, el eje  $x$  de la gráfica debe cubrir aproximadamente (por exceso) este rango de variación, y no mucho más. En concreto, para el ejemplo anterior sería razonable escoger una escala para el eje  $x$  que cubriese en el papel milimetrado el rango  $x = 20 - 25$ , pero no tendría ningún sentido escogerla cubriendo el rango  $x = 0 - 25$  (los puntos aparecerían prácticamente en vertical, sin que se pudiera apreciar la dependencia con  $x$ ). Por supuesto, lo mismo puede decirse en cuanto a la elección de la escala para el eje  $y$ . La escala escogida debe indicarse sobre los propios ejes en divisiones equidistantes, sin olvidar poner las unidades en las que se expresan las variables.

- Los resultados numéricos, generalmente, se obtienen como promedio de una serie de medidas independientes de la misma magnitud. En estos casos, supuesto que los posibles errores en cada medida son aleatorios, es posible determinar el error probable  $R$  del resultado promedio. El valor de  $R$  frente al de  $x$  nos da una idea de la precisión en la determinación de  $x$  con el método de medida empleado (cuanto menor sea  $R$  frente a  $x$ , más precisa es la determinación). Para poner de manifiesto la precisión del resultado, es costumbre expresarlo en la forma  $x \pm R$ . Por ejemplo, si se mide varias veces el período  $T$  de oscilación de un sistema y a partir de las diversas medidas se obtiene  $T = 1.25764$  s y un error probable  $R = 0.013$  s, el resultado se indica en la forma  $T = 1.258 \pm 0.013$  s.

- Nótese en el ejemplo anterior la eliminación de dígitos no significativos de  $T$  (en comparación con el valor de  $R$ ) a la hora

de dar el resultado. En otros casos, cuando la medida de una magnitud  $x$  es directa (no se obtiene a partir de un promedio de medidas), el número de dígitos con que debe expresarse el resultado es el acorde con la precisión estimada para los aparatos de medida empleados para obtenerla (rara vez mas de tres o cuatro, salvo que el método y el instrumental de medida sean de gran precisión). Por ejemplo, si el resultado de operar con unos datos experimentales es  $x = 53.032.794,23$  unidades y la precisión de las medidas es  $\pm 1\%$ , la forma correcta de indicarlo es  $x = 5,30 \times 10^7$ , eliminando los dígitos no significativos (fuera de precisión).

- Por último, en el resumen de toda práctica debe aparecer una discusión objetiva del método de medida y de los resultados obtenidos. Recordar que, a la hora de valorar el aprovechamiento en la realización de una práctica a través de su resumen, la objetividad de la discusión es tan importante, o más que la exactitud de los resultados. Por ello, hay que insistir en la necesidad de realizar la práctica y la toma de datos y notas desde un punto de vista lógico, crítico y cuantitativo (es decir, científico). En este sentido, los comentarios ambiguos o subjetivos suelen estar fuera de lugar porque son inútiles.

- En concreto, hay que discutir cuantitativamente la exactitud y precisión de los resultados, teniendo en cuenta la precisión del método y aparatos de medida, los errores probables de las determinaciones promedio o ajustes estadísticos a una recta, la influencia de aproximaciones en las previsiones teóricas, las dificultades de realización práctica con respecto al método ideal, etc. Comentarios como "creemos que el resultado es bastante exacto", sin indicar por qué y "cuánto" de exacto (% de error probable estimado o calculado) no tienen ningún sentido físico.

- En algunos casos, la práctica va a consistir en determinar experimentalmente el valor de una constante fundamental o de una magnitud de suficiente interés real como para que aparezca recogida en las tablas que se presentan en muchos libros de texto. En estas ocasiones es necesario realizar una comparación entre su valor real y el obtenido a partir de las medidas en el laboratorio, discutiendo las posibles fuentes de error que justifiquen la diferencia entre ambos, si existe.

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

### **Escuela Politécnica Superior**

- Ledesma, Manuel. Principios de meteorología y climatología / Manuel Ledesma Jimeno . 1ª ed. Madrid : Paraninfo, 2011