

<b>Tema 75. El trabajo experimental en el área de las ciencias. Utilización del laboratorio escolar. Normas de seguridad.</b>
---

3º ESO. Introducción al método científico.
--

**75.1. El trabajo experimental en el área de las ciencias**

**75.1.1. Modelos de enseñanza-aprendizaje**

**75.1.2. Los procesos de la Ciencia**

**75.1.3. Las actividades**

**75.2. Estrategias concretas de enseñanza y sus aplicaciones.**

**75.3. El laboratorio.**

**75.3.1. Organización del laboratorio**

**75.3.2. Material de laboratorio**

**75.3.3. Técnicas básicas de laboratorio**

**75.3.4. Normas de seguridad**

**75.3.5. Etapas de las clases prácticas.**

## 75.1. El trabajo experimental en el área de las ciencias

En contra de la opinión popular, muchos científicos de primera fila han afirmado que para dedicarse a las Ciencias no hacen falta cualidades intelectuales extraordinarias sino una cierta inclinación para llegar al fondo de los problemas, atractivo o curiosidad por los fenómenos naturales y, con frecuencia, el hecho de que una cierta predisposición hacia la ciencia surge del impacto causado por un buen maestro.

No obstante, hay bastantes trabajos que nos indican que las muchas actividades de presentan algunas dificultades por, entre otros, el nivel cognitivo requerido y la capacitación técnica necesaria. Dificultades derivadas de la necesidad que tienen los alumnos de definir el problema y seleccionar el punto de partida, consideración de distintas hipótesis, procedimientos técnicos que tienen que aplicar, preparación de los aparatos y/o los materiales, diseño de la experiencia, realización del experimentos, informar sobre los resultados y los procedimientos e interpretación de los resultados.

Partiendo del hecho de que en España las Ciencias se consideran disciplinas básicas a lo largo de toda la educación formal, surge la necesidad de plantearse su alcance y sus límites en el currículum. La cuestión afecta tanto a los contenidos que se seleccionan, como a la trascendencia didáctica y a la prestación misma de la Ciencia que hacen los programas y materiales de estudio.

En una primera aproximación resalta el poder de la Ciencia para suscitar y fomentar capacidades intelectuales. Se deriva del empleo de metodologías, que suponen observación, medidas, contraste de datos, simulación de fenómenos naturales, ejercicios creativos de interpretación de los mismos, expresión concisa y clara de los resultados, etc. El valor de una sistemática y de una cierta rectitud en estructurar, sintetizar, interpretar y en muchos casos resumir en palabras el fruto del trabajo científico para su difusión posterior, es lo que, traducido a escala de investigación, viene a trazar los rasgos éticos que dan pie a la objetividad científica.

Uno de los primeros pasos que suele dar el profesor de Ciencias es considerar los aspectos experimentales del área; con frecuencia se llama a nuestra materia Ciencias Experimentales. Para los científico, la experimentación ni se justifica por sí misma ni se puede eludir; es decir, la enseñanza de las Ciencias no puede estar desprovista de una necesaria responsabilidad social, además de articularse teoría y experimentación.

### 75.1.1. Modelos de enseñanza-aprendizaje

Toda situación de aprendizaje conlleva:

- Resultados** : ( Tipo de cambios producidos). ¿Qué?.
- Procesos de aprendizaje** : ¿Cómo se aprende? —————> Actividades que tiene que realizar.
- Condiciones**. Complemento circunstancial: ¿Cuándo?, ¿dónde?.

En función de los resultados que se busquen varían los procesos e incluso las condiciones de aprendizaje, y por tanto la estrategia docente a aplicar.

#### TIPOS DE RESULTADOS:

- Aprendizaje de actitudes**: Preferencias hacia distintas formas de aprender. Preferencia sobre la materia a estudiar. Actitud hacia la cooperación del compañero. Está muy ligada a la motivación. Preferentemente para alumnos de la E.S.O.
- Destrezas motoras** : El proceso fundamental es la repetición. No muy relevante en la enseñanza de las ciencias, pero algunas son necesarias como punto de partida para otras actividades, como por ejemplo el manejo del microscopio.

- c) **Información verbal** : Aprendizaje de un texto o materia para reproducirlo de una forma fiel. Listas de nombres, fórmulas, tablas, etc. Son los resultados propios de la enseñanza tradicional
- d) **Conceptos**: Se aprenden diferenciándolos y generalizándolos no memorizándolos. Es lo propio de la enseñanza receptivo-significativa
- e) **Estrategias cognitivas**: Procesos que regulan la actividad de aprender. Planificar actividades, método científico, etc. Todo lo que llamamos "aprender a aprender", incluso las técnicas de estudio. Por ejemplo planificar y realizar actividades que pretendan demostrar algo. Sería lo más conveniente para la enseñanza de las ciencias.

Los diferentes modelos de enseñanza varían según el énfasis que se ponen en los resultados:

		<b>ENSEÑANZA POR DESCUBRIMIENTO</b>	
<b>APRENDIZAJE REPETITIVO</b>	1		2
	3		4
		<b>ENSEÑANZA RECEPTIVA</b>	
		<b>APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO</b>	

1. Repetitiva por descubrimiento: Hacer ejercicios no resolver problemas. Microscopio. Ver b)
2. Enseñanza por descubrimiento: Conocida como metodología activa. Los resultados no son explícitos. Ver e)
3. = Enseñanza tradicional. Receptiva (leer un libro de texto). Los procesos son de tipo repetitivo. Requiere conocer la materia y claridad de exposición. Omisiones: se olvida a quién se dirige, y las estrategias. Ver c)
4. = Receptivo-significativa (Ausubel). Genera comprensión. Ver d)

## 75.1.2. Los procesos de la Ciencia

Una buena labor docente requiere tomar conciencia, entre otras cosas, de las aptitudes que pueden desarrollar nuestros alumnos trabajando de un modo científico. Con independencia de que después puedan o no continuar en el estudio de las Ciencias.

En un intento de definir los procesos de la ciencia, la Asociación Americana para Avance de las Ciencias (AAAS) preguntó a los científicos que es lo que hacían. De esta encuesta se obtuvo la siguiente lista de 13 procesos, que compendian el Método Científico:

### A) OBSERVACIÓN

Se trata de observar con todos los sentidos. La capacidad de observación puede fomentarse con un determinado propósito. Lo más interesante son las preguntas que, la observación, puede suscitar. De esta forma los alumnos aprender a buscar evidencias y a distinguir observación de deducción.

### B) CLASIFICACIÓN

Con los sistemas de clasificación lo que los científicos pretenden es ordenar sus indagaciones sobre la naturaleza. No es necesario que los alumnos las aprendan prematuramente. Es conveniente que

comprendan su necesidad y la conveniencia de un aplicar un criterio coherente y de aplicación generalizada.

Por sí mismas, las clasificaciones, carecen de interés y con frecuencia, los profesores, nos preocupamos en exceso de que nuestros alumnos las aprendan. Solamente cuando se profundiza en el estudio de las ciencias las clasificaciones de los científicos son realmente necesarias.

### **C) RELACIONES NUMÉRICAS.**

Los alumnos, de forma paulatina, han de aprender a describir y analizar la información de un modo económico y significativo en el lenguaje matemático, y en consecuencia deben contar, medir, trazar gráficas, interpretarlas, etc.

### **D) MEDICIÓN**

Es preferible enseñar las técnicas de medición a medida que se necesiten, en lugar de pasar varias semanas aprendiéndolas aisladamente.

### **E) RELACIONES ESPACIO-TIEMPO**

Se incluye aquí la investigación y la utilización de las nociones de forma, distancia, movimiento, etc. Este proceso también está relacionado con los estudios sobre la forma de los animales y vegetales o de los cristales.

### **F) COMUNICACIÓN**

Se trata de un aspecto que, en general, se descuida bastante; no obstante el arte de la comunicación ha de aprenderse paulatinamente. Una de las tareas más importantes del profesor es la de ofrecer a cada alumno la posibilidad de pensar y expresar sus pensamientos mediante palabras habladas o escritas, dibujos e imágenes, gráficas y ecuaciones.

### **G) PREDICCIÓN**

El verdadero aprendizaje no se caracteriza tanto por responder a las preguntas como por hacérselas. Bronowski ha dicho : Ésta es la esencia de la ciencia: haz una pregunta impertinente y estarás en el camino que lleva a la respuesta pertinente.

### **H) DEDUCCIÓN**

Es otro tipo de conjetura, una explicación subjetiva de las observaciones. La deducción, por llevar a algún sitio, puede ser más útil que la propia observación. Las deducciones permiten ser comprobadas.

### **I) FORMULACIÓN DE DEFINICIONES OPERACIONALES (Vocabulario básico)**

Las definiciones, la terminología científica, permiten economía en la comunicación, una sola palabra o término puede utilizarse repetidamente en lugar de una larga descripción si el alumno tiene claro el significado que asigna a las palabras o término.

### **J) FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

Es una actividad relativamente avanzada.

Una hipótesis es una conjetura. Una hipótesis causal es la que sugiere causas. Una hipótesis verificable es la que puede ensayarse para ver si es confirmada o refutada. Todas ellas permiten investigaciones provechosas.

### **K) INTERPRETACIÓN DE DATOS**

Por sí mismo, los datos, carecen de interés. Lo importante es, a partir de ellos, poder generalizar y su significación en función de preguntas amplias. La interpretación de una gráfica se presta al examen del fenómeno representado.

### L) IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE VARIABLES

La capacidad de identificar y controlar variables en un experimento se adquiere con la experiencia y debe tratarse en sucesivos niveles de complejidad a medida que los alumnos maduran. En el análisis de variables los alumnos deben identificar las variables:

- **Independientes.** Son las que podemos modificar a voluntad.
- **Dependiente:** varían en función de la variable independiente.
- **Controladas:** permanecen fijas durante la ejecución de la experiencia.

### LL) EXPERIMENTACIÓN

El experimentador formula una hipótesis a partir de unas observaciones que le han interesado y luego idea la manera de verificarla. En examen de los planes de estudio más modernos demuestra que los encargados de prepararlos han prestado gran atención a los progresos de la ciencia.

Podemos ofrecerles a nuestros alumnos oportunidades de trabajar como científicos, de pensar como ellos y de cometer errores, con lo que les ayudaremos a conseguir un desarrollo intelectual y personal que no lo conseguirán de otro modo. Si invitamos a nuestros alumnos a reflexionar sobre las teorías de la ciencia, sobre la fuerza, elegancia y belleza de éstas y sobre todo de su incertidumbre, seremos capaces de que aprendan ciencias.

### 75.1.3. Las actividades

Por lo tanto se trata de plantear un conjunto de actividades con coherencia interna a realizar por el profesor y por los alumnos para conseguir el efecto educativo deseado.

A lo largo del curso deben plantearse estrategias diferentes porque tienen efectos educativos y didácticos distintos y porque alumnos y profesores se adaptan mejor a unas que a otras. El diseño de estrategias lleva consigo señalar:

- a) La actividad del profesor
- b) La actividad de los alumnos
- c) La organización del trabajo
- d) El espacio
- e) Los materiales
- f) El tiempo de desarrollo

Las actividades que se programen deberán ser **válidas** para conseguir los objetivos, **variadas** para que los distintos alumnos se encuentren a gusto trabajando en ellas, **relevantes** en relación a la posibilidad de transferencia de los conocimientos y al nivel de la utilidad actual y futura para los alumnos y deben, en conjunto, **cubrir todos los objetivos**.

Una actividad es más gratificante que otra cuando:

1. Los alumnos participan activamente.
2. Se ponen en contacto con objetos reales.
3. Ponen en práctica diversas habilidades intelectuales.
4. Analizan cuestiones de interés personal o social (motivan)
5. Les permiten trabajar con otros en la realización de proyectos.

Cualquier medio o instrumento didáctico puede ser utilizado de maneras muy distintas, de acuerdo con las diferentes posturas adoptadas por el profesor (posturas dogmáticas, abiertas, expositivas o discursivas, etc.).

Los recursos son necesarios en todos los momentos de la tarea escolar: en la motivación o presentación del tema, en el desarrollo de su estudio y en la evaluación.

En la selección de recursos hay que tener en cuenta factores como: adecuación, nivel de complejidad, costo, disponibilidad y cualidades técnicas. Lo decisivo de los recursos es que ayuden al aprendizaje. El que sea nuevo o antiguo, sofisticado o sencillo, casero, etc., no es relevante si lo consiguen.

## **75.2. Estrategias concretas de enseñanza y sus aplicaciones.**

### **Las salidas fuera del aula**

Para que la salida o visita alcance la finalidad que se pretende, debe cumplir dos condiciones: estar enmarcada en el curriculum y ser percibida por los alumnos como un momento de estudio no como un tiempo libre semiestructurado.

Debe ser cuidadosamente preparada dando a los alumnos la mayor participación posible. Construir o adquirir guías, cuestionarios, planos, etc.

Ejemplo. Salidas. Itinerarios de interés Didáctico

El laboratorio preferido por el naturalista debe ser el campo. Antes de emprenderlas hay que analizar una serie de factores tales como: Posibilidades reales; Inconvenientes (infraestructura, ecológicos, administrativos); modalidades, etc.

En este último sentido señalamos algunas de las modalidades más frecuentes:

- a) Visita conferencia. El profesor u otra persona explica.
- b) visita descubrimiento. Los alumnos con guías, planos, cuestionarios, etc., investigan por sí mismos el tema de estudio.

Se han de evaluar todos los diversos aspectos de la actividad, como: interés, participación, conocimientos adquiridos, etc.

### **Estudios monográficos.**

Este tipo de estudios ofrecen excelentes oportunidades para que los estudiantes profundicen en los temas y sigan la evolución de los fenómenos durante ciertos periodos de tiempo. La necesidad de seguir la pista a lo que está ocurriendo incita al estudiante a desarrollar su capacidad de registro, redacción y análisis de datos.

El estudio monográfico es un método valioso cuando se prepara y utiliza un programa de enseñanza integrada de las ciencias y ofrece además oportunidades para integrar la ciencia con otras disciplinas. Es necesario prever un compendio de estudios monográficos.

Referente a escribir y leer en el trabajo de ciencias, pensamos que los alumnos deben dominar estas habilidades, el profesor no debe descuidar estos aspectos. Hay que ayudarles a entender la literatura científica y enseñarles a expresarse con este estilo.

Existen diferentes tipos de texto:

- a) dan instrucciones para hacer algo.
- b) establecen clasificaciones indicando las características de cada clase.

- c) explican mecanismos, procesos, conceptos o principios.
- d) explican hipótesis o teorías, etc.

También puede ser conveniente, en determinados momentos, usar material impreso diferente de los libros de texto. Los criterios de selección, de este material, deben de ser: Claridad de exposición, actualización científica y ausencia de errores. Entre las diversas fuentes que pueden utilizar los alumnos señalamos las de:

- a) Enciclopedias. Localizar datos no muy actuales
- b) Libros monográficos de divulgación
- c) Claves y guías de observación
- d) Libros de experiencias, contrastando la validez de los resultados
- e) Revistas de divulgación valiosas al aportar datos de actualidad
- f) Textos científicos, pueden explicar sus teorías, etc.
- g) Prensa: noticias o artículos relacionados con temas científicos de actualidad, separatas suplementos semanales, etc.
- h) Folletos de diversa procedencia con motivo de exposiciones, aniversarios, etc.
- i) Obras de ciencia-ficción. Sobre todo los que poseen base científica real.

Cada uno de estos aspectos necesita un tratamiento distinto para ayudar a los alumnos en su lectura.

### **Formulación de preguntas.**

Es una importante estrategia que utiliza el profesor para suscitar iniciativas o respuestas de los alumnos. Existe una amplia gama de preguntas, desde las completamente divergentes o abiertas hasta las totalmente convergentes o cerradas.

Las primeras tienden a estimular nuevas actividades de los alumnos: éstos miran los datos de forma diferente o más indagadora. Durante las sesiones previas de exploración y descubrimiento, son el tipo de preguntas que se hacen a un alumno y a grupos pequeños cuando se trabaja con ellos en una atmósfera individualizada. Las respuestas raramente son concretas o completas. Conducen a nuevas reflexiones y actividades por parte del alumno.

Cuando se trata de que el profesor afiance las ideas ya introducidas se utilizan las preguntas de tipo convergente. Se pueden utilizar también para obtener información concreta de un estudiante o un grupo de trabajo.

Cuanto más preguntas convergente utilicemos en clase, probablemente, más se considerará al alumno como sujeto pasivo que reacciona frente al profesor. Pueden ser muy oportunas cuando se trata de recapitular y reunir las observaciones realizadas y las ideas suscitadas por una experiencia.

En cambio, cuanto más se utilicen preguntas divergentes en la enseñanza, más se estimulará a los alumnos a observar, a hacer nuevos experimentos y a ser activos.

### **Tratamiento de las observaciones y evidencias.**

Durante las sesiones de tipo exploratorio, la función del profesor es fomentar la diversidad sin preocuparse demasiado de orientar el trabajo de los alumnos hacia una conclusión concreta. Posteriormente con preguntas adecuadas y normas específicas de experimentación, el profesor guía a los alumnos hacia el resultado concreto deseado.

Para que esta estrategia tengas éxito es necesario que los alumnos sepan que el profesor considera importante cada observación.

### **Introducción del mantenimiento de registros.**



Si se les pide a los alumnos que hagan registros de experiencias de campo o de laboratorio que luego no van a utilizar, su interés por los mismos será mínimo. Cuando los alumnos perciben un propósito en la recogida de los mismos lo consideran como una parte importante de su experiencia.

En general, el mantenimiento de registros individuales (cuaderno de prácticas, de clase, etc.) y su utilización de forma compartida en trabajos de pequeños grupos nos permite poder valorar el grado de consecución de los objetivos que nos habíamos propuestos al proponerles, a los alumnos, una actividad.

En cuanto a la escritura hay que tener en cuenta que sintetizar, resumir, recoger datos y relacionarlos, esquematizar, realizar gráficas, hacer fichas, etc., son habilidades necesarias para el trabajo autónomo de los alumnos en su momento actual y para sus estudios posteriores.

Cuando a unos alumnos se les pide que realicen un informe de una actividad, recomendamos el siguiente esquema que les puede ayudar a organizarlo:

- ¿Cuál es el problema? —————> Introducción
- ¿Cómo se ha estudiado? —————> Materiales y métodos
- ¿Qué se ha encontrado? —————> Resultados
- ¿Qué significan? —————> Discusión
- Lista bibliográfica de los libros consultados
- Es conveniente que señalen su impresión sobre la actividad.

#### **Discusiones entre alumnos.**

En cuanto los alumnos entablan discusiones en pequeños grupos se ponen de manifiesto las diferencias y semejanzas en los procedimientos y en las observaciones. Esto incitará a los alumnos a analizar y considerar de nuevo el informe que han dado o la posición o punto de vista adoptado.

Es raro que el alumno inicie nuevas ideas o ponga en duda el punto de vista del profesor. En cambio si lo hará con las discusiones en grupo. Algunas estrategias pueden estimular la interacción entre los alumnos, por ejemplo:

- Elección cuidadosa de preguntas divergentes que espoleen la controversia.
- La función de moderador de los debates que debe adoptar el profesor identificando los temas de controversia y estimulando su resolución y nueva experimentación.

#### **Análisis y contraste de experiencias.**

Es necesario comparar y analizar diferentes observaciones. Con ayuda de histogramas u otro tipo de gráficas, se pueden representar los datos obtenidos por distintos experimentadores y hacer más evidentes las tendencias y regularidades de los datos.

Mediante esta experiencia empiezan a ver las regularidades existentes en la Naturaleza, que son la base de los modelos explicativos que se proponen al predecir fenómenos futuros. El propósito perseguido es conseguir que los alumnos examinen más cuidadosamente los datos a fin de descubrir por sí mismos las regularidades inherentes.

### **75.3. El laboratorio.**

En la Enseñanza Secundaria seguimos encontrando las palabras laboratorio y clase para designar distintas zonas de enseñanza. Sin embargo, ambas zonas deberían estar en la misma sala o muy próximas produciendo una síntesis natural un ambiente de aprendizaje. A veces puede ser necesario un enfoque formal de clase, pero más a menudo debe utilizarse un enfoque práctico (Laboratorio).



La vieja idea de que el laboratorio es el único ámbito de actuación posible hay que desecharla y hacerlo extensivo al entorno próximo de las paredes del Centro.

Hay que buscar un necesario equilibrio entre la teoría y la práctica. Tan pernicioso puede resultar ser un predominio del trabajo excesivamente teórico, como prescindir de la exposición teórica en beneficio exclusivo de la parte práctica. Como dijo Echegaray " la teoría sin la práctica es utopía, la práctica sin la teoría es pura rutina".

El laboratorio permite la "reproducción" de las experiencias por parte de los alumnos, siguiendo un guión de prácticas previamente preparado. Los distintos grupos de alumnos se desplazan desde sus aulas al laboratorio para seguir las explicaciones y el desarrollo de las prácticas.

Para comprobar que las actividades de laboratorio son una parte integral del currículum de Ciencias, basta fijarse en los contenidos de procedimientos y de actitudes recogidos en el currículum de la E.S.O.

### 75.3.1. Organización del laboratorio

Los principales elementos de un laboratorio modélico son:

#### a) Lugar de explicación y actuación magistral del profesor.

Consta de pizarra, pantalla de proyección extensible, lugar de fijación de láminas, mesa de uso polivalente con instalación de luz y de agua, sistemas de retroproyección, proyección de diapositivas, vídeo, etc.

#### b) Zonas de archivo de material explicativo y experimental.

Lo mejor es que rodeen las paredes con armarios cerrados y vitrinas que contengan los materiales y equipos de prácticas, armarios para guardar mapas y láminas extendidas y material audiovisual.

El material de vidrio así como instrumentos de precisión (microscopios, proyectores, etc.) en otros armarios distintos que permitan un mayor control por parte del profesor.

Las colecciones de minerales, rocas, fósiles, etc., se pueden guardar en cajas apilables en sus respectivos armarios o estanterías. Para su uso por los alumnos, se extraen las cajas completas.

En armarios con puertas de cristal se guardan, el esqueleto, hombre clásico desmontable, etc., para impedir que se llenen de polvo.

Las paredes que queden libres se pueden utilizar para colgar de forma permanente láminas murales (Sistema Periódico, Sistema Internacional de unidades, mapas geológicos, etc.

También pueden contener repisas con tomas de luz y de agua para instalar de modo permanente terrarios, acuarios, etc. En otra zona, por ejemplo, debajo de las ventanas, es conveniente instalar una repisa continua con algunos lavabos, así como, en lugar diferente, alguna toma de corriente para actividades que requieran varios días de observación.

#### c) Zona de trabajo de los alumnos

Las mesas de los alumnos deben tener toma de luz en varios puntos y lavabo en posición central para ser usado por los equipos de alumnos. La instalación de gas no es necesaria, ya que se puede sustituir por el uso de bombonas pequeñas de camping-gas, recambiables, que puedan acoplarse a mecheros Bunsen diseñados al efecto, o bien por modelos de bombonas desechables.

Es conveniente que las mesas de alumnos tengan cajones para guardar el material de uso más frecuente por cada equipo. Las banquetas deben ser regulables por giro para poder introducirlas bajo la mesa, en aquellas actividades que requieran estar de pie.

#### d) Acceso al aula-laboratorio y dependencias.

Las puertas de entrada-salida al laboratorio, y la comunicación de éste con la zona de almacén o la de departamento-seminario, deberían ser acristaladas en su mitad superior. El sistema de apertura desde dentro debe ser hacia fuera, con el fin de evacuar las instalaciones en caso necesario.

e) **Instalaciones anejas**

En cualquiera de los niveles de enseñanza es imprescindible contar con:

1. **Almacén** anejo al laboratorio, con estanterías metálicas en las que se puedan almacenar productos químicos envasados, material de colecciones, materiales recolectados en excursiones, material didáctico, maquetas, etc. Su localización ideal es contiguo y comunicado con el laboratorio.
2. **Despacho** dedicado al Departamento, donde puedan trabajar los profesores. Deberá estar dotado de biblioteca del departamento, libros de consulta y de trabajo para los alumnos, archivos ficheros, etc.
3. **Museo escolar**, cuya instalación debe ser a la zona de Ciencias, o bien espacios abiertos cercanos a la zona administrativa o de dirección, donde pueden exponerse los trabajos y ejemplares recolectados que sean más vistosos.

## 75.3.2. Material de laboratorio

Sólo nos referiremos al material de laboratorio de uso general, su cuidado y conservación, y precauciones al utilizarlo.

- **Material metálico**

Bases o soportes metálicos con columnas de acero inoxidable, nueces dobles, rejilla de amianto, mechero Bunsen, trípodes de hierro, triángulos de acero y porcelana (para enfriar sobre ellos recipientes calientes o crisoles).

Martillo, mortero de Abich, prensacorchos (para evitar que los tapones de corcho se resquebrajen), taladracorchos, lima triangular (cortar vidrio).

Gradillas para tubos de ensayo, cucharilla-espátula, sopletes (de boca o de pera de goma) para desviar la llama del mechero sobre una muestra en polvo, el asa de platino o de nicrom (níquel y cromo) para microbiología y ensayos mineralógicos a la llama y a la perla, escobillas.

- **Material de vidrio**

El vidrio empleado en la fabricación de instrumentos de laboratorio debe ser resistente frente a los ácidos, álcalis y agua, y responder a determinadas exigencias térmicas y mecánicas. Entre las diversas clases de vidrio destacan por su calidad: el Belfor (fabricado en Valencia), Jena (Alemania), Pyrex (USA, Inglaterra y Francia).

Tubos de ensayo de distintas dimensiones, tubos de seguridad (para evitar explosiones), tubos en T (para derivaciones).

Vasos de precipitado de distinta capacidad, varilla agitadora de vidrio, vidrios de reloj, cristalizadores, embudos, matraces (Erlenmeyer para hervir, de fondo plano también para calentar, aforados para medir volúmenes),

Pipetas (aforadas y graduadas), Buretas, cuentagotas y frascos cuentagotas, embudos de decantación, probetas graduadas.

Mechero de vidrio (con alcohol), mortero de vidrio, frascos de tapón esmerilado para guardar reactivos, frasco lavador de vidrio.

**Limpieza.** Se lava simplemente con agua y se deja escurrir. En algún caso conviene dejarlos durante, al menos una hora, en una disolución jabonosa. Si siguen sucios (opacidad) se lavan con alcohol acidulado

(alcohol 96 % y acético en proporción 3:1). Especial cuidado requieren los porta y cubreobjetos usados en Microscopía.

**Manejo del material de vidrio.** Con varilla de tubo hueco de vidrio pueden construirse algunos instrumentos básicos de laboratorio (agitadores, triángulos, tubos acodados, cuentagotas, asas de siembra, etc. El tubo más idóneo es el que tiene un diámetro comprendido entre 4-7 mm.

Los principales procesos a los que se somete en el laboratorio son los de: Cortar, calentar, doblar y estirar.

- **Material de madera**

Suele ser pinzas para tubos de ensayo, gradillas y soportes (rodetes) para pipetas, para depositar materiales calientes, etc.

- **Material de porcelana**

Los materiales más usados son cápsulas, crisoles y morteros. Los dos primeros sirven para calentar al altas  $t^{\circ}$  y fundir materiales respectivamente. Los objetos de porcelana calientes deben cogerse con tenacillas especiales previamente calentadas (evitar los cambios bruscos de  $t^{\circ}$ ).

- **Material de corcho, caucho y plástico**

En corcho y caucho se fabrican tapones numerados según su diámetro, pueden ser macizos o perforados. El frasco lavador de plástico sustituye eficazmente al frasco lavador de vidrio; también está extendido el uso de frascos goteros (reactivos, colorantes).

- **Material específico para Microscopía, Anatomía y Microbiología.**

Estuche de disección (tijeras pequeñas de punta recta y fina, tijeras grandes de punta recta, tijeras de punta curva, Bisturí, escalpelo, navaja histológica, pinzas de punta recta y punta curva, aguja enmangada, lanceta, sonda acanalada, alfilerero), cámara de narcosis con su tapa (para animales que se van a diseccionar), plancha y cubeta de disección

Microtomo de mano, paquete de médula de saúco, escuadra de Leukart (sus dos bloques permiten formar bloques de parafina), suavizador de navaja histológica, pincel (para recoger secciones delgadas del microtomo), portaobjetos, cubreobjetos, soporte de tinciones, cubeta, cápsula de Petri de distintos diámetros.

- **Reactivos**

Nos referimos aquí al modo de almacenarlos con un criterio lógico. Normalmente en Ciencias de la Naturaleza no se realizan más que análisis cualitativos, lo lógico es ordenarlos en función del tipo de prácticas que se realicen.

Se deben almacenar en vitrinas acristaladas en los siguientes grupos:

1. **Ácidos.** Agruparlos en orgánicos e inorgánicos por orden alfabético.
2. **Alcoholes y disoluciones orgánicas.** Seguir orden alfabético.
3. **Reactivos inorgánicos,** por orden alfabético de cationes, o bien, por orden de los grupos de Sistema Periódico.
4. **Reactivos para microscopía,** seguir el orden alfabético dentro de los siguientes subgrupos (fijadores y endurecedores, medios de inclusión, colorantes, líquidos diferenciadores y clarificadores, agentes deshidratantes, medios de montaje).

5. Reactivos generales para las prácticas de Biología (Bioquímica y Fisiología) y Geología (ensayos mineralógicos). Separarlos en productos orgánicos e inorgánicos y dentro de cada subgrupo seguir el orden alfabético.

El agua destilada y el alcohol de quemar suelen guardarse en garrafrones aparte por su mayor uso.

### 75.3.3. Técnicas básicas de laboratorio

#### A) Técnicas químicas básicas

- **Trituración.** Los reactivos cristalizados en bolas, lentejas o grandes cristales, y los trozos pequeños de minerales conviene envolverlos en papel y golpearlos con el martillo sobre base de hierro. Los trozos obtenidos se pasan a los morteros habituales.
- **Tamizado** para muestras de suelo, arenas de río, etc., se emplea una columna de tamices con mallas de distinta luz, que suelen llevar acoplado u vibrador eléctrico. Se pueden elaborar tamices con malla fina de alambre o plástico y laterales de madera.
- **Medida de peso,** mediante el uso de distintos tipos de balanzas: balanza granatario (con su juego de pesas) o de precisión para cursos superiores. Se deben adiestrar en determinar el cero de la balanza, equilibrarla, métodos de pesada (directa o de doble pesada).
- **Medida de volúmenes,** mediante probetas, matraces aforados, pipetas, buretas, embudos de decantación, etc. Deben aprender el manejo y cálculo de errores.
- **Disolución.** Aprender a preparar disoluciones valoradas; preparar una disolución diluida a partir de otra más concentrada; obtener una disolución de concentración dada de una misma sustancia, partiendo de dos disoluciones de distinta concentración, etc.
- **Calentamiento** mediante mecheros Bunsen de varias clases, mechero de alcohol y placas calefactoras eléctricas (aconsejables cuando se calientan líquidos inflamables, operación que debe hacerse al baño María).
- **Precipitación y Filtración,** cuando una mezcla de sustancias reaccionan dando un compuesto cuya concentración sobrepasa el producto de solubilidad. La filtración se hace normalmente construyendo un cono de papel de filtro.
- **Lavado.** La forma correcta de realizar el lavado de un precipitado o de un recipiente donde se está preparando una disolución es haciendo resbalar el líquido sobre una varilla de vidrio, al final de la cual se sitúa un embudo con un cono de papel de filtro.

#### B) Técnicas de microscopía básicas (ver tema 26)

- Montaje de una preparación temporal en agua
- Montaje de una preparación permanente con bálsamo de Canadá
- Realización de un frotis o extensión
- Técnicas de observación al microscopio y a la lupa binocular.

#### C) Iniciación a la técnicas de Microbiología

Precisamos: tubos de ensayo (para soluciones y cultivos), cápsulas petri, pipeta, algodón, gradillas metálicas, mecheros, asa de siembra, lápiz de cera o rotulador, autoclave, estufa de cultivo. Dado que los dos últimos son caros se suelen realizar actividades que no los hacen necesarios. Ej. levaduras del pan, bacterias del vinagre, del yogur, del sarro bucal, etc.

#### **D) Iniciación a las técnicas anatómicas**

Deben diseccionarse animales abundantes y que no sean especies protegidas. Ejemplo animales que se usan como alimento: mejillones, cangrejos, gambas, sardinas u otro pez, aves (pollo), mamíferos (conejo, o vísceras de animales mayores).

### **75.3.4. Normas de seguridad**

Aunque en todos los manuales de laboratorio se da una relación de normas de trabajo y reglas de seguridad, no debemos tampoco, abrumar a nuestros alumnos con la idea de que todo es peligroso, ya que actuarán con miedo y ello puede también ser la causa de accidentes.

Si se trabaja con cuidado y atención no se suelen producir accidentes en el laboratorio. En general los accidentes ocurren:

- Por culpa del profesor, que no prepara y revisa, previamente, el material, los equipos y los guiones de prácticas.
- Por culpa de los alumnos, que no prestan atención a las indicaciones del profesor ni al guión de la experiencia.

No obstante, el alumno debe conocer una serie de normas y advertencias generales sobre cómo proceder en los trabajos de laboratorio y cómo actuar en el caso de que se produzcan algún accidente.

#### **ADVERTENCIAS GENERALES**

- Seguir con atención las indicaciones que da el profesor en cada experiencia. No hacer cosas distintas para variar un experimento sin consultar antes con el profesor.
- Tener el material preparado en la mesa de prácticas. No tener que desplazar materiales entres los compañeros.
- No usar el mechero bunsen para calentar directamente líquidos inflamables. Calentarlos al baño María en una placa calefactora eléctrica.
- Al calentar tubos de ensayo directamente a la llama ponerlos inclinados de forma que no apunten a otro compañero. No dejar quieto el tubo sobre la llama mientras se calienta.
- No saborear ningún producto químico a no ser que lo indique expresamente el profesor.
- No tocar los productos químicos con las manos. Usar guantes para trasvasar o la cucharilla-espátula.
- Para percibir los olores de los reactivos, o los desprendidos en un experimento, agitar el vapor con la mano dirigiéndolo hacia nuestra nariz, que debe mantenerse separada de la vertical del recipiente.
- Cuando se inflame un recipiente que contenga líquido inflamable: tapar con una tapa de madera o de vidrio o con un recipiente mayor invertido para ahogar la llama, al evitar con ello la entrada de aire.
- Si se derrama un líquido inflamado, como puede ocurrir con un mechero de alcohol, no echar agua, usar el extintor, echar arena o tapar con un trozo de bayeta húmeda.
- No enchufar aparatos eléctricos con las manos húmedas.
- No pipetear con poca cantidad de líquido en un recipiente.
- No verter líquidos de un recipiente a otro a una altura superior a la de nuestros ojos.
- Usar bata de laboratorio y llevar la ropa y el pelo recogidos.

- No arrojar desperdicios sólidos por los desagües de los lavabos.
- Los residuos sólidos, materiales rotos, etc., recogerlos en un recipiente o cubo adecuado.
- Tener el grifo del lavabo abierto cuando se vierte los residuos líquidos de los experimentos (sobre todo con ácidos fuertes como el  $\text{NO}_3\text{H}$  y el  $\text{SO}_4\text{H}_2$ , a los que previamente hay que diluir para evitar que corroan las cañerías.
- Para transportar frascos grandes de reactivos (ácidos, álcalis) llevarlos dentro de un cubo.
- Etiquetar bien todos los productos químicos, indicando en los que sean peligrosos, como actuar en caso de accidente.

### EQUIPO DE SEGURIDAD

En un lugar del laboratorio fácilmente accesible conviene colocar los siguientes elementos de seguridad:

1. Extintor de incendios
2. Cubo de arena: para apagar fuegos y neutralizar ácidos y reactivos derramados.
3. Recipiente con  $\text{Na (OH)}$  para neutralizar ácidos derramados.
4. Manta incombustible para ahogar pequeños incendios.
5. Guantes de caucho para proteger las manos cuando se manipulan ácidos y reactivos en general; especialmente cuando se trasvasan de recipientes grandes a pequeños.
6. Cámara de gases, para manipular reactivos que desprenden vapores tóxicos o irritantes.

### BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

El profesor debe conocer las técnicas de primeros auxilios y tener en el laboratorio los teléfonos y direcciones del hospital o punto de la Cruz Roja más cercano, en caso de que el accidente requiera un tratamiento especial.

Un botiquín de primeros auxilios debe estar en un lugar fácilmente accesible del laboratorio, y debe contener: Gasa esterilizadas, esparadrapo, vendas, tijeras, tiritas de diversos tamaños, algodón, alcohol de 96°, agua oxigenada, Tintura de iodo, cromer u otro antiséptico suave, ácido acético al 1 %, ácido pícrico diluido al 1 (para quemaduras), pomada para quemaduras, una sal volátil (para reanimar en caso de desmayo), una solución para el lavado de los ojos (bicarbonato sódico al 1% para ácidos, o de ácido bórico al 1 % para álcalis), Bicarbonato en polvo, algún analgésico, etc.

### TRATAMIENTO DE HERIDAS E INTOXICACIONES

1. **Heridas.** Desinfectarlas (iodo,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Usar gasas, esparadrapo o tiritas según el caso. Si la herida es profunda, dejar sangrar un poco para evitar infecciones, lavar bien con agua y colocar gasa y vendajes. Si hay hemorragia cortarla por el sistema de ligaduras y acudir el centro sanitarios
2. **Quemaduras:**  
Por calor seco. Tratar con ácido pícrico al 1 % y vendar.  
Por ácidos. lavar con disolución saturada de bicarbonato sódico. Después vendar.  
Por álcalis, lavar con acético diluido al 1 % o con vinagre de vino muy diluido y vendar.
3. **Salpicaduras en los ojos:** si son de ácidos: lavar bien con agua destilada, y después, con bicarbonato sódico al 1 %.  
Si son álcalis, lavar con ácido bórico al 1 %. Si persisten las molestias acudir al oculista.



4. **Desmayos.** Acostar al alumno boca arriba en lugar bien ventilado y hacerle aspirar sales volátiles si no se reanima.
5. **Intoxicaciones y envenenamientos.** Aconsejamos acudir al médico indicando la causa de la intoxicación tanto si se trata de un accidente de laboratorio como de la picaduras en el campo por animales venenosos. En este caso procurar identificar el animal que causó la picadura o mordedura. En el laboratorio conviene tener etiquetados todos los productos químicos tóxicos, indicando en cada caso el antídoto que debe administrarse en caso de intoxicación, envenenamiento o salpicaduras.

### **CÓMO ENSEÑAR A NUESTROS ALUMNOS LAS NORMAS DE SEGURIDAD**

A tal fin pueden usarse pruebas objetivas tipo test, y pruebas audiovisuales.

Se pueden realizar simulaciones para atajar un incendio, apagar un líquido inflamable, neutralizar un ácido o un álcali vertido en el suelo por rotura de un frasco, etc.

Estas simulaciones centrarán su atención sobre el lugar del laboratorio donde se encuentra el equipo básico de seguridad.

### **75.3.5. Etapas de las clases prácticas.**

Además del laboratorio para verificar conceptos o leyes o para rehacer experimentos de interés histórico, existen otros tipos de actividades de laboratorio que ofrecen mayor estímulo para los alumnos. Entre ellos indicamos tres tipos, en cada uno de los cuales se ejercitan tácticas diferentes:

- a) El profesor orienta muy de cerca y en diálogo la tarea del alumno en las actividades para el establecimiento de relaciones entre los datos recogidos y para la expresión de regularidades o generalizaciones.
- b) El profesor plantea el correspondiente problema y, con este punto de partida, el alumno desarrolla métodos de recogida de datos.
- c) El profesor propone a los alumnos que ellos mismos formulen un problema y realicen los experimentos correspondientes.

En este sentido, las actividades de laboratorio pueden clasificarse en cinco tipos atendiendo al control del alumno sobre la actividad:

- Tipo I. Desarrollar y practicar habilidades psicomotrices o utilizar un determinado material. La dirección es del profesor.
- Tipo II. Verificar algo ya estudiado por otros medios o repetir un experimento hecho por otra persona. (Ej. prácticas guiadas). Las dirige el profesor. El resultado es conocido. Si no se le indica al alumno el sentido de tal actividad, no produce aprendizaje.
- Tipo III. Aprender a encontrar relaciones entre los datos obtenidos y a hacer generalizaciones. Es el llamado descubrimiento dirigido. El profesor proporciona materiales y ayuda a descubrir.
- Tipo IV. Hacer que el alumno desarrolle un método para resolver un problema que se le plantea. Es necesario que el alumno esté introducido en la metodología de la investigación. Actividades señaladas en b)
- Tipo V. Desarrollar en el alumno todas las habilidades de investigación desde la formulación del problema. Actividades señaladas en c)

Tanto el tipo IV como el V tienen una exigencia cognitiva muy alta, al alcance de pocos alumnos (Actividades coincidentes con las de recuperación, objetivos de ampliación, etc.).



En resumen, la metodología del profesor deberá llegar a la previsión de aspectos como los siguientes:

- Explicitación del problema que va a centrar las actividades del alumno;
- indicación de los conceptos y destrezas correspondientes;
- formulación de los procesos científicos a iniciar o subrayar;
- relación de materiales y recursos;
- formulación de preguntas para que los alumnos realicen una primera toma de conciencia sobre el tema;
- indicación de actividades que llevarán a cabo los alumnos;
- relación de aspectos del método científico en los que realmente han avanzado los alumnos;
- pautas para ayudar a la elaboración de conclusiones y a la síntesis final del grupo-aula.

La dificultad de controlar a los alumnos en el Laboratorio es un factor que dificulta el aprovechamiento de las actividades de laboratorio. Por eso es necesario que el número de alumnos no sea alto y que se cuide la motivación de la actividad. En la actualidad existen horas lectivas de laboratorio para los profesores, en ellas los alumnos pertenecientes a un grupo se dividen en dos grupos, uno de ellos permanece en el aula mientras que el otro realiza las actividades de laboratorio, después se intercambian.

*El valor de los distintos métodos didácticos siempre se medirá por la calidad de sus efectos: lejos de provocar en los alumnos una exorbitada manipulación experimental o bibliográfica, se trata de orientar el aprendizaje.*