

Hacer y pensar en el laboratorio de química

Resumen: Se propone un tipo de actividades prácticas para el laboratorio de Química de Enseñanza Secundaria, como alternativa a las tradicionales prácticas recetísticas, de desarrollo afín con la metodología científica, que inciden en el aprendizaje de los contenidos procedimentales. Se oferta una amplia gama de modelos de problemas experimentales, de fácil aplicación en la realidad escolar de un centro de secundaria así como las directrices para la creación de nuevos problemas experimentales.

Palabras Claves: Laboratorio, problemas experimentales, contenidos procedimentales.

Introducción

Las prácticas¹ de laboratorio que habitualmente realizan los alumnos, basadas en el seguimiento de un guión cerrado, han sido ampliamente criticadas^[1] mostrándose manifiestamente insuficientes en orden al aprendizaje de buen número de los objetivos escolares clasificados por Bloom y especificados en la gran mayoría de los currículos de ciencias^[2].

Por otro lado, el laboratorio se constituye como el más eficaz recurso para el aprendizaje de la casi totalidad de los contenidos procedimentales^[3] habituales en las etapas de Secundaria y Bachillerato, siempre y cuando las actividades se desarrollen de forma afín con la metodología científica. Esta idea ha sido consensuada por la comunidad educativa y son numerosos los estudios e investigaciones en esta línea, si bien faltan propuestas concretas y realistas para la materialización de esta convicción en la realidad escolar de cada día.

Estudios de sondeo realizados por nuestro equipo para el laboratorio de Física en Bachillerato^[4] revelan que en los últimos años de la década de los noventa la utilización del guión cerrado lo ponen en práctica un 82% del profesorado, de entre los cuales hacen explicación previa de lo que se va a realizar, un 32%, y solo un 16% utiliza guiones que tienen aspectos abiertos en los que el alumno debe especular con sus conocimientos. A su vez, la media en número de experiencias llevadas a cabo a lo largo de un curso académico se cifra entre 6 y 7, para las cuales se utiliza una media de 8 periodos lectivos y siendo éstas, en su mayoría, desarrolladas en utilización cíclica del laboratorio por niveles. Entre los objetivos que dicen perseguir, los profesores declaran mayoritariamente: "Para afianzar conceptos fundamentales", "Para que los alumnos consigan habilidades y destrezas manipulativas", "Para que se familiaricen con las técnicas habituales del trabajo experimental" y "Para que aprendan a tabular y hacer gráficas". Como vemos, una gran mayoría de los contenidos procedimentales del currículo están ausentes.

Por otro lado, el análisis que hemos realizado de 95 materiales bibliográficos de Física (libros de texto, manuales de laboratorio y guiones de prácticas) revelan que la "práctica receta" en la que el alumno sigue ciegamente un guión, está instaurada en un 86 % en los libros de texto, en un 100 % en



Jesús M. Merino
de la Fuente



Francisco
Herrero Mateos

los manuales de los equipos experimentales y en un 84 % en los guiones de laboratorio.

En el primer lustro del presente siglo, la situación ha empeorado en términos generales^[5], ha descendido el interés de los jóvenes por el estudio de disciplinas "duras", entre ellas la Química. Paralelamente, ha disminuido el peso de las materias de ciencias en el currículo de la Enseñanza Secundaria y ello se traduce en una pérdida del nivel de conocimientos científicos de los jóvenes españoles en relación a los jóvenes de otros países, todo lo cual ha quedado ampliamente reflejado en el informe aparecido en el Boletín Oficial del Senado.^[6]

En el caso de las actividades experimentales en el laboratorio de Química, el paisaje es aún más desolador, no solo debido a las razones antes puntadas sino también a que su naturaleza propicia el seguimiento ciego de un guión-receta en el que, si bien se logran con eficacia la ilustración y la adquisición de destrezas manipulativas, están ausentes la mayor parte de los procedimientos presentes en el currículo, tales como el planteamiento y acotación del problema, el manejo de la bibliografía, la emisión de hipótesis, el análisis de resultados, la extracción de conclusiones, la redacción de la memoria científica, etc.

Durante años, nuestro equipo ha diseñado formas alternativas de uso del laboratorio de Física y Química que propicien el aprendizaje de los contenidos procedimentales presentes en el currículo^[4], [7-12] si bien los diseños han presentado serias dificultades de aplicación en la realidad escolar de un centro de secundaria.

En los últimos años venimos trabajando en la puesta a punto de un modo de empleo del laboratorio de Química que supere las dificultades de aplicación, derivadas principalmente de la rigidez del horario de un centro de ESO y Bachillerato, sin menoscabo grave de las virtudes que poseen nuestros anteriores diseños en orden al aprendizaje de contenidos procedimentales. Para ello partimos de la propuesta de Hadden^[13-14] y por aplicación de la técnica de Investigación-Acción a cuatro vueltas durante cuatro años, llegamos al diseño definitivo, el cual denominamos "Resolución de Problemas Experimentales" (RPE). También diseñamos métodos de evaluación de aprendizajes que atendieran a los contenidos que, se supone, aprenden los estudiantes en el desarrollo de este tipo de actividades.

(a) Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad de Valladolid (Facultad de Educación) - 47011 Valladolid
C-e: jema@dce.uva.es

(b) IES Legio VII (León)
C-e: pacoherrerom@ono.com

Recibido 20/11/2006. Aceptado 13/12/2006

¹ En este artículo utilizaremos el término "prácticas" para referirnos con exclusividad al trabajo experimental recetístico, basado en el seguimiento de un guión, que realizan habitualmente los alumnos en la inmensa mayoría de los centros escolares

Finalmente, hicimos un estudio etnográfico del comportamiento de los estudiantes en el contexto escolar creado con objeto de detraer juicios de valor acerca del diseño.

Haremos a continuación una exposición detallada del diseño RPE. La actividad según se describe, fue diseñada en condiciones reales y con las dificultades inherentes a las limitaciones que tiene el trabajo docente en un I.E.S. Teniendo una infraestructura de laboratorio limitado y un horario rígido que se ha de cumplir a lo largo de todo el año.

Condiciones para la aplicación del diseño RPE

- El tamaño de los grupos de alumnos.

El número de alumnos que trabajan simultáneamente en esta modalidad no debe exceder de 21, formado como máximo siete equipos de tres alumnos. Rebasar estas cifras comporta un menoscabo importante de la atención del profesor a cada equipo la cual, como veremos más adelante, sigue un protocolo bastante estricto.

Muy frecuentemente, el número de alumnos de un grupo está entre 30 y 40; ello obliga a desdoblarse el grupo y requerir la presencia de un profesor de desdoble.

- Dotación de material requerida en el laboratorio.

Es la normal de cualquier laboratorio escolar de Física y Química de un centro de Enseñanza Secundaria. No se requiere por tanto, ninguna dotación adicional. Eso sí, la ordenación racional del material y reactivos, que nunca debe faltar en cualquier laboratorio, es aquí imprescindible toda vez que los alumnos requieren unos y otros en función de sus decisiones del momento, y su petición ha de ser atendida sin demora alguna. Por otro lado, el laboratorio ha de disponer de una pequeña biblioteca de textos asequibles para la consulta de datos (por ejemplo, puntos de fusión, masas atómicas, composición química de los reactivos, etc.) y de manejo del instrumental.

- Secuenciación temporal de las actividades.

El número de sesiones puede oscilar, siendo recomendable una sesión cada quince días, lo que suele proporcionar unas 16 sesiones de laboratorio en un curso académico. El tiempo correspondiente a cada sesión coincide con el de una sesión lectiva normal, esto es, 50 minutos. Durante este tiempo, los alumnos resuelven el problema y cumplimentan la ficha. Posteriormente, el profesor corrige y valora el contenido de las mismas en orden a la evaluación de los alumnos. Las actividades RPE pueden y deben iniciarse desde el principio del curso y la temática de los problemas experimentales propuestos se ha de corresponder con la materia tratada previamente en el aula.

Las fichas de trabajo

Las actividades RPE tienen como base un sencillo documento que, a modo de ficha de trabajo, plantea el problema y dirige en gran medida las actividades de aprendizaje de los alumnos. A modo de ejemplo, se incluye al final de este artículo el anverso y el reverso de una de estas fichas.

El *anverso* está encabezado por un recuadro en el que se identifica a los alumnos que han realizado la actividad, así como la fecha de realización de la misma. A continuación una o varias frases sirven de introducción al problema que van a resolver, con ello se trata de motivar y orientar a los alumnos y de conectarles con la experiencia cotidiana. Por ejemplo en los problemas de cristalización se les recuerda que ese es el proceso básico de las fábricas azucareras, o en problemas de ácido-base se cuestiona la autenticidad de una etiqueta alimentaria correspondiente a un vinagre comercial.

A continuación viene el problema que han de resolver. Se ha de redactar de forma clara y sencilla, pero también motivadora, de forma que al alumno se le oriente a actividades de la vida cotidiana, siempre que esto sea posible. Así en algunos problemas de disoluciones se les pone en el lugar de un voluntario que en África tiene que preparar sueros para ayudar a cuidar a niños deshidratados o bien un bodeguero tramposo que quiere preparar vino con un alcohol barato. Esto se debe realizar siempre que sea posible y no desoriente la resolución del mismo complicándola innecesariamente.

Se suele añadir a continuación una ayuda que da datos necesarios u orienta para la resolución del problema. Así en las disoluciones en que interviene el alcohol se les da la densidad de los distintos alcoholes que intervienen en las operaciones que han de hacer. No es conveniente dar los datos justos, más bien se les debe dar varios valores, de los cuales ellos han de hacer uso nada más que de aquellos que les sean necesarios. Con ello se promueve la adquisición de destrezas referentes al análisis de datos y premisas y también a la discusión en equipo y la toma de decisiones.

En el apartado "TU PLAN" se pide que expliquen, lo que creen que deben hacer para resolver el problema. Es un recuadro vacío para que los alumnos escriban a modo de proyecto lo que han de hacer y los instrumentos que van a necesitar. Al final del cuadro hay una nota que les indica que si no lo saben resolver revisen las ayudas y si aún no lo consiguen, después de haberlo intentado, que recurran al profesor para que les dé alguna pista. Con esto se pretende forzar a que los alumnos sean los que resuelvan el problema y que se empeñen en ello, orientándoles a las ayudas que les pueden dar alguna luz para la solución. Esto permite al profesor saber si realmente han elaborado una hipótesis razonable para la resolución del problema antes de darles los materiales con los que realizar la parte experimental. El valor didáctico de este cuadro es incuestionable, toda vez que en él quedan plasmadas las indagaciones, deliberaciones y decisiones de los alumnos así como las hipótesis de trabajo que han elaborado. Por otro lado cumple la doble función de, primero, evaluar sobre la marcha la viabilidad de las hipótesis dando opción a que el profesor reconduzca situaciones que de otro modo desembocarían en el fracaso y, segundo, es un documento escrito que permite evaluar los aprendizajes de contenidos procedimentales del tipo "análisis de datos", "consideración de premisas", "discusión en grupo", "elaboración de hipótesis", "diseño experimental", "planificación del trabajo", etc.

En el último cuadro se les indica lo que deben hacer después de haber escrito el plan de acción.

El *reverso* tiene seis apartados que el equipo de alumnos ha de cumplimentar después de haber acabado la actividad. Esto va a sustituir al informe final del trabajo experimental². La comunicación de los resultados es muy importante dentro del trabajo científico, sin embargo el hacer un informe final es

Hacer y pensar en el laboratorio de química

algo tedioso y complicado para los alumnos. El reverso de la ficha contiene, en forma de seis cuestiones, las fases que estructuran el desarrollo de todo proceso científico y a su vez, su cumplimentación obliga a que el alumno ordene los elementos de su informe a la usanza científica. Así, inconscientemente se ejercita en la redacción de este tipo de textos (lo cual constituye un importante contenido procedimental) y se familiariza con la metodología científica. Se pretende además que al rellenar los apartados, los alumnos recapaciten sobre lo que han hecho:

El primero es una pregunta: "*¿En qué consiste el problema que has resuelto? Explicalo en pocas palabras.*" Se les induce así a que recapaciten y relacionen el contenido teórico con lo que han manipulado en la parte práctica. Con su lectura es posible saber si el grupo ha entendido y aprendido el trasfondo teórico que subyace en la resolución del problema propuesto. Para ello es necesario que los alumnos no copien literalmente el problema que se les propone y que lo redacten de forma diferente a cómo se les da.

El segundo y tercer puntos piden que se escriba sobre el "*material que han necesitado*" y "*qué manipulaciones y operaciones efectuaron*". Con esto se pretende que los alumnos describan y conozcan el material utilizado y que recapaciten sobre las manipulaciones realizadas. Este apartado lo cumplimentan correctamente la mayoría de las veces. Aunque es una repetición de lo que ya consignaron en "TU PLAN" es interesante para ver si hubo tomas de decisiones durante la experimentación, si emplearon todos los aparatos solicitados o si tuvieron que pedir más a medida que avanzaba el trabajo. Aquí interesa también que no copien literalmente lo que ya escribieron, y que den explicación de qué material del pedido emplearon y si solicitaron más, si la elección fue acertada y si hubiesen alcanzado mejores resultados por otro camino.

En el cuarto se les pide que expresen los "*cálculos*", siempre sencillos, que han tenido que realizar, resaltando los resultados. Con ello, lo que se pretende es entrenarles en el rigor del lenguaje matemático y su importancia en todo informe científico. Además sirve para que el profesor pueda corregir y comprobar si los cálculos son correctos.

Sabemos por experiencia que los alumnos se quejan de tener que cumplimentar este apartado argumentando que eso ya lo han hecho en el anverso al resolver el problema. Ante ello, el profesor debe insistir sobre su necesidad. Al igual que en los dos anteriores, no se trata de una mera copia de lo que hicieron en "TU PLAN", sino de una reflexión tras haber realizado la experimentación acerca de si lo que habían calculado inicialmente es lo que al final obtuvieron, o si fue necesario hacer nuevos cálculos sobre la marcha para determinar con más exactitud lo que hicieron (así por ejemplo, cuando realizan una disolución de concentración determinada la masa de soluto calculada no puede ser dosificada con total exactitud y es necesario recalcular la concentración tras pesar el soluto para conocer la concentración exacta resultante).

En el quinto punto se les pide que indiquen las "*conclusiones a que han llegado*". En este apartado deben resumir y

sintetizar lo que han hecho y cómo lo han hecho. A veces cuando el problema es sencillo, todo consiste en indicar lo que les ha parecido la actividad. En cualquier caso se les pide una opinión del grupo.

Por último, en el apartado sexto, se les pide que "*propongan un problema parecido al que han hecho y que les parezca mejor o más bonito*". En este apartado se pretende inducir a los alumnos a la extracción de conclusiones finales y la emisión de juicios de valor, lo que exige que los aprendizajes precedentes sean realmente significativos. De hecho se constata que en los trabajos sencillos proponen problemas muy originales y creativos: Así, por ejemplo, en los primeros, de manipulación de la balanza, proponen ideas como: "*¿Qué pesa más un anillo o dos pendientes?*" Sin embargo cuando el problema trata un tópico difícil, los alumnos proponen problemas que no están relacionados con el que se propone. Así en la valoración ácido base, propusieron: "*¿Cómo hallarías el pH de un ácido bromhídrico?*"

Resumiendo, el reverso de la ficha pretende por una parte sustituir el cuaderno tradicional de prácticas y por otra, orientar la estructura del informe hacia el formato de un informe científico. Las cuatro primeras preguntas les sirve para recapacitar individualmente y llegar a acuerdos que les permitan llegar a las conclusiones. Al pedirles que propongan un problema semejante al propuesto, se pretende que se esfuercen en la reflexión. Solamente cuando tienen las cosas claras son capaces de proponer un problema creativo y original. De esta manera se crean las situaciones de aprendizaje de contenidos procedimentales importantes, tales como: "análisis de resultados", "extracción de conclusiones", "elaboración de juicios de valor", "redacción de la memoria científica", etc.

Evaluación

La evaluación de los aprendizajes en el contexto del diseño RPE se corresponde obviamente con los objetivos de aprendizaje, y dado que estos atienden de forma preferente a los contenidos procedimentales, es precisamente este tipo de aprendizajes el objeto primordial de evaluación.

Son dos los procedimientos que ha de emplear el profesor para tal fin: Observación y valoración de las fichas cumplimentadas.

La *observación* se realiza durante el transcurso de la actividad en el laboratorio y ha de hacerse metódicamente, fijando previamente varios focos de atención:

a) Habilidades de trabajo en grupo (discusión constructiva, lenguaje científico, reparto de tareas, colaboración, adopción de acuerdos, etc.).

b) Destrezas manipulativas (manejo correcto del instrumental, respeto a las normas de seguridad, optimización de errores, orden y metodismo, etc.).

En cuanto a la valoración de las fichas cumplimentadas, el hecho de estar parceladas permite valorar con la escala tradicional de 0 a 10 sus distintos apartados y evaluar de forma concreta muchos tipos de aprendizajes, así, la valoración del apartado "TU PLAN" permite evaluar aprendizajes del tipo "identificación de problemas", "emisión de hipótesis", "relaciones entre variables", "diseño experimental", "análisis de material escrito o audiovisual", "búsqueda de información", etc.

La valoración de los apartados del reverso de la ficha permite evaluar aprendizajes del tipo "observación científica", "medición", "clasificación y seriación", "transformación e

² Los informes finales de las "prácticas-receta" tradicionales no son sino copias, en el mejor de los casos, convenientemente maquilladas del guión. Esta es una realidad asumida por todos los profesores quienes por ello, dan muy poco o nulo valor a dichos informes. El resultado es que, en este contexto, la redacción del informe es una tarea estéril tanto para los alumnos como para el profesor.

interpretación de datos", "análisis de datos", "elaboración de conclusiones" etc.

Los problemas experimentales

El tema objeto de un Problema Experimental Químico ha de ser relevante en el currículum de la asignatura y promover el aprendizaje de conceptos y procedimientos, y en cualquier caso, ha de plantear un desafío a la inteligencia. Su temática puede versar sobre:

- Tópicos sencillos manipulativos que promueva el adiestramiento en el manejo de algún aparato o técnica (p.e., manejo de la pipeta, transvase cuantitativo de sustancias, obtención de disoluciones de determinada concentración, etc.) o la adquisición de alguna destreza propia del trabajo experimental (p.e., limpieza y orden, seriación, tabulación, observación, etc.).
- Cuestiones del currículo (p.e., ácido-base, oxidación-reducción, solubilidad, etc.).
- Tópicos de cierta dificultad, importantes en el desarrollo cognitivo de la Química, como puede ser la cantidad de sustancia, el concepto de mol, la reactividad, etc.

Es interesante que aparezcan redactados con conexiones a la vida real y con connotaciones de ciencia-tecnología-sociedad.

Además, para que un tema pueda ser presentado como actividad RPE, ha de cumplir una serie de condiciones: [15]

- Ha de poderse realizar con el material experimental disponible en el laboratorio.
- Ha de comportar actividades de indagación y decisión.
- Ha de ser asequible conceptualmente al alumno.
- Ha de ser realizable en un período de tiempo no superior a un período lectivo de aula normal. Aunque ya hemos comentado que por la estructura de las fichas entregadas se puede retomar lo hecho en la sesión anterior, pero es ideal que los alumnos puedan acabar lo empezado en la sesión. Salvo, como ya dijimos, cuando el problema no esté integrado en el currículo, que serán necesarias, al menos, tres sesiones.
- El tema elegido debe poner en juego fases del método científico como la emisión de hipótesis, diseño experimental, realización de experimentos y análisis, discusión y presentación de los resultados.
- Ha de resultar un problema semiabierto, un pequeño desafío, que obligue a poner en juego conocimientos y destrezas. En ningún caso la solución ha de ser obvia ni ha de poderse conocer el resultado aplicando un algoritmo.

Propuesta de Problemas Experimentales de Química

Se incluye a continuación una serie de problemas experimentales de fácil aplicación en el currículum de Química de ESO y Bachillerato con niveles de dificultad diversos, que pueden servir de orientación a cuantos profesores quieran utilizar nuestro diseño RPE. Al propio tiempo esperamos que sirvan de modelo para la creación de nuevos problemas. En los enunciados no se incluyen las ayudas, toda vez que ello es

decisión de los profesores, en función de las circunstancias en que vayan a ser propuestos.

Pesada

- ¿Cómo puedes saber lo que pesa un alfiler?
- ¿Cómo puedes saber la masa de una hoja de papel de 40 cm de lado?
- ¿Cómo puedes saber la masa de un metro cuadrado de papel?

Medida de volúmenes y masas

- Debes encontrar cuál tiene más volumen: la gota de una bureta o de una pipeta.
- Debes encontrar cuánto gas se desprende en la disolución de una tableta de vitamina C efervescente.
- Debes encontrar qué masa de agua es capaz de absorber una muestra de 100 g de silicagel completamente seco.
- Debes encontrar qué masa tiene una gota de alcohol de 90°.

Determinación de densidades

- Debes encontrar la densidad que tiene una moneda de 1 peseta.
- Debes encontrar la densidad de la glicerina.
- Debes encontrar la densidad de un alcohol de 96°
- Debes encontrar la densidad que tiene una chapa homogénea de cinc

Cantidad de sustancia

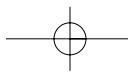
- Debes preparar una disolución acuosa que tenga 6,022 trillones ($6,022 \cdot 10^{18}$) de moléculas de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) en 100 ml de agua.
- Debes preparar una disolución acuosa que tenga 602.200 billones de moléculas de alcohol etílico o etanol en 10 ml de agua.
- Debes preparar una disolución acuosa que tenga 6.022 billones ($6,022 \cdot 10^{15}$) de iones de sodio y de cloruro por cada 20 g de agua.

Preparación de disoluciones

- Eres un bodeguero tramposo y quieres preparar un vino de 12° para lo que dispones de un alcohol muy barato, en la etiqueta del mismo tiene los siguientes datos: 90° y densidad 0,84 g/cc
- Eres un voluntario en un hospital de África en el que se acaba el suero y hay muchos niños deshidratados, es necesario preparar una disolución con una concentración de 0,5 mol/L de cloruro sódico
- Eres un comerciante y quieres preparar 500 cc de un vinagre de concentración 0,5 M. Dispones de un ácido acético del 99,5 % de riqueza y densidad 1,051 g/cc.

Cristalización

- Dispones de sulfato de cobre (II) pentahidratado mezclado con arena, que es totalmente insoluble en agua. Has de



Hacer y pensar en el laboratorio de química

separar la sal de la arena y calcular el rendimiento final de la purificación, es decir la cantidad de sulfato de cobre (II) obtenido de cada 100 gramos de mezcla.

- Dispones de azúcar (sacarosa, $C_{12}H_{22}O_{11}$) sucia y la has de obtener pura.
Has de calcular el rendimiento final de la purificación, es decir el porcentaje de azúcar obtenido de cada 100 gramos de mezcla.
- Se te ha entregado una muestra que contiene cloruro amónico y polvo de carbón. Has de separar ambos por dos procedimientos distintos.

Acido-base

- Se te van a dar cuatro disoluciones con las etiquetas X, Y, Z y T, en ellas habrá una disolución de un ácido fuerte, otra de una base fuerte, y las otras serán neutras, y no necesariamente en ese orden. Has de encontrar al menos cuatro modos distintos para encontrar cuál es el ácido y cuál la base.
- Te van a dar tres pastillas blancas, una de ellas es una aspirina, has de indicar al menos 4 métodos para diferenciar la aspirina de los otros productos que son neutros o básicos.
- Los tres tubos etiquetados como A, B y C contienen diferentes disoluciones diluidas de ácido clorhídrico.
¿Puedes colocar las tres disoluciones en orden creciente de concentración usando una disolución de hidróxido de sodio de concentración conocida, p.ej. 0,1 M?
- Te han vendido un vinagre y en su etiqueta pone que tiene

6° ó el 6% de acidez, ¿cómo podrías saber si es cierto o falso?

- Debes preparar disoluciones de pH 2, 4, 9, y 12, para lo que dispones de HCl y NaOH, ambos de concentración 0,1 M. Además debes indicar cómo verificarás que esas disoluciones tienen ese pH indicado.
- En los tubos A, B y C hay un ácido monoprotico (HA), uno diprotico (H_2A) y uno triprotico (H_3A), no necesariamente en este orden, los tres a concentración 0,1 M. Has de identificar dónde está cada uno.

Oxidación-reducción

- Debes cambiar el color de una disolución de sulfato de cobre (II)
- Has de comprobar la fórmula del agua.
- Tienes que encontrar el nombre del metal cuya muestra sólida se te ha proporcionado.
- Usando los materiales que se te han proporcionado (bar-niz, pintura, aceite, etc.), debes buscar la mejor manera de proteger contra la corrosión una lámina de zinc sumergida en la disolución azul.
- Debes determinar la molaridad de una disolución de permanganato potásico.

Compuestos inorgánicos

- Dos de los cuatro sólidos que se te han proporcionado son marcadamente iónicos y los otros dos son acusadamente

EQUIPO: _____ FECHA: _____ PROYECTO: _____
 NOMBRE Y APELLIDOS: _____
 NOMBRE Y APELLIDOS: _____
 NOMBRE Y APELLIDOS: _____



EL PROBLEMA:

Has de preparar 250 cc de un vinagre de concentración 0,5 M. Se dispone en el laboratorio de un ácido acético del 99,5 % de riqueza y densidad 1,051 g/cc

NOTA: Puedes emplear libros de texto, libros de datos o las notas de Química que desees



AYUDA:

El ácido acético ($H_3C-COOH$) tiene de masa molecular 60 u.m.a.
 El vinagre es ácido acético diluido.



TU PLAN:

ESCRIBE BAJO ESTA LÍNEA TU PLAN PARA LO QUE QUIERES HACER:

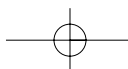
NOTA:

Si no tienes ideas para un plan después de haberlo pensado, revisa la sección de ayudas, y si aún no encuentras ninguna solución, puedes preguntar a tu profesor para que te dé alguna pista.



DESPUÉS DE HABER ESCRITO TU PLAN:

1. Pregunta a tu profesor para que por seguridad, revise tu plan.
2. Decide qué aparatos necesitarás y pregunta a tu profesor por ellos.
3. AHORA EMPIEZA TUS EXPERIMENTOS.





1. ¿En qué consistía el problema que has resuelto? Explícalo brevemente.



2. Material que has necesitado.



3. ¿Cómo lo has ejecutado? ¿Qué manipulaciones u operaciones habéis realizado?



4. Cálculos que has tenido que realizar (resalta los resultados):



5. ¿A qué conclusiones habéis llegado?



6. Propón un problema parecido, que te parezca mejor o más bonito que el que has resuelto.

covalentes. Has de distinguir entre unos y otros.

- Las disoluciones de los tubos A, B, C y D contienen nitrato de cobre (II), sulfato de magnesio, cloruro de bario y sulfato de cobre (II), no necesariamente en ese orden. Has de encontrar dónde está cada uno.
- Los tubos A, B y C contienen nitrato de plata (I), yoduro de sodio y cloruro de cinc, no necesariamente en ese orden. Dispones además de disolución de cloruro sódico. Has de encontrar dónde está cada compuesto.
- Las muestras sólidas A, B y C son un nitrato, un cloruro y un carbonato, no necesariamente en ese orden. Dispones de disoluciones de ácido sulfúrico y de hidróxido de calcio. Has de identificar cada uno de los tres sólidos.

Compuestos orgánicos

- Los tubos A, B y C contienen hexano, hexeno y etanol, no necesariamente en ese orden. Has de identificar dónde está cada uno.
- Las muestras A, B y C contienen glucosa, fructosa y sacarosa, no necesariamente en ese orden. Has de identificar cada una.
- Has de encontrar el número de moléculas de jabón que hay en la muestra que se te entrega. Dispones para ello de disolución de hidróxido cálcico 0,5 M y de ácido clorhídrico 0,1 M

Agradecimientos

Esta investigación forma parte de la tesis doctoral titulada "Los Problemas Experimentales de Química en el currículo del Bachillerato", realizada por Francisco Herrero bajo la dirección del Dr. J. Mariano Merino en la Universidad de Valladolid. Los autores agradecen a las instituciones públicas: Ministerio de Educación y Cultura y Junta de Castilla y León por las ayudas recibidas para el desarrollo de la mencionada tesis.

Bibliografía

- [1] Payá, J. "Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Física y la Química: un análisis crítico y unapropuesta fundamentada" Tesis doctoral, Depto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Univ. de Valencia. **1991**
- [2] Fernández, E., *Bordón*, **1978**, 221, 5-15
- [3] Pro de, A. *Ens. Cien.*, **1998**, 16 (1), 21-42
- [4] García, P. "Los trabajos prácticos de Física en el modelo constructivista: desarrollo y evaluación" Tesis doctoral. Depto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Univ. Valladolid **1998**.
- [5] Merino, M., *Ens. Cien.*, **2002**, 20 (1), 185-190
- [6] Senado Español, *Bol. Of. Senado*, **2003**, 660, (www.senado.es/legis7/public/bocg.html)
- [7] García, P, Merino, M. e Insausti, M.J. en "Investigación e innovación en la Didáctica de las Ciencias" Univ. Autónoma de Barcelona, 505, **1997**
- [8] Insausti, M.J. y Merino, M., *Ens. Cien.*, **1999**, 17 (3), 533-542
- [9] Merino, M., Bustamante, I., García, P. e Insausti, M.J. **1995** en *5º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física*. Univ. Santiago de Compostela. 105-106
- [10] Merino, M. y Pérez, P. **1995** en *5º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física*. Univ. Santiago de Compostela. 103-104
- [11] Merino, M. y Pérez, P. **1997** en "Investigación e innovación en la Didáctica de las Ciencias" Univ. Autónoma de Barcelona, 505
- [12] Merino, M. e Insausti, M. **2000** *Invest. em Ensino de Ciências*. 5(2) (www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm)
- [13] Hadden, R.A. "Problem solving at the bench: 100 Mini-projects in Chemistry for 14-16 year olds". Centre for Science Education. Univ. Glasgow. Ed. Royal Society in Chem. **1991**
- [14] Hadden, R.A. "Problem solving at the bench: 50 Mid-projects in Chemistry for 16-18 year olds". Centre for Science Education. Univ. Glasgow. Ed. Royal Society in Chem. **1992**
- [15] Tamir, P. y García, M.P., *Int. Jour. Sci. Ed.*, **1992**, 14 (4), 381-392