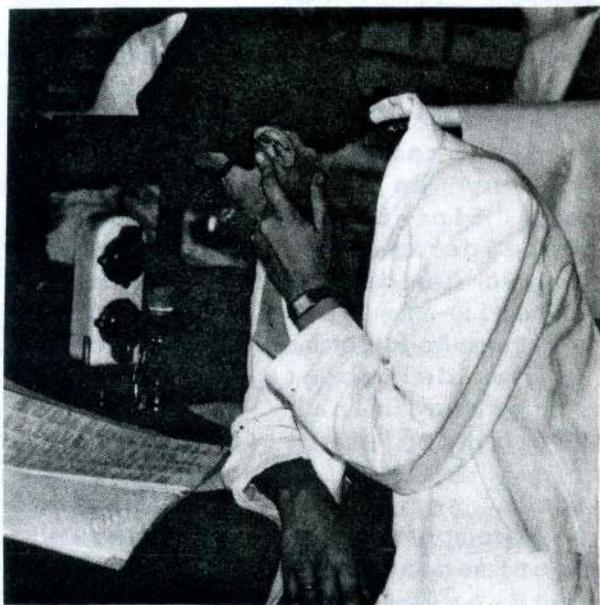


## ¿Por qué ciencias de bata y bota separadas?

# LA CIENCIA INTEGRADA



La ciencia integrada no siempre puede hacerse primando la sencillez. Algunos procesos son de considerable complejidad como para integrarlos en una actividad sencilla.

Investigar, manipular, en definitiva, jugar, pero con un método: el método científico (un ejemplo de aplicación del mismo lo veremos con la caja negra). Probar, cambiar de método, comprobar, llegar a conclusiones, discutir las entre todos, esto es, en definitiva, lo importante. Llegar o no a la verdad no es lo esencial. Tan interesante es que "salga" una experiencia como que no salga. Ambas situaciones sirven para un mismo

La idea de que "cuantos más conocimientos mejor", la mitificación del especialista, la lección magistral, el libro de texto, el laboratorio concebido como habitación mágica, se han encargado, entre otras causas, de apagar la curiosidad y la participación de los alumnos, convirtiendo nuestras clases de ciencias en algo aburrido y desconectado de la realidad.

Esto nos lleva a buscar alternativas. Una de ellas es la que hemos puesto en práctica en la I Escuela de Verano, en el Taller de Ciencias. Es un paso hacia la ciencia integrada o global o globalizadora, o como se la quiera llamar.



fin; se puede discutir sobre el método o las condiciones del material utilizado, en el segundo caso.

#### CONSTRUCCION DE UN MODELO LOGICO: LA CAJA NEGRA.

Las actividades en que está basado el método científico se pueden esquematizar en los siguientes puntos:

- Recogida de información mediante la observación.
- Organización de esta información y búsqueda de regularidades en la misma.
- Planteamiento de interrogantes sobre la existencia de dichas regularidades.
- Comunicación de los hallazgos a otros.

Se están presentando explicaciones teóricas en boga hoy en día y modelos, para que se pueda ver cómo los científicos explican las regularidades observadas y los principios que se han estudiado.

Estas explicaciones implican conceptos tales como átomos, electrones, moléculas formadas por enlaces químicos entre átomos, etc. Ninguno de estos entes puede ser observado directamente; cualquier propiedad asignada a ellos está basada por tanto, en interpretaciones de experimentos que dan resultados observables.

Parecida situación que pueden desarrollar nuestros alumnos en clase es el intento de determinar las características de uno o varios objetos que están dentro de una caja cerrada haciendo una serie de observaciones externas. Sin abrirla, agitándola suavemente, inclinándola o manipulándola de cualquier otra forma, se harán todas las observaciones que se pueda. Todos los datos anotados nos permitirán hacer las hipótesis más aproximadas acerca del tamaño, forma y propiedades físicas del objeto. El objetivo no es adivinar cual es el objeto real que contiene la caja, sino describir cómo podría ser éste para explicar el comportamiento observado experimentalmente.



#### MEDIDAS CON LA BATA PUESTA.

En esta actividad se trata de captar la idea de las mediciones, comparando una magnitud con una unidad. Esta última podrá ser cualquiera ya que así se favorecerá el camino para que el alumno deduzca la idea de unidad-patrón.

Hagamos que juegue la imaginación. Podemos repartir todas las actividades en cinco grupos: longitud, superficie, volumen, masa y densidad. Será importante que cada grupo tenga libertad para elegir sus propias unidades. Al final del trabajo verán la necesidad de llegar a un acuerdo de toda la clase para elegir

una unidad común para cada uno de los cinco apartados. Es el momento de hablarles de la unidad patrón y de introducirles en el sistema internacional como lo que realmente es: un convenio.

Hay más, el juego al que se presta la conversión de unidades dentro de la misma clase puede ser a la vez un excelente pasatiempo: dos dedos equivalen a un bolígrafo.



#### SUPERFICIE.

Las actividades con las medidas de longitud se pueden alargar todo el tiempo que se quiera, aunque es importante comenzar a trabajar sobre las medidas de superficie, cuando aún están recientes las primeras. ¿Cómo van a medir, por ejemplo, la superficie de un círculo? Pueden medir el diámetro y a continuación aplicar la fórmula  $\pi r^2$ ; pero es posible que se lo pasen mejor poniendo el círculo sobre una hoja cuadrículada y tras de dibujar en ella el perímetro contar los cuadros, repartiéndolos en dos grupos: los enteramente comprendidos dentro del círculo y los que sólo lo están parcialmente. La superficie será igual al resultado de:

$$N^{\circ} \text{ de cuadrados enteros} + \frac{N^{\circ} \text{ de cuadrados incompletos}}{2} \quad (1)$$

Y multiplicándolo por el área de cada cuadrado en el caso de que se quiera emplear el sistema internacional.

Ante la duda sobre la segunda parte de la expresión (1) no debemos hacernos ningún problema: estadísticamente el error es mínimo y además lo ideal es que comparemos los resultados obtenidos por ambos métodos pero sin obsesionarnos con encontrar la verdad científica. Gran parte de los resultados obtenidos en investigaciones muy serias son tales resultados porque se han utilizado ciertos métodos y no otros más perfectos que aún estarían por descubrir.

Ahora sólo cabe aplicar este método de la cuadrícula a la medición de superficies de cuerpos irregulares, hojas, planta del pie, superficie de la mano, etc.

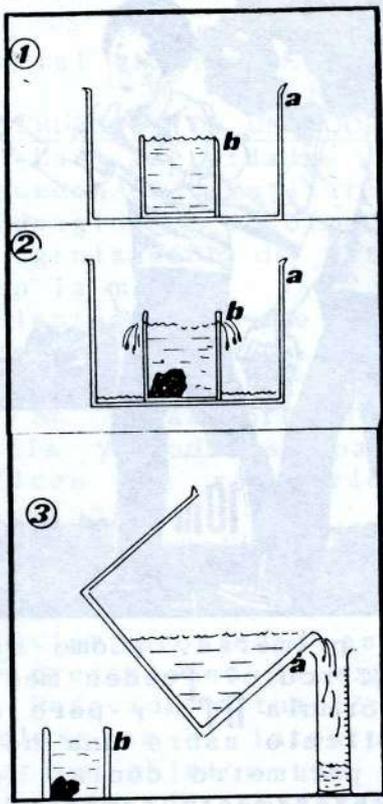
#### VOLUMEN

Para determinar el volumen de un cuerpo siempre nos queda el recurso del método geométrico y la correspondiente formulita en aquellos cuerpos que son regulares. Una alternativa interesante está en el método del líquido desplazado.

Introduzcamos el cuerpo en un recipiente graduado que contenga líquido, de modo que se pueda apreciar bien el volumen del líquido desplazado. No hay problema si el cuerpo en cuestión es de un tamaño mediano.

Si el cuerpo es pequeño sólo tendremos necesidad de varios como él. Los sumergiremos todos y el volumen desplazado tendrá que dividirse por el número de cuerpos introducidos.

En el caso de que el tamaño sea grande y no quepa en el recipiente graduado, dispondremos lo siguiente: (esquema)



- 1.-Dos recipientes: A y B.  
B lleno de agua hasta el borde.
- 2.-Se echa con suavidad el cuerpo a estudiar en el recipiente B.
- 3.-Este agua sobrante, recogido en el recipiente A, se vierte en el otro recipiente graduado C, obteniéndose el volumen del líquido desplazado.

Todos los seres valen como ejemplos de una estrecha relación entre superficie y volumen y de ambos con el calor ganado o perdido. Imaginemos a todos los seres vivos como esferas. Tanto bacterias, como gusanos, caballos, o elefantes tienen desde este momento forma de esfera, pero, atención, mantengamos su tamaño real.

Pues bien, si colocamos sobre la mesa una serie de esferas crecientes en tamaño: bolas de acero de rodamientos, bolas de anís, canicas pequeñas y grandes, pelotas, etc. y medimos su superficie (por el método geométrico, el más cómodo) comprobaremos que lógicamente tanto una magnitud como otra aumentan, pero mucho más el volumen que la superficie. Si todas las esferas las calentáramos a igual temperatura y las dejáramos enfriar, comprobaríamos cómo sería la esfera más pequeña la que primero se enfría; ¿Por qué? Porque la relación  $S/V$  en ésta es la mayor de toda la serie. Es lo que se conoce como un fenómeno de superficie. Suceden frecuentemente fenómenos de este tipo. Combatimos el frío tendiendo a encogernos (entre otros recursos) es decir, a disminuir la superficie expuesta al ambiente. Recuérdese que no varía nuestro volumen. Compararemos también la forma en que nuestro perro duerme en el in-

vierno y en el verano.

En los mamíferos se cumple lo dicho para las esferas de todos los tamaños; la esfera más pequeña podría ser la musaraña y la más grande, por ejemplo, el elefante. Como son animales de temperatura constante han de comer para mantener dicha temperatura. Pero la musaraña ha de comer al día varias veces su peso, además de tener una dieta más rica en calorías (carnívora, insectívora) que la del elefante (herbívoros). La musaraña, dado su volumen y superficie, pierde más calor por su piel que el elefante.

#### MASA

Aparato necesario para estas medidas es la balanza en cualquiera de sus variantes. En el manual de la UNESCO se explica cómo construir con pinzas, clavos, gomas, etc., balanzas muy sencillas.

Aprovechando los instrumentos que se encuentran en el mercado y de entre ellos, los más asequibles económicamente, nos puede servir, desde un peso de cocina hasta un pesacartas.

Una vez más nos encontramos ante una buena ocasión para que los alumnos elijan sus propias unidades de masa: monedas,

taponés, chinchetas, etc.; y una vez más el camino hacia la unidad patrón, de masa en este caso.

Una actividad relacionada con la masa y que nos permite observar la distribución de los tamaños de partículas del suelo es la sedimentación de una muestra.

Se coge tierra y se echa en una probeta grande hasta un tercio aproximadamente. Se añade agua, se agita bien y se deja reposar. Cuando la tierra se haya depositado podremos observar tres fracciones: la primera depositada será la fracción más gruesa (arenas), a continuación los limos y en la parte superior la más fina (arcillas).

Las partículas de mayor masa son las que se han depositado primero.

**DENSIDAD**

Sabiendo ya medir masa y volumen, el cálculo de la densidad es ya inmediato.

Si disponemos de fragmentos de basalto, granito y caliza (de tamaño grava) y medimos la densidad de cada una de estas rocas, podremos conocer la densidad de cada capa: sedimentaria (caliza), granítica (SIAL) y basáltica (SIMA). Ello nos permitiría, al tiempo, hacer un cálculo aproximado de la densidad media de la corteza terrestre.

Podemos proponer actividades a los alumnos que les permitan conocer por qué estas capas están dispuestas así: mezclando en un vaso tres sustancias de distinta densidad, y tras reposo, observarán cómo se depositan. La menos densa será la superior.

**REPRESENTACION DE DATOS OBTENIDOS**

Por experiencia una imagen vale más que mil palabras; las medidas realizadas se observan mucho mejor si las representamos gráficamente.

Los tipos de gráficas que podemos utilizar son muchos. Tal vez los más llamativos para los alumnos sean los diagramas de barras, que creemos son los más apropiados para representar una sola magnitud. Si pretendemos relacionar las magnitudes podremos emplear la gráfica convencional o lineal, y para representar proporciones en un conjunto, los vectores que dividen un círculo.

**CONCLUSION.**

Podemos decir que realizar medidas es una primera actividad que nos permite integrar distintos aspectos de una realidad, relacionando campos diversos que nos parece que están muy separados en nuestro sistema de enseñanza.

Por otro lado no se trata de medir por medir, sino de que esas medidas permitan a los alumnos realizar sus investigaciones y sacar sus propias conclusiones.

*María Jesús PORRAS PEREZ  
Juan Ignacio NORIEGA IGLESIAS*

