

m)

CURSO: "EL LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LA FISICA Y QUIMICA"

1. INTRODUCCION En la presentación del cursillo se expondrán los objetivos esenciales a conseguir en el mismo:

- Análisis de la realización habitual de los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias y su papel dentro de una metodología de transmisión verbal de conocimientos.
- Presentación de una alternativa que parta de una aproximación al trabajo científico -dentro de las posibilidades psicológicas de los niños de 12 y 13 años-, tratando de conseguir que el alumno se familiarice a través de la práctica con aspectos esenciales de la metodología científica. Esta propuesta se decanta en lo que denominamos "programa-guía de trabajo para una clase activa", transformando las actividades manipulativas en actividades experimentales de acuerdo con la investigación educativa en este campo (Delacotte, Giordan, etc...)

2. LOS TRABAJOS PRACTICOS: SU FUNCION EN UN CURSO DE CIENCIAS

- A.1.- Enunciar los objetivos que deberían cubrir las prácticas en la enseñanza de las ciencias a nivel de 2ª etapa de EGB.
- A.2.- Discusión del programa-guía de actividades para una introducción a la metodología científica. (Documento 1)
- A.3.- Análisis de los trabajos prácticos, tal como tradicionalmente se plantean, según el criterio de su adecuación a los objetivos propuestos (Haciendo hincapié en el aprendizaje de la metodología científica). (Documento 2)
- A.4.- Exposición de los resultados obtenidos en una investigación sobre trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias realizada por miembros del Seminario Permanente de Física y Química del ICE de la Universidad de Valencia. (Documento 3)

3. UNA PROPUESTA ALTERNATIVA: LOS TRABAJOS PRACTICOS PLANTEADOS COMO PEQUEÑAS INVESTIGACIONES

Dado que la metodología tradicionalmente utilizada en la realización de experimentos no contiene algunas características esenciales del trabajo científico, es necesario el cambio metodológico en el sentido de aproximar las prácticas que desarrollan los alumnos de EGB a la metodología científica.

- A.5.- Breve introducción justificativa del modelo propuesto.
- A.6.- Realización y discusión de varias prácticas de Física y Química planteadas como investigaciones.

Relación de un grupo de prácticas

- 1ª Análisis de un movimiento: La caída de los cuerpos.
- 2ª La fuerza como productora del cambio de movimiento.
- 3ª Una medida estática de las fuerzas: la ley de Hooke.

- 4ª El peso de los cuerpos sumergidos: Principio de Arquímedes.
- 5ª El calor y la temperatura.
- 6ª Un modelo para la corriente eléctrica: la ley de Ohm.
- 7ª Contribución de los gases al conocimiento de la estructura de la materia: las leyes de los gases.
- 8ª Información química acumulada en tiempos de Dalton (leyes ponderales: estudio de un caso).

A.7.- Transformación de una practica tradicional en otra planteada como pequeña investigación.

(Se seleccionará una de las anteriores que no se practique)

3. CONCLUSIONES Y EVALUACION DEL CURSILLO

Junio de 1983

A.2: INTRODUCCION A LA METODOLOGIA CIENTIFICA (Programa-guía)

Uno de los objetivos prioritarios en cualquier curso de ciencias ha de ser el conocimiento de que es lo que entendemos por Ciencia y cuales son sus métodos. Trataremos, pues, de concretar cuales son los aspectos básicos del trabajo científico.

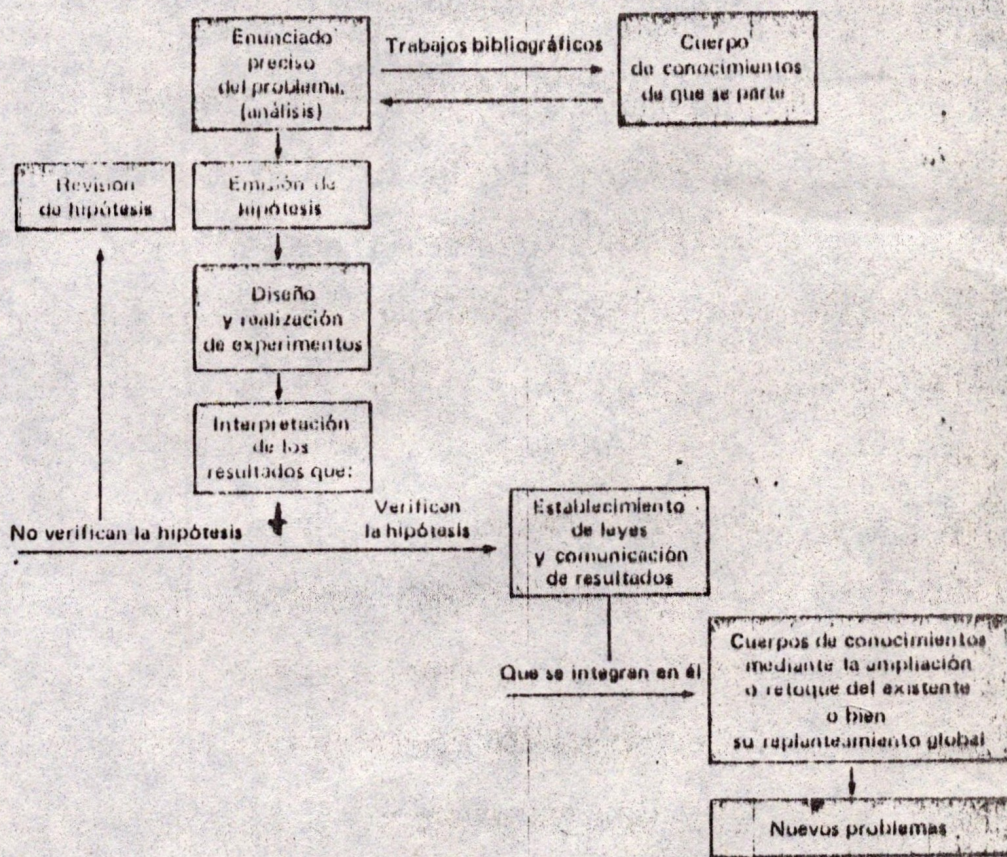
- A.2.1.- Enumerar las distintas actividades que forman parte de una investigación científica.
- A.2.2.- Dar una opinión fundamentada de cual puede considerarse la primera etapa de una investigación.
- A.2.3.- Exponer las ideas que se tengan sobre el concepto de hipótesis científica, señalando sus principales características.
- A.2.4.- Señalar las diferencias significativas entre una observación ordinaria y un experimento científico.
- A.2.5.- Indicar algunas técnicas adecuadas para la interpretación de los resultados de un experimento.
- A.2.6.- Exponer las ideas que se tengan sobre lo que se entiende por leyes y teorías científicas.
- A.2.7.- A modo de síntesis de lo debatido hasta aquí, elaborar un diagrama en el que aparezcan los distintos pasos de una investigación.

1.1.6. Comunicación de los resultados alcanzados

La comunicación del resultado de una investigación, o mejor dicho, de la totalidad del proceso, desde el enunciado del problema a la interpretación de los resultados, pasando por la descripción del diseño experimental utilizado, constituye otra tarea imprescindible de los investigadores, sin la cual, naturalmente, no sería posible el aspecto acumulativo, tan fundamental en toda ciencia.

En esta comunicación ha de quedar claro, por lo demás, en qué medida el trabajo realizado afecta al cuerpo de conocimientos (teoría) vigente, (bien confirmando o precisándolo, bien corrigiéndolo o incluso poniéndolo globalmente en cuestión), así como los nuevos problemas que la investigación haya podido originar... con lo que se abrirían nuevos ciclos de investigación.

Representamos a continuación un diagrama que puede ser de alguna utilidad como visión global del proceso de investigación:



A-7

A modo de síntesis de lo visto en este apartado 1, elaborar un diagrama de un ciclo de investigación, revisando para ello los distintos apartados.

ALGUNAS PUNTUALIZACIONES SOBRE METODOLOGIA CIENTIFICA

Sin pretender ser exhaustivos ni reproducir aquí una visión de la metodología científica según las corrientes epistemológicas actuales (Bunge 1972; Cohen y Nagel 1973; Hempel 1976), consideramos necesario resumir algunas de sus características esenciales que serán una base imprescindible para determinar las implicaciones de dicha metodología en una didáctica que pretenda ser coherente con ella (Gil 1982).

Estas características son:

A. La superación del empirismo y la puesta de relieve de los paradigmas teóricos en el proceso de producción de conocimientos (Kuhn 1971).

- En ninguna investigación se parte de cero.

- Las hipótesis y las teorías científicas no son meramente síntesis inductivas de experiencias.

- Los datos no son un "a priori", no son un punto de partida "objetivo y neutral" (Bunge 1978).

B. Hay que relativizar el papel, sin duda importante, del experimento, a diferencia del planteamiento empirista en el que este aparece casi como lo único esencial en la metodología científica, para realzar aspectos erróneamente relegados, como el proceso de emisión de hipótesis, o el diseño del experimento, que muestran la importancia de formas de pensamiento divergentes. En palabras de Hempel (1976): "Al conocimiento científico no se llega aplicando un procedimiento inductivo de inferencia a datos recogidos con anterioridad, sino más bien mediante el llamado método de las hipótesis a título de intentos de respuesta a un problema en estudio y sometiendo luego estas a la contrastación empírica".

Es preciso insistir en el papel esencial que juega la hipótesis en la metodología científica porque, de hecho, la didáctica de las

ciencias reposa sobre una imagen muy positivista del proceso científico (Giordan 1978).

C. Hay que referirse, por último, al carácter social, colectivo, del desarrollo científico, lo que se evidencia no solo en el hecho de que el punto de partida (el paradigma científico vigente) es la cristalización de las aportaciones de generaciones de investigadores, sino también en que la investigación responde cada vez más a estructuras institucionalizadas (Bernal 1967; Kuhn 1971) en las que el trabajo de los individuos es orientado por las líneas de investigación establecidas, por el trabajo del equipo en que se insertan, careciendo prácticamente de sentido la idea de una investigación completamente autónoma.

BIBLIOGRAFIA

Bernal, J.D. 1967
 "Historia social de la ciencia"
 (Península)

Bunge, M. 1972
 "La investigación científica"
 (Ariel)

1978
 "Filosofía de la Física"
 (Ariel)

Cohen M.R. y Nagel E. 1973
 "Introducción a la lógica y al método científico"
 (Amorrortu)

Gil D. 1982
 "La investigación en el aula de Física y Química"
 (Anaya)

Giordan A. 1978

HUJA 4

"Observation-Experimentation: Mais comment les eleves aprennent-ils?"
(Rev.Fran.de Ped. 44, pp 66-73)

Hempel, C.G. 1976

"Filosofia de la Ciencia Natural"
(Alianza)

Kuhn, Th.S. 1971

"La estructura de las revoluciones cientificas"
(F.Cultura Economica)

Material:

- | | |
|-------------------|---------------------|
| Base soporte | Jeringuilla |
| Varilla soporte | Tapón |
| Pinzas de bureta | Rodillo |
| Aguja hipodérmica | Pesos de 50 g (dos) |

Se determina la sección recta S del émbolo, si no es conocida, y se examina la graduación de la jeringuilla, que vendrá dada en volumen.

Se sujeta verticalmente la jeringuilla con las pinzas de bureta, de modo que la aguja de aquélla quede hacia abajo. Se sitúa el émbolo de manera que su base quede en el tercio superior de la jeringuilla. Se cierra ésta por su parte inferior clavando la aguja en el tapón de goma. Se anota el valor de la presión atmosférica P_0 , en el momento de la experiencia, que expresaremos en g/min^2 , por ejemplo. Cerrada la jeringuilla por sus dos extremos, se sitúa sobre el émbolo el rodillo de 200 g, con lo cual determinaremos la sobre-

presión específica $\frac{200}{S} = p_1$; se lee en la jeringuilla el volumen v_1

de la cámara de aire. Al peso colocado en el émbolo se le añaden después las dos pesas de 50 g y con ello tendremos la nueva sobre-

presión específica:

$$p_2 = \frac{200 + 100}{S} = \frac{300}{S}$$

Se lee el volumen v_2 de la cámara de aire para esta segunda posición del émbolo.

Con los valores numéricos obtenidos se ha de verificar la igualdad aproximada:

$$(P_0 + P_1) v_1 \approx (P_0 + P_2) v_2 \quad (1)$$

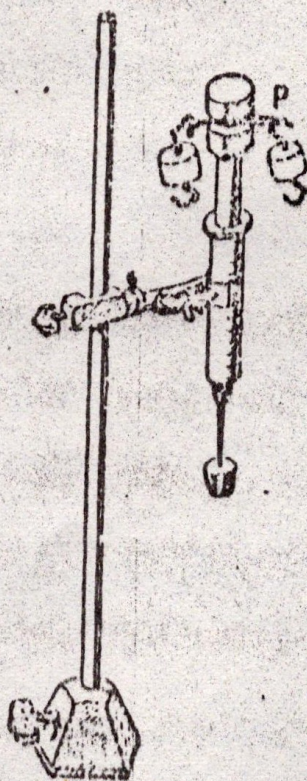
Cuestionario:

Compárense los valores de los dos miembros de (1) cuando a los pesos puestos sobre el émbolo se les añade el peso p_0 del mismo: ¿Qué condiciones ha de cumplir en la posición vertical de la jeringuilla para no despreciar el peso del émbolo?

Observaciones:

La relación anterior (1), en el sentido de igualdad, define entre ciertos límites la ley de Boyle. (Se admite, en la experiencia, que el peso del émbolo queda compensado en completa equivalencia por el rozamiento de éste).

Se supone que no existen fugas en el contacto entre émbolo y jeringuilla, para lo cual se unta aquí con glicerina. Se desprecia el espacio muerto, si hay, de la cámara de aire correspondiente a la parte inferior de la jeringuilla.



CUADRO 1: ASPECTOS DE LA METODOLOGIA CIENTIFICA SEÑALADOS
POR EL PROFESORADO AL PLANTEAR UN TRABAJO PRACTICO.

	PROFESORES EN ACTIVO (N=46)	PROFESORES EN FORMACION (CAP) (N=59)
Planteamiento del problema	69,6% (6,8)	74,5 % (5,7)
Piden búsqueda de información Bibliográfica.	6,5 % (3,6)	3,4 % (2,4)
Proponen que el alumno plantee las hipótesis.	13,0 % (4,9)	1,7 % (1,7)
Hacen al menos referencia a las hipótesis.	19,6 % (5,8)	3,4 % (2,4)
Proponen que el alumno haga el diseño experim.	15,2 % (5,3)	1,7 % (1,7)
Realización (o descripción) del experimento.	100 % -	89,8 % (3,9)
Proponen que el alumno haga el análisis e interpretación de resultados.	8,7 % (4,1)	- -
Indican la forma de hacer el análisis e interpretación	71,7 % (6,6)	59,3 % (6,4)

CUADRO II: ASPECTOS DE LA METODOLOGIA CIENTIFICA SEÑALADOS
EN LOS LIBROS DE TEXTO AL PLANTEAR UN TRABAJO PRACTICO

Textos analizados 53 (14 EGB + 14 2º BUP + 12 3º BUP + 13 COU)

No presentan trabajos prácticos 51,0 % (6,5)

Entre los que presentan T.P.

Con planteamiento del problema 26,9 % (5,7)

Con búsqueda bibliográfica 3,8 % (2,5)

Hacen emitir hipótesis 7,7 % (3,5)

Hacen referencia a la hipótesis 15,4 % (4,7)

Proponen hacer el diseño 7,7 % (3,5)

Proponen hacer el experimento 100 % -

Piden labor de análisis 46,1 % (6,4)

ANÁLISIS DE UN MOVIMIENTO : LA CAÍDA DE LOS CUERPOS .-PROGRAMA - GUÍAINTRODUCCION.

Una vez realizado el estudio general de la cinemática vamos a ocuparnos de movimientos concretos, con objeto de determinar su naturaleza. Concretamente vamos a ocuparnos aquí de un movimiento que se presenta frecuentemente en la práctica: la caída de los cuerpos.

La importancia de este tipo de movimiento, aparte de su interés práctico, estriba en que, en cierto modo, puede decirse que la física comenzó a ser una ciencia moderna a partir de los estudios cinemáticos realizados por Galileo sobre la caída de los cuerpos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. EMISIÓN DE HIPÓTESIS.

- A.1. ¿Qué puede decirse partiendo de las observaciones y experiencias cotidianas, sobre el movimiento de caída de los cuerpos?
- A.2. Para contrastar las hipótesis emitidas, se hace necesario eliminar el rozamiento con el aire de los objetos que caen, o bien conseguir que sea despreciable. Sugerir posibles formas de lograrlo.
- A.3. Mostrar la forma sencilla, cómo si conseguimos reducir el rozamiento a que está sometida una cuartilla, ésta dejada caer desde la misma altura, cae al mismo tiempo que una piedra, libro, moneda, etc. Es decir, caen con la misma aceleración aunque su masa sea diferente.
- A.4. Sugerir de qué forma podríamos comprobar que el movimiento de caída de los cuerpos, es un movimiento uniformemente acelerado. (Es decir, que la aceleración es constante y vale lo mismo para cualquier cuerpo).
- A.5. Derivar a partir de la hipótesis según la cual, la caída de los cuerpos es un movimiento uniformemente acelerado -cuyas ecuaciones, recordemos, ya han sido estudiadas- alguna consecuencia que se pueda contrastar experimentalmente.

2. CONTRASTACIÓN EXPERIMENTAL.

- A.6. Proponer algún experimento sencillo, que se pueda realizar en el laboratorio, y que permita comprobar si la relación que existe entre la altura y desde la que cae un cuerpo, y el tiempo que tarda en caer t , cumple la relación $Y = K.t^2$ (de acuerdo con la ecuación del M.U.A.)
- A.7. Proceder a la realización del experimento diseñado.
- A.8. Proceder al tratamiento e interpretación de los datos obtenidos mediante el experimento.
- A.9. Elaborar un informe lo más completo y detallado posible del trabajo realizado, en donde se pueda distinguir cada una de sus fases, desde el planteamiento del problema, hipótesis emitidas y su fundamentación, etc., hasta la interpretación de los resultados.

LA FUERZA COMO PRODUCTORA DEL CAMBIO DE MOVIMIENTO.-INTRODUCCION.

- A.1. Explicar que se necesita para que un cuerpo permanezca en movimiento.
- A.2. Indicar cuales de los siguientes movimientos pueden considerarse "naturales" y cuales "forzados" o "violentos" de los que a continuación se enumeran: -Caida de una piedra en el aire; -Subida de un globo; -Ascenso de una piedra lanzada hacia arriba; -Giro de la Luna alrededor de la Tierra; -Ascenso de una madera que se suelta en el fondo de un estanque; -Descenso de un globo mediante una cuerda que tira de él hacia abajo; -Elevación / de una llama.
- A.3. Se dejan caer simultáneamente dos piedras A y B, una de las cuales (A) pesa el doble que la otra. ¿Qué puede decirse acerca de sus tiempos respectivos de llegada al suelo?
- A.4. Señalar las principales diferencias que se observan entre el movimiento de los objetos en la Tierra y el movimiento de los objetos celestes.
- A.5. Exposición por el profesor de algunas tesis de la mecánica aristotélico-escolástica (física del sentido común).
- A.6. Presentación de algunos pasajes de los "Dialogos concernientes a dos nuevas ciencias" de Galileo. (Apéndice):

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. EMISION DE HIPOTESIS.

- A.7. Según la mecánica escolástica-y también, aparentemente, según la experiencia cotidiana- "para que un cuerpo permanezca en movimiento ha de estar actuando una fuerza sobre el mismo". Criticar esta proposición anunciando otra más válida que la sustituya.
- A.8. Según la física escolástica podría decirse que "las fuerzas son la causa del movimiento, o sea, de la velocidad que adquiere un cuerpo". Dicho de otro modo: "Un cuerpo tiende a permanecer en reposo a menos que actúe una fuerza resultante no nula sobre el mismo". Estas expresiones podrían considerarse como sendas definiciones cualitativas (y equivalentes) de fuerza. Modificar dichas expresiones proponiendo, a la luz de lo discutido hasta aquí, otras más correctas.

2.1.2. Segundo principio de la dinámica.

- A.9. El concepto cualitativo de fuerza de la física escolástica sugiere una proporcionalidad entre la fuerza aplicada a un objeto y la velocidad que esta lleva. Dar, a título de hipótesis, una definición operativa de fuerza coherente con las nuevas ideas cualitativas.

2. CONTRASTACION EXPERIMENTAL.

- A.10. Sugerir un diseño experimental para contrastar la relación propuesta en la actividad anterior.

- A.11. Proceder a realizar el experimento diseñado y al análisis de los resultados obtenidos.
- A.12. Dar el significado físico de la constante de proporcionalidad de la ecuación $\bar{F}/\bar{a} = K$.
Considerar para ello que significa el hecho de que el valor de K sea grande o pequeño.

A P E N D I C E

"DIALOGO SOBRE LOS GRANDES SISTEMAS DEL MUNDO" EN EL QUE SIMPLICIO REPRESENTA EL PUNTO DE VISTA ESCOLASTICO Y SALVIATI DEFIENDE LAS IDEAS DEL PROPIO GALILEO:

Salviati (dirigiéndose a Simplicio): Dí: si tuvieses una superficie de una substancia tan dura como el acero y tan lisa y pulimentada como un espejo, que no fuese horizontal, sino algo inclinado, y colocases sobre ella una bola de bronce perfectamente esférica - ¿qué piensas que pasaría cuando la soltases? ¿No crees tú (como yo) que se quedaría allí?

Simplicio: ¿Si la superficie estuviese inclinada?

Salviati: Si, ya te lo he dicho.

Simplicio: No puedo concebir que se quedase allí. Creo que tendría una gran propensión a moverse según el declive.

Salviati: Ten bien en cuenta lo que dices, Simplicio, pues yo creo que se quedaría allí donde la pusieras.

Simplicio: Si haces tales suposiciones, Salviati, no me admiraré de que llegues a las más absurdas conclusiones.

Salviati: ¿Estás pues seguro de que movería libremente según el declive?

Simplicio: ¿Quién lo duda?

Salviati: ¿Y esto lo creerías no porque yo te lo digo (pues he intentado persuadirte de pensar lo contrario), sino por tí mismo, por tu propio juicio natural?

Simplicio: Ahora veo tu juego; decías que creías esto para probarme y para intentar que pronunciase aquellas palabras con las cuales condenarme.

Salviati: Tienes razón, y ¿qué longitud y con qué velocidad se movería la esfera? Pero ten en cuenta que he puesto el ejemplo de una esfera perfectamente redonda, y un plano exquisitamente pulimentado, de tal forma que haya que descartar todos los impedimentos accidentales y externos. También habría que quitar los impedimentos accidentales originados por la resistencia del aire o de cualquier otro obstáculo casual, caso de que lo hubiera.

Simplicio: Comprendo muy bien lo que quieres decir y te contesto que la esfera continuaría moviéndose "in infinitum", si el plano fuese lo suficientemente largo, y acelerándose continuamente. Tal es la naturaleza de los cuerpos pesados que adquieren fuerza con la marcha, y cuanto mayor sea la inclinación será mayor la velocidad.

De manera similar Salviati obliga a Simplicio a reconocer que si se lanza la esfera por el plano inclinado hacia arriba, irá perdiendo velocidad hasta pararse. Por último Salviati plantea el caso intermedio, es decir, el lanzamiento de la esfera por un plano horizontal (y "exquisitamente pulimentado");

Salviati: Parece entonces que hasta aquí me has explicado bien lo que ocurre a un cuerpo en dos planos diferentes. Ahora dime, ¿qué le sucedería a este mismo cuerpo sobre una superficie que no tuviese inclinación ni hacia arriba ni hacia abajo?

Simplicio: Ahora debes darme algo de tiempo para pensar mi contestación. No habiendo inclinación hacia abajo no podría tener tendencia natural el movimiento; y no habiendo inclinación hacia arriba/

no podría haber resistencia a su movimiento. De donde se deduce su indiferencia tanto para la propulsión como para la resistencia; -- por lo tanto pienso que se quedaría naturalmente allí...

Salviati: Yo pienso lo mismo, con tal que se la hubiese dejado con cuidado; pero si se le hubiera dado un impulso hacia algún lado -- ¿qué sucedería?

Simplicio: Que se movería hacia ese lado.

Salviati: Pero ¿con qué clase de movimiento? ¿continuamente acelerado como en un plano inclinado hacia abajo o continuamente retardado como en un plano inclinado hacia arriba?

Simplicio: No puedo descubrir ninguna causa de aceleración ni de -- retardo si no hay inclinación hacia abajo ni pendiente hacia arriba.

Salviati: Bien, si no hay causa de retardo, menos la habrá para -- detenerlo, por tanto, ¿qué distancia recorrerá el cuerpo en movimiento?

Simplicio: Pues tanto como la superficie ni inclinada ni ascendente.

Salviati: Por tanto si ese espacio fuese indefinido, el movimiento/ sobre él no tendría fin, esto es, sería perpetuo.

Simplicio: Yo creo que sí, si el cuerpo era de materia duradera.

ECUACION FUNDAMENTAL DE LA DINAMICA

(Introducción de los aspectos causales en el estudio del movimiento)

1.- Introducción. Planteamiento del problema

Comentario preliminar:

Al abordar el estudio de los aspectos causales del movimiento de los cuerpos, conviene partir de las observaciones más ordinarias. Como sabemos, la experiencia cotidiana induce a pensar en la existencia de una tendencia al reposo de los cuerpos, a menos -- que actúe una fuerza (acción exterior) sobre los mismos. Surge así el concepto de fuerza como causa del movimiento que, no solo tiene un interés histórico (concepción aristotélica-escolástica), sino que expresa la idea intuitiva de fuerza que nuestros alumnos extraen de toda su práctica extraescolar. Y es preciso partir de las concepciones que el alumno tiene, tanto -- para apoyarse en ellas como, si es necesario, para destruirlas.

Lo que no tiene ningún sentido ni eficacia es proponer -- como habitualmente hace -- la asimilación de conocimientos que contradicen las experiencias ordinarias... sin referirse a ellas. El alumno en ese caso no integrará de forma significativa el nuevo conocimiento en su estructura cognoscitiva.

En definitiva, y en lo que a esta pequeña investigación se refiere, es importante explicitar las concepciones espontáneas de fuerza, que suelen estar profundamente arraiga -- das, y mostrar como en esta y muchas otras ocasiones, el conocimiento científico se adquiere -- "contra las evidencias" del sentido común, superándolas gracias a un planteamiento preciso del problema que tiene en cuenta factores que pasan desapercibidos -- quedan enmascarados -- en la observación ordinaria.

Por todo ello sugerimos la siguiente primera actividad:

- A. 1. Las experiencias más ordinarias muestran que, para que un cuerpo permanezca en movimiento ha de estar actuando una fuerza sobre el mismo. Las fuerzas (acciones exteriores sobre los cuerpos), aparecen así como la causa del movimiento.

Considerar la validez de este concepto de fuerza.

Comentarios A. 1.:

Siempre hay alumnos que se muestran de acuerdo con la idea de fuerza introducida en A. 1. (y ello cualquiera que sea el nivel) y alumnos que la rechazan basándose en estudios anteriores, etc.. Esto da lugar a una discusión fructífera en la que se utilizan argumentos similares a los expuestos por Galileo (papel del rozamiento, etc.) -- para llegar a la conclusión de que los cuerpos no tienden al reposo en ausencia de --

fuerzas, sino a permanecer en el estado de movimiento en que se encuentra. Esta discusión puede completarse planteando la siguiente actividad:

- A. 2. Enunciar otra proposición que sustituya la idea de fuerza expuesta en A. 1. (correspondiente a la concepción aristotélico-escolástica y apoyada, aparentemente, por las observaciones cualitativas ordinarias).

Comentarios A. 2.:

Las respuestas de los alumnos introducen la idea de fuerza como causa, no del movimiento, sino de su modificación, es decir, como causa de las aceleraciones, rompiendo con la idea de tendencia al reposo y caracterizando a los objetos materiales por su inercia a permanecer en el estado de movimiento en que se encuentran mientras no sufran fuerzas, que son precisamente --y conviene resaltarlo-- la expresión de dichas interacciones.

Es interesante dejar claro que inercia e interacción aparecen así como aspectos contradictorios y complementarios del comportamiento de la materia:

El primer aspecto (la inercia), da cuenta de la resistencia al cambio, de la tendencia de los objetos aislados a permanecer en el estado de movimiento en que se encuentra. El segundo (capacidad de interacción), explica el dinamismo propio de la materia, su capacidad de evolución, de transformación, sin necesidad de referirse a causas externas a la misma.

Hasta aquí se han introducido, pues, los conceptos cualitativos de fuerza (interacción) e inercia, que van a jugar un papel esencial en el estudio de los aspectos causales del movimiento. (1)

Se trata ahora de pasar de estos conceptos cualitativos a definiciones operativas.

2. Emisión de hipótesis

- A. 3. Partiendo del concepto cualitativo de fuerza introducido, proponer una definición operativa para la misma (es decir, una relación cuantitativa que ligue la fuerza con otras magnitudes conocidas).

(1) Puede plantearse aquí también la introducción del concepto de cantidad de movimiento y el de fuerza ligado a la variación de la cantidad de movimiento. Nos limitaremos sin embargo en este momento a la relación entre fuerzas y aceleraciones.

Comentarios A. 3.:

Surge, naturalmente, la idea de proporcionalidad entre la fuerza y la aceleración. O sea -puesto que las fuerzas son causa de las aceleraciones- surge la idea de definir la fuerza como directamente proporcional a las aceleraciones: $F/a = \text{cte.}$

Hay que dejar claro que, aunque se trata de una definición, esta no tiene carácter arbitrario, y que en definitiva se trata de una hipótesis que debe ser contrastada. En efecto, el concepto de fuerza se extiende a acciones tales como el esfuerzo muscular, el peso de los cuerpos, la tensión de un muelle, etc.; y la validez de la relación $F/a = \text{cte}$ ha de venir refrendada por el éxito de su aplicación a toda una serie de situaciones en que aparezcan desde la fuerza peso a la fuerza elástica de los muelles, etc. etc.

Pero antes de pensar en una contrastación experimental es necesario abordar con profundidad la relación $F/a = \text{cte}$ que esta erizada de dificultades. Y en primer lugar planteamos la siguiente actividad:

- A. 4. ¿Cual sería el significado físico de la constante que aparece en la relación $F/a = \text{cte}$? .- Razonar para ello acerca de lo que implica que dicha constante, para un cuerpo dado, sea grande o pequeña.

Comentarios A. 4.:

Con esta actividad se trata de llevar a los alumnos a comprender que cuanto mayor sea, para un cuerpo dado, el valor de la constante de la relación $F/a = \text{cte}$, mayor tendrá que ser la fuerza necesaria para provocar una determinada aceleración. Y por tanto, que dicha constante es expresión de la inercia del cuerpo; de aquí el nombre de masa inerte, m , (o, mas abreviadamente, "masa") que recibe. La expresión anterior se convierte así en:

$$F/a = m$$

que relaciona (hasta aquí a título de hipótesis), la fuerza (resultante) que actúa sobre un cuerpo, la inercia del mismo y la aceleración que experimenta.

Es este un buen ejemplo de como se van elaborando los conceptos en un proceso de investigación y de como se pueden transmitir de forma significativa sin caer en la abstracción carente de sentido de las simples definiciones operativas a que se recurre habitualmente.

El problema de la introducción de los conceptos operativos de fuerza y masa es en realidad bastante complejo (tengamos en cuenta que la relación $F/a = m$ introduce a la vez dos nuevas magnitudes, lo que no ayuda precisamente a clarificar el problema). No

es posible, sin embargo, detenerse excesivamente, a nivel de BUP, en estas cuestiones; puede incluso ser conveniente simplificarlas mas, aceptando simplemente que la masa inerte --como propiedad general de toda la material-- sea mayor cuanto mayor sea la cantidad de materia y puede medirse con las balanzas. Puede así pasarse, sin mas, a diseñar un montaje experimental adecuado.

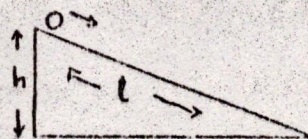
3. Diseño experimental

A. 5. Proponer algún diseño experimental destinado a verificar que para un cuerpo dado se cumple $F/a = cte$, donde F representa la fuerza resultante aplicada a un cuerpo.

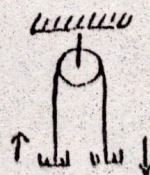
Comentarios A. 5.:

Los alumnos proponen habitualmente tres tipos de diseño:

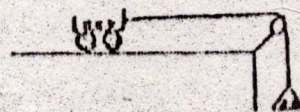
1º.- Un plano inclinado por el que se desliza una esfera. La fuerza se modifica variando la inclinación del plano, y las aceleraciones se obtienen a partir de las medidas de espacio recorrido, (longitud del plano) y tiempo transcurrido en cada caso.



2º.- Una polea de la que cuelgan dos masas, o, mejor dicho dos soportes con pesas que se pueden ir pasando de un soporte a otro (fig), de forma a variar así la fuerza resultante (diferencia de los pesos) sin que varíe la masa del cuerpo. (Se trata en definitiva de la maquina de Atwood).



3º.- Un pequeño carrito se desliza sobre un plano horizontal tirado por un peso que pende de él (fig). De nuevo se puede ir pasando masas del carrito al soporte vertical, variando así la fuerza (peso que pende) sin variar la masa del objeto.



Antes de proceder a la contrastación experimental conviene dejar claro la forma en que van a medirse las fuerzas y las aceleraciones.

a) Medida de las fuerzas.-

- Si se utiliza el montaje del plano inclinado puede establecerse sin dificultad que la fuerza que acelera la masa m será $F = mg \sin \alpha = mgh/l$ (donde h es la altura y

l la longitud del plano. Y puesto que m, g y l permanecen constantes, bastara medir h, que proporcionara valores relativos de F. y del mismo modo los alumnos resuelven los otros casos, mas sencillos.

b) Medida de las aceleraciones.-

-- En todos los casos se trata de medir el tiempo para un desplazamiento e constante; y, dado que $e = \frac{1}{2} at^2$, se obtiene $a = 2e/t^2$; los valores de $1/t^2$ proporcionan, pues, valores relativos de la aceleración.

Hay que familiarizar a los alumnos con estos procedimientos indirectos de medir una magnitud, obteniendo valores relativos que evitan calculos laboriosos a los que inicialmente se sienten inclinados. (Así, en el caso del plano inclinado pretenden, de entrada, calcular $mg\text{sen}\alpha$, etc.)

4.- Realización del experimento. Análisis de los resultados

A. 6. Proceder a la contrastación experimental y a analizar los resultados obtenidos.

Comentarios A. 6.:

Los tres procedimientos diseñados dan resultados aceptables, obteniendose lineas rectas --dentro de los margenes de imprecisión-- al representar $a = f(F)$.

Es preciso para ello anular practicamente el rozamiento, lo que se consigue bien en el montaje del plano inclinado y menos bien en los otros dos (lo que hace que la recta $a = f(F)$ no pase por el origen). Esto puede interpretarse facilmente, repetimos, como una consecuencia del rozamiento que hace que la fuerza resultante sea menor que la fuerza exterior F aplicada.

En definitiva, la relación $F/a = \text{cte.}$ queda suficientemente verificada. No obstante, conviene insistir en que, en realidad, es la coherencia de toda la mecanica, donde encontramos la verdadera verificación del conjunto de hipótesis que estan a la base de la expresión $F/a = m$.

1.A.28 LA RELACION ENTRE LAS FUERZAS Y LAS VARIACIONES DE VELOCIDAD

Como fruto de la realización de una experiencia, se ha llegado a los siguientes resultados:

Fuerza aplicada (Newton)	Variaciones que provoca en la velocidad (aceleración) m/s ²	
4	2	
5	2,5	
6	3	
8	4	
9	4,5	
10	5	

Explica qué experiencia diseñarías con el fin de obtener estos datos, dando cuenta de los montajes experimentales y dispositivos de control y medición, necesarios para obtener resultados fiables.

Trata de encontrar alguna relación entre los datos de la fuerza y los de la aceleración y coloca los resultados en la columna vacía de la tabla anterior.

Tanto si has dividido la fuerza por la aceleración como si has dividido la aceleración por la fuerza, habrás encontrado una relación constante, que te permite establecer una ley física, tal y como hemos hecho en la ley de Hooke (1-A2). Vamos a emplear la relación:

$$\frac{\text{fuerza}}{\text{aceleración}} = \text{constante}$$

$$\frac{f}{a} = m$$

llamando m a la constante. Es decir:

$$f = ma$$

que es la ecuación fundamental de la Dinámica. La constante « m », característica del cuerpo, se denomina *masa inerte* ya que representa la inercia del cuerpo sobre el cual actúa la fuerza. Entonces, en la ecuación:

$$f = ma$$

« f » es la fuerza responsable del cambio de velocidad (aceleración) del cuerpo.

« m » es la masa del mismo

«a» es la aceleración, es decir, el cambio de velocidad, producido por la fuerza.

La segunda ley de Newton ($f = m a$) proporciona una cuantificación de la fuerza e introduce el concepto de *masa inerte*.

Sobre un cuerpo de masa 1 kg se aplica una fuerza de 9 newton. ¿Con qué aceleración se mueve?

Determina la masa de un cuerpo que se mueve con una aceleración de 5 m/s^2 cuando se le aplica una fuerza de 25 N.

Averigua cuál es la masa de un cuerpo que se mueve con una aceleración de 7 m/s^2 al aplicarle una fuerza de 42 N.

Como ya hemos visto en la *unidad cero* las *unidades fundamentales de la Mecánica en el Sistema Internacional (SI)*, son:

El metro para la longitud
El segundo para el tiempo
El kilogramo para la masa

Por lo tanto la fuerza se presenta como una magnitud derivada, cuya unidad, el Newton, ha sido establecida con anterioridad en este mismo núcleo.

Sin embargo, la ecuación $f = m a$ te permite establecer una definición para el Newton. Defínelo.

Vas a comprobar experimentalmente que cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo, la aceleración producida depende de una característica del cuerpo, su masa inerte, que acabas de definir:

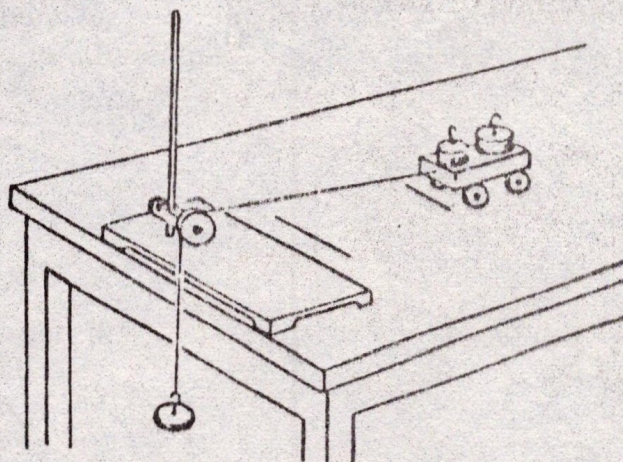
MATERIAL

soporte
rueda doble, polea
pesas de 1 y 2 g.

carrito con pesas (50, 100,... g)
hilo
cinta adhesiva

REALIZACION. *1

Haz el montaje de la figura.



Marca sobre la mesa con cinta adhesiva dos señales a la distancia de 1 m., una de ellas cerca de la polea. Coloca el carrito con las pesas en la señal más alejada y, colgando del hilo, en el otro extremo, la pesa de 1 g.

Suelta el carrito pulsando al mismo tiempo el cronómetro y determina el tiempo que tarda en llegar a la señal cercana a la polea. Anota el tiempo.

Repite la experiencia colocando sucesivamente en el carrito 1, 2 y 3 pesas. Anota en cada caso el tiempo que tarda en recorrer la distancia entre las dos señales.

Teniendo en el carrito tres pesas sustituye la pesa de 1 g. que cuelga por de 2 gramos y anota de nuevo el tiempo.

DISCUSION DE RESULTADOS:

En la primera parte del experimento, ¿en qué caso se mueve el carrito más lentamente?
¿Por qué?

¿Qué fuerzas son las que producen el movimiento del carrito?

¿Depende del valor de estas fuerzas el que se mueva con más rapidez?

Como conclusión, ¿qué magnitud caracteriza la inercia de un cuerpo al moverse?

**ANOTACIONES
AL
PROFESOR**

*1 Si se utilizase para la realización de la experiencia el carrito unido a la cinta de un reloj marcador se podrían medir fácilmente las aceleraciones, realizándose la experiencia cuantitativamente..

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA LEY DE HOOKE (FUERZAS ELASTICAS).-Programa-Guía1. INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La medida de las fuerzas por sus efectos de cambio de movimiento (aceleración) no es fácil en la práctica debido a la dificultad de reproducir la aceleración provocada en los cuerpos. Por ello, se aprovecha el efecto de cambio de posición (deformaciones) producido por las fuerzas en cuerpos elásticos como p.e. muelles, resortes, etc.. Así pues abordaremos el problema de la medida estática de las fuerzas.

A.1. ¿Cuál es el efecto producido en un muelle al aplicar una fuerza externa en su extremo y explicar lo que sucederá si, después, le quitamos la pesa colgada?

2. EMISION DE HIPOTESIS.

A.2. Supongamos que el cuerpo sobre el que se van a aplicar fuerzas es un ganchito situado en el extremo de un resorte al que le colgamos una pesa (fig.1). Explicar de forma razonada como es que el ganchito se encuentra en equilibrio.

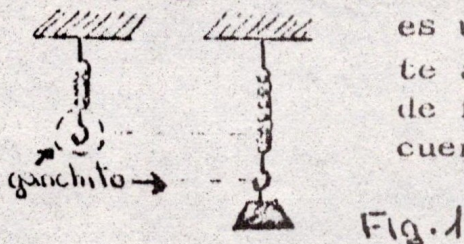


Fig.1

A.3. En la posición de equilibrio del ganchito ¿que factores influirán sobre la fuerza recuperadora?

3. CONTRASTACION EXPERIMENTAL.

A.4. Diseñar un experimento para contrastar la veracidad de las hipótesis emitidas en A.3.

A.5. Realizar el experimento diseñado e interpretar los resultados obtenidos, indicando el campo de validez de las hipótesis contrastadas.

4. APLICACION PRACTICA: CALIBRADO DE UN RESORTE O FABRICACION DE UN DINAMOMETRO.

A.6. Una aplicación práctica del estudio realizado sobre muelles es la posibilidad de medir fuerzas, es decir, de fabricar un dinamómetro. Proceder al diseño de un dinamómetro y construirlo posteriormente.

5. EJERCICIOS DE CONSOLIDACION.

A.7. A partir de la gráfica, calcula lo que pesaría un cuerpo si al suspenderlo del muelle, produjera un alargamiento de 8,6 cm.

A.8. Se determinaron experimentalmente las constantes elásticas de tres resortes, obteniendo los valores siguientes:

$$K = 130 \frac{N}{m}$$

$$K' = 80 \frac{N}{m}$$

$$K'' = 60 \frac{N}{m}$$

¿Cual de ellos se alargará más al suspender un cuerpo de 50 N de peso?. Razona la respuesta.

EL PESO DE LOS CUERPOS SUMERGIDOS: EL PRINCIPIO DE ARQUIMEDES.-Programa-Guía1. INTRODUCCION. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A.1. ¿Qué puede decirse respecto del peso de un sólido que se sumerge en el interior de un fluido?

Con esta actividad se pretende fijar el planteamiento del problema en el alumnado y que, en esencia, les hará pensar que un sólido, total o parcialmente sumergido, en un fluido, parece perder peso o, lo que es lo mismo, que es empujado hacia arriba. El problema consistirá en obtener el valor de la fuerza que el fluido realiza sobre el sólido. Al mismo tiempo conviene fijar el lenguaje utilizado en la clase sobre el problema: el empuje como la fuerza realizada por el fluido sobre el sólido sumergido y el peso aparente del sólido, el que nos marcaría un dinamómetro al suspender el sólido sumergido.

2. EMISION DE HIPOTESIS.

A.2. Para comprender la razón del empuje que experimenta un cuerpo sumergido, considerar inicialmente una cierta masa de fluido en equilibrio, limitada por una supuesta superficie/cerrada como indica la figura 1. Explicar la razón de que dicha masa sometida a la fuerza peso, P_f permanezca en equilibrio.

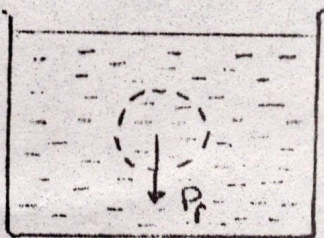


Fig. 1

A.3. Supongamos ahora que el lugar de la masa líquida anterior (A.2) es sustituida por un cuerpo del mismo tamaño y de peso P_c . Considerar las distintas fuerzas que actúan sobre dicho cuerpo y sacar conclusiones.

A.4. Finalmente emitir hipótesis respecto de que dependerá el empuje que sufre un sólido al sumergirlo en un líquido.

3. CONTRASTACION EXPERIMENTAL.

A.5. Diseñar lo más detalladamente posible un experimento para contrastar de forma experimental que el empuje, E , experimentado por un cuerpo sumergido en un fluido es igual al peso de fluido desalojado, P_f

A.6. Proceder a la contrastación experimental obteniendo un número suficiente de medidas para permitir un adecuado tratamiento de los datos e interpretación de los mismos.

4. UNA APLICACION DEL PRINCIPIO DE ARQUIMEDES: LA MEDIDA DE DENSIDADES DE SÓLIDOS Y LÍQUIDOS.

Una vez establecido y verificado el principio de Arquímedes, son posibles nuevas líneas de investigación como la puesta a punto de procedimientos para la medida de densidades de sólidos y líquidos.

A.7. Diseñar algún procedimiento para determinar la densidad de sólidos como p.e. el oro, el cobre, el aluminio, etc. .., basado en el principio de Arquímedes.

A.8. Idem para la determinación de densidades de líquidos como el alcohol, el aceite, etc...

LA TEMPERATURA Y EL CALORPROGRAMA-GUIA1. INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El desarrollo de la ciencia del calor es un ejemplo histórico de como su progreso viene condicionado por la introducción y medida objetiva de una magnitud como la temperatura y su diferenciación, no muy/fácil, del concepto del calor.

A.1. Un primer intento de medir la temperatura de sustancias como el agua fué a partir de la sensación humana de "calor" y "frio". Demostrar experimentalmente que la sensación fisiológica de "caliente" y "frio" no sirve para apreciar cualitativamente la temperatura de un cuerpo.

A.2. - *Exponer algunos de los efectos que produce en los cuerpos el calor.*
A.3. El fundamento físico de la medida de la temperatura hubo que buscarlo en los efectos que produce el calor. Explicar el fundamento del funcionamiento de un termómetro de laboratorio y diseñar la construcción de uno de aquellos.

A.4. Establecer una definición operativa de la temperatura y explicar como podemos proceder a medir la temperatura de un cuerpo.

Clarificado en un primer paso la idea operativa de temperatura y ya sabiendo medirla en casos concretos; pasemos a debatir el problema del calor.

A.5. ¿Qué crees que es el calor?

A.6. ¿Cómo podríamos medir la cantidad de calor que proporciona un mechero?

A.7. Diseñar experimentos para diferenciar entre el calor que absorbe o desprende un cuerpo y su temperatura.

2. EMISION DE HIPOTESIS.

Resuelta la diferenciación entre el calor que pueden dar o absorber los cuerpos y la temperatura a que se encuentran, pasemos a ver de qué factores dependerá el calor desprendido o absorbido por un cuerpo, lo que nos ayudará a realizar su medida experimental, independientemente del foco calorífico utilizado para suministrarlo.

A.8. Emitir hipótesis respecto de los factores de que puede depender el calor absorbido por un cuerpo al variar su temperatura.

3. CONTRASTACION EXPERIMENTAL.

A.9. Diseñar los experimentos necesarios para comprobar las hipótesis emitidas en la actividad anterior. (*gráfica de calefacción del agua*).

A.10. Realizar los experimentos diseñados e interpretar los resultados obtenidos.

(En el análisis se debe cuestionar de qué dependerá la constante de proporcionalidad obtenida: $Q/\Delta t.m = K$)

4. CONSECUENCIAS PRACTICAS.

A.10. Si se considera como patrón de sustancias al agua y que el valor de K para el agua (en la contrastación experimental anterior) es 1, ¿cómo se podría definir la unidad de calor a la que llamamos caloría?

A.11. Introducida la unidad de calor estamos en disposición de medir cualquier cantidad de calor que se dé a una masa de agua. ¿Cómo se podría realizar esta medida?

ESTUDIO DE LA CORRIENTE ELECTRICA (LEY DE OHM) .-Programa-Guía1. INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A.0. ¿Qué entiendes por corriente eléctrica?. Citar ejemplos en los que intuyas la presencia de una corriente eléctrica.

El primer problema que vamos a plantear es como conseguir/ que circule una corriente eléctrica por un hilo conductor. Una vez se tenga resuelto, necesitaremos abordar cuantitativamente este estudio y para ello nos veremos obligados a introducir una magnitud que llamamos "intensidad de corriente" y que tendremos que medir.

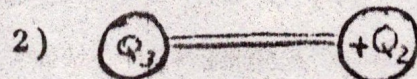
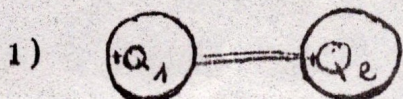
Finalmente, realizaremos una investigación para averiguar/ qué factores pueden influir en la mayor o menor intensidad que puede pasar por un hilo conductor, lo que evidentemente nos dará mayor conocimiento de la corriente eléctrica.

A.1. Citar qué condición es necesaria para que pueda pasar corriente por un hilo conductor.

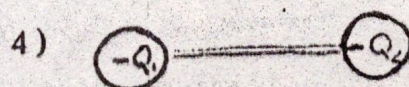
A.2. En los dibujos indicados abajo expresar:

a) si circulará corriente eléctrica entre cada par de esferas, / cuando se unan con un hilo conductor.

b) el sentido de la corriente eléctrica en cada caso.



$$Q_1 > Q_2$$



$$Q_3 = 0$$

A.3. Sugerir algún procedimiento práctico para mantener la circulación de cargas durante un tiempo prolongado.

Ya hemos visto como se puede conseguir una corriente eléctrica de forma estable, conviene que ahora pasemos a introducir una magnitud para medir la cantidad de corriente eléctrica que pasa por un conductor.

2. INTRODUCCION DE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE.

A.4. ¿Cómo podríamos definir una magnitud a la que llamamos intensidad de corriente para establecer la mayor o menor corriente que pasa por un hilo conductor?

A.5. Proceder a dibujar el esquema de un circuito elemental con el fin de poder medir la intensidad de corriente que pasa por aquel. Proceder a su montaje experimental y medir el amperaje del circuito.

3. EMISION DE HIPOTESIS.

A.6. Emitir hipótesis de los factores que pueden influir en la intensidad de corriente que pasa por un conductor.

4. CONTRASTACION EXPERIMENTAL.

A.7. Diseñar un montaje que nos permita establecer la relación entre la intensidad y los factores de que depende según lo indicado en A.6.

- A.8. Proceder a realizar el trabajo experimental diseñado anteriormente y analizar los resultados obtenidos.
- A.9. Dar un significado físico a la constante obtenida en el estudio anterior y justificar su denominación como conductancia y la de su inversa como resistencia eléctrica.

5. PROFUNDIZACION EN EL ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR.

Visto el significado físico de la resistencia eléctrica de un conductor eléctrico, vamos a seguir profundizando en su estudio.

- A.10. Explicar el significado de la frase "la resistencia eléctrica de un hilo conductor es de 1 ohmio".

Comprobada que la resistencia de un conductor es independiente de la intensidad de corriente que circula por él y del voltaje a que están sometidos sus extremos, analizaremos de qué puede depender.

- A.11. Emitir hipótesis respecto de los factores de que puede depender la resistencia de un hilo conductor.
- A.12. Diseñar los experimentos a realizar para contrastar las hipótesis emitidas en la actividad anterior.
- A.13. Realizar los experimentos planificados y proceder al análisis de los resultados obtenidos.
- A.14. Resumir el estudio realizado sobre la corriente eléctrica y aplicarlos a la resolución de los siguientes problemas:
- a) la intensidad de corriente que pasa por una bombilla casera y la resistencia eléctrica de su hilo conductor.
 - b) la resistencia eléctrica de una plancha.

CONTRIBUCION DEL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS GASES AL CONOCIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA .--

PROGRAMA- GUTA

1. INTRODUCCION. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El estado gaseoso es aquel en que las sustancias presentan, sin duda, un comportamiento más simple, por lo que no es de extrañar/ que el estudio de las propiedades de los gases esté íntimamente ligado al desarrollo de las concepciones acerca de la estructura de la materia.

Comenzaremos por una breve descripción de dicho comportamiento.

Descripción del comportamiento de los gases.

A.1. Enumerar los rasgos característicos más significativos del comportamiento físico de los gases.

A.2. Diseñar sendos montajes para mostrar cualitativamente los aspectos más relevantes del comportamiento de los gases.

Interpretación del comportamiento gaseoso: emisión de hipótesis.

A.3. Explicar desde el anterior punto de vista que es la presión de un gas y como la ejerce sobre las paredes del recipiente.

A.4. Dar una explicación, a modo de hipótesis cualitativa, del comportamiento de los gases. Dicho de otro modo, exponer cual podría ser la estructura de la materia en estado gaseoso de forma que se justifique el comportamiento observado.

A.5. Partiendo del modelo propuesto para la estructura de los gases - indicar de que factores dependerá la presión de un gas encerrado/ en un recipiente.

A.6. Acabamos de establecer, a título de hipótesis, que la presión ejercida por un gas conocido en un recipiente es función de una serie de factores. Se trata ahora de profundizar dichas hipótesis, estableciendo -a partir del modelo propuesto para la estructura de un gas- la forma de dicha relación.

2. CONTRASTACION EXPERIMENTAL DE LAS HIPOTESIS EMITIDAS.

Las hipótesis emitidas en el apartado anterior quedan globalizadas en la relación $PV/nT = cte$. Es preciso ahora pasar a contrastar cada una de las relaciones $PV = cte$ (para n y T constantes, es decir, para una cantidad dada de gas y temperatura constante), $P/T = cte$ (para n y V constantes), etc.

A.7. Diseñar un montaje experimental que permita variar la presión y - contrastar la relación $PV = cte$ (para una cantidad dada de gas / y a temperatura constante).

A.8. Proceder a la realización del experimento diseñado y al análisis de los resultados obtenidos.

A.9. Diseñar un montaje experimental que permita contrastar la relación $V/T = cte$ (para una cantidad dada de gas y a presión constante).

A.9. (bis). Se ha procedido a medir el volumen ocupado por una masa/ dada de gas a presi3n constante para distintas temperaturas, ob- teniendo la siguiente tabla de valores:

t/°C	0	10	20	30	40	50	60
V/cc	9100	9430	9770	10100	10430	10800	11100

Proceder al an3lisis de dichos resultados.

3. EJERCICIOS DE CONSOLIDACION.

La actividad que proponemos a continuaci3n persigue favore- cer una completa familiarizaci3n con las leyes establecidas.

A.10. Una cierta masa de gas ocupa 15 litros a 1 atm3sfera de presi3n y 27° C ; Cual ser3 el volumen que ocupa la misma masa a 2 At y/ 327° C

- b) Si el mismo gas del problema anterior se dilata desde las condi- ciones iniciales hasta 30 ℓ , permaneciendo constante la presi3n ; Cual habr3 de ser la temperatura final?
- c) Una cierta cantidad de gas sufre, a temperatura constante, va- riaciones de presi3n y volumen. Completar la table adjunta co- rrespondiente a dicho gas:

P/At	15		5	126	1
V/l	42	14	3		1

- d) Representar los valores correspondientes al problema anterior - en un diagrama P-V y en el diagrama que convenga para obtener - una l3nea recta.
- e) Completar el cuadro adjunto correspondiente a un calentamiento/ a volumen constante.

t/°C	30	40	70
P/At	1.01	1.11	1.21

- f) Representar los valores correspondientes al problema anterior - en el diagrama P-t y en el diagrama que convenga para obtener - una recta que pase por el origen.

CONTRIBUCION DE LA INFORMACION QUIMICA ACUMULADA EN LA EPOCA DE DALTON AL ESTABLECIMIENTO DE LA ESTRUCTURA ATOMICA DE LA MATERIA .-

PROGRAMA - GUIA

1. INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Tal como se ha señalado en la investigación anterior el establecimiento de la estructura atómica de la materia es el resultado, básicamente, del estudio del comportamiento de los gases y de una gran cantidad de información química acumulada a lo largo de siglos.

A.1. Indicar qué aspectos del comportamiento químico de las sustancias apoyan, cualitativamente, una visión atómica de la estructura de la materia.

A.2. Según esta concepción de la estructura de la materia, explicar -- las ideas que se tengan sobre elemento y compuesto e interpretar/ lo que es una reacción química. Poner ejemplos.

2. DEDUCCION DE CONSECUENCIAS A PARTIR DE LA HIPOTESIS ATOMICA.

A.3. Suponiendo que la materia está constituida por átomos, deducir -- consecuencias que puedan ser comprobadas respecto de las masas de sustancias que intervienen en las reacciones. Para ello puede considerarse, a título de ejemplo, la reacción de combustión del -- magnesio en el aire.

3. CONTRASTACION EXPERIMENTAL.

A.4. Diseñar algún montaje sencillo para comprobar lo que sucede con -- la masa en los siguientes procesos químicos:

- la oxidación de un metal como p.e. el hierro

2. Bis. DEDUCCION la combustión de un fragmento de papel.

A.5. Si se acepta la estructura atómica de la materia, explicar qué de -- be suceder con la proporción en masa con que se combinan dos elementos para formar un compuesto. Tomar como ejemplo la combustión del magnesio citada antes.

(Se puede materializar el ejemplo con tornillos y tuercas).

4. CONSTRASTACION EXPERIMENTAL.

A.6. Proponer algún experimento para la comprobación de la ley de las -- proporciones definidas en algún caso concreto, como p.e. la reacción de formación del cloruro de zinc.

A.7. Construir una tabla en la que se reflejen las medidas y cálculos/ a realizar en orden a contrastar la ley de las proporciones defini -- das.

A.8. Realizar la contrastación experimental de la ley de las proporcio -- nes definidas y obtener, en su caso, el valor de la relación cons -- tante así como su significación química.

5. APLICACIONES.

A.9. Obtenida la relación ponderal de combinación entre el zinc y el -- cloro y conociendo que el átomo de Zn pesa, aproximadamente, el -- doble que el de cloro, deducir, de acuerdo con la hipótesis atómi -- ca de la materia, ¿Cuál es la fórmula del compuesto, es decir, -- cuantos átomos de Cl se unen a uno de Zn en el cloruro de zinc?

RESEÑAS BIBLIOGRAFICAS

AEBLI H. (1973)
 "Una didáctica fundada en la Psicología de Jean Piaget"
 (Ed. Kapelusz, Buenos Aires).

BELOUSOV V.A. (1979)
 "Techniques for conducting an experiment in Physics"
 (Physics Educ., 14, pp 384-387).

BOUND, DUNN, KENEDY y TORLEY (1980):
 "The aims of science laboratory courses: a survey of student
 graduates and practising scientists"
 (Eur. J. Sci. Educ., vol. 2, pp 415-428).

CALATAYUD M.L., GIL D. y otros (1979)
 "Trabajos prácticos de Física y Química como pequeñas investigacio-
 nes" (I.C.E. de la Universidad de Valencia).

CALATAYUD M.L., FURIO C. y otros (1980)
 "Trabajos prácticos de Química como pequeñas investigaciones"
 (I.C.E. de la Universidad de Valencia).

CHAREN G. (1970)
 "Do Laboratory Methods Stimulate Critical Thinking"
 (Sci. Educ., 54, pp 267-271).

COLMEZ F., DELACOTE G. y RICHARD J.F. (1978)
 "Statut de l'observation et de l'activité experimentale" chez l'élève"
 (Rev. Franc. Pedagog., 45, pp 55-65).

DEL CARMEN L.M. y otros (1975)
 "Documentación bibliográfica 1- Bases y objetivos de la Enseñanza
 de las Ciencias"(I.C.E. de la UNiversidad Politécnica de Barcelona).

GARCIA J.L. y otros (1980)
 "Experiencias básicas en la enseñanza de las Ciencias de la Naturale-
 za" (I.C.E. de la UNiversidad de Santander).

GIL D. (1982)
 "Evolución de la idea de materia" (I.C.E. de la Univers. de Valencia)

GIL D. (1983)
 "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias"
 (Enseñanza de las Ciencias, Vol. 1, pp 26 33).

GIORDAN A. (1982)
 "La enseñanza de las Ciencias" (Pablo del Río Ed., Madrid).

GUNNING D.J. y JOHNSTONES A.H. (1976)
 "Practical work in the Scottish 0-grade"
 (Educ. in Chem., pp 11-12)

JOHNSTONE A.H. y WOOD C.A. (1977)
 "Practical work in its own right"
 (Educ. in Chem., pp 11-12).

"MANUEL DE LA UNESCO PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS"(1970)
 (Editorial Sudamericana, Buenos Aires).

MCREIRA M.A. (1980)
 "A non traditional approach to the evaluation of laboratory Instruction
 in general Physics courses"
 (Eur. J. Sci. Educ., 2, pp 441-448).

SWAIN L. (1974)
 "Practical objectives a review"
 (Educ. in Chem., sept., pp 152-154 y 156).

TAMIR P., NUSSINOVITZ R. y FRIEDLER Y. (1982)
 "The design and use of a Practical Tests Assesment Inventory"
 (J. of Biol. Educ., Vol. 16, No. 1, pp 42-50).

WHITE R.T. (1979)
 "Relevance of Practical Work to comprehension of Physics"
 (Physics Educ., 14, pp 384-387)

CUADRO III: ASPECTOS DE LA METODOLOGIA CIENTIFICA RECONOCIDOS
POR LOS ALUMNOS AL ANALIZAR UN TEXTO CIENTIFICO.

	<u>BUP (N=318)</u>	<u>COU (N=173)</u>
Planteamiento del <u>pro</u> <u>blema.</u>	36,8 % (2,7)	53,7 % (3,8)
Hipótesis de acuerdo con los conocimientos de la época.	22,6 % (2,4)	34,1 % (3,6)
Nuevas observaciones	8,8 % (1,6)	31,8 % (3,5)
Interpretación según la primera hipótesis.	7,5 % (1,5)	15,0 % (2,7)
Nueva hipótesis de Pascal.	9,7 % (1,7)	32,4 % (3,6)
Diseño del <u>experimen</u> <u>to y realización.</u>	8,5 % (1,6)	23,7 % (3,2)
Análisis y <u>conclusio</u> <u>nes.</u>	5,0 % (1,2)	21,4 % (3,1)