

# GUÍA PARA REALIZAR PROGRAMACIONES DE MODO SISTEMÁTICO

JOSÉ MIGUEL MONTEQUI MARTÍN y  
ENRIQUE SOLER VÁZQUEZ\*

En este artículo se pretende dar unas pautas que puedan servir para realizar, de modo sistemático, las programaciones, con una referencia especial al Área de Física y Química.

This paper supplies several guides to perform programmes systematically with special references to Physics.

## INTRODUCCIÓN

Con la implantación de la LOGSE la estructura de la programación de las distintas materias ha cambiado de forma sustancial. Ahora en la programación, deben plantearse claramente unos objetivos que hagan referencia a los progresos del alumno en sus capacidades de comprensión, de aplicación y en su actitud frente a la materia, lo que conlleva una clasificación de los objetivos en conceptuales, procedimentales y actitudinales. Por otra parte, se pretende clasificar a su vez dichos objetivos distinguiendo entre los que se consideran como básicos e imprescindibles (mínimos) y que deben ser alcanzados por la mayoría de los alumnos y objetivos más amplios o de más nivel. Estos conceptos (objetivos, capacidades, contenidos), y algunos más que aparecen en la LOGSE (criterios de evaluación y calificación), pueden causar confusión a los profesores que se enfrentan a la tarea de la programación en este nuevo sistema. En este artículo se pretende aclarar dichos conceptos, así como dar unas pautas que puedan servir para realizar, de modo sistemático, las programaciones, con una referencia especial al Área de Física y Química.

---

\* JOSÉ MIGUEL MONTEQUI MARTÍN es Profesor de Física y Química en el I.E.S. "Universidad Laboral" de Gijón y ENRIQUE SOLER VÁZQUEZ es Profesor del ICE de la Universidad de Oviedo.

## 1. NOMENCLATURA

**A. Contenidos Científicos:** Son los diversos apartados de cada unidad temática de los que el alumno debe aprender términos científicos, conceptos, hechos, principios teorías, así como asimilar destrezas de cálculo y aplicar los conocimientos adquiridos. Se numerarán con formato de esquema numerado.

**B. Capacidades:** Son las aptitudes de aprendizaje que pretendemos que adquieran los alumnos, y que pueden ser expresados con la frase: “*El alumno será capaz de...*” seguida de un verbo de acción en *infinitivo* y en *mayúsculas*.

Según que la acción haga referencia a reconocimiento, comprensión, a destrezas intelectuales o manuales o a actitudes, tendremos capacidades sobre:

- *Contenidos Conceptuales (C):* Memoria y comprensión, que responden a la pregunta “*saber qué*”.
- *Contenidos Procedimentales (P):* Procedimientos, técnicas intelectuales o manuales, que responde a la pregunta “*saber cómo*”.
- *Contenidos Actitudinales (A):* Actitudes, sensaciones, afectos, hábitos, sentimientos de satisfacción y gusto, interés, orden, etc. que responde a la pregunta “*saber para qué*”.

### Verbos de Capacidades (C)

Las capacidades se formularán con *verbos* de acción en infinitivo. El verbo empleado nos indicará muchas veces la capacidad a que se refiere.

En general, siempre que se pida «*qué es*» algo supone una (C) mientras que pedir «*cómo es*» algo supondrá una (P).

Haremos una selección de 10 verbos de tipo C, 10 de tipo P y 5 de tipo A, que pensamos abarcan prácticamente todas las capacidades posibles:

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 1.(C) RECONOCER,<br>MEMORIZAR | Datos, Hechos, Términos propios del tema         |
| 2. (C) DEFINIR                | Conceptos, Magnitudes, Unidades propios del tema |
| 3. (C) ENUNCIAR               | Principios, Leyes propias del tema               |

- |                    |  |
|--------------------|--|
| 4. (C) INTERPRETAR | Símbolos, gráficas, etc  |
| 5. (C) TRADUCIR    | Información de un formato a otro: fórmulas-tablas-gráficas, poner ejemplos             |
| 6. (C) DESCRIBIR   | Procesos, Experiencias, Aparatos, Técnicas, Métodos propios de la actividad científica |
| 7. (C) EXPLICAR    | Qué es: significados de símbolos, etc.   |
| 8. (C) RELACIONAR  | Hechos, conceptos  |
| 9. (C) CLASIFICAR  | Objetos en sus grupos  |
| 10. (C) DISTINGUIR | Conceptos, hechos, personas  |
|                    |  |
| 1. (P) ENUMERAR    | Causas, modos de obtener efectos, partes de aparatos                                   |
| 2. (P) ANALIZAR    | Principios en que se basan aparatos, técnicas, causas                                  |
| 3. (P) APLICAR     | Leyes, fórmulas, principios a casos concretos  |
| 4. (P) CALCULAR    | Magnitudes con unidades adecuadas  |
| 5. (P) RESOLVER    | Problemas aplicando teorías, leyes   |
| 6. (P) EXPLICAR    | Cómo funciona algo, cómo se consigue un efecto   |
| 7. (P) VALORAR     | Emitir juicios sobre teorías, técnicas, impactos ambientales                           |
| 8. (P) REDACTAR    | Informes, resúmenes de experiencias, biografías  |
| 9. (P) SINTETIZAR  | Resumir temas, teorías, historia de evolución de conceptos                             |
| 10. (P) DISEÑAR    | Aparatos sencillos   |
| 1. (A) MOSTRAR     | Interés por temas de Ciencia o Técnica   |
| 2. (A) APRECIAR    | Utilidades de la Ciencia y la Técnica  |
| 3. (A) OBSERVAR    | Hechos, detalles, procesos naturales   |
| 4. (A) SENTIR      | Satisfacción por comprender, gusto por orden, etc.                                     |
| 5. (A) ADMIRAR     | Virtudes de científicos, genio   |

**C. Objetivos de Aprendizaje:** Consisten en la aplicación de las capacidades a los contenidos científicos de cada tema, calificando la capacidad como:

a) *Fundamental* o básica para el tema y *de nivel asequible* a la mayoría de los alumnos (mínima)

b) *Extra* (ampliación, no fundamental para este nivel aunque conveniente como complemento para los alumnos que puedan llegar a ella).

Representaremos con (Cm), (Pm) Objetivos del tipo a) y simplemente con (C) (P) objetivos del tipo b)

Ejemplos:

O (Cm) Definir el concepto físico de trabajo.

O (Cm) Enunciar los nombres y abreviaturas de las unidades de W y las equivalencias entre ellas.

O (Pm) Aplicar la expresión del W en casos sencillos.

**D. Actividades de Evaluación y su calificación:** Para evaluar el grado de adquisición de los objetivos, el alumno deberá realizar actividades. Las actividades siempre deben hacer referencia a uno o más de los objetivos perseguidos y además según su longitud y grado de dificultad serán calificadas desde 0'5 hasta 2'5 puntos.

Toda actividad llevará, por tanto, una clave de encabezamiento que hará referencia a:

- Objetivo(s) que pretende medir
- Capacidad a que hace referencia (C,P,A) con su nivel de dificultad (Cm,Pm)
- Puntuación asignada (entre 0'5 y 2'5)

Un formato de cabecera posible sería: «**O-3.5,3.6 (Pm) [1]**», lo que nos indicaría que la actividad pretende medir los objetivos 3.5 y 3.6, que son procedimentales y se exigen a la mayoría de los alumnos (Pm) valorando la actividad con 1 punto sobre 10.

Cada actividad llevará ahora el verbo en 2ª persona (escribe, calcula, define, etc.).

Ejemplo de Actividad

[A-4.1] «**O-4.1,4.4 (Cm) [1]**» : *Define* el concepto físico de trabajo e *indica* con qué criterio consideramos un trabajo positivo o negativo. ¿El trabajo realizado por una fuerza depende de la masa del cuerpo a que se aplica?

## 2. FASES PARA LLEVAR A CABO LA PROGRAMACIÓN DE MODO SISTEMÁTICO

Resumimos la tarea de la programación en las siguientes fases:

**Fase 1:** Dar nombre y número al tema y subdividirlo en apartados.

**Fase 2:** Realizar un guión de clase más o menos pormenorizado teniendo delante el (los) libros de texto del nivel correspondiente.

**Fase 3:** A medida que se va desarrollando el guión insertar los objetivos que vamos considerando clasificados como fundamentales (mínimos) o de ampliación.

**Fase 4:** Recopilar los objetivos a lo largo del tema que ya estarán secuenciados temporalmente (en el orden en que irán apareciendo al desarrollarlo) y numerarlos.

**Fase 5:** Teniendo a la vista los objetivos secuenciados, confeccionar una amplia lista de actividades para su evaluación y asignarles la cabecera clave.

**Fase 6:** Revisar entre varios profesores que vayan a impartir el mismo nivel para llegar a un acuerdo más o menos unánime sobre la asignación de calificaciones y el grado de consecución del objetivo.

### Ventajas

Una programación de estas características tiene las siguientes ventajas:

a) Garantiza que los alumnos serán evaluados con criterios uniformes y actividades de nivel similares, independientemente del profesor que vaya a impartir la asignatura.

b) Proporciona al profesor un instrumento guía con amplia libertad para elegir las actividades que le parezcan más adecuadas al nivel de su grupo.

c) Permite realizar fácilmente adaptaciones curriculares, al alza y a la baja. Bastará con suprimir y simplificar algunos objetivos, para los alumnos con menor capacidad, y aumentar y enriquecer objetivos, para los alumnos de mayor capacidad.

d) Facilita la aclaración de posibles reclamaciones por la adecuada correlación de las actividades exigidas con los objetivos formulados.

e) Facilita la confección de los exámenes de cada tema, pues el profesor no tiene más que escoger, de la base de actividades, conjuntos de

actividades mínimas por valor de 7 puntos (de modo que el 70% de los mínimos supone el aprobado) y extras por valor de 3.

A continuación se presenta la programación detallada del Tema 1 de FQ de 4º de la Ed. Secundaria siguiendo esta Guía.

### **3. MODELO Tema 1. FUERZAS Y DEFORMACIONES**

#### **Fase 1: Guión**

- 1.1. Concepto de fuerza.. Efectos de las fuerzas
- 1.2. Medidas de fuerzas. Unidades. Ley de Hooke
- 1.3. Composición de fuerzas. La fuerza como vector
- 1.4. Fuerzas y presiones
- 1.5. Presiones en líquidos y gases

#### **Fases 2 y 3**

##### **1.1. Concepto de fuerza.. Efectos de las fuerzas**

**1.1.1. Usos comunes del concepto “FUERZA”:** Se habla de la F. en un sentido propio y metafórico (por analogía), así tenemos:

- Las F. de la Naturaleza (controlables e incontrolables) : viento, terremotos, huracanes, tormentas, etc.
- Las F. físicas de los seres vivos (controlables): F. muscular del hombre y de los animales.
- La F. de la razón, de la voluntad; las F. del Bien y del Mal (como seres superiores).
- Las F. económicas, del dinero, etc.

**1.1.2. Aprovechamiento de las FUERZAS:** Desde los tiempos más remotos el hombre ha estado en desventaja frente a otros animales en cuanto a su fuerza física (muscular) pero usando su mente ha aprovechado las Fuerzas de la Naturaleza (viento, corrientes de agua) y ha sido capaz de sacar ventaja creando *máquinas simples* con las que ha podido realizar fuerzas que excedían en mucho a su fuerza muscular (palancas de diversos tipos, poleas y polipastos, tornos, etc.).

Hasta el s. III a C. con Arquímedes, no se enuncian las leyes de la palanca, pero es tal la confianza del hombre en su poder, que puede decir la famosa frase: “*Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo*”.

**0.1.1.** O (Cm) Citar máquinas simples usadas para aumentar la fuerza humana.

**1.1.3. Características y Efectos de las FUERZAS:** ¿Qué es lo común de todas estas manifestaciones de las F.? Que siempre suponen la interacción de unos cuerpos con otros. Que tienen unos efectos visibles concretos. Son capaces de:

- Cambiar el movimiento de los cuerpos: acelerarlos o frenarlos.
- Deformar los cuerpos.
- Romper los cuerpos.
- Unir los cuerpos.

**0.1.2.** O (Cm) Enumerar efectos producidos por las fuerzas.

¿*Puede ejercer fuerza la radiación (la luz) sobre la materia?* No es evidente, pero sensibles experimentos han confirmado que la radiación produce fuerzas y cambios sobre la materia (radiómetros, fotosíntesis) y, a su vez, la radiación sufre cambios en su interacción con la materia (cambios de dirección en la reflexión y refracción, absorción, etc.).

¿*Puede ejercer fuerzas la radiación sobre la radiación?* Parece que NO. Dos rayos de luz que se cruzan perpendicularmente se atraviesan sin ejercer ninguna interacción uno sobre otro.

## **1.2. Medidas de fuerzas. Unidades. Ley de Hooke**

### **1.2.1. Algunas FUERZAS de uso cotidiano:**

• F. ELÁSTICAS. Desde hace muchísimos años, el hombre descubrió que aplicando fuerza para deformar algunos objetos la fuerza quedaba como almacenada en el cuerpo y podía liberarse de golpe (invento del *arco*) recuperando el cuerpo su forma inicial. Hoy día denominamos a ese tipo de cuerpos y de fuerzas con el nombre de *elásticos* (muelles, gomas, lengüetas metálicas, etc.).

Para pequeñas deformaciones, siguen una ley enunciada por Robert Hooke:  $\mathbf{F} = -\mathbf{k}\cdot\mathbf{x}$  donde  $\mathbf{x}$  es una medida de la deformación,  $\mathbf{k}$  una cte. de elasticidad que depende de cada cuerpo.

- 0.1.3. O (Cm) Poner ejemplos de sistemas que se ajusten a la ley de Hooke.
- 0.1.4. O (Cm) Enunciar la ley de Hooke simbólicamente, explicando el significado de cada término.
- 0.1.5. O (C) Interpretar el significado del signo MENOS de la ley de Hooke.
- 0.1.6. O (P) Realizar cálculos usando la ley de Hooke.

A1. Manejo y construcción de un dinamómetro

- F. CENTRALES. Otra manera de lanzar cuerpos a gran velocidad (mayor que con la mano) consistía en hacer girar una cuerda sujeta por ambos extremos con la mano y soltar de repente uno de los extremos (*honda*). Hoy denominamos a esa fuerza producida por el movimiento circular con el nombre de *centrípeta* y *centrífuga*.

La expresión de esta fuerza es:  $F = m \cdot v^2 / R$  donde m es la masa del cuerpo que se gira, v la velocidad lineal y R el radio de giro

- F. ROZAMIENTO. También se comprueba que, cuando un cuerpo se desliza sobre un plano, por muy pulimentado que esté, el cuerpo acaba parándose. A ese tipo de fuerza le denominamos F. de ROZAMIENTO.

Para esta fuerza se comprueba experimentalmente que rige la expresión:  $F = \mu \cdot N$  donde N es la fuerza que aprieta al cuerpo perpendicularmente contra el plano (generalmente es su propio peso) y  $\mu$  se denomina coeficiente de rozamiento y depende de la naturaleza del cuerpo y del plano y del grado de pulimento de los mismos.

- F. GRAVITATORIAS. La fuerza de la que tenemos más experiencia es la de la gravedad que nos mantiene pegados al suelo. Newton determinó que la fuerza de atracción entre dos masas venía dada por:  $F = G \cdot m \cdot M / R^2 = m \cdot g$  siendo m, M la masa de cada cuerpo, R la distancia entre centros y G la cte. de gravitación universal.

- F. de CHOQUES. Sabemos que otra manera de producir fuerzas es a través de choques (raqueta contra pelota, patada a balón, bola contra frontón...) ¿Cómo se puede medir la intensidad de éste tipo de fuerzas de tan corta duración (fuerzas impulsivas)? Según Newton una fuerza F aplicada a un cuerpo de masa m le comunica una aceleración  $a = F/m$  y un cambio de velocidad  $\Delta v = F/m \cdot \Delta t$ , de forma que una manera de medir la fuerza “promedio” durante la duración  $\Delta t$  del choque es  $F = \Delta(mv) / \Delta t = \Delta p / \Delta t$ . En los choques “elásticos” la velocidad con que rebota un cuerpo es la



misma con la que chocó, de modo que  $\Delta p = 2.m.v$  y sólo hay que hacer una estimación de la duración del choque para conocer la F media.

**0.1.7.** O (Cm) Citar ejemplos de fuerzas en la Naturaleza.

**1.2.2. Tipos de fuerzas:** ¿Cómo ejercen fuerzas unos cuerpos sobre otros? Nuestra experiencia nos dice que parece que hay unas acciones que necesitan “*contacto*” entre los cuerpos (ej. ) mientras que otras actúan “*a distancia*” (gravedad, eléctricas, magnéticas).

**0.1.8.** O (Cm) Clasificar las fuerzas según la distancia entre los cuerpos en interacción.

En realidad es un engaño de nuestros sentidos debido a nuestra incapacidad para distinguir entre cortas distancias y distancias nulas. La Física actual establece que todas las fuerzas de la Naturaleza en último término siempre son fuerzas entre las partículas más pequeñas de la materia y distingue *4 tipos de fuerzas fundamentales*:

- GRAVITATORIAS debidas a una propiedad de los cuerpos que llamamos MASA.
- ELECTROMAGNÉTICAS debidas a una propiedad de la materia que llamamos CARGA.
- ELECTRODÉBILES causantes de la desintegración Beta de los núcleos.
- NUCLEARES causantes de la cohesión de las partículas del núcleo atómico.

**0.1.9.** O (C) Enumerar las 4 interacciones fundamentales entre partículas.

Concepto de FUERZA: Toda interacción entre cuerpos que tiene como efectos: MODIFICAR el movimiento o DEFORMAR, ROMPER o UNIR cuerpos.

**0.1.10.** O (Cm) Definir concepto de fuerza.

### **1.2.3. Unidades**

La unidad de F en el SI se define a partir de a ley de Newton ( $F = m.a$  que veremos más adelante).

Newton (N.) es aquella fuerza que aplicada a un cuerpo de 1 kg de masa le comunica una aceleración de 1 m/s cada s.

Dina en el CGS es aquella fuerza que aplicada a un cuerpo de 1g. le comunica una aceleración de 1 cm/s cada s.

Kilopondio (kp) es la fuerza con que la gravedad atrae a un cuerpo de 1kg de masa.

$$1 \text{ kp} = 9'8 \text{ N} \qquad 1 \text{ N} = 10^5 \text{ dinas}$$

0.1.11. O (C) Definir las unidades de fuerza en los diversos sistemas de unidades.

0.1.12. O (Cm) Enunciar los nombres y abreviaturas de las unidades de fuerza.

0.1.13. O (Cm) Enunciar las relaciones entre las unidades de fuerza.

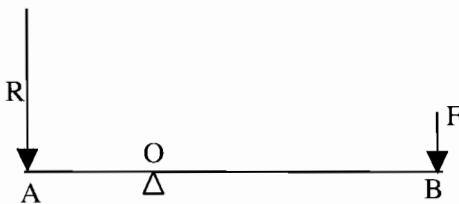
### 1.3. Composición de fuerzas. La fuerza como vector

**1.3.1. Composición de FUERZAS paralelas. Condición de equilibrio:** Un cuerpo que está en reposo permanece en reposo o equilibrio cuando:

- a) NO actúan fuerzas sobre él.
- b) La resultante (suma vectorial) de todas las fuerzas es NULA.

0.1.14. O (C) Enunciar la condición de equilibrio de un cuerpo puntual.

Cuando las fuerzas no están aplicadas en el mismo punto del cuerpo (no tratado como puntual) puede ser que aunque no se traslade le hagan girar. Para ello la resultante debe aplicarse en un punto determinado denominado centro de gravedad (para fuerzas de tipo peso).



La condición que debe cumplir el punto de aplicación de una fuerza opuesta a la resultante es que respecto a él se verifique la ley de la palanca: "Fuerza por su brazo = Resistencia por el suyo".  $F \cdot OB = R \cdot OA$

0.1.15. O (P) Enunciar la ley de la palanca.

A2. Construcción de una balanza "romana"

Cuando las fuerzas que actúan NO son paralelas se componen según la regla del paralelogramo.

A3 Visualización de la composición de fuerzas con CABRI (programa de geometría interactiva).

## 1.4. Fuerzas y presiones

**1.4.1. Concepto de presión. Fuerzas no puntuales:** Cuando un cuerpo extenso aprieta a otro cuerpo la fuerza se reparte por toda la superficie de contacto y una magnitud interesante es la fuerza que actúa sobre cada unidad de superficie; esta magnitud física se denomina PRESIÓN. Su definición simbólica es:  $p = F / S$  donde F es la fuerza total aplicada perpendicular a la superficie y S es el área del cuerpo donde actúa la fuerza.

### 1.4.2. Unidades de presión

Pascal (Pa.) =  $N/m^2$     Atm =  $kp/cm^2$     mmHg    milibar (mbar) = 100 Pa

0.1.16. O (Cm) Definir el concepto de presión.

0.1.17. O (Pm) Aplicar el concepto de presión.

0.1.18. O (C) Definir las unidades: atm, pascal, baria.

0.1.19. O (Cm) Enunciar los nombres de las unidades de presión y las relaciones entre ellas.

**1.4.3. Sólidos contra sólidos:** La presión se calcula dividiendo la fuerza perpendicular ejercida por el cuerpo (generalmente su peso) entre la superficie en que se apoya.

Una persona con un peso de 70 kp se apoya sobre la superficie de sus zapatos. Aunque éstos tienen una forma irregular se puede estimar su área en unos  $10 \times 30 = 300 \text{ cm}^2$ . La presión de una persona contra el suelo es pues de unos  $70/300 \text{ kp/cm}^2 = 0,23 \text{ atm}$ . (recordar que 1 pie inglés equivale a unos 30 cm 1 pie = 12 pulgadas =  $12 \times 2,54 = 30,48 \text{ cm}$ ).

A4. Una forma más precisa de determinar el área es construir una plantilla con cartón con la forma del pie y pesar dicha plantilla comparando su peso con la de otra de forma rectangular de área conocida. (más exactamente no toda la superficie del pie apoya en el suelo; apoya el tacón y una parte de la delantera que puede determinarse mojando el zapato para ver la huella en un papel).

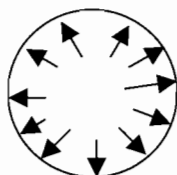
A5. Los zapatos de una persona de 80 kp tienen una superficie de unos  $250 \text{ cm}^2$  cada uno. Calcula la presión que ejerce dicha persona cuando se apoya sobre los dos pies (R:  $p = 1,6 \cdot 10^4$  pascales) Calcula la presión contra el suelo si esa persona de 80 kp se pone unos esquíes de 2 metros de largo x 10 cm de ancho (R:  $2 \cdot 10^3$  pascales).

A6. La punta de un alfiler tiene una superficie de  $0,05 \text{ mm}^2$  y apretamos con una fuerza de 1 kp. Calcula la presión realizada por el alfiler (R:  $2 \cdot 10^8$  pascales).

A7. La razón de que un cuchillo corte mejor afilado es: a) que se hace más fuerza así b) que se hace más presión.

## 1.5. Presiones en líquidos y gases

**1.5.1. Fluidos contra sólidos:** Tenemos la experiencia de que el aire ejerce fuerzas contra la paredes del recipiente que lo contiene. Cuando inflamamos un globo los choques de las moléculas de gas contra la goma hacen que ésta se tense.



A8 Comprobar el efecto de reacción de un globo hinchado al abrir la boquilla y explicarlo. ¿Quién propulsa al globo, el aire que sale o el que se queda dentro?

**1.5.2. El peso del aire:** La gravedad de la Tierra es responsable de que el aire de la atmósfera no se escape. Las moléculas no caen al suelo porque están dotadas de grandes velocidades aún a temperatura ambiente. Pero las fuerzas del aire sobre los objetos son debidas al movimiento de las moléculas y al choque de éstas sobre ellos que se ejercen en todas direcciones y no propiamente al peso. En un cohete muy lejos de la Tierra no hay gravedad y sin embargo el aire del interior seguirá ejerciendo presión, siendo posible inflar un globo igual que en la Tierra.

A9. Analiza la veracidad de la frase: “Como en una nave espacial fuera de la Tierra no hay gravedad entonces el aire dentro de la nave no ejerce presión”.

La expresión que a veces se oye de que nos encontramos en el fondo de un océano de aire no es afortunada en el sentido de que el mecanismo por el que ejercen presión el aire y el agua es diferente. La masa de  $1\text{ m}^3$  de aire es de  $1,3\text{ kg}$ . y sin embargo no es posible detectar el peso de esos  $1,3\text{ kg}$ . encerrándolos en una caja de cartón de  $1\text{ m}^3$  y pesando la caja con el aire. Lo que determinaremos en la pesada es el peso del cartón solamente ya que el aire ejerce fuerzas tanto sobre la tapa de abajo como sobre la de arriba. Si el embalaje es impermeable y echamos  $1,3\text{ kg}$  de agua el peso de la caja más el agua sí será detectado en una pesada porque el agua está ejerciendo fuerza sólo sobre la pared de abajo.

Además la presión de un gas puede incrementarse aumentando la temperatura (comunicando más energía cinética a las moléculas mientras que la presión de un líquido es independiente de su temperatura (sólo depende de la masa del líquido)

La presión del aire es responsable de que funcionen las bombas de vacío, de que al introducir la boca de una botella en un vaso no caiga el líquido de la botella, etc.

Torricelli determinó que el peso de un tubo de 1cm<sup>2</sup> de la atmósfera era equivalente al de un tubo de 1cm<sup>2</sup> y 760 mm de altura de Hg. Con estos datos calculó que la presión atmosférica “normal” (a 25°C al nivel del mar) era de 1'033 kp/cm<sup>2</sup>

- 0.1.19. O (Cm) Enunciar el valor de la densidad del aire en c.n.
- 0.1.20. O (P) Describir el procedimiento de Torricelli para medir la presión atmosférica.
- 0.1.21. O (Cm) Enunciar el valor de la presión atmosférica “normal” en kp/cm<sup>2</sup>.
- 0.1.22. O (Cm) Citar ejemplos que muestren la existencia de fuerzas ejercidas por los gases.
- 0.1.23. O (C) Indicar qué tipo de fuerzas son las responsables de la presión ejercida por los gases.

**A10.** Rellenar una lata de aceite vacía (limpiar antes con un poco de agua con detergente). Calentar el agua hasta que se empiece a evaporar (el vapor de agua arrastra el aire del interior) y luego tapar la lata y enfriarla echándola encima agua fría. Describir lo que ocurre y buscar alguna explicación.

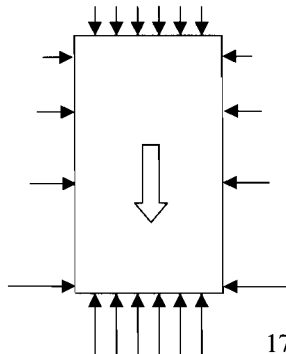
El fondo de una piscina soporta una enorme fuerza (el peso de todo el agua) pero la presión sobre el fondo no es demasiado grande porque está repartida sobre una gran superficie.

**A11.** Calcular la presión sobre el fondo del agua de una piscina de dimensiones 25 x 10 x 2 m<sup>3</sup>. R/ Peso del agua = 500.000 kp, S = 250.10<sup>4</sup> cm<sup>2</sup>, presión = 0'2 atm (el doble de la ejerce una persona de pie).

- 0.1.24. O (Pm) Calcular presiones entre sólidos debidas al peso de los cuerpos.

### 1.5.3. Ecuación fundamental de la hidrostática:

Para calcular la presión del agua en el fondo del mar no podemos emplear el método anterior. Los científicos han ideado el siguiente razonamiento: Imaginar una porción paralelepípedica de agua de con área de la base S altura H y densidad del agua d. Ese agua está en



equilibrio a pesar de que el agua de alrededor está ejerciendo fuerzas sobre él, lo que quiere decir que la suma de todas las fuerzas es nula.

Las fuerzas laterales, que van aumentando de intensidad con la profundidad, se compensan dos a dos, por tanto sólo tenemos que considerar las fuerzas verticales:

Fuerzas hacia arriba: Las del fondo, con una presión  $p_2$  actuando sobre la superficie  $S$ .  $F_2 = p_2 \cdot S$

Fuerzas hacia abajo: Las de la tapa, con una presión  $p_1$  actuando sobre la superficie  $S$ .  $F_1 = p_1 \cdot S + \text{Peso del agua}$

Peso del agua =  $m \cdot g = V \cdot d \cdot g = S \cdot H \cdot d \cdot g$

Condición de equilibrio: Fuerzas arriba = Fuerzas abajo

de donde:  $p_2 - p_1 = \Delta p = d \cdot g \cdot H$

A ésta expresión se la conoce como ecuación fundamental de la hidrostática y nos permite conocer la diferencia de presiones en un fluido entre dos zonas separadas por una altura  $H$ .

**0.1.25.** O (P) Deducir la ecuación fundamental de la hidrostática.

**0.1.26.** O (P) Realizar cálculos aplicando la EFH.

**A12.** Calcular el aumento de presión cuando descendemos 10m en el mar R/  $\Delta p = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ atm}$  (cada 10 m que descendemos la presión se incrementa en 1 atm; eso quiere decir que un submarino sumergido a una profundidad de 1000m está soportando una presión de 100 atm o sea 100 kp en cada  $\text{cm}^2$  -y tiene muchos  $\text{cm}^2$ -).

**0.1.27.** O (Cm) Enunciar el valor del aumento de presión cada vez que se descienden 10m en el mar.

**A13.** Suponiendo que se puede aplicar la EFH al aire de la atmósfera calcular la altura de la atmósfera sabiendo que la diferencia de presiones entre la capa superior y la inferior (al nivel del suelo) es de 1  $\text{kp/cm}^2$  y que la densidad del aire a nivel del mar es de unos  $1.3 \text{ kg/m}^3$ . A la vista del resultado comentar la validez de las hipótesis tomadas R/ suponiendo  $d$  cte en toda la altura  $H = \Delta p / (d \cdot g) = 10^5 \text{ N/m}^2 / (1.3 \times 10) = 7.7 \text{ km}$  (los aviones que vuelan a 10.000 m no tendrían aire y no podrían volar); La densidad varía con la altura porque el aire es un fluido compresible a diferencia del agua!. Experimentalmente se comprueba que la densidad se hace aprox. la mitad cada 5 km de altura (esto conduce a una ley exponencial de decrecimiento  $d = d_0 \cdot e^{-k \cdot y}$ ). Esa relación entre presión y altura permite construir aparatos que nos den la altura a que estamos a partir de la presión del aire a dicha altura (altímetros de los montañeros que ahora están incorporados en algunos relojes digitales).

**0.1.28.** O (C) Enunciar la regla empírica de la disminución de la densidad atmosférica con la altura.

**A14.** Construcción del Ludió (ilustra el ppio de Pascal: la presión aplicada en un punto se transmite al resto de los puntos del fluido).

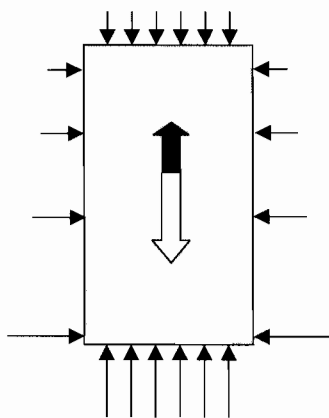
### 1.5.4. Principio de Arquímedes

**A15.** Se cuenta que el rey de Siracusa proporcionó una cantidad de oro puro a un joyero (digamos 1 kg) pero el astuto artesano mezcló cierta cantidad de plata con el oro de modo que el peso siguiera siendo de 1kg y el color no variara mucho con lo que el rey creyó que la corona era toda de oro. Alguien se fue de la lengua y el joyero fue acusado de estafar al rey pero no había manera de probar su delito.

El problema fue propuesto al sabio Arquímedes y al cabo de poco tiempo (después de decir la famosa exclamación ¡Eureka!) vino con la respuesta: La corona no era de oro puro e incluso acertó en la cantidad exacta de oro que el platero había escamoteado. ¿Cómo se las ingenió Arquímedes para descubrirlo?

Arquímedes enunció su descubrimiento afirmando que: “*Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un EMPUJE vertical hacia arriba igual al peso del fluido desalojado*”.

**0.1.29.** O (Cm) Enunciar el Principio de Arquímedes.



El razonamiento de los científicos para deducir el principio de A. se basa en el NO equilibrio de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo sumergido. Si el cuerpo encerrado en la superficie imaginaria es el fluido sabemos que está en equilibrio y que el peso del fluido iguala exactamente a la diferencia de fuerzas de presión arriba y abajo.

Si sustituimos mentalmente el agua por un cuerpo de distinta densidad a la del fluido entonces el peso del cuerpo ya no será compensado por las fuerzas de presión y el cuerpo tenderá a flotar o a irse al fondo. A la resultante de la diferencia de fuerzas de presión abajo y arriba se la denomina EMPUJE y está dirigida hacia arriba por lo que parecerá como si al introducir un cuerpo en un líquido el cuerpo tuviera menos peso. Se denomina Peso aparente a la diferencia  $\text{Peso} - \text{Empuje}$ .

Y el empuje, como hemos visto es igual al peso de fluido desalojado.

Escrito simbólicamente el peso del cuerpo es:  $\text{Peso} = V_{\text{cuerpo}} \cdot d_{\text{cuerpo}} \cdot g$  mientras que el empuje es:  $E = V_{\text{desalojado}} \cdot d_{\text{liquido}} \cdot g$

**0.1.30.** O (P) Realizar cálculos de densidades de sólidos y líquidos aplicando el PA.

**0.1.31.** O (P) Calcular empujes de líquidos usando el PA.

#### **Fase 4. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE**

- O-1.1 (Cm) Citar máquinas simples usadas para aumentar la fuerza humana.
- O-1.2 (Cm) Enumerar efectos producidos por las fuerzas.
- O-1.3 (Cm) Poner ejemplos de sistemas que se ajusten a la ley de Hooke.
- O-1.4 (C) Enunciar la ley de Hooke simbólicamente.
- O-1.5 (C) Explicar el significado del signo MENOS de la ley de Hooke.
- O-1.6 (Pm) Realizar cálculos usando la ley de Hooke.
- O-1.7 (Cm) Citar ejemplos de fuerzas en la Naturaleza.
- O-1.8 (Cm) Clasificar las fuerzas según la distancia entre los cuerpos en interacción.
- O-1.9 (C) Enumerar las 4 interacciones fundamentales entre partículas.
- O-1.10 (Cm) Definir concepto de fuerza.
- O-1.11 (Cm) Enunciar los nombres y abreviaturas de las unidades de fuerza.
- O-1.12 (C) Definir las diversas unidades de fuerza.
- O-1.13 (Cm) Enunciar las relaciones entre las unidades de fuerza.
- O-1.14 (C) Enunciar la condición de equilibrio de un cuerpo puntual.
- O-1.15 (P) Enunciar la ley de la palanca.
- O-1.16 (Cm) Definir el concepto de presión.
- O-1.17 (Pm) Aplicar el concepto de presión.
- O-1.18 (Cm) Enunciar los nombres y relaciones entre las unidades de presión.
- O-1.19 (Cm) Enunciar el valor de la densidad del aire en c.n.
- O-1.20 (P) Describir el procedimiento de Torricelli para medir la presión atmosférica.
- O-1.21 (Cm) Enunciar el valor de la presión atmosférica “normal” en  $\text{kp/cm}^2$ .
- O-1.22 (Cm) Citar ejemplos que muestren la existencia de fuerzas ejercidas por los gases.
- O-1.23 (C) Indicar qué tipo de fuerzas son las responsables de la presión ejercida por los gases.
- O-1.24 (Pm) Calcular presiones entre sólidos debidas al peso de los cuerpos.



- O-1.25 (P) Deducir la ecuación fundamental de la hidrostática.
- O-1.26 (P) Realizar cálculos aplicando la EFH.
- O-1.27 (Cm) Enunciar el valor del aumento de presión al descender 10m en el mar.
- O-1.28 (C) Enunciar la regla empírica de la disminución de la densidad atm.con la altura.
- O-1.29 (Cm) Enunciar el Principio de Arquímedes.
- O-1.30 (P) Realizar cálculos de densidades de sólidos y líquidos aplicando el PA.
- O-1.31 (P) Calcular empujes de líquidos usando el PA.

### Fase 5. ACTIVIDADES

- [A-1.1] «O-1.1 (Cm) [0'5]» Cita máquinas simples usadas para aumentar la fuerza humana.
- [A-1.2] «O-1.2 (Cm) [0'5]» Enumera efectos producidos por las fuerzas.
- [A-1.3] «O-1.3 (Cm) [0'5]» Pon ejemplos de sistemas que se ajusten a la ley de Hooke.
- [A-1.4] «O-1.4,3.5 (C) [1]» Enuncia la ley de Hooke simbólicamente e interpreta el significado de cada término. ¿Cómo se interpreta el signo menos?
- [A-1.5] «O-1.6 (Pm) [1]» A un muelle de 15 cm de longitud se le aplica una fuerza de 5 N. y se alarga hasta 20 cm. Calcula la cte. elástica del muelle (R/.  $k = 1 \text{ N/cm}$ ).
- [A-1.6] «O-1.6 (Pm) [1]» Un muelle tiene de cte. elástica  $k = 2 \text{ kp/cm}$ . Calcula su alargamiento cuando lo estiramos con una fuerza de 30 N. (R/  $\Delta x = 1'5 \text{ cm}$ ).
- [A-1.7] «O-1.7 (Cm) [0'5]» Cita ejemplos de fuerzas en la Naturaleza.
- [A-1.8] «O-1.8 (Cm)[0'5]» Clasifica las fuerzas según la distancia entre los cuerpos en interacción.
- [A-1.9] «O-1.9 (C) [0'5]» Enumera las 4 interacciones fundamentales entre partículas.
- [A-1.10] «O-1.10 (Cm) [0'5]» Define el concepto de fuerza.
- [A-1.11] «O-1.11 (Cm) [0'5]» Escribe los nombres y abreviaturas de las unidades de fuerza.
- [A-1.12] «O-1.11 (Pm) [0'5]» Un cuerpo pesa 70 kp. Da el valor del peso en N (R/ 700 N.).
- [A-1.13] «O-1.16 (Cm) [0'5]» Define el concepto de presión.

- [A-1.14] «O-1.17 (Pm) [1]» ¿Qué presión ejerce un cuerpo de 30 kg apoyado en una superficie de  $15 \text{ cm}^2$  (R/.2 atm).
- [A-1.15] «O-1.18 (Pm) [0'5]» ¿A qué presión en atm corresponden 700 mmHg? (R/.0'92 atm).
- [A-1.16] «O-1.19 (Pm) [0'5]» ¿Qué masa de aire hay en un volúmen de  $10 \text{ m}^3$  (R/.13 kg).
- [A-1.17] «O-1.21 (Cm) [0'5]» ¿Cuál es el el valor de la presión atmosférica “normal” en  $\text{kp/cm}^2$ ?
- [A-1.18] «O-1.22 (Cm) [1]» Pon ejemplos que muestren la existencia de fuerzas ejercidas por los gases.
- [A-1.19] «O-1.23 (C) [1]» Explica cuál es el mecanismo responsable de la presión ejercida por los gases.
- [A-1.20] «O-1.25 (P) [2]» Deduce razonadamente la ecuación fundamental de la hidrostática.
- [A-1.21] «O-1.28 (P) [1]» ¿A qué altura la densidad del aire es 8 veces inferior a su valor al nivel del mar? (R/. A 15 km de altura).
- [A-1.22] «O-1.26 (P) [1]» Si Torricelli hubiera hecho su experiencia con agua ( $d=1\text{g/cm}^3$ ) en vez de con Hg ( $d=13'6\text{g/cm}^3$ ) ¿qué longitud de tubo mínima habría necesitado? (R/  $10'3 \text{ m}$ ).
- [A-1.23] «O-1.30,31 (P) [1'5]» Un cuerpo colgado de un dinamómetro marca un peso de 18g. Al introducirlo en agua el peso aparente es de 15g. y al introducirlo en un líquido desconocido el dinamómetro marca 16g. Calcula: a) volumen del cuerpo b) Densidad del cuerpo c) Densidad del líquido (R/. a)  $V = 3 \text{ cm}^3$ , b)  $d_c = 6\text{g/cm}^3$ , c)  $d_l = 0'66 \text{ g/cm}^3$ ).