

XIII. Ciencia.

TALLER DE CIENCIA - GRUPO "ÁLKALI" (Badajoz)

REACCIONES QUÍMICAS:

- . Cantidad de materia: ¿Masa o Volumen?
 - .Experiencia 1. Pag. 6-1
 - .Experiencia 2. Pag. 6-2

- . Conservación de la masa en reacciones químicas.
 - .Experiencia 3. Pag. 6-2.
 - . Experiencia 4. Pag. 6-3.
 - . Otras experiencias. Pag. 6-3.

- . Aspectos materiales de las reacciones químicas.
 - . Investigación 1ª : ~~Pag. 6-4~~
 - . Investigación 2ª . Pag. 6-6.
 - . Otras experiencias. Pag. 6-7.

- . Reacción entre ácido clorhídrico y carbonato cálcico.
Obtención de Dióxido de carbono. Propiedades.
 - . Experiencia 1. Pag. 6-8.
 - . Experiencia 2. Pag. 6-9.
 - . Experiencia 3. Pag. 6-10.
 - . Experiencia 4. Pag. 6-10

- . Investigando cuánto dióxido de carbono se desprende en la reacción de ácido clorhídrico y carbonato sódico.

CANTIDAD DE MATERIA: ¿MASA O VOLUMEN?.-

La idea de que un objeto "cuanto más grande" posee "más materia" está muy arraigada en nuestros alumnos. El volumen, no obstante, no parece que sea la propiedad más apropiada para medir la cantidad de materia.

¿Cuándo contiene más materia la vía del tren, en verano o en invierno? Recuerda que en verano, por efecto de la dilatación térmica, los railes del tren son más largos, tienen más volumen. ¿Tienen por ello más materia?

¿Quién contiene más materia, una bombona de butano llena o vacía? Piensa que la capacidad de ambas es la misma en ambos casos.

Estos y otros muchos ejemplos nos ponen sobre aviso: el volumen es una propiedad "engañosa", no se conserva, cambia "cuando menos lo esperamos". Pero, ¿y la masa? ¿Cambia la masa de un sistema? ¿Cuánta más masa, más materia?

Te proponemos, a continuación, algunas experiencias que intentan mostrar que, en algunos casos, se observan cambios de volumen en los sistemas pero no de masa. Bueno, esto último se cumple al menos dentro de los límites de apreciación de nuestros aparatos y bajo "ciertas condiciones".

Experiencia 1.-

En un matraz aforado de 100 cm^3 introducir unos pocos gramos de sal común, NaCl , añadiendo a continuación agua con cuidado para no agitar. Cuando "enrases", el volumen del sistema será de 100 cm^3 . Determina la masa inicial del sistema con la balanza (no importa que incluyas la masa del recipiente).

Agita vigorosamente hasta la disolución total o parcial de la sal. Prueba a estudiar la conservación de la masa y el volumen del sistema, comparando los valores finales con los iniciales?

Experiencia 2.-

Como alternativa a la anterior puedes estudiar la conservación de la masa y el volumen en mezclas de alcohol y agua. Con esta experiencia puedes poner de manifiesto que 50 cm^3 de alcohol y 50 cm^3 de agua no son 100 cm^3 de mezcla hidroalcohólica.

Te sugerimos que propongamos un plan experimental para esta "investigación".

CONSERVACION DE LA MASA EN REACCIONES QUIMICAS.-

Te proponemos a continuación otras dos experiencias en las que se trata de poner de manifiesto la conservación de la masa en reacciones químicas sencillas.

Ten presente que es muy probable que detectes cambios de masa. Antes de sacar conclusiones convendría reflexionar si dichos cambios caen dentro del error del instrumento (balanza).

Por otra parte, la conservación de la masa en las reacciones químicas es un principio establecido hace mucho por Lavoisier, por lo que, antes de concluir el incumplimiento de esta ley, ¿no sería conveniente discutir las posibles causas de error? ¿Qué cabría hacer si, efectivamente, estas causas o fuentes de error existen?

Experiencia 3.-

Como recipiente puedes emplear una cajita metálica de esas que se emplean en cosmética o algo por el estilo. En su interior deposita unos cristallitos de yoduro potásico, KI, y de nitrato de plomo, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Antes de agitar, determina la masa inicial del sistema. Agita vigorosamente y determina la masa final. ¿Se ha producido reacción? ¿Qué hechos prueban que los sólidos han reaccionado? ¿Ha cambiado la masa del sistema?

Experiencia 4.-

Prepara una disolución de sulfato cúprico, CuSO_4 . Toma un pedazo de cinc metálico, Zn, en polvo o en granalla. Antes de proceder a la reacción determina la masa de la disolución, incluyendo también al recipiente ¿?, y la del metal. La suma de ambas será, lógicamente, la masa inicial del sistema. A continuación provoca la reacción. ¿Qué cambios se producen? ¿Qué reacción está ocurriendo? ¿Se desprende o absorbe energía? ¿Se conserva la masa? ¿Implica la liberación de energía pérdida de masa? ¿De dónde "sale" la energía? ¿Qué pasa en una reacción?

Si no dispones de Zn puedes conseguirlo a partir de pilas viejas. La carcasa exterior es de este metal. En cualquier caso puedes sustituir el Zn por Fe empleando clavos. ¿Qué reacción ocurriría?

Otras experiencias.-

En las reacciones estudiadas no han intervenido gases, únicamente sólidos y disoluciones acuosas (el agua se evapora, no obstante). ¿Se conservará la masa en estos casos?

Si lo deseas, puedes investigar los siguientes sistemas:

- . una pastilla de redoxón e alka-seltzer y agua.
- . combustión de un pedacito de cinta de magnesio. En su lugar puedes probar con un "cubo-flash" de fotografía.
- . una bombilla que se funde.
- . un zumo de naranja o limón al que se añade una pizca de bicarbonato.

¿Qué condición ha de cumplir un sistema para que se cumpla la conservación de su masa?

ASPECTOS MATERIALES DE LAS REACCIONES QUÍMICAS.-

Incluimos bajo esta denominación dos sencillas experiencias que tienen que ver con la relación o proporción en que se combinan dos reactivos y como, una vez conocida tal relación, puede ser empleada para averiguar la cantidad que hay de uno de ellos midiendo la cantidad del otro necesaria para combinarse con él.

INVESTIGACIÓN 1ª : ¿Cuántas partículas de yoduro potásico, KI, se combinan con una de nitrato de plomo, $Pb(NO_3)_2$?

Prueba hacer reaccionar unos centímetros cúbicos de disolución de KI con otro tanto de $Pb(NO_3)_2$ en un tubo de ensayo.

Habrás observado la formación de un precipitado, un sólido, de color amarillo (yoduro de plomo) que lentamente se va al fondo del tubo. La precipitación puede favorecerse con unas gotas de alcohol etílico y un calentamiento suave.

¿Guardará relación la cantidad de precipitado con las cantidades de reactivos empleadas? ¿Podría servirnos la altura alcanzada por el precipitado en el tubo como indicador del grado de reacción?

A continuación vamos a emplear el llamado "método de las variaciones continuas" para encontrar cuantas partículas de KI reaccionan con una de $Pb(NO_3)_2$. Resumimos brevemente los pasos a seguir:

1.-Se preparan disoluciones de la misma concentración de los citados reactivos. En nuestro caso serán 1 molar, es decir, disoluciones que contienen 1 mol de sustancia por cada litro de disolución. Con el fin de ganar tiempo tales disoluciones te las damos ya preparadas. Al final podemos discutir la preparación de las mismas.

2.-Se mezclan cantidades variables de dichas disoluciones de forma que las distintas mezclas resultantes tengan idéntico volumen total. En nuestro caso las mezclas tendrán la siguiente composición 14 cm³ de KI y 1 cm³ de Pb(NO₃)₂, 13 de KI y 2 de Pb(NO₃)₂, 12 y 3, 11 y 4 y así sucesivamente, de manera que todas las mezclas posean un volumen total de 15 cm³, aprox.

3.-La mezcla que produzca la máxima formación de productos da la proporción o relación en que se combinan los reactivos y consecuentemente el número de partículas de KI que se combinan con una de Pb(NO₃)₂.

Te proponemos que realices la investigación siguiendo estas indicaciones. Dado que las sales de plomo son venenosas no debes emplear pipetas para medir volúmenes. En su lugar usa buretas.

¿Cuál es la mezcla que produce mayor cantidad de precipitado?

Por tratarse de disoluciones 1 molar (1 mol de reactivo por cada litro de disolución) ¿Cuántos moles de KI y de Pb(NO₃)₂ se han empleado para formar la máxima cantidad de precipitado?

Puesto 1 mol de cualquier reactivo contiene el mismo número de partículas ¿cuántas partículas de KI se combinan por cada una de Pb(NO₃)₂?

¿Cuál la fórmula del yoduro de plomo? ¿Qué otro producto se habrá formado? ¿Sabrías escribir la ecuación química ajustada correspondiente al proceso?.

Si dispones de papel milimetrado (cuadrulado también podría valer) prueba a representar la altura de los precipitados en función del volumen de uno de los reactivos. ¿Qué te indica la gráfica?

INVESTIGACION 2ª: Valoración de una disolución de Hidróxido Sódico, NaOH, con Acido Clorhídrico 0.1 Molar.-

Con esta investigación pretendemos aproximarnos al fundamento de las valoraciones ácido-base.

Los ácidos y bases son sustancias con propiedades diferentes que neutralizan mutuamente sus acciones. La reacción de neutralización en nuestro caso es:



De acuerdo con dicha ecuación, cada mol de NaOH precisa otro de HCl para neutralizarse. El instante en que esto ocurre se pone de manifiesto mediante un indicador (fenolftaleína, anaranjado de metilo, etc) que nos "avisan" cambiando de color.

1ª Parte.-

A fin de ilustrar el fenómeno de la valoración, empezaremos por "ver que pasa" cuando valoramos una cantidad medida de NaOH 0.1 Molar con HCl también 0.1 Molar. Emplearemos fenolftaleína como indicador.

Para empezar habría que preparar adecuadamente disoluciones 0.1 M de estas sustancias. A fin de ganar tiempo te las damos preparadas de antemano. Al final, si lo deseas, podemos discutir la preparación de las mismas.

Con ayuda de un gotero (pueden servirte los que traen algunos medicamentos) toma un número exacto de gotas de disolución de NaOH 0,1 M. (entre 50 y 100 gotas). Debes anotar este dato. A continuación añade un par de gotas de fenolftaleína. Un color intenso te indicará que estas frente a un medio básico o alcalino. Las propiedades básicas del NaOH pueden neutralizarse con ácido. Añade lentamente,

y con abundante agitación, gotas de HCl hasta decoloración del indicador. Este instante en que "vira" el indicador corresponde al momento en que el medio deja de ser básico y empieza a ser ácido. ¿Cuántas gotas de ácido empleaste?

Partiendo de que ambas disoluciones eran de la misma concentración, 1 Molar (1 mol de sustancia por cada litro) ¿cómo interpretas el resultado?

¿Qué hubiera ocurrido de haber procedido al contrario, es decir, valorar el HCl con NaOH? Prueba a contrastar tu hipótesis.

¿Que habría ocurrido si en lugar de 50 gotas de NaOH 0,1 M hubieras empezado tomando 75? ¿Cuántas de HCl habrías necesitado? ¿Por qué no pruebas a contrastar tus predicciones?

2ª Parte.-

Se trata ahora de averiguar si una disolución de NaOH es o no 0,1 Molar. Emplearemos el mismo ácido (HCl 0,1 M).

¿Cómo podrías probar que no es 0,1 M la concentración de NaOH?

¿Que hubiera tenido que ocurrir para que su concentración fuese el doble de la anterior (0,2 M)? ¿Y para que fuera la mitad de concentrada?

¿Cuántas gotas de HCl 0,1 M empleaste en la valoración? ¿Cuál es la concentración de la disolución de NaOH objeto de estudio?

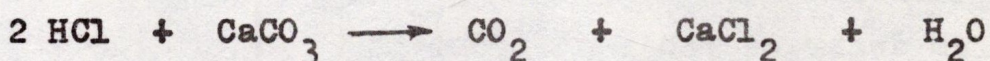
Otras experiencias.-

¿podría investigarse la acidez de zumos de frutas? ¿Y la del vinagre? ¿Cómo actuaríamos?

¿El bicarbonato sódico NaHCO_3 podría valorarse? ¿Con qué?

REACCIÓN ENTRE ÁCIDO CLORHÍDRICO Y CARBONATO CÁLCICO (MARMOL).
OBTENCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO. PROPIEDADES.-

Con esta experiencia pretendemos estudiar la reacción:



y reconocer al dióxido de carbono o anhídrido carbónico, CO_2 , por algunas de sus propiedades.

Para empezar convendría triturar algún pedazo de marmol, es decir, carbonato cálcico, CaCO_3 . Si no se dispone de esta sustancia, puede emplearse en su lugar carbonato sódico o bicarbonato.

Emplearemos ácido clorhídrico concentrado que se vende en las droguerías como sulfumán o agua fuerte. Conviene manipularle con precaución y lavarse las manos con agua abundante si te cae alguna gota.

Experiencia 1.-

Coloca en el interior de un erlenmeyer un poco de marmol troceado. Cierra el erlenmeyer con un tapón bihoradado por el que habrás hecho pasar el tubo de seguridad y un tubo acodado para el desprendimiento del gas. Al tubo acodado le acoplamos una goma de unos 30 cm de longitud.

Añade lentamente el HCl por la parte superior del tubo de seguridad.

Observa atentamente los fenómenos que ocurren. Si colocaste correctamente el tubo de seguridad (casi hasta el fondo del erlenmeyer) observarás la salida de un chorro de gas por el tubo de desprendimiento.

¿Es combustible el CO_2 ? Prueba acercar la corriente de gas carbónico a un cerillo ardiendo o a una astilla con una punta de ignición.

¿Por qué se ha insistido en que el marmol debe estar troceado o triturado? ¿En un pedazo compacto, no se produciría la misma reacción?

¿Cómo afectaría a la reacción un calentamiento del recipiente, es decir, de los reactivos?

Experiencia 2.-

Recordarás que la masa molecular del CO_2 es 44 mientras que la masa molecular media de los gases que forman el aire es 28,88. Es decir, el CO_2 es 1,5 veces, aproximadamente, más "pesado" que el aire. Dicho en otras palabras, en igualdad de condiciones de presión y temperatura, el CO_2 contenido en un recipiente pesa 1,5 veces más que el aire contenido en otro recipiente igual, del mismo volumen.

¿Cómo podría ponerse de manifiesto este hecho?

¿Podría recogerse CO_2 en un tubo abierto? ¿Debería estar invertido?

¿Qué pasaría si "derramamos" CO_2 sobre un vaso (lógicamente lleno de aire) que se encuentra en el platillo de una balanza en equilibrio? Prueba a contrastar tu hipótesis.

¿Qué pasaría si "derramamos" CO_2 en el interior de un recipiente ancho (un cristizador de los grandes) en el que arden varios cables de vela de distinto tamaño?

¿Caerían las pompas de jabón en un recipiente lleno de CO_2 ?

Experiencia 3.-

Nos proponemos ahora reconocer el CO_2 por su reacción con el "agua de barita".

El "agua de barita" es una disolución saturada de Hidróxido Bórico en agua. Te la damos preparada, pero si lo deseas podemos discutir su preparación.

En un tubo de ensayo se toman unos pocos centímetros cúbicos de disolución de $\text{Ba}(\text{OH})_2$. A través de dicha disolución se hace burbujear gas carbónico. ¿Qué se observa? ¿Qué reacción tiene lugar? ¿Qué producto es el que se está formando?

¿Sería posible conocer la cantidad de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ presente en la disolución estudiando la cantidad de producto formado en la reacción con el CO_2 ?

¿Podría conocerse la riqueza en carbonato cálcico de una marmol, una caliza, etc? Propón un plan teórico para esta investigación.

Experiencia 4.-

Haz burbujear CO_2 a través de agua con unas gotas de tintura de tornasol. ¿Qué observas? ¿A qué se debe?

Puedes intentar esta experiencia también con papel indicador humedecido.

¿Se disuelve el CO_2 en el agua al burbujear a través de ella?

¿Posee carácter básico o ácido la disolución resultante?

Escribe la ecuación química correspondiente al proceso observado.

INVESTIGANDO CUÁNTO DIÓXIDO DE CARBONO SE DESPRENDE EN LA REACCIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO CON UNA CANTIDAD MEDIDA DE CARBONATO SÓDICO.

Se trata de investigar si existe una relación entre el volumen de CO_2 desprendido y la cantidad de Na_2CO_3 pesada.

Puesto que la formación de CO_2 depende también de si hay o no suficiente cantidad de HCl para reaccionar de forma completa con el Na_2CO_3 tomado, parece necesario proveer de un gran exceso de HCl . De esta forma estaremos seguros de que todo el Na_2CO_3 se consumirá originando, lógicamente, la cantidad esperada de CO_2 .

En un tubito de ensayo de los pequeños se ponen 0,15 g de carbonato sódico, Na_2CO_3 , anhidro. Esta cantidad es orientativa, pueden valer, por ejemplo, 0,16 o 0,12 g, pero es necesario saber exactamente la cantidad pesada.

En un erlenmeyer se ponen alrededor de 15 cm^3 de HCl 5 M. Si no dispones de esta concentración, prepara una disolución poniendo HCl concentrado (sulfumán o agua fuerte) y agua a partes iguales.

Introdúce el tubito de ensayo en el interior del erlenmeyer de forma que no se pongan, de momento, en contacto los reactivos. Puedes ayudarte de un hilo que, atado al tubo, te permita introducirlo verticalmente.

Ajusta un tapon horadado a la boca del recipiente de forma que el hilo quede aprisionado y tenso. El tapón deberá ir provisto de un tubo acodado para el desprendimiento del gas carbónico.

Para acoplar el tubo acodado a la jeringuilla de plástico de 50 cm^3 (de las utilizada en los hospitales, de un sólo uso) que recogerá el gas, emplearemos un pedazo de tubo de goma.

Una vez realizado el montaje, basta inclinar el tubo para que empiece la reacción. El gas desprendido se recogerá en la jeringuilla (puedes ayudar desplazando hacia adelante y atrás el émbolo de vez en cuando).

Antes de proceder a realizar la experiencia, convendría reflexionar sobre las siguientes cuestiones:

¿No es el CO_2 un gas soluble en agua?

¿No se disolverá parcialmente en la disolución acuosa de HCl?

¿No se falsearán los resultados pareciendo que "sale" menos CO_2 del que en realidad se forma a partir del Na_2CO_3 ?

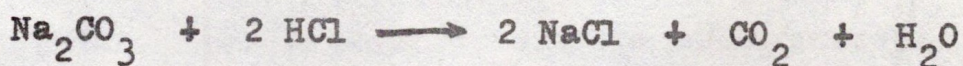
¿Cómo podría solucionarse este problema?

A la vista de las conclusiones anteriores se pone de manifiesto la necesidad de emplear una disolución de HCl que previamente se ha saturado de CO_2 . De esta manera ya no "admitirá" más CO_2 y todo el gas formado será recogido en la jeringuilla. ¿Cómo puede saturarse la disolución?

Una vez resuelto el problema, puedes empezar a medir el volumen de CO_2 desprendido.

¿Qué habría ocurrido si hubieras empleado una cantidad menor de Na_2CO_3 ? Prueba a contrastar tu hipótesis.

¿Cómo podría establecerse la relación entre el volumen de CO_2 desprendido y el Na_2CO_3 puesto? . ¿Cuánto vale dicha relación? ¿Concuerdan los resultados obtenidos con los que cabría esperar a partir de la ecuación química ajustada:



En la misma se pone de manifiesto que 1 mol de Na_2CO_3 puede dar lugar al desprendimiento de 1 mol de CO_2 . ¿Cuántos moles pusiste?

¿Cuántos moles de CO_2 deberían haberse formado?

¿Qué volumen ocupa 1 mol de cualquier gas (idealmente) en condiciones normales?

¿Cuál debiera ser el volumen de CO_2 despedido si estuviéramos en condiciones normales?

¿Estamos ahora en condiciones normales?

¿Cómo podemos conocer nuestras condiciones de presión y temperatura?

Caso de no disponer de instrumentos necesarios, ¿quién puede facilitarnos esos datos?

¿Qué volumen teórico debería ocupar el CO_2 en las condiciones del laboratorio?

¿Coinciden, dentro de los errores que inevitablemente habremos cometido, los resultados experimentales (volumen de CO_2 medido con la jeringuilla) y los cálculos teóricos (volumen de CO_2 esperado a partir del Na_2CO_3 puesto).

¿Cuáles son, a tu juicio, las principales causas de tales discrepancias?

¿Cómo podrían evitarse las principales fuentes de error?

¿Se te ocurre algún otro montaje que pudiera suplir al propuesto?

Antes de iniciarse la reacción ¿qué gas llenaba el tubo?

Siendo el CO_2 más denso que el aire, ¿no cabría esperar que la jeringuilla estuviese llena, al menos parcialmente, de este último?

¿Modificaría en algo nuestras conclusiones?

La corriente eléctrica, ¿qué es?, ¿cómo se produce?

Los electrones, esas partículas (?) constituyentes de la materia son los que al moverse en un conductor producen la corriente eléctrica. Para que esto ocurra debe existir una diferencia de potencial entre los extremos del conductor.

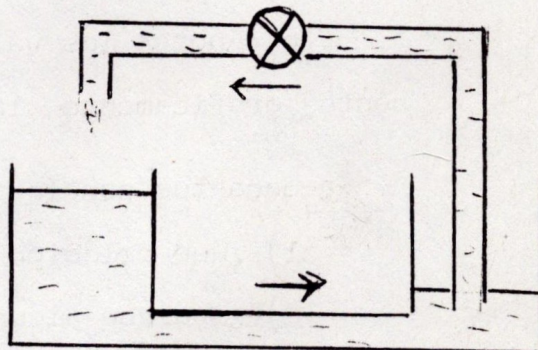
Podemos hacer un símil hidráulico, y comparar la corriente eléctrica con una corriente de agua. Para que circule agua por una tubería debe existir un desnivel. Cuando éste se iguala, cesa la circulación. Igual ocurre con los electrones.

¿Qué hacer para que la corriente eléctrica no cese?. Habría que conseguir

una diferencia de potencial constante entre los extremos del conductor. Volviendo al símil hidráulico, habría que conseguir constantemente un desnivel. Esto se podría lograr con una bomba que continuamente pasara agua de

un depósito a otro; para ello debe realizar un trabajo consumiendo una energía.

En el circuito eléctrico este papel lo hace el generador. Su misión es mantener constantemente una diferencia de potencial entre los extremos del conductor. También realiza un trabajo consumiendo energía.



La diferencia de potencial entre los extremos del conductor es de un voltio si para transportar una carga de un culombio hay que realizar

el trabajo de un julio.

La oposición que ejerce el conductor al paso de la corriente es lo que se llama RESISTENCIA. Cada vez que la corriente atraviesa una resistencia, se produce una caída de tensión o diferencia de potencial entre sus extremos.

Si hay varias resistencias en serie, la diferencia de potencial es la suma de las diferencias de potencial en cada resistencia.

PARTE PRACTICA:

Vamos a tratar de contestar, basándonos en la experiencia, a la siguiente pregunta: "¿Existirá alguna relación entre la diferencia de potencial aplicada entre los extremos de un conductor y la intensidad de corriente que circula por él?="

Emite tus hipótesis ayudándote del símil hidráulico. (Compara la dif. de potencial con la dif. de alturas y la Intensidad con el caudal de agua, para una determinada tubería.

Te sugerimos que:

- a) Monta un circuito simple, formado por el generador, un potenciómetro y la resistencia.
- b) Mida distintas tensiones y las intensidades que producen (para ello utiliza el **voltímetro** y el amperímetro).
- c) Anote los valores de la dif. de potencial y la intensidad y represente gráficamente la dif. de pot, frente a la intensidad.

Saca tus conclusiones:

- 1) ¿Qué relación hay entre $V_a - V_b$ e I ? Exprésalo matemáticamente.
- 2) ¿Aparece alguna constante?. Si es así, calcúlala.

La relación matemática entre $V_a - V_b$ es lo que se conoce como ley de Ohm:

$$V_a - V_b = I \cdot R$$

La diferencia de potencial y la intensidad de corriente son directamente proporcionales. La constante de proporcionalidad recibe el nombre de RESISTENCIA

$$R = \frac{V_a - V_b}{I}$$

Su unidad es el ohmio. Un conductor tiene una resistencia de 1 ohmio si aplicando entre sus extremos una dif. de potencial de 1 voltio circula por él una corriente de un amperio.

Realmente, la resistencia depende de varios factores: Estos son: la naturaleza del conductor, la longitud del conductor (a mayor longitud, mayor resistencia), la sección del conductor (a mayor sección, menor resistencia) y la temperatura.

En esta experiencia hemos utilizado resistencias ya calibradas. Te habrás fijado que tienen unas bandas de colores. Se trata de un código para identificar el valor y la tolerancia de las resistencias. A continuación te lo indicamos.

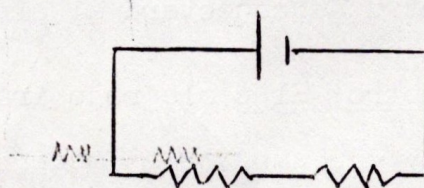
Con el código, calcula el valor de las resistencias que estamos utilizando y comprueba su valor con el óhmetro.

ASOCIACION DE RESISTENCIAS:

¿Qué ocurrirá cuando asociamos varias resistencias?

A) Empecemos por la asociación de dos resistencias iguales en serie.

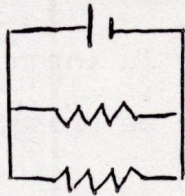
Monta el circuito:



- ¿Qué intensidad atraviesa el circuito?. ¿Y cada resistencia?.
- ¿Qué dif. de potencial total hay en el circuito?, ¿Y en cada resistencia?.
- Supón que quieres sustituir las dos resistencias por una sola de tal forma que la dif. de potencial y la intensidad sean las mismas que cuando están

las dos. (RESISTENCIA EQUIVALENTE) ¿Cuánto debe valer esta resistencia?

B) Realiza lo mismo pero asociando las resistencias en paralelo:



-¿Cuánto vale la resistencia equivalente del circuito?

¿Se puede sacar alguna conclusión de estas experiencias?, ¿Podrías comprobarlas con el óhmetro?

Te proponemos que investigues el valor de la resistencia equivalente en circuitos en donde las resistencias asociadas sean distintas.

POLIMETRO:

Es un aparato para medir diversas magnitudes eléctricas en corriente continua y alterna. No vamos a entrar en su fundamento físico. Sólo vamos a describirlo brevemente y a dar unas instrucciones mínimas para su correcto manejo. Lo utilizaremos como voltímetro, amperímetro y óhmetro.

Como vamos a utilizar corriente continua, el cable negro deberá ir al recuadro donde hay dos líneas negras paralelas.

a) Voltímetro: El cable rojo irá a cualquiera de los recuadros donde haya una V en negro, aunque hay que empezar por la escala mayor para proteger el aparato si no se tiene idea del valor aproximado que pueda tener el valor de la dif de potencial.

El voltímetro se conectará al circuito siempre en PARALELO.

b) Amperímetro: El cable rojo irá a un recuadro donde haya una A negra. También hay que empezar a medir en la escala más alta si no se tiene idea previa del valor que pueda tener la intensidad de la corriente

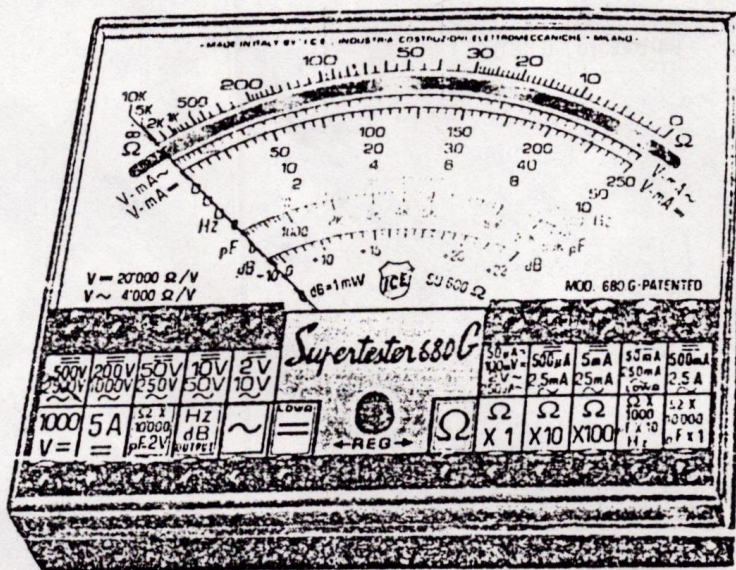
El amperímetro se intercalará siempre en SERIE, en el circuito.

c) Ohmetro: El cable rojo se colocará en un recuadro donde haya Ω . Antes de utilizarlo hay que calibrarlo. Para ello junta las puntas de prueba.

Verás que la aguja se desplaza. Con la rosca que tiene el polímetro (gris) se ajusta el cero de la escala.

Para medir el valor de una resistencia colócala entre los extremos. La escala te dará el valor.

Antes de medir, asegúrate que el aparato está correctamente colocado. Si tienes alguna duda, por favor, pregúntala.

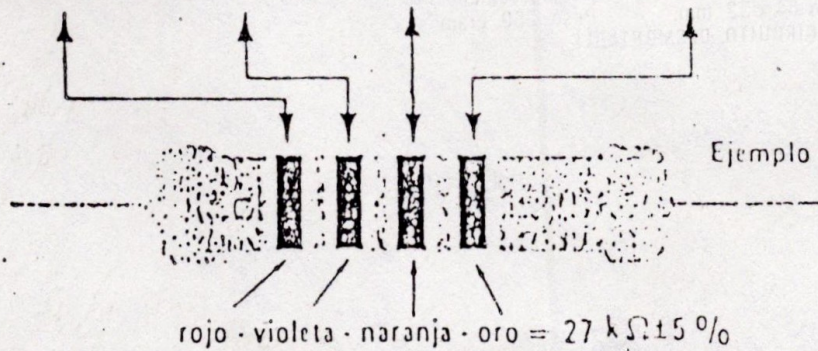


« SUPERTESTER 680 G »

fabricado por I.C.E. - Industria Costruzioni Elettromeccaniche - Milán
 Dimensiones = 105 x 84 x 32 mm. Peso 250 gramos
 CON CIRCUITO DESMONTABLE

3.12 Código de colores y tolerancias de las resistencias.

1.ª banda	2.ª banda	3.ª banda	4.ª banda
negro 0	negro 0	negro .0	
marrón 1	marrón 1	marrón 0	
rojo 2	rojo 2	rojo 00	rojo ± 2 %
naranja 3	naranja 3	naranja 000	
amarillo 4	amarillo 4	amarillo 0000	
verde 5	verde 5	verde 00 000	
azul 6	azul 6	azul 000 000	
violeta 7	violeta 7		
gris 8	gris 8	oro :10	oro ± 5 %
blanco 9	blanco 9	plata :100	



"EL ENLACE" (JUEGO DE TABLERO)

Reglas del juego:

Podrán participar los jugadores que lo deseen. Las fichas llevarán la inscripción: "oxígeno" o "hidrógeno".

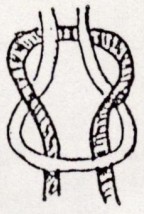
Cuando una ficha caiga en una casilla en la que esté dibujado un enlace, el jugador correspondiente dirá: "De enlace a enlace y tiro porque me place", se trasladará al enlace siguiente y lanzará otra vez el dado.

Si una ficha cae en una casilla en que está representado un elemento química (y su nº es par) el jugador deberá decir el nombre de algún compuesto químico formado por el elemento representado en su ficha y el correspondiente a la casilla en cuestión. Si el nº de la casilla es impar, deberá indicar si el carácter del enlace es iónico o covalente.

El jugador que responda erróneamente retrocederá un lugar y el que lo haga correctamente avanzará dos lugares.

Será vencedor el jugador que llegue primero a la casilla/nº 41.

Na



Enlace 18

P

enlace simfical



AL VUEGA TE ESTIENE AJUDADA

B

SALIDA

Cd

esposas

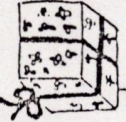


PAR 'CHORRITO'
2 VECES SIN JUGAR

Mg

N

sorpresas



AVANZAS HASTA LA CASILLA N° 25

Cd

COBASTE UNA PIEZA A LUZO.
EN FRENO AVANZAS A LA N° 19



B

¡AL FIN JUNTOS!
H2O

Enlace noto



AVANZAS A LA CASILLA N° 4

Si

K



Cl

Mg

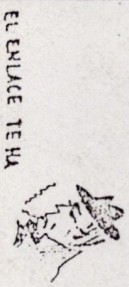
Al

K

Enlace



enlace clandestino



Enlace



C

S

Al

C

P

S

F

lazos de amistad



¡HERACE LA
PIEZA QUE RECIBES
UNA JUGADA PARA ESTAR CON LOS
AMIGOS!

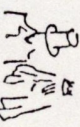
N

Cl

F

Si

enlace matrimonial



VIS EN VIAJE DE NOVIOS HASTA
LA CASILLA N° 14

Na

Cd

Enlace





- CON NAFTALINA -
EN EL ARCÓN
LAS MANTAS SE CONSERVAN
MEJOR

* C *

NOBEL YA CONOCÍA
LO QUE EL NITRICO A LA GLICERINA
LE HACÍA



Retrocede a la casilla nº 24

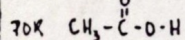
¿QUÉ ES AMINOÁCIDO?



¡ESTABAN LAS ÉTERES, POR SU TAN MÉRITO!

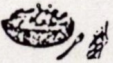
EL EUCALIPTUS ES RENTABLE
PUES PRODUCE CELULOSA.
¿TE PARECE FORMIDABLE
QUE SE HAGAN ESTAS COSAS?

LA ACIDEZ DE LA ENSALADA



ES ¿MOTIVADA

Acid, ácido, cetina y alcohido
ordenada no ha sido,
simbolos por importancia
y tiras sin vergüenza.



¿NOMBRE?

CUANDO LAS PROTEÍNAS SE DEGRADAN
SE PRODUCEN LAS "HECERAS". -
LA UREA ES UN PRODUCTO PRÁCTICO,
PUES PERMITE OBTENER PLÁSTICOS



Urea: (pura) CO(NH₂)₂

EL AGUA NO ES UN COMPUESTO ORGÁNICO
Y TÚ TE AHOGAS CON PÁNICO



2 VECES SIN JUGAR



Los Alcanos son inertes
(el butano, mismamente).
De hidrocarburos la clasificación
debes decir con precisión

* C *

EL ALCOHOL
TE HA EMBORRACHADO

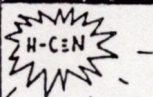


Y A COMENZAR EL JUEGO
ESTÁS OBLIGADO

* C *



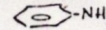
ESTE TUESTO, TAN MONO,
SINTETIZA HIDRATOS DE CARBONO



VETE CORRIENDO...

PUES TE JURÓ

QUE SE ACERCA ALGÚN CIANURO
(TIRA OTRA VEZ)



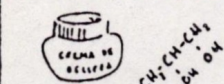
DE AMINA A AMIDA

Y TIRA PORQUE TE GUSTA LA VIDA



-OH

DE BORRACHO A
BORRACHO,
Y TIRA
CON
EMPACHO



LA COSA DE LA COSMÉTICA

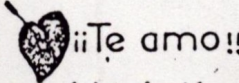
MEJORA SIEMPRE LA ESTÉTICA;
LLEVA UNA COSA MUY FINA
QUE SE LLAMA ¿.....?

Fin

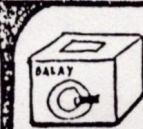
TÍTULO DE LA...
PELÍCULA:

"PASEO POR EL AMOR Y LA MUERTE"
(J. MUSTON)

¡CARBONO!



La vida sin ti no
tiene sentido
(EPÍLOGO)



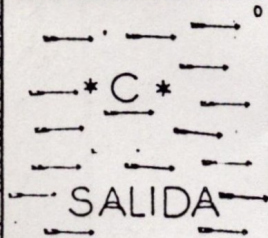
SI JUGANDO QUIERES SEGUIR,
LO QUE ES SAPONIFICACIÓN DEBES DECIR

-OH

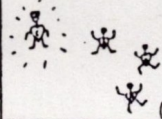


DE BORRACHO A BORRACHO,
Y TIRA CON EMPACHO

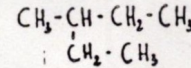
* C *



EL CARBONO TIENE UNA REACCIÓN
QUE LE PERMITE SER UN GRAN LIGÓN,
COMO ES MUY TETRAVALENTE
LE ENREDAN EN DE COVALENTE



(PRÓLOGO)



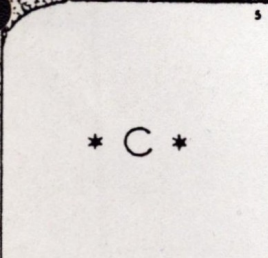
¿METIL O
NO METIL?
ESA ES LA
CUESTIÓN

PROTEÍNAS, GRASAS Y
OTRAS MENOS EFÍMEROS
RECIBEN EL NOMBRE DE
¿.....?



* C *

LA ENZIMA ES UTILIZADOR
Y, ASÍ, LAS COSAS VAN MEJOR



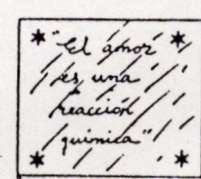
LAS UÑAS Y SU
BELLEZA PRE-
CISAN BUENA
LIMPIEZA
¿NOMBRE?



EL REVELADOR
ES UN
¿.....?

Estas moscas avispidas
con formal estarán alonladas

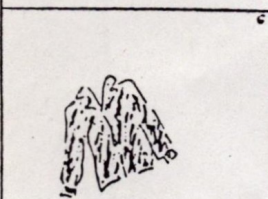
¿FÓRMULA?



Frase lapidaria



AUNQUE RESULTE UN POCO
ÁRIDO...
NOMBRA ALGUN
POLÍMÉRICO



SENTIRÁS GRAN
ALEGRÍA SI EXPLICAS
QUÉ ES
"ISOMERÍA"

ASTURIAS
SE LLAMA "DE LOS PANTANOS"
Y, ADÉMÁS, TERMINA EN "ANO"
¿FÓRMULA?

* C *

$$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$$

DEL "HILO" TIRARÁS
Y UN ÉSTER TE SALDRÁ
¿NOMBRE?

PROTEÍNAS
VITAMINAS
HIDRATOS DE CARBONO
GRASAS
CON DIETAS EQUILIBRADAS
SE CONSIGUEN VIDAS SANAS

JUEGO DE CARTAS

"PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS"

La baraja consta de 70 cartas, en cada una de las cuales aparece una frase: "es alcalino", "es metal", "es gas" etc.

Pueden participar, como máximo, 8 jugadores. Cada uno de ellos recibe 7 cartas, y el resto de las mismas se dejan sobre la mesa (constituyendo el "montón").

Por turnos, cada jugador tomará una carta del montón y se descartará también de una. El siguiente jugador podrá tomar la carta que ha echado el anterior o bien una del montón. Si un jugador desea una carta que ha sido echada y no le corresponde el turno de jugar, podrá tomarla pero será penalizado con una carta más (del montón).

El juego consiste en coleccionar grupos de tres cartas, como mínimo, cuyas características correspondan a un elemento concreto de la tabla Periódica. Cuando esto ocurra, el jugador las exhibirá en la mesa e indicará de qué elemento se trata (anotándose 50 puntos).

Cuando un jugador haya abatido ya un grupo de cartas, podrá coleccionar las que le quedan, en los grupos que hayan abatido otros jugadores/ en caso de que concuerden). Anotándose 10 puntos por cada una.

Será vencedor, el jugador que se quede sin cartas; anotándose los demás 10 puntos negativos por cada carta que tenga en la mano.

Puntuación de los grupos:

3 cartas----- 50 puntos

4 " ----- 60 puntos

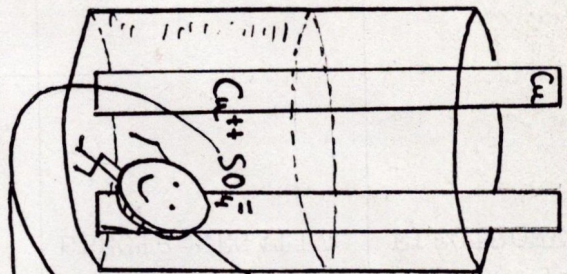
5 " ----- 70 puntos

etc.

ES ALCALINO	ES ALCALINO-TÉRREO	ES TÉRREO	ES CARBONOIDEO	ES NITROGENOIDEO
ES ANFÍGENO	ES HALÓGENO	ES GAS NOBLE	ES ELEMENTO DE TRANSICIÓN	ES GASEOSO
ES LÍQUIDO	ES SÓLIDO	ES METAL	ES NO METAL	ARDE FÁCILMENTE
NO ARDE FÁCILMENTE	TIENE ENERGÍA DE IONIZACIÓN ALTA	TIENE ENERGÍA DE IONIZACIÓN BAJA	TIENE ELECTROAFINIDAD ALTA	TIENE ELECTROAFINIDAD BAJA
SE OXIDA FÁCILMENTE	SE REDUCE FÁCILMENTE	ES INERTE	ES MUY ELECTRONEGATIVO	ES POCO ELECTRONEGATIVO
ES MUY ELECTROPOSITIVO	ES POCO ELECTROPOSITIVO	ES UN OLIGOELEMENTO	NO ES UN OLIGOELEMENTO	ESTABLECE ENLACES COVALENTES
ESTABLECE ENLACES COVALENTES	ESTABLECE ENLACES IÓNICOS	NO ESTABLECE ENLACES IÓNICOS	SU NÚMERO ATÓMICO ES PAR	SU NÚMERO ATÓMICO ES IMPAR

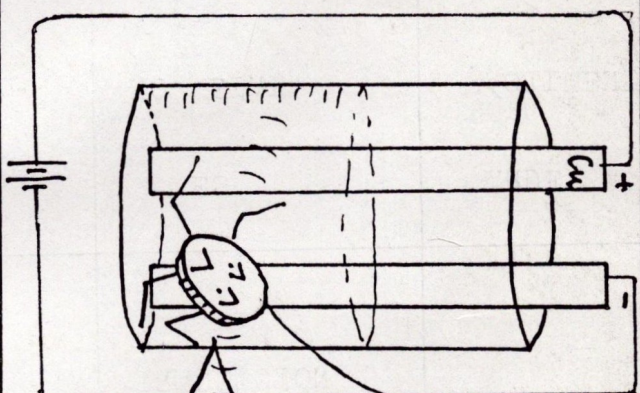
EL DURO QUE TIENE SU CUVADITO

ME VOY A DAR UN BAÑO EN ESA PISCINA TAN AZULITA



¿QUÉ TE PASA, SULFATO CÚPRICO, QUE TE VEO TAN DISOCIADO?

PUES HIJO, NO SÉ POR QUÉ RAZÓN, CADA VEZ QUE ME BAÑO ME DISOCIO



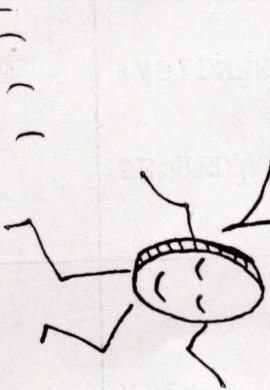
¡¡GUAYUUU!! ¡QUÉ CALABRE!!

OYE, COBRE, DEJA DE UNA VEZ DE LIEVARTE ELECTRONES

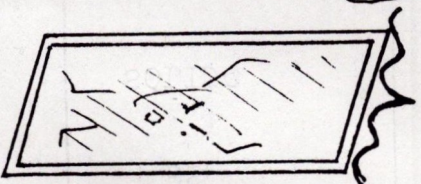
¡PERO BUENO! ¿QUÉ ME PASA, QUE NO HAGO MÁS QUE ADELGAZAR?

PUES A MÍ, PARECE QUE EL BAÑO ME SIENTA BIEN, TENGO HASTA MICHELINES

EN FIN, ME VOY DEPRISA, QUE TIENEN QUE LLEVARME DE COMPRAS

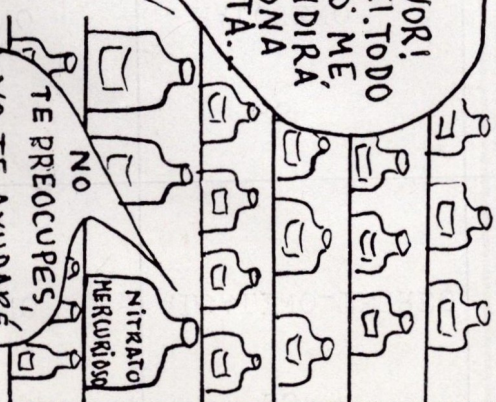


¡SOCORRO! ¡¡SOCORROO...!!



¡POR FAVOR! ¡AYUDADME! TODO EL MUNDO ME CONFUNDIRÁ CON UNA PESETA.

PRODUCTOS QUÍMICOS



NO TE PREOCUPES, YO TE AYUDARÉ

¿CONSEGUIRÁ EL NITRATO MERCURIOSO DEVOLVER AL DURO SU ASPECTO PRIMITIVO?

Nº 1

ENTREGUES

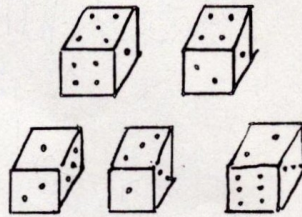
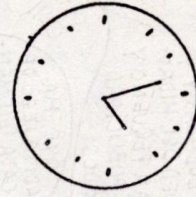
INFUSIÓN

C

ÁTOMO CARGADO
ELÉCTRICAMENTE

Existe un método para se-
parar sustancias de dife-
rente temperatura de ebu-
llición:

Nº 2



En el laboratorio se uti-
lizan tapones:

Nº 3

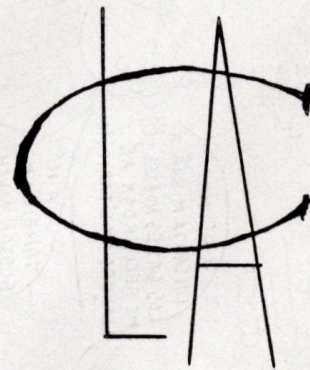
ARTÍCULO

100

O S

Hay quien opina que los
físicos están un poco...

Nº 4



La fuerza que mantiene
unidos a los átomos se
llama:

LOS ELEMENTOS QUÍMICOS, CUALSIQUIER QUE EN GRUPOS Y FAMILIAS. ¿LO SABÍAS? ¡¡ ESTÁN TODOS, TODOS, TODOS!!

¡PE RO BUENO! ¿DES-DE EL SIGLO MAS-DO CON ESA DIFEREN- CIA DE CLASES? ¿CUM-DO HARÁN LA REVO- LUCIÓN?

LOS OLIGOCIENTOS SON NECESARIOS PARA CREER ¡QUE COSAS MÁS RARAS SE LE OCURREN A ESA SEÑORA!

SI QUE SON INTELIGENTES. ¡LOS MAY CON VENGA Y VENGA DE MASA MIO NECESITO!

LA RELACIÓN ENTRE METALES Y NO META- LES ¡AHÍ NO EXISTE EL DIVORCIO!

¡NADA DE ESOT. A VECES SE DISOCIAN. ¿TE ENTERAS? ¡SE DISOCIAN!

¡BEBAD DE DECIR BOBADAS Y APRENDE DEL HIDRO- GENO TAN PEQUEÑO Y SE HACE PUBLICIDAD CON TODOS.

¡OYE, MA- FADITA! ¿E SO DE QUE CADA ELEMEN- TO SEA DE UNA MA- NERA EA É TOD CUL- PA DEL GOBIER- NO?

¿QUE ME DI- CES DEL CARBONO? ¡¡SENEZANTE POLICA- MIA!! ¿MARABISE VIS- TO, EL SIVER- TO, EN 2A? ...

¡PERO SUSANITA... EL CARBONO LE ES COM- PARTIR LO QUE TIENE, Y ESO BIEN ¿NO?

¡QUE COSAS DI- CES! ESO NUNCA TE PASA- RA!. ADEMÁS LOS METALES NO SON LOS MÁS Duros. EL MÁS DURO ES EL DIAMAN- TE (CARBONO)

¡MAYALM! ESTOY PREOCUPADO, A LO ME- JOR CUANDO SEA MAYOR SE ME EN- DURECE EL COMARON COMO SI FUERA UN METAL

¡LOS MENTOS DE UN MISMO GRUPO TIENEN SEMEJANZAS GOV- LEMAI. ¿NE ADMITIRAN EN ALGUNO?

¡ZERO ES UN MARQUINADO. SIEM- PRE ANDA DE PRESTADO PORQUE NO ENCENTRA COMPADIVERSOS CON LOS QUE IDENTIFICARSE PIE- NAMENTE.

¡POBRE HIDRO GENO! ¡QUE DISCALINIAMIAD!

¡HAY QUE VER ALGUNOS ALCALINOS NO PUEDEN PARAR QUE- TOS!. ¡¡QUE ACTIVIDAD! ¡PUES ANDA QUE HAY POR AHÍ CADA HALÓGENO! ¡¡UEFI! ¡¡QUE ASOBIO! ME MY CORRRIENDO A MI CASA A HACER LOS DEBERES.

¡A MI NE ENCANTA MIRAR A LOS CASAS ROBLES! ME RECUERDAN AL LLANERO SOLITARIO

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI NE ENCANTA MIRAR A LOS CASAS ROBLES! ME RECUERDAN AL LLANERO SOLITARIO

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡A MI TAMBIEN ME GUSTAN MUCHO ALGUNOS POR ESTEMPO EL MA, EL H, EL B...

¡Y YO SERÉ MÁS FELI- LIE SI ME APREN- DO TODO EL SIS- TEMA PERIÓDICO! ¿TU CREES?

¡MIS PAPÁS DICEN QUE SERÉ MUY MÁS FELICES CUANDO TODOS SEAMOS IGUALES PERO NUNCA LES OLIGO HABLAR DE LA TABLA PE- RIÓDICA.

¡MIS PAPÁS DICEN QUE SERÉ MUY MÁS FELICES CUANDO TODOS SEAMOS IGUALES PERO NUNCA LES OLIGO HABLAR DE LA TABLA PE- RIÓDICA.

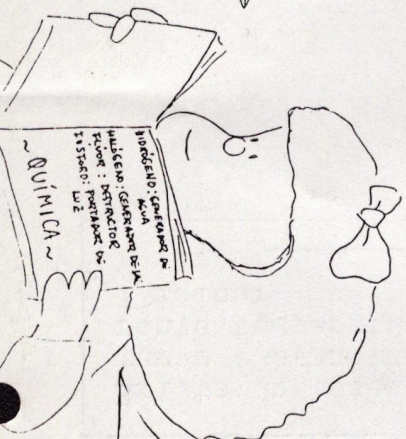
¡MIS PAPÁS DICEN QUE SERÉ MUY MÁS FELICES CUANDO TODOS SEAMOS IGUALES PERO NUNCA LES OLIGO HABLAR DE LA TABLA PE- RIÓDICA.

¡MIS PAPÁS DICEN QUE SERÉ MUY MÁS FELICES CUANDO TODOS SEAMOS IGUALES PERO NUNCA LES OLIGO HABLAR DE LA TABLA PE- RIÓDICA.

¡MIS PAPÁS DICEN QUE SERÉ MUY MÁS FELICES CUANDO TODOS SEAMOS IGUALES PERO NUNCA LES OLIGO HABLAR DE LA TABLA PE- RIÓDICA.

¡MIS PAPÁS DICEN QUE SERÉ MUY MÁS FELICES CUANDO TODOS SEAMOS IGUALES PERO NUNCA LES OLIGO HABLAR DE LA TABLA PE- RIÓDICA.

¡MIS PAPÁS DICEN QUE SERÉ MUY MÁS FELICES CUANDO TODOS SEAMOS IGUALES PERO NUNCA LES OLIGO HABLAR DE LA TABLA PE- RIÓDICA.



ESTOY LEYENDO UN LIBRO EN EL QUE APARECEMOS UN GRUPO DE AMIGOS HABLANDO DE LA TABLA PERIÓDICA. ¿PUEDES EXPLICAR LOS ARGUMEN- TOS QUE TENIAMOS CADA UNO DE NOSOTROS PARA OPINAR ASÍ?

Nº 9

<p>ATON</p> <p>ÓXIDO DE CALCIO</p> <p>DIMINUTIVO EXTREMEÑO</p>
<p>METAL</p> <hr/>

Nº 10

<p>π</p> <p>P</p> <p>EN EL PAÍS VASCO</p>
<p>ES DELGADITA</p> <p>Y ESTÁ GRADUADA</p> <hr/>

Nº 11

<p>L</p> <p>100</p> <p>MENTIRA - A</p> <p>I</p> <p>AFIRMACIÓN + S</p>
<p>Se puede hacer con</p> <p>un voltámetro</p> <hr/>

Nº 12

<p>LIMPIO</p> <p>LA ROPA</p> <p>I</p> <p>AFIRMACIÓN</p> <p>TERMINACIÓN</p> <p>DE INFINITIVO</p>
<p>Químico famoso del</p> <p>Siglo XVII</p> <hr/>

NOTA

UBI

SÍMBOLO QUÍMICO

ENTREGAD

Propiedad de ciertas
sustancias

A



Los griegos dieron
nombre a los

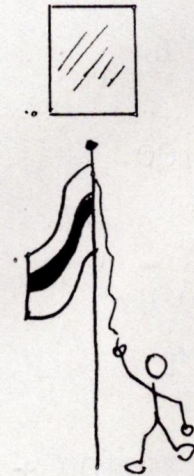
AFIRMACIÓN

S

LECCIÓN



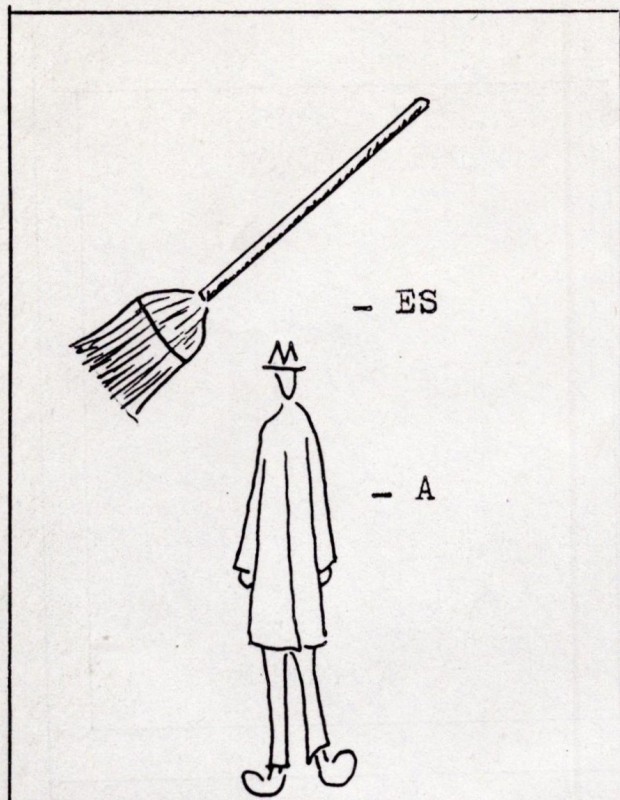
Tabla muy utilizada por
los químicos



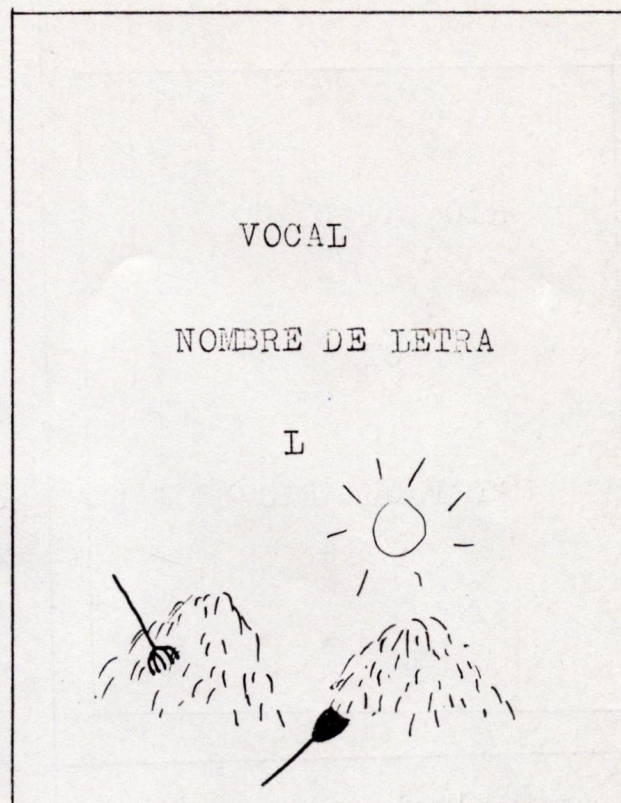
NOTA

R

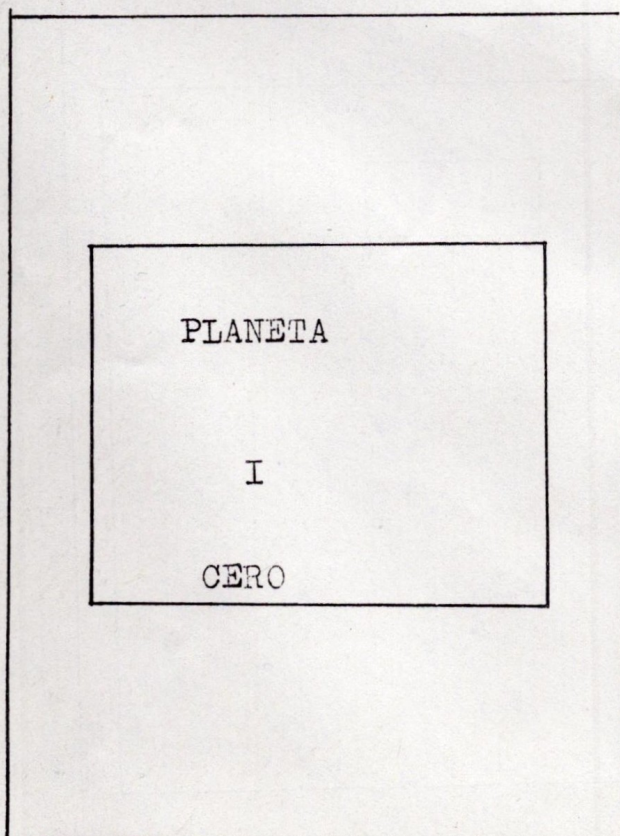
Es de vidrio y favorece
la evaporación



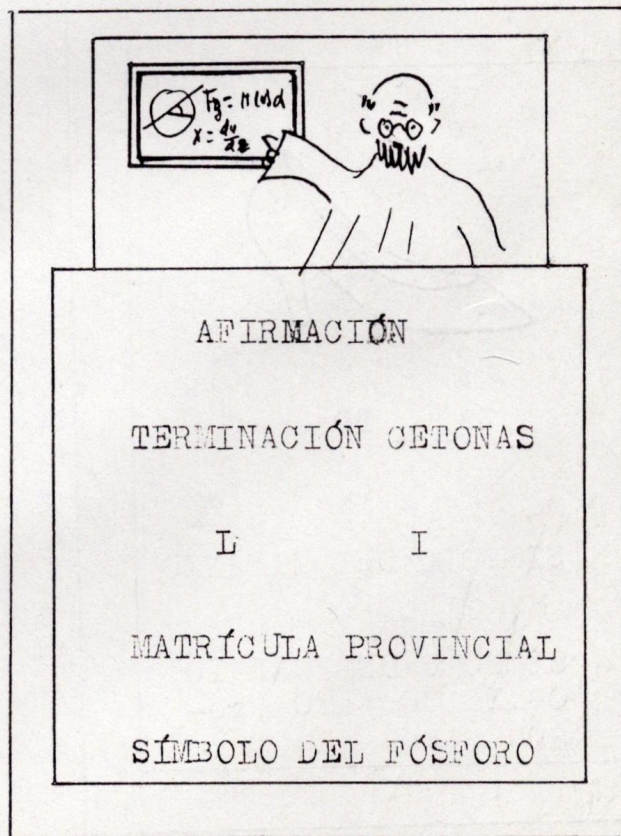
La bomba de _____
se utiliza en medicina



Un coche _____
cuando aumenta su velocidad:



Se utiliza para fabricar
bombas atómicas



La formación _____
comenzaron en
el año 1.975

RIO ITALIANO

NOTA

MATRÍCULA PROVINCIAL

María Curie era:

PREPOSICIÓN

C

!PASA!

100

I

NEGACIÓN

La molaridad es una forma de expresar la _____

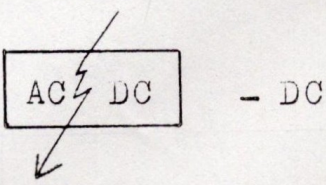


ZA. _ TO. .

SÍMBOLO DEL TITANIO

SÍMBOLO DEL CALCIO
O DEL COBALTO (se-
gún sexo)

¿Cómo eres tú?



I

MATRÍCULA DE CÓRDOBA

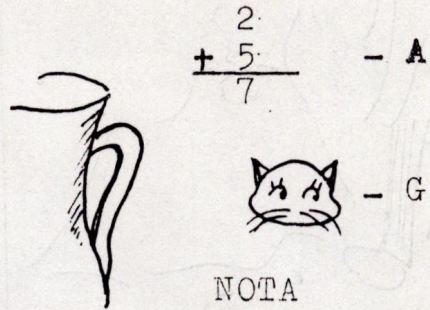
El vinagre tiene ácido

PREPOSICIÓN



ÁTOMO CARGADO ELECTRI-
GAMENTE

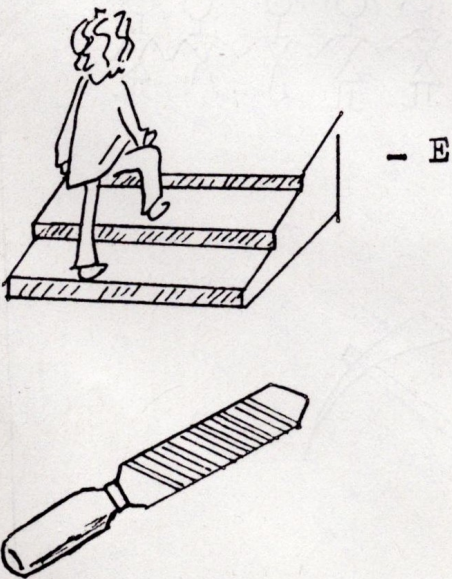
Una mezcla de líquidos
de distinta densidad se
puede separar por



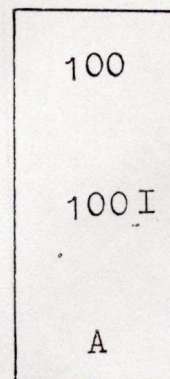
NOTA

SÍMBOLO DEL CALCIO

Los átomos de hidrógeno
ligero y deuterio se di-
ferencian en



El yodo se



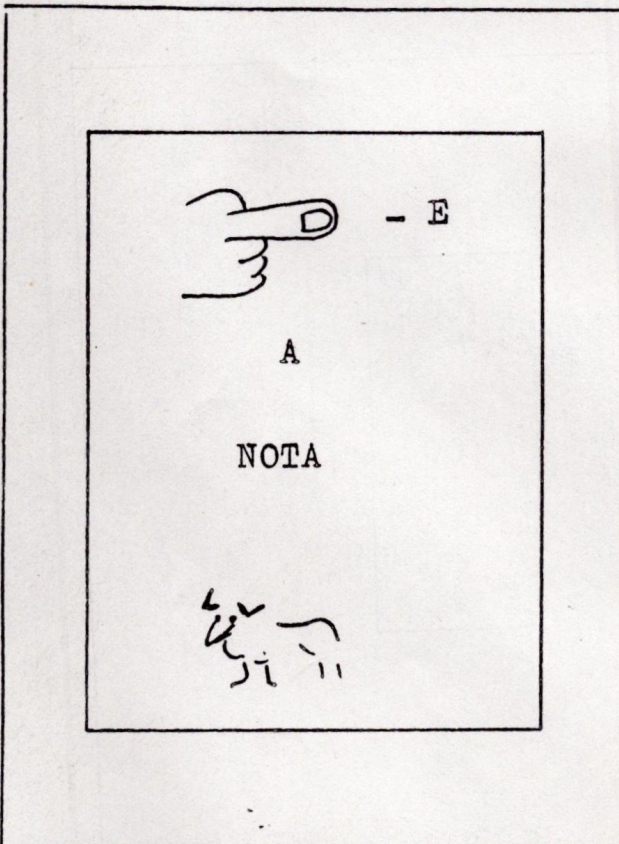
La química es una



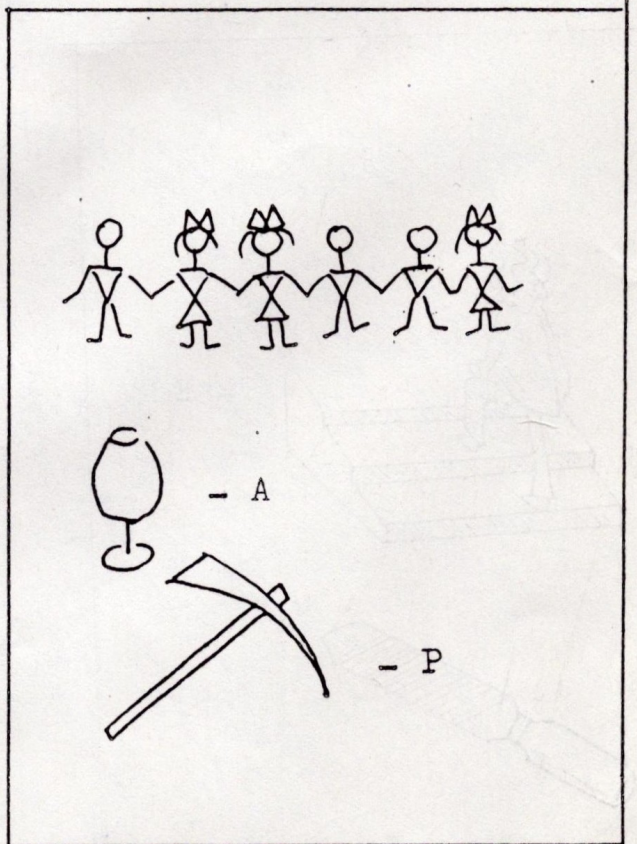
El Helio, el argón, el Neón ... son gases _____



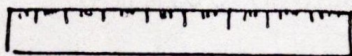
El Poliéster es una _____



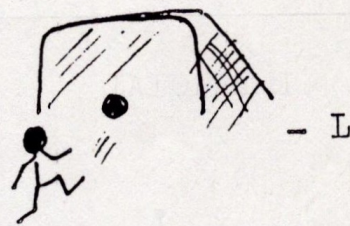
La fenolftaleína, el torna sol... son _____



Las leyes de Raoult hablan del descenso _____



Para medir presiones

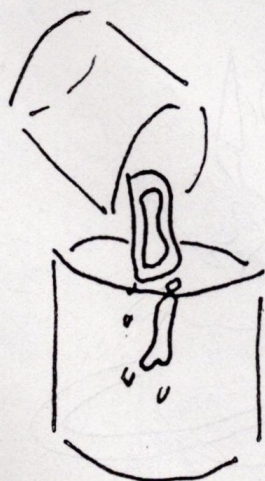


SÍMBOLO DEL NÍQUEL

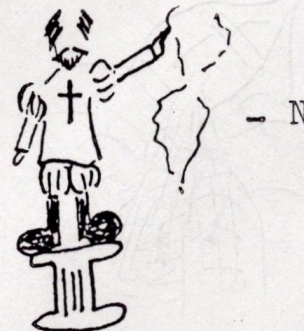
CERO



Para medir ángulos



La ciencia puede ser

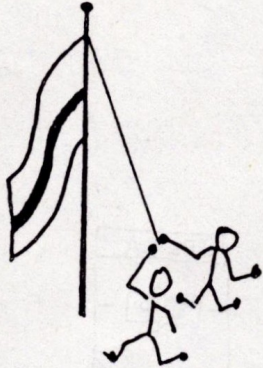


PENSAMIENTO - A

La niebla es un

Nº 33

IMPARCIAL



Los ácidos y las bases se _____

Nº 34



SÍMBOLO QUÍMICO

CERO I

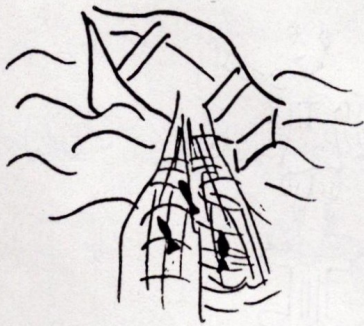
SÍMBOLO QUÍMICO



- A I CERO

Unidades de carga y corrientes eléctricas. _____

Nº 35



GANÓ LAS ELECCIONES

EN 1.977 y 1.979 - D

Cuando un átomo gana electrones se _____

Nº 36



- NO

Una disolución puede estar _____

LA CAMPANA

ARMONIOSA

(I. AS NOV)

Louis Peyton no discutía jamás en público los métodos con los cuales había burlado a la policía de la Tierra en una docena de duelos de ingenio y alarde, con la amenaza de la psicoprueba siempre aguardando, pero siempre frustrada. Desde luego habría sido una tontería, pero en sus momentos de mayor satisfacción, le venían ganas de dejar un testamento para abrir después de su muerte, en el que se viera bien claro que sus continuos éxitos se debían a su habilidad y no a la suerte.

En ese testamento diría: «No se puede trazar un plan para encubrir un crimen sin que aparezca en él alguna huella de su creador. Así que es preferible buscar en los acontecimientos algún plan ya existente y ajustar entonces a él tus propias acciones».

Con ese principio en la cabeza fue como Peyton planeó el asesinato de Albert Cornwell.

Cornwell, un tipo que negociaba con cosas robadas, se acercó a Peyton, el cual se hallaba en su acostumbrada mesa individual del Grinnell. Tenía un brillo especial el traje azul de Cornwell, una mucca especial su arrugado rostro, y estaban especialmente erizados los pelos de su bigote ordinariamente lacio.

* Título original: «The singing Bell»

—Señor Peyton —dijo saludando a su futuro asesino sin el menor presentimiento—, cuánto me alegro de verle. Casi había perdido las esperanzas, señor; casi las había perdido.

Peyton, a quien le molestaba que le interrumpieran mientras leía el periódico y tomaba el postre en el Grinnell, dijo:

—Si tiene algún asunto que tratar conmigo, Cornwell, sabe dónde puede encontrarme.

Peyton pasaba de los cuarenta, y su pelo había dejado atrás su original negrura, pero su espalda se mantenía tiesa, conservaba su aspecto joven, tenía los ojos oscuros y una voz de lo más cortante debido a su larga experiencia.

—Es que esto es muy especial, señor Peyton —dijo Cornwell—. Muy especial. Se trata de un escondrijo, señor; un escondrijo de... ya sabe, señor.

Y movió el dedo índice de su mano derecha como si fuera un badajo que golpeará algo invisible, y con la izquierda ahuecó momentáneamente el oído.

Peyton volvió una hoja del periódico, algo húmedo todavía del tele-distribuidor, lo dobló y preguntó:

—¿Campanas armoniosas?

—¡Chist, señor! —susurró Cornwell alarmado.

—Venga conmigo —dijo Peyton.

Atravesaron el parque. Otro principio de Peyton era que, para confidencias, no había nada como una conversación en voz baja al aire libre.

—Un escondrijo de Campanas Armoniosas; un escondrijo repleto de Campanas. Toscas, pero hermosas, señor Peyton —susurró Cornwell.

—¿Las ha visto?

—No, señor, pero he hablado con uno que sí las ha visto. Me dio suficientes pruebas para convencerme. Allí hay de sobra para que usted y yo podamos retirarnos en la opulencia. En la más completa opulencia, señor.

—¿Quién era ese otro hombre?

Una expresión de astucia cruzó el semblante de Cornwell como el humo de una antorcha, y más que animarlo

lo ensombreció, confiriéndole una repulsiva untuosidad.

—El hombre era un excavador lunar que tenía un método para localizar Campanas en las laderas de los cráteres. No conozco su método; nunca me lo llegó a decir. Pero ha recogido docenas de Campanas, las ha ocultado en la Luna y ha venido a la Tierra para ver la manera de dales salida.

—Ha muerto, ¿no?

—Sí. Fue un accidente de lo más horrible, señor Peyton. Se despeñó. Fue una verdadera pena. Por supuesto, sus actividades en la Luna eran totalmente ilegales. El Dominio es muy severo con eso de la extracción no autorizada de Campanas. Así que tal vez haya sido un castigo, después de todo... En cualquier caso, yo tengo su mapa.

—No me interesan los detalles de su pequeño negocio. Lo que quiero es saber por qué ha acudido a mí —dijo Peyton con una expresión de tranquila indiferencia en el rostro.

—Bueno, hay bastantes para los dos, señor Peyton, y los dos podemos ayudarnos. Por mi parte, sé dónde se encuentra el escondrijo y puedo conseguir una nave espacial. Usted...

—¿Sí?

—Usted puede pilotar la nave y tiene excelentes relaciones para dar salida a las Campanas. Es una división muy justa del trabajo, señor Peyton. ¿No le parece?

Peyton consideró su norma de vida —norma que ya existía— y el asunto parecía encajar.

—Salremos para la Luna el 10 de agosto —dijo.

—¡Señor Peyton! Si todavía estamos en abril —exclamó Cornwell deteniéndose en su paso.

Peyton siguió caminando con paso invariable y Cornwell tuvo que correr para alcanzarle.

—¿Me oye usted, señor Peyton?

—El 10 de agosto. Yo me pondré en contacto con usted a su debido tiempo y le diré adónde ha de llevar su nave. No intente verse conmigo personalmente hasta entonces. Adíós, Cornwell.

—¿Mitad y mitad? —preguntó Cornwell.

—De acuerdo —contestó Peyton—. Adiós.

Peyton prosiguió solo su paseo y consideró una vez más su plan de vida. A la edad de veintisiete años había comprado un trozo de terreno en las Rocosas, en el que algún antiguo propietario había construido una casa destinada a servir de refugio contra la amenaza de las guerras atómicas de dos siglos atrás, aunque en definitiva nunca llegaran a estallar. La casa había quedado, sin embargo, como el testimonio de un aterrado esfuerzo por autobastarse.

Era de acero y hormigón y estaba situada en el más apartado lugar que podía encontrarse en la Tierra, muy por encima del nivel del mar y protegida por todas partes con las crestas aún más elevadas de las montañas. Tenía su grupo electrógeno, su aprovisionamiento de agua de los arroyos de las montañas, sus cámaras frigoríficas en donde cabían perfectamente diez mitades de buey, su bodega equipada como una fortaleza y un arsenal de armas dispuestas para detener las hordas hambrientas y aterrorizadas que nunca vinieron. Y tenía su acondicionador que podía filtrar el aire una y otra vez hasta limpiarlo de todo, excepto (¡ah, la fragilidad humana!) de radiactividad.

En aquella casa de supervivencia, Peyton pasaba el mes de agosto de cada año de su vida de soltero impenitente. Desconectaba los comunicadores, la televisión y el tele-distribuidor de periódicos. Instalaba una barrera de campo de fuerza alrededor de su propiedad y conectaba un mecanismo que advertía si alguien se aproximaba a la casa, en el punto donde la barrera cruzaba el único camino que serpecía a través de las montañas.

Durante un mes al año, podía estar completamente solo. Nadie le veía, nadie podía llegar hasta él. En completa soledad, podía gozar de las únicas vacaciones que tanto estimaba después de once meses de convivir con una humanidad por la que no sentía más que un frío desprecio.

Incluso la policía —aquí Peyton sonrió— conocía su riguroso respeto por el mes de agosto. Una vez había

renunciado a la fianza y se había sometido a la psicoprueba antes que renunciar a su mes de agosto.

A Peyton se le ocurrió otro aforismo que podía incluir también en su testamento: «No hay nada que dé tanta impresión de inocencia como una triunfante falta de coartada.»

El 30 de julio, como el 30 de julio de todos los años, Louis Peyton tomó en Nueva York el estrato-reactor de no-gravedad de las 9,15 y llegó a Denver a las 12,30. Allí almorzó y tomó el autobús semigrave de la 1,45 hasta Hump's Point, desde donde Sam Leibman le subió en su viejo coche terrestre —¡de gravedad completa!— hasta los linderos de su propiedad. Sam Leibman aceptó muy serio la propina de diez dólares que siempre le daba y se tocó el sombrero como venía haciendo cada 30 de julio desde hacía quince años.

El 31 de julio, como todos los treinta y uno de julio, Louis Peyton volvió a Hump's Point en su aerodeslizador de no-gravedad y encargó en el almacén general de Hump's Point las provisiones necesarias para pasar el mes. No tenía nada de particular aquel encargo. Prácticamente no era más que una repetición de otros muchos encargos anteriores.

MacInyre, el encargado del almacén, repasó gravemente la lista, la transmitió al Almacén Central del Mountain District de Denver, y al cabo de una hora llegó el pedido mediante el rayo transportador de las masas. Peyton cargó las provisiones en su aerodeslizador con la ayuda de MacInyre, dejó su habitual propina de diez dólares y regresó a casa.

El 1 de agosto, a las 12,01 de la noche, puso al máximo el campo de fuerza que cercaba su propiedad, y Peyton quedó aislado.

Y entonces cambió de plan. Deliberadamente se tomó ocho días de tiempo. Entretanto, fue destruyendo lenta y metódicamente las provisiones que había adquirido para el mes de agosto. Empleó las cámaras pulverizadas que servían para deshacerse de la basura de la casa. Eran unas cámaras de modelo avanzado, capaces de redu-

cir todas las materias, hasta los metales y los silicatos, a un polvillo molecular impalpable y casi invisible. El exceso de energía que produjo el proceso fue arrastrado por el riachuelo de la montaña que atravesaba su propiedad. Durante una semana, el agua estuvo corriendo unos cinco grados más caliente de lo normal.

El 9 de agosto, su acrodeslizador le llevó a un lugar de Wyoming, donde le aguardaban Cornwall y una nave espacial. La nave en sí representaba una cuestión delicada, por supuesto, ya que había unos hombres que la habían vendido, unos hombres que la habían transportado y habían ayudado a prepararla para el vuelo. Sin embargo, todos esos hombres no podían conducir más que a Cornwall; y Cornwall, pensó Peyton con un asomo de sonrisa en sus labios fríos, sería un punto muerto.

El 10 de agosto, la nave espacial, con Peyton a los mandos y Cornwall —con su mapa— como pasajero, abandonó la superficie de la Tierra. Su campo de no-gravedad era excelente. A pleno rendimiento, el peso de la nave quedaba reducido a menos de una onza. Las micropilas suministraban energía silenciosa y eficientemente; y sin llamas ni ruidos, la nave traspasó la atmósfera, se convirtió en un puntito, y desapareció.

Era muy poco probable que el vuelo tuviera testigos, o que en estos tiempos de paz idílica y sosegada hubiese un radar vigilando como en los días de antaño. A decir verdad, no había ninguno.

Dos días en el espacio; después, dos semanas en la Luna. Casi instintivamente, Peyton había contado con esas dos semanas desde un principio. No se hacía ilusiones respecto al valor de los mapas caseros, trazados por manos inexpertas. Podían servirle al que los había hecho, que contaba con la ayuda de la memoria. Para un extraño, podían no ser más que un criptograma.

Cornwall le enseñó a Peyton el mapa por primera vez sólo después de haber despegado.

—Al fin y cabo, señor, este es mi único triunfo —dijo sonriendo obsequiosamente.

—¿Lo ha confrontado con los mapas lunares?

—Me sería muy difícil hacerlo, señor Peyton. Confío en usted.

Peyton le miró fríamente al devolverle el mapa. Lo único cierto que tenía anotado era el Cráter Tycho, donde se hallaba situada la subterránea Ciudad Lunar.

En cierto modo, al menos, tenían la astronomía de parte de ellos. Tycho estaba en la parte iluminada de la Luna en ese momento. Lo cual significaba que era poco probable tropezarse con las naves de patrulla, y menos aún que fueran vistos.

Peyton hizo descender la nave mediante un aterrizaje de no-gravedad, con arriesgada rapidez, en las oscuridad protectora y fría de la sombra interna del cráter. El sol había rebasado ya su cenit y la sombra no disminuiría.

Cornwall puso cara larga.

—¡Por Dios, por Dios, señor Peyton! No podemos ponernos a explorar a plena luz solar.

—El día lunar no dura eternamente —dijo Peyton con presteza—. Quedan unas cien horas de sol. Podemos emplear ese tiempo para aclimatarnos y estudiar el mapa.

La respuesta fue rápida, pero en plural. Peyton estudió las cartas lunares una y otra vez, tomando meticulosas medidas y tratando de encontrar la serie de cráteres con-signados en aquel galimatías casero que era la clave de... ¿de qué?

—El cráter que buscamos puede ser cualquiera de estos tres: el GC-3, el GC-5 o el MT-10 —dijo Peyton finalmente.

—¿Qué vamos a hacer, señor Peyton? —preguntó Cornwall con ansiedad.

—Los exploraremos todos —dijo Peyton—, empezando por el más cercano.

Pasó el límite de la fase iluminada y se encontraron en la oscuridad de la noche. Después de eso, fueron saliendo a períodos cada vez más largos a la superficie lunar para acostumbrarse al eterno silencio y negrura, a los toscos puntos de las estrellas y a la raja luminosa que era la Tierra asomando en el borde del cráter, por

encima de ellos. Dejaban unas huellas profundas e informes en el polvo resteco que no se movía ni levantaba polvareda. Peyton se dio cuenta de ello por primera vez cuando salieron del cráter a plena luz de la Tierra gibosa. Eso fue al octavo día de su llegada a la Luna.

El frío lunar limitaba el tiempo que podían permanecer fuera de la nave en sus salidas. Sin embargo, cada día lograban estar más tiempo. A los once días de llegar, ya tenían descartado el CG-5 como posible depósito de las Campanas Armoniosas.

A los quince días, el frío espíritu de Peyton ardía de desesperación. Tenía que ser el CG-3. El MT-10 estaba demasiado lejos. No tendrían tiempo para llegar a él, explorario y poder volver a la Tierra para el 31 de agosto.

Sin embargo, en ese mismo decimoquinto día se le disipó definitivamente la desesperación, cuando descubrieron las Campanas.

No eran bonitas. Eran simples pedruscos de roca gris, del tamaño del doble de un puño, huecas en su interior y ligeras como una pluma bajo la gravedad lunar. Había unas dos docenas y, después de pulirías convenientemente, podrían venderse por lo menos a cien mil dólares cada una.

Con todo cuidado, llevaron las Campanas a la nave transportándolas en el hueco de las manos; las metieron en una caja de serrín y volvieron a por más. Hicieron tres viajes que, de ser en la Tierra, les habrían dejado rendidos de cansancio; pero bajo la insignificante gravedad de la Luna, apenas llegaron a notarlo.

Cornwell le tendió las últimas Campanas a Peyton, y éste las colocó cuidadosamente junto a la entrada de la escotilla.

—Quítelas, señor Peyton —dijo; a través del transmisor, su voz sonaba ásperamente en los oídos del otro—. Voy a subir.

Se agachó para dar el gran salto lento por la gravedad lunar, miró hacia arriba, y se quedó helado de terror. Su

rostro, claramente visible a través de la dura lusilita del casco, se heló en una última mueca de terror.

—¡No, señor Peyton! ¡No!...

El dedo de Peyton oprimió el gatillo de la pistola espacial que sostenía. Disparó. Se produjo un fucilazo de insoportable resplandor, y Cornwell se convirtió en el residuo inerte de un hombre, tendido entre los restos de un traje espacial salpicado de sangre congelada.

Peyton se detuvo a contemplar sombríamente al hombre muerto, pero sólo un segundo. Luego trasladó las últimas Campanas a las cajas que tenía preparadas; se quitó el traje, puso primero en funcionamiento el campo de no-gravedad, conectó luego las micropilas y, considerando en potencia uno o dos millones más rico que dos semanas antes, emprendió el viaje de regreso a la Tierra.

El 29 de agosto, la nave de Peyton descendía sigilosamente, con la popa baja, en el lugar de Wyoming de donde había partido el 10 de agosto. El cuidado con que Peyton había escogido el lugar no había sido inútil. Su aerodeslizador estaba aún allí, oculto al abrigo de una profunda hendidura del paisaje rocoso y accidentado.

Cargó otra vez con las Campanas medidas en sus cajas, y las llevó a la más profunda de las grietas, cubriéndolas con una ligera capa de tierra. Volvió de nuevo a la nave para disponer los mandos y hacer los últimos ajustes. Salió de nuevo y, dos minutos después, los controles automáticos se hicieron cargo de la nave.

Veloz y silenciosa, la nave salió disparada hacia arriba, más y más, virando algo hacia el Oeste por efecto de la rotación de la Tierra. Peyton la siguió con la mirada, haciéndose sombra con la mano sobre sus ojos estrechos, y cuando estaba ya a punto de perderla de vista, se produjo un diminuto resplandor seguido de una nubecilla contra el azul del cielo.

La boca de Peyton se crispó en una sonrisa. Había calculado bien. Al retirar las barras de cadmio que hacían de tope, las micropilas habían rebasado el nivel de seguridad del suministro de energía, y la nave se había des-

integrado por el calor de la explosión que a continuación tuvo lugar.

Veinte minutos después, se encontraba de nuevo en su propiedad. Se sentía cansado y le dolían los músculos bajo la gravedad de la Tierra. Durmió bien.

Doce horas más tarde, de madrugada aún, llegó la policía.

El hombre que abrió la puerta se cruzó de manos sobre su barriga y agachó su sonriente cabeza dos o tres veces a modo de saludo. El que entró, H. Seton Davenport, del Departamento Terrestre de Investigación, miró incómodo en torno suyo.

La estancia a la que había entrado era espaciosa y estaba sumida en la semioscuridad, salvo el rincón donde brillaba una lámpara de trabajo enfocada sobre una combinación de butaca y escritorio. Las paredes estaban cubiertas de filas de libro-films. Unos mapas galácticos desplegados ocupaban un ángulo de la habitación, y en otro brillaba levemente una Lente Galáctica sobre un estante.

—¿Es usted el doctor Wendell Urth? —preguntó Davenport en un tono que parecía dar a entender cierta incredulidad.

Davenport era un hombre fornido, de pelo negro, nariz fina y prominente, y con una cicatriz estrellada en una mejilla que marcaba para siempre el lugar donde le había golpeado un neurólátigo, desde escasa distancia.

—Yo soy —contestó el doctor Urth con una débil voz de tenor—. Y usted es el inspector Davenport.

—En la Universidad me han recomendado que recuerriera a usted como extraterrólogo —dijo el inspector al mismo tiempo que presentaba sus credenciales.

—Eso me ha dicho usted hace media hora por teléfono —dijo Urth cortésmente.

Sus rasgos eran toscos, tenía una nariz que parecía un bigo aplastado y protegía sus ojos saltones con gruesas gafas.

—Iré derecho al grano, doctor Urth. Supongo que usted habrá visitado la Luna, y...

El doctor Urth, que había sacado una botella de líquido rojizo y dos vasos, un tanto empañados por el polvo, de detrás de una desordenada pila de libro-films, dijo con brusquedad repentina:

—Nunca he visitado la Luna, inspector. ¡Y no pienso hacerlo jamás! Los viajes espaciales son una locura. No creo en ellos. Siéntese, por favor, siéntese —añadió en tono más suave—. Beba algo.

El inspector Davenport obedeció y dijo:

—Pero usted es...

—Un extraterrólogo. Sí. Me intereso por otros mundos, pero eso no significa que tenga que ir allí. ¡Santo cielo!, tampoco haría falta que fuese viajero en el tiempo para ser historiador. ¿no? —se sentó, y una vez más se dibujó una amplia sonrisa en su rostro redondo, mientras decía—: Ahora cuénteme el objeto de su visita.

—He venido —dijo el inspector arrugando el ceño— para consultarle sobre un caso de asesinato.

—¿Asesinato? ¿Qué tengo yo que ver con asesinatos?

—Este asesinato, doctor Urth, ha ocurrido en la Luna.

—Asombroso.

—Más que asombroso. Es un caso sin precedentes, doctor Urth. En los cincuenta años desde que se estableció el Dominio Lunar, ha habido naves que han estallado y trajes espaciales que sufrieron algún escape. Hombres que han muerto achicharrados en la casa que da al Sol, que se han congelado en el lado oscuro, y que se han asfixiado en ambos sectores. Incluso ha habido quien se ha matado por una caída, lo cual, considerando la gravedad lunar, constituye toda una proeza. Pero en todo ese tiempo, ningún hombre había muerto en la Luna a consecuencia del deliberado acto de violencia de otro hombre... hasta ahora.

—¿Cómo lo han hecho? —preguntó el doctor Urth.

—Con una pistola espacial. Las autoridades llegaron al lugar del crimen en cuestión de una hora gracias a una

afortunada serie de circunstancias. Una nave de patrulla observó un resplandor luminoso sobre la superficie lunar. Ya sabe a qué enorme distancia puede percibirse un resplandor en la cara oscura de la Luna. El piloto dio parte a la Ciudad Lunar y aterrizó. En el momento en que estaba dando la vuelta, jura que pudo divisar, a la luz de la Tierra, lo que parecía una nave en el momento de despegar. Al aterrizar, descubrió un cadáver reventado y huellas.

—¿Y supone usted que el resplandor luminoso fue debido a la explosión del disparo?—dijo el doctor Urth.

—Es seguro. El cadáver estaba fresco. Algunas partes interiores del cuerpo no se habían congelado aún. Las huellas pertenecían a dos personas. Después de medirlas cuidadosamente, quedó demostrado que había dos clases de huellas de diámetro algo distinto, lo que indicaba que correspondían a botas espaciales de diferente tamaño. En su mayoría conducían a los cráteres GC-3 y GC-5, un par de...

—Estoy familiarizado con la clave oficial para denominar los cráteres lunares—dijo el doctor Urth amablemente.

—Hum. En cualquier caso, en el GC-3 las huellas conducían a una grieta de la pared del cráter en cuyo interior se encontraron fragmentos de piedra pómez. Sometidos a los rayos X, las estructuras de difracción demostraron que se trataba...

—De Campanas Armoniosas—interrumpió el extraterólogo con gran excitación—. ¡No me diga que su crimen está relacionado con las Campanas Armoniosas!

—¿Y qué si lo está?—preguntó Davenport turbado.

—Yo tengo una. La descubrió una expedición de la Universidad y me la regalaron en agradecimiento por... Pero venga, inspector, se la voy a enseñar.

El doctor Urth se levantó inmediatamente y cruzó la habitación, haciéndole al otro una seña para que le siguiera. Davenport, molesto, le siguió.

Entraron en una segunda habitación, más espaciosa que la primera, más oscura y mucho más desordenada. Da-

avenport se quedó mudo de asombro al ver la cantidad tan heterogénea de cosas que se amontonaban allí sin la menor pretensión de orden.

Apartó un trozo de «vidrio azul» de Marte; luego, una cosa que ciertos románticos tenían por un artefacto de los marcianos, extinguidos hace ya tanto tiempo; un pequeño meteorito, un modelo de una primitiva nave espacial, y una botella sellada sin nada dentro, con una etiqueta grabada donde ponía: «Atmósfera de Venus.»

—He convertido toda mi casa en un museo—dijo el doctor Urth alegremente—. Es una de las ventajas que tiene el estar soltero. Por supuesto, no tengo todo esto muy organizado. Algún día, cuando tenga libre una semana o así...

Durante un momento miró perplejo a su alrededor; luego, acordándose, apartó un gráfico del sistema evolutivo de los invertebrados marinos, que eran las formas de vida más evolucionadas existentes en el planeta Barningard, y dijo:

—Aquí está. Me temo que está agrietada.

La Campana colgaba de un alambre delgado, al cual estaba soldada cuidadosamente. Efectivamente, estaba agrietada. Tenía un estrangulamiento por la mitad, lo que le daba el aspecto de dos pequeños globos aplastados y pegados el uno al otro firme aunque imperfectamente.

A pesar de ello, la habían pulido amorosamente hasta conseguir un brillo apagado de un gris suave, una aterciopelada finura, y estaba marcada por unas ligeras picaduras que los laboratorios, en sus inútiles esfuerzos por producir Campanas artificiales, habían sido incapaces de imitar.

—He hecho innumerables experimentos, antes de encontrarle un badajo decente. Una Campana agrietada es temperamental. Pero el hueso le va bien. Tengo uno aquí—y levantó algo que parecía una especie de gruesa cucharilla hecha de una sustancia gris blanqueza— que me he fabricado yo de un fémur de buey. Escuche.

Con sorprendente delicadeza, sus dedos regordetes ma-

nejaron la Campana, buscando el punto más adecuado. La ajustó, sujetándola cuidadosamente. Luego dejó que la campana oscilara libremente, bajó el extremo grueso de la cuchara de hueso y golpeó la Campana con suavidad.

Fue como si un millón de arpas hubieran sonado a una milla de distancia. Aumentó, se debilitó y volvió otra vez. No procedía de ningún punto determinado. Sonaba en el interior de la cabeza, de un modo increíblemente dulce, patético y tembloroso a la vez.

Se fue extinguendo lentamente, y los dos hombres permanecieron en silencio durante un minuto.

—No está mal, ¿eh? —dijo el doctor Urth, y dándole un golpecito con la mano, dejó que la Campana oscilara en el alambre.

—¡Tenga cuidado! No la rompa —exclamó Davenport inquieto. Era proverbial la fragilidad de una buena Campana Armoniosa.

—Los geólogos dicen que las Campanas no son más que concreciones de piedra pómez endurecidas por la presión, en cuyo interior queda un vacío donde repiquetean y entrechocan libremente pequeñas partículas rocosas. Eso es lo que ellos dicen. Pero si sólo consiste en eso, ¿por qué no podemos reproducir una? Y eso que ésta, comparada con una Campana perfecta, nos parecería la armónica de un niño —dijo el doctor Urth.

—Exacto —dijo Davenport—. Y no hay ni una docena de personas en la Tierra que posean una que esté perfecta, y habrá un centenar de instituciones y particulares que comprarían una a cualquier precio, sin importarles su procedencia. Por un surtido de Campanas, bien valdría la pena un asesinato.

El extraterrestro se volvió hacia Davenport y se subió las gafas sobre su increíble nariz con su gordezuelo dedo índice.

—No he olvidado su caso de asesinato. Continúe, por favor.

—Se puede resumir en una sola frase. Conozco la identidad del criminal.

Habían vuelto a sentarse en la biblioteca y el doctor Urth cruzó las manos sobre su voluminoso abdomen.

—¿De veras? Entonces supongo que no tiene ningún problema, inspector.

—Saber y demostrar no es lo mismo, doctor Urth. Desgraciadamente no tiene ninguna coartada.

—Querrá decir que desgraciadamente la tiene, ¿no?

—Quiero decir lo que he dicho. Si tuviera una coartada, se la podría echar abajo de algún modo, porque sería falsa. Si hubiera testigos que aseguraran haberle visto en la Tierra en el momento del crimen, se podría desbaratar su testimonio. Si tuviera una prueba documental, se podría demostrar que era una falsificación o alguna clase de truco. Por desgracia, no tiene nada de eso.

—¿Qué es lo que tiene?

El inspector Davenport describió cuidadosamente la propiedad que Peyton tenía en Colorado. Y concluyó:

—Ha pasado allí el mes de agosto, todos los años, en el aislamiento más estricto. Incluso el T. B. I. tendría que testimoniarlo así. Cualquiera jurado tendría que suponer que también este mes de agosto estuvo en su finca, a menos que podamos presentar una prueba definitiva de su estancia en la Luna.

—¿Qué le hace pensar que sí estuvo en la Luna? Quizá sea inocente.

—¡No! —exclamó Davenport casi con violencia—. Durante quince años he estado tratando de reunir pruebas evidentes contra él y nunca lo he logrado. Pero aquí me huelo yo un crimen de Peyton. Le aseguro que, aparte de Peyton, nadie en el mundo tendría el descaro o, en este caso, los contactos convenientes para intentar dar salida a las Campanas Armoniosas que haya traído de contrabando. Sabemos que es un experto piloto espacial. Sabemos también que tuvo contactos con el hombre asesinado, aunque desde luego hace varios meses de eso. Desgraciadamente, nada de esto constituye una prueba.

—¿No sería más sencillo utilizar la psicoprueba, ahora que se ha legalizado su uso? —preguntó el doctor Urth.

Davenport frunció el ceño y la cicatriz de la mejilla se le puso lívida.

—¿Ha leído usted la ley Honski-Hiakawa, doctor Urth?

—No.

—Creo que nadie la ha leído. El gobierno dice que es fundamental el derecho a la inviolabilidad mental. Muy bien, pero ¿a qué conduce esto? Si el hombre que es sometido a la psicoprueba resulta inocente del crimen de que se le acusa, tiene derecho a toda la compensación que sea capaz de sonzarle al tribunal. En un caso reciente, al cajero de un banco le dieron veinticinco mil dólares de indemnización por haber sido sometido a la psicoprueba por una sospecha de robo. Resulta que la prueba circunstancial que parecía indicar que hubo robo, lo que en realidad indicaba era una mera cuestión de adulterio. Alegó que había perdido el empleo, que fue amenazado por el marido en cuestión, corriendo seriamente peligro, y que finalmente se había visto difamado y puesto en ridículo por un periodista desaprensivo que había llegado a enterarse del resultado de la prueba, todo lo cual fue aceptado por el tribunal.

—Comprendo el punto de vista de ese hombre.

—Todos lo comprendemos. Ese es el problema. Y otra cosa más: cualquier hombre que haya sido sometido a la psicoprueba por cualquier motivo no puede ser sometido de nuevo a ella bajo ningún concepto. Ningún hombre, dice la ley, será sometido dos veces en su vida a un riesgo mental.

—Es una traba.

—Exactamente. En los dos años que hace que se ha legitimado la psicoprueba, no puedo contar el número de pícaros y oportunistas que han intentado que se les someta a ella por haber robado una cartera, con objeto de poder dedicarse después tranquilamente al fraude sistemático. Conque comprenderá usted que el Departamento no permitirá que Peyton sea psicoprobado hasta que tengamos pruebas evidentes de su culpabilidad. Puede que no haga falta una prueba legal, sino una prueba lo bas-

tante sólida como para convencer a mi jefe. Lo peor del caso, doctor Urth, es que si nos presentamos ante el tribunal sin el acta de una psicoprueba, no podemos ganar. En caso tan serio como el de asesinato, el no haber empleado la psicoprueba es claro indicio, aun para el jurado más estúpido, de que la acusación no pisa terreno firme.

—Entonces, ¿qué quiere de mí?

—La prueba de que estuvo en la Luna durante parte del mes de agosto. Hay que hacerlo de prisa. No puedo retenerle como sospechoso mucho tiempo más. Y si corre por ahí la noticia del crimen, la prensa mundial estará como un asteroide al chocar con la atmósfera de Júpiter. Es un crimen fascinante, comprenda: el primer asesinato cometido en la Luna.

—¿Cuándo se cometió exactamente el asesinato?

—preguntó el doctor Urth de repente iniciando una serie de rápidas preguntas.

—El veintisiete de agosto.

—¿Y cuándo le arrestaron?

—Ayer, treinta de agosto.

—Entonces, si Peyton es el asesino, ha tenido tiempo de volver a la Tierra.

—No mucho, el justo nada más —los labios de Davenport se contrajeron—. De haber llegado yo un día antes... de haber encontrado su casa vacía...

—¿Y cuánto tiempo supone usted que estuvieron juntos los dos, la víctima y el asesino, en la Luna?

—A juzgar por las distancias que cubren las huellas, varios días. Una semana, lo menos.

—¿Han encontrado la nave que utilizaron?

—No, y probablemente no la encontraremos nunca. Hace unas diez horas, la Universidad de Denver informó que ha habido un aumento de radiactividad básica; empezó anteayer a las seis de la tarde y persistió durante varias horas. Es muy sencillo, Dr. Urth, programar los controles de una nave para que despegue sin tripulación y estalle, a una altura de cincuenta millas, por cortocircuito en las micropilas.

—Yo que Peyton —dijo el Dr. Urth pensativo— ha-

bría matado al hombre a bordo y hubiera hecho estallar el cadáver junto con la nave.

—Usted no conoce a Peyton —dijo Davenport de mal humor—. Disfruta burlándose de la ley. Lo tiene a gala. El habernos dejado el cadáver en la Luna es un desafío.

—Ya comprendo —el Dr. Urth se acarició el estómago con un movimiento rotatorio, y añadió—: Bueno, hay una posibilidad.

—¿De que pueda probar usted que ese hombre estuvo en la Luna?

—De poder darle mi opinión.

—¿Ahora?

—Cuanto antes, mejor. Naturalmente, si tengo la oportunidad de entrevistar al señor Peyton.

—Eso se puede arreglar. Tengo ahí esperando un reactor de no-gravedad. Podemos estar en Washington en veinte minutos.

Pero una expresión de profunda alarma pasó por el rollizo semblante del extraterrestro. Se puso en pie y se alejó del agente del T. B. I., dirigiéndose al rincón más oscuro de la desordenada habitación.

—¡No!

—¿Qué pasa, Dr. Urth?

—No subiré en un reactor de no-gravedad. No me fío. Davenport miró con perplejidad al Dr. Urth.

—¿Prefiere que tomemos un monorraíl? —tartamudeó.

—Desconfío de todos los medios de transporte —exclamó el Dr. Urth—. No me fío. Excepto andar. Andar no me importa —le había entrado una repentina impaciencia—. ¿No podría traer usted al señor Peyton a esta ciudad, a algún lugar donde pueda yo ir andando? ¿Al Ayuntamiento, por ejemplo? Al Ayuntamiento he ido andando muchas veces.

Davenport contempló con desaliento la habitación. Miró los miles de libros que versaban sobre la ciencia de los años-luz. A través de la puerta abierta se veía la habitación contigua con sus muestras de mundos situados más allá del firmamento. Miró al Dr. Urth, pálido ante la sola

idea de subir a un reactor de no-gravedad, y se encogió de hombros.

—Le traeré a Peyton aquí. A esta misma habitación.

¿Satisfecho con eso?

—Sí —el Dr. Urth dejó escapar un profundo suspiro.

—Espero que pueda ayudarnos, Dr. Urth.

—Haré lo que pueda, señor Davenport.

Louis Peyton miró con disgusto en torno suyo, y de un modo despectivo al hombre grueso que le saludaba con un movimiento de cabeza. Miró el asiento que le ofrecían y lo limpió con la mano antes de sentarse. Davenport tomó asiento cerca de él, con la funda de su pistola bien a la vista.

El hombre grueso sonrió al sentarse y se acarició su voluminoso abdomen como si acabara de terminar una buena comida y quisiera hacérselo saber al resto del mundo.

—Buenas tardes, señor Peyton. Soy el Dr. Urth, extraterrestro —dijo.

—¿Y qué quiere de mí? —preguntó Peyton, mirándole de nuevo.

—Quiero saber si estuvo en la Luna durante el mes de agosto.

—No estuve.

—Sin embargo, nadie le vio a usted en la Tierra entre el 1 de agosto y el 31 del mismo mes.

—Hice la vida que habitualmente suelo hacer todos los meses de agosto. Nunca me ve nadie durante ese mes. Que se lo diga él —y movió la cabeza en dirección a Davenport.

El Dr. Urth rió entre dientes.

—Qué estupendo sería que pudiéramos comprobar esta cuestión. Si hubiera, al menos, una manera de diferenciar la Luna de la Tierra. Si, por ejemplo, pudiéramos analizar el polvo de su pelo y decir: «¡Ajá!, polvo lunar». Pero, desgraciadamente, no podemos. El polvo lunar es muy parecido al polvo terrestre. Y aun cuando no lo fuera, no encontraríamos nada en su pelo, a menos que us-

ted hubiera pisado la superficie lunar sin traje espacial, lo cual es muy improbable.

Peyton permaneció impasible.

El Dr. Urth prosiguió, sonriendo con benevolencia, mientras alzaba una mano para asegurar las gafas que le colgaban peligrosamente en la punta de la nariz:

—Un hombre que viaja por el espacio o por la Luna respira aire de la Tierra y come alimentos terrestres. Lleva el ambiente de la Tierra pegado a su piel, ya se encuentre metido en su nave o en su traje espacial. Estamos buscando a un hombre que pasó dos días en el espacio camino de la Luna, una semana por lo menos en la Luna, y dos días más de regreso de allá. En todo ese tiempo llevó la Tierra pegada a su piel, y eso nos lo hace difícil.

—Mi sugerencia —dijo Peyton— es que la cosa resultaría menos difícil si me soltaran y buscaran al verdadero asesino.

—Puede que lleguemos a esa decisión —dijo el doctor Urth—. ¿Ha visto alguna vez algo parecido a esto?

Alargó su mano recordeta hacia el suelo y la levantó, mostrando una especie de esfera gris de apagados destellos.

—Parece una Campana Armoniosa —dijo Peyton sonriendo.

—Es una Campana Armoniosa. El móvil del asesinato fueron las Campanas Armoniosas. ¿Qué opina de ésta?

—Creo que está muy agrietada.

—¡Ah, pero examínela bien! —dijo el Dr. Urth, y con un rápido movimiento de mano se la lanzó a Peyton desde una distancia de dos metros.

Davenport lanzó un grito, y medio se levantó de la silla. Peyton alzó los brazos con esfuerzo, pero tan rápidamente que logró atrapar la Campana.

EL JUEGO EN LA ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS

El juego es un mecanismo natural en el proceso de desarrollo del individuo, una necesidad vital. Es necesario para su vida intelectual, afectiva, social...

También en el aula tiene el juego su parcela, como consecución o, al menos, planteamiento de diversos objetivos educativos; porque:

El juego desarrolla capacidades y habilidades personales e interpersonales, conecta con la realidad (a pesar de su aparente desconexión en muchos casos). Introduce de una manera inconsciente y placentera en las relaciones con los demás, porque en el acto de jugar es necesario buscar estímulos en el interior y relacionarlos con el entorno.

Fomenta el espíritu creativo, frente a la monotonía de un trabajo rutinario. Es motivo de complacencia y satisfacción personal que puede influir favorablemente en el trabajo y en todas las responsabilidades cotidianas.

Estimula el interés, la imaginación, el autocontrol, la reflexión. Desarrolla el sentido de la observación, fomenta la cooperación, la convivencia, la amistad.

Frente al individualismo preconizado y fomentado por la estructura de la sociedad actual, los viejos juegos de tablero hacen partícipe al individuo de las relaciones de grupo, fomentan la cooperación y el diálogo y hacen salir de la pasividad. En ellos, el individuo tiene ocasión de someter sus propios intereses a la voluntad general, imponerse, adaptarse, comunicarse, organizarse... A través de ellos se aprenden las ventajas y presiones de la vida en sociedad. En estos juegos, de carácter interactivo y participativo, se facilita el conocimiento de las propias capacidades y limitaciones, se aprende a ser uno mismo, a ser un individuo; además se tiene la oportunidad de tomar conciencia de la existencia de los demás, de descubrir su situación y aprender a respetarlos.

El juego puede contribuir al estudio de la ciencia, porque propicia el desarrollo de una lógica deductiva (y por ello no es necesario modificar su contenido básico y fundamental para aplicarlo a dicho estudio). En el juego, el alumno recibe estímulos para su pensamiento y su capacidad de abstracción. El juego favorece su capacidad de iniciativa y le ofrece la posibilidad de emitir juicios, así como de examinar los problemas científicos desde una perspectiva diferente.

La utilización del juego en la enseñanza de la ciencia presenta, además, dos vertientes: por una parte permite la adquisición de conocimientos al estudiante-jugador, y por otra brinda a éste la posibilidad de profundizar en

sus conocimientos, cuando actúa como diseñador de juegos. Así pues, se pueden emplear los conocimientos científicos para diseñar juegos, o bien construir juegos que conduzcan al conocimiento científico, que inciten a razonar, a establecer relaciones, a despertar la curiosidad. Que provoquen la discusión y el análisis, que ayuden a desmenuzar y redescubrir las leyes de la naturaleza.

Diversos aspectos de la utilización de juegos como recurso didáctico:

a).- Diseño de juegos

- Requiere: diseño y construcción, manejo de bibliografía, búsqueda de datos por distintos cauces
- Propicia: ingenio y perspicacia, creatividad, observación, participación, aprendizaje, imaginación, motivación, destreza manual

b).- Juego en clase

- Supone: Participación, colaboración, comunicación, acercamiento profesor-alumnos, desmitificación del estudio y la clase como actividad seria, aprendizaje, observación, ruptura de la rutina, discusión.

c).- Juego en casa

- Como: prolongación de la actividad en clase, refuerzo y repaso de conocimientos, actividad lúdica, aprendizaje.

d).- Juego en exámenes

- Significa: ruptura con el concepto de examen como actividad fría y aislada, fuera de contexto.

Una de las aptitudes del hombre es la fantasía, la capacidad de crear... sólo una persona creativa es capaz de romper esquemas clásicos, de rechazar lo que se le ofrece como algo acabado y elaborado, de superar situaciones conflictivas. La creatividad permite dejar la mente dispuesta a interrogarse, a descubrir problemas, a emitir juicios. Una persona que desarrolla la imaginación nunca será conformista.

Al desterrar la idea de alumno como consumidor de temas y dejar que se transforme en un creador, se conseguirá una clase viva, donde la rutina quedará enterrada para dar paso a la discusión, al juego, a la imaginación. Donde el alumno no manifestará ante el sistema escolar una actitud de pasividad sino de actividad transformadora.