

# ***“Laboratorio Exprés: Prácticas magistrales integradas en las clases de Física y Química”***

*José Miguel Domingo ([josemiguelprofefvq@gmail.com](mailto:josemiguelprofefvq@gmail.com))  
Departamento de Física y Química. IES “Padre Isla” (León)*

## **PLAN DEL CURSO**

**1ª sesión: viernes 19 de enero, 17:00 a 20:00 h. IES Xunqueira I**

**Presentación.** (5 min)

**Introducción:** Las "prácticas magistrales exprés" en la didáctica de la Física y la Química en ESO y bachillerato. (25 min)

**Selección de prácticas exprés de Física (I)** (2h y 30min):

- Estática, cinemática, dinámica.
- Presión, presión atmosférica, vacío.
- Radiactividad.

**2ª sesión: sábado 20 de enero, 10:00 a 14:00 h. IES Xunqueira I**

**Selección de prácticas exprés de Física (II).** (1h 50min):

- Energía, calor.
- Propiedades de los fluidos.
- Ondas.
- Electromagnetismo.

Descanso (20 min)

**Selección de prácticas exprés de Química (I)** (1h 50min):

- Estructura de la materia, cambios de estado, disoluciones.
- Separación de sustancias.
- Reacciones químicas y energía.

**3ª sesión: sábado 20 de enero, 16:00 a 19:00 h. IES Xunqueira I**

**Selección de prácticas exprés de Química (II)** (3h):

- Cinética química.
- Equilibrio químico.
- Química orgánica.
- Reacciones redox.
- Reacciones ácido-base.

# Introducción

El estudio de nuestros alumnos tiene hoy en día una competencia desleal. Antaño eran el frigorífico, la tele y la calle. Hoy en día se suman a estos: el móvil de última generación con conexión 4G con tuenti, facebook, juegos de ordenador, series de todos los temas, etc. Los profesores nos las tenemos que ver con alumnos cada vez más saturados por los audiovisuales, muchas veces enganchados a ellos, y con menos interés y tiempo para el estudio necesario.

Asignaturas como la Física y la Química suelen verse con prejuicios que pasan de padres a hijos. Según estos, además de difíciles son monótonas, inútiles y los profesores de Física somos demasiado estrictos.

Sin embargo la Física y la Química tienen bastante a su favor: tratan de cosas “muy reales”. Los fenómenos físicos y químicos, en general, pueden verse con facilidad. Muchos de estos fenómenos están en gran número de procesos naturales. Las aplicaciones de muchos de ellos nos rodean en nuestra vida cotidiana.

Las prácticas magistrales breves, demostraciones o experiencias de cátedra son un recurso didáctico que se puede utilizar con aprovechamiento en nuestra labor diaria. En el concepto de “práctica magistral” incluyo, además de las experiencias que desarrolla un profesor ante un grupo de alumnos, la proyección de vídeos cortos sobre experiencias de laboratorio complejas o peligrosas, así como la presentación de ejemplares de sustancias cuyas propiedades externas pueden ser de interés en la comprensión de algunos conceptos.

Creo que el poner a nuestros alumnos, en la medida de lo posible, en contacto directo con estos fenómenos y sus aplicaciones es la mejor manera de impartir nuestras asignaturas. Este conocimiento directo no debe ser sustituido por la explicación e interpretación “desnuda” de los principios y leyes físicas. El llegar a que nuestros alumnos comprendan e interioricen las leyes que rigen los fenómenos y darles el tratamiento matemático adecuado a cada nivel constituye el arte en que consiste nuestra labor profesional como expertos en la enseñanza de la Física y de la Química. Creo que las experiencias de

cátedra son un recurso muy valioso y también poco utilizado en nuestras clases.

Históricamente las experiencias de cátedra fueron una de las primeras formas de enseñar las Ciencias Experimentales. Michael Faraday creó hacia 1825 las conferencias de Navidad en las que, ante un público eminentemente juvenil y mediante experiencias y demostraciones muy sencillas, desplegaba la “magia” de la ciencia y despertaba el interés por su conocimiento.

Hoy en día en programas como “*El hormiguero*” y en multitud de canales de Youtube podemos tener nuevos competidores,

pues quitan el efecto sorpresa a las demostraciones de clase. Sin embargo también pueden ser aliados, pues muchos de los alumnos que ven estos programas siguen los experimentos de clase con interés.

Las demostraciones que incluyo en estas ponencias y las que, en general, utilizó en mis clases, se pueden calificar como experiencias “*éxpres*” por lo sencillas y rápidas de realizar. (“*éxpres*: que se hace o sucede muy deprisa”. Del diccionario de la RAE). Casi todas se pueden llevar a cabo con material fácilmente disponible en los laboratorios de Física y Química de cualquier centro de secundaria.



## ***Ventajas de las prácticas magistrales en Física y Química***

- Despiertan la atención y motivan el aprendizaje de los alumnos.
- Ayudan a la fijación de conceptos.
- Se pueden intercalar en las explicaciones normales, contribuyendo a la variedad de las clases.
- Necesitan poco tiempo y esfuerzo para su realización una vez “puestas a punto”.
- En general se necesita poco material. Gran parte del instrumental necesario es accesible a cualquier laboratorio de Secundaria medianamente dotado y atendido.
- Los alumnos pueden ver cómo trabaja en el laboratorio un profesional experto.
- Los riesgos son menores que en las prácticas de manipulación directa.
- En general se originan cantidades pequeñas de residuos.

## ***Inconvenientes***

- Los laboratorios pueden no estar preparados para este tipo de demostraciones. Una alternativa consiste en llevar el “carro de las prácticas” al aula.
- Es necesario dedicar un tiempo para la puesta a punto de las prácticas magistrales: pensar cuales son las mejores condiciones para realizarlas, cantidades a emplear, oportunidad en un tema concreto, etc.
- Lleva también su tiempo la preparación de cada demostración concreta: sacar material, probarlo, ordenarlo, limpiarlo y guardarlo al final.
- Los alumnos son sujetos pasivos. Se dan las cosas demasiado hechas y queda poco espacio para la participación. Si no se preparan bien, el auditorio se acostumbra a ver colores, objetos que se mueven, reacciones que producen frío o calor, etc., sin relacionar la práctica con la teoría.
- En el laboratorio, normalmente es más complicado controlar el orden y la disciplina del grupo de alumnos. Los alumnos suelen estar más alterados que en el aula del grupo. Las mesas corridas de los laboratorios ayudan bastante a esta situación de desorden.
- Se puede tender a descuidar las cuestiones de seguridad.

## ***Consejos***

- Las demostraciones son para el alumno y no para el profesor. No son para nuestro lucimiento o para quitarnos la monotonía del día a día. Tampoco deben de ser un premio por buen comportamiento. Lo importante es que el estudiante se dé cuenta cabal del fenómeno y llegue a captar el principio o ley física que subyace.
- No buscar únicamente lo espectacular y convertirnos en “MacGyvers”, “Flipys” o en organizadores de espectáculos científicos. Las prácticas deben encajarse en la labor diaria del aula. Ayudar a pensar sobre el experimento relacionando variables, sacando conclusiones, obteniendo leyes generales,... Para eso, acompañar siempre el experimento con preguntas (“¿Qué ocurrirá si...?” “¿Por qué ha ocurrido...?” “¿Cómo podemos hacer si queremos...?”)
- Conocer bien los experimentos que se van a realizar: principios teóricos, cuestiones de seguridad... No se puede improvisar, deben “salir”. No probar “a ver qué ocurre” delante de los alumnos.
- El propósito principal de las demostraciones experimentales es introducir o aclarar un principio científico, físico o químico; o bien, mostrar alguna aplicación interesante en la vida cotidiana. Siempre que sea posible, el número de variables que intervienen en una

demostración de un fenómeno ha de ser lo más reducido posible de forma que se vean fácilmente sus relaciones en la ley física que se intenta transmitir.

- Puede ser buena práctica hacer las demostraciones primero cualitativamente y después, dependiendo del nivel y del tema, cualitativamente para matematizar el resultado.
- No ocultar los fracasos o errores de los experimentos. Enseñan que las dificultades son inherentes al trabajo científico. En ocasiones se aprende más con los “resultados imprevistos” que con montajes que nunca fallan. Los experimentos “que no salen” nos enseñan a preguntarnos sobre las posibles causas de error, sobre variables que pueden intervenir en los fenómenos y que no habíamos tenido en cuenta, y sobre la validez de la ciencia en general.
- El valor pedagógico de un experimento, es decir, el impacto que deja sobre la mente del estudiante, es inversamente proporcional a la complejidad del montaje experimental. Lo mejor es huir de los aparatos sofisticados. Preferir los montajes grandes para que se vean bien pero no excesivamente complejos si no es necesario.
- Disponer el laboratorio de forma que facilite la realización de este tipo de prácticas. Lo ideal sería dar clase en él de forma habitual. Buscar la comodidad y accesibilidad de los medios con un mínimo de esfuerzo.
- Cuidar las cuestiones de seguridad: salpicaduras, gases tóxicos... Utilizar los medios de protección y enseñar a utilizarlos: bata, gafas, guantes, vitrina de gases, pantallas de protección...
- Es más útil hacer pocos experimentos pero bien preparados a lo largo de una clase que un gran número de actividades superficiales y distractivas que se van borrando unas a otras de las mentes de nuestros alumnos.
- Es muy útil el uso de paradojas experimentales, que descolocan a los alumnos y les invitan a la discusión y facilitan la atención. Las paradojas invitan a la reflexión pues hacen ver la incapacidad de los preconceptos erróneos para explicar los fenómenos y provocan la revisión del pensamiento.
- A veces la introducción de “trampas” en la realización de experimentos provoca un buen ambiente con cierta complicidad, que ayuda a la discusión y mantiene la clase en suspense hasta la explicación satisfactoria del fenómeno.
- En unas ocasiones, el experimento puede ser el punto de partida para llegar a un principio físico y en otras puede ser la verificación o culminación de una explicación o discusión teórica. En cada caso se debe valorar qué es lo mejor.
- Estar continuamente en proceso de autocorrección en el uso de las demostraciones y en la enseñanza en general. Poco a poco se van dosificando los tiempos dedicados a cada experiencia, se mejoran los montajes, se desechan unas experiencias y se decantan otras más convenientes, etc.
- Estar “ojo avizor” para enriquecer nuestra enseñanza con este tipo de prácticas: libros de texto, revistas didácticas, cursos, jornadas didácticas, páginas web, vídeos, ...
- Paciencia. Ir poco a poco. No querer dar todas las asignaturas de esta manera el primer año que estamos en un nuevo destino. Hacer lo que se pueda con el objetivo bien claro de mejorar nuestra docencia a largo plazo.

## ***Selección de prácticas magistrales de Física (I)***

### ***Estática, cinemática, dinámica***

- Densidad: cubos de diferentes materiales. Comparación densidad agua y mercurio.
- Fuerzas a distancia: imanes que giran levitando.
- Equilibrio de una lata de refresco. Tentetiesos.
- Determinación del centro de gravedad de una escoba.
- Equilibrio del ser humano: coger billete del suelo con trasero apoyado en la pared.
- Objeto que gira atado a cuerda: velocidad angular y velocidad lineal. Aceleración centrípeta.
- Caída libre: Calculo del tiempo de reacción de una persona con regla que cae.
- Primera ley de Newton:
  - Carta y peso sobre probeta.
  - Discos que deslizan sobre aire.
  - Pluma que cae con velocidad constante en el aire.
- Principio de acción y reacción:
  - Coche a reacción.
  - Imanes toroidales ensartados en palo.

### ***Presión, presión atmosférica, vacío***

- Visualización de la presión con plastilina y objetos de diferente superficie.
- Pesar aire con botella de refresco y compresor manual.
- Ventosas o desatascador pegado en la pared. Hemisferios caseros de Magdeburgo.
- Barómetro anerode. Medida de vacío con barómetro en campana de vacío con una bomba manual.
- Barómetro de Torricelli. Cambio de la altura del mercurio con bomba manual o al soplar.
- Comprobación del vacío en barómetro de Torricelli.
- Botella de plástico con agua caliente que se espachurra “sola” al enfriarse.
- Botella de plástico que se espachurra al hacer vacío con bomba manual.

### ***Radiactividad***

- Medida de radiactividad con detector Geiger portátil:
  - Radiactividad ambiente.
  - De muestra de pechblenda.
  - De fuentes artificiales: agujas de reloj con radio, fuente de detector de humo, etc
- Medida de la diferente capacidad de penetración de radiaciones  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$
- Visualización de trazas de partículas alfa en cámara de niebla didáctica.

## ***Selección de prácticas magistrales de Física (II)***

### ***Energía, calor***

- Conductividad térmica: paradoja de fusión de hielo en superficies parecidas.
- Máquinas térmicas: pájaro bebedor.
- Conversión de energía cinética en calor:
  - Paradoja de bola con choque elástico e inelástico.
  - Choque de bolas de acero sobre papel.
- Conversión de energía elástica en cinética: paradoja de objeto que rebota a más altura de la que cayó.
- Elasticidad y plasticidad: plastilina que bota. Bolas iguales que botan y que no botan.
- Dilatación de gases por el calor: amorímetro.
- Dilatación de líquidos y de sólidos por el calor: frasco con agua coloreada y varilla ajustada.
- Estado esferoidal o efecto Leidenfrost.

### ***Propiedades de los fluidos***

- Presión en el interior de un fluido:
  - Botella de suavizante agujereada: Salida de agua por orificios hechos a distinta altura. Salida de agua por orificios en paredes no verticales para ver salida normal a superficie.
  - Tubo abierto sumergido con tapa en su fondo.
- Principio de Arquímedes: Ludión. Objeto de acero flotando en mercurio. Termómetro de Galileo.
- Principio de Pascal: visualización con 2 jeringuillas con tubo de plástico.
- Viscosidad con recipiente con melaza. Tubos con burbujas que se desplazan en líquido viscoso.
- Efecto Venturi: nebulizador casero y bolas de porexpan que flotan en corriente de aire y que suben por tubo de vidrio.

### ***Ondas***

- Ondas longitudinales y transversales con muelle slinky y con muelle normal.
- Carácter longitudinal de las ondas sonoras: péndulo con bola de porexpan y diapasón.
- “Elasticidad del aire”: compresión de aire en jeringuilla.
- Obtención de onda estacionaria con goma tensa y sierra de calar.
- Resonancia: Diapasones en resonancia.
- Propagación de los sonidos en el aire. Campana de vacío y sirena.

### ***Electromagnetismo***

- Jaula de Faraday: teléfono móvil envuelto en papel de aluminio.
- Visualización del campo magnético de un imán recto con caja con limaduras de hierro.
- Experiencia de Oersted: campo magnético creado por corriente rectilínea y por espira.
- Inducción electromagnética: Imán de neodimio que cae en tubo de cobre y péndulo de Waltenhofen: frenado con corrientes de Foucault. Frenos eléctricos.
- Diamagnetismo y paramagnetismo: grafito pirolítico, bismuto y sulfato de cobre.
- Modelo para visualizar la superconductividad.

## ***Selección de prácticas magistrales de Química (I)***

### ***Estructura de la materia. Cambios de estado. Disoluciones.***

- Pelotas de tenis con imanes para formación de moléculas diatómicas con enlace covalente.
- Pelotas de plástico para explicación de estructuras compactas y de índices de coordinación.
- Modelos de estructuras de la red del carbono y del grafito. Relación de la estructura con las propiedades. Visualización de ejemplares de diamante y grafito.
- Juego de imanes y bolas para visualizar geometría de moléculas covalentes y método RPECV.
- Ejemplares de diferentes sustancias para enseñar: silicio, bismuto, titanio, galio, mercurio, bromo, magnetita, calcita, sal gema, carburo de silicio, oblea de silicio...
- La caja de los moles. Moles de varias sustancias.
- Simulaciones de estados de la materia:
  - Bolas de neodimio para estado sólido. Redes cristalinas y estado vítreo.
  - Bolas de plástico con imanes para estado líquido.
  - Agitador con pequeñas bolas de acero para estado gaseoso.
- Variación del punto de ebullición de un líquido con la presión: ebullición de agua a vacío.
- Botellas con suspensiones y coloides. Láser para ver dispersión de la luz en suspensiones y coloides (efecto Tyndall). Suspensión de barro en agua.
- Botellas con líquidos inmiscibles. Botellas con disoluciones saturadas, concentradas y diluidas de sulfato de cobre.
- Efecto de la temperatura en la solubilidad:
  - “Lluvia de oro”, disolución saturada de yoduro de plomo (II).
  - Termómetro de Fitz Roy o “Storm Glass”
- Variación de la temperatura en la evaporación:
  - Botijo.
  - Tira de papel húmeda con corriente de aire.
- Agua de hidratación: Disolución del carbonato de sodio decahidratado ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) o de alumbre potásico ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) en su propia agua de hidratación.

### ***Separación de sustancias***

- Separación de yodo y sal por sublimación.
- Cristalización de sustancias con cristales grandes y vistosos: sulfato de cobre (II), alumbre potásico, dihidrógenofosfato de amonio.
- “Amorímetro”: destilación por efecto de “pared fría.”
- Separación magnética de arena y limaduras de hierro.

### ***Reacciones químicas y energía***

- Procesos endotérmicos espontáneos favorecidos entrópicamente: Disolución de nitrato de amonio en agua.
- Reacciones exotérmicas:
  - Café autocalentable: cloruro de calcio en agua.
  - Bolsa para producir calor: hidratación del acetato de sodio metaestable en disolución.

## ***Selección de prácticas magistrales de Química (II)***

### ***Cinética química***

- Efecto de la naturaleza de los reactivos en la velocidad de reacción: deflagración de algodón-pólvora y combustión de algodón normal.
- Efecto de la temperatura en la velocidad de reacción: trozo de mármol en ácido clorhídrico diluido caliente y frío.
- Efecto del grado de división de los reactivos. Ataque del ácido clorhídrico sobre mármol (carbonato de calcio) en trozos o en polvo.
- Catálisis:
  - Descomposición del agua oxigenada con yoduro de potasio (catálisis homogénea).
  - descomposición del agua oxigenada con dióxido de manganeso (catálisis heterogénea).
  - Descomposición del agua oxigenada con ralladuras de patata (catálisis enzimática)
- “Reacción reloj” del yodato de potasio con bisulfito de sodio en presencia de almidón. Influencia de la concentración de los reactivos y de la temperatura.

### ***Equilibrio químico***

- Equilibrio iones dicromato  $\rightleftharpoons$  cromato: desplazamiento del equilibrio dependiendo del pH.
- Equilibrio en fase gaseosa dióxido de nitrógeno  $\rightleftharpoons$  tetróxido de nitrógeno. Desplazamiento del equilibrio dependiendo de la temperatura y de la presión.
- Equilibrio entre iones complejos de cobalto. Desplazamiento del equilibrio con la temperatura y con la concentración de iones cloruro.

### ***Química orgánica***

- Obtención del nylon 6,6: hexametilendiamina y cloruro de adipilo.
- Reacciones de las olefinas: adición de bromo a ciclohexeno.

### ***Reacciones redox***

- Procesos redox varios:
  - Desplazamiento de ión mercurio (II) con cobre metálico (moneda) en medio ácido.
  - Obtención del dióxido de nitrógeno con cobre y ácido nítrico concentrado.
  - Desplazamiento del ion plata de una disolución con hilo de cobre.
  - Reacción de permanganato de potasio con agua oxigenada en medio ácido.
- Descomposición del agua con voltámetro de Ostwald. Propiedades del oxígeno y del hidrógeno.

### ***Reacciones ácido – base***

- Comprobación de la acidez del dióxido de carbono disuelto en agua con fenolftaleína y con pHmetro.