

***La aplicación de las Situaciones
Problemáticas Experimentables
(SPE) como estrategia didáctica en el
aprendizaje de la Química***

Guía para el docente

Prof. Emy Soubirón

2005

Proyecto año sabático

INDICE

Primera Parte

1.- Aspectos Generales

- 1.1.- ¿ Porqué surge esta guía ?
- 1.2.- ¿ Cómo esta concebida esta guía ?
- 1.3.- ¿Cuál es el propósito de esta guía de actividades ?
- 1.4.- ¿ Cómo debe usarse la guía ?
- 1.5.- A modo de reflexión

2.- Algunos antecedentes vinculados a la propuesta a realizar

3.- A modo de introducción

- 3.1.- Vincular la química con la vida cotidiana ¿ Para qué ?
- 3.2.- ¿ Qué pasa hoy en nuestro sistema educativo ?
- 3.3.- El aporte desde la Didáctica de las Ciencias
- 3.4.- Un aporte a la Didáctica de la Ciencia
- 3.5.- ¿ Porqué las SPE se consideran una estrategia didáctica ?
- 3.6.- ¿ Cómo utilizar las SPE ?
- 3.7.- ¿ Qué etapas implica la implementación de las Situaciones Problemáticas Experimentables y cuáles son sus principales características ?
 - 3.7.1.- Etapa preactiva
 - 3.7.1.1.- Presentación de la modalidad de trabajo al grupo
 - 3.7.1.2.- Producción de cada subgrupo o individuo
 - 3.7.1.3.- Modalidades de evaluación
 - 3.7.1.4.- Modalidades de presentación de resultados
 - 3.7.1.5.- Tiempo disponible para la resolución de la SPE
 - 3.7.2.- Etapa activa
 - 3.7.3.- Etapa postactiva
 - 3.7.4.- Etapa de devolución o de retroalimentación

4.- ¿ Porqué plantear el aprendizaje de las ciencias desde las SPE ?

- 4.1.- Desde el punto de vista del estudiante
 - 4.1.1.- ¿ Cómo se desarrolla ese proceso metacognitivo a través de las SPE ?
- 4.2.- Desde el punto de vista del docente
 - 4.2.1.- ¿ En qué medida se ajustan las SPE a las líneas prioritarias de la Didáctica de las ciencias propuestas por Sanmartí ?
- 4.3.- Desde el punto de vista de la estrategia didáctica como innovación
- 4.4.- Algunos inconvenientes asociados a las SPE

5.- Algunas consideraciones teóricas

- 5.1.- La educación del futuro
- 5.2.- Algunas posturas pedagógicas desde las cuales abordar el aprendizaje de las ciencias en la vida cotidiana
 - 5.2.1.- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)
 - 5.2.2.- Investigación Dirigida (ID)
 - 5.2.3.- Enseñanza para la Comprensión (EpC)
 - 5.2.4.- Ciencia / Tecnología / Sociedad (CTS)
 - 5.2.5.- Temas Transversales en la Enseñanza de la Ciencia (TT)
 - 5.2.6.- Situaciones Problemáticas Experimentables (SPE)
 - 5.2.6.1.- ¿Cuál es el modelo educativo en que se enmarcan las SPE ?
 - 5.2.6.2.- ¿ Qué aspectos abarcan los objetivos planteados ?
 - 5.2.6.3.- ¿ Cuáles son las condiciones deseables para su óptima implementación ?
 - 5.2.6.4.- ¿ En que etapas se desarrollan las SPE ?
 - 5.2.6.5.- ¿ Cómo podrían clasificarse las SPE?
 - 5.2.6.6.- ¿ Cómo podrían temporalizarse las SPE ?
 - 5.2.6.7.- Diferentes grados de ajuste de las posturas metodológicas analizadas con relación a las SPE

6.- Aspectos relacionados a la evaluación de las SPE

- 6.1.- ¿ Qué evaluar en el estudiante a través de las SPE ?
- 6.2.- ¿Cuándo evaluar la actividad desarrollada ?

6.2.1.- Durante la fase preactiva

6.2.2.- Durante la fase activa

6.2.3.- Durante la fase postactiva

6.3.- ¿Cómo evaluar la actividad?

7.- Bibliografía

Segunda Parte

1.- Algunos comentarios a compartir

2.- Riesgos específicos

3.- Frases de Seguridad

4.- Grados de Peligrosidad

5.- Iconos o pictogramas

6.- Actividades

6.1.- ¿ Cómo se puede obtener el azúcar que consumimos ?

6.2.- ¿ Cómo construir y utilizar un polarímetro casero ?

6.3.- ¿ Puedo saber cuánta proteína tiene la clara de huevo ?

6.4.- ¿ Puedo comparar cuánta nicotina consumo al fumar un cigarrillo común, uno light o uno ultralight ?

6.5.- El plomo en nafta ¿ un fantasma en agonía ?

6.6.- ¿ Qué compuestos hay en el vino ?

6.7.- ¿ Porqué “se pica” el vino ?

6.8.- ¿ Cómo transformar el aceite de la fritura en combustible para el auto ?

6.9.- ¿ Cómo fabricar “botones de leche” ?

6.10.- ¿ Cómo fabricar pintura y pegamento en casa ?

6.11.- ¿ Qué cantidad de azúcar tiene un refresco ?

6.12.- ¿ Nos comemos un caramelo ?

6.13.- ¿ Cómo actúa la química en el cabello ?

6.14.- ¿ Cómo obtener manteca a partir de chocolate ?

6.15.- ¿ Cómo fabricar un “ jabón de chocolate” ?

6.16.- ¿ Cómo obtener aceite a partir del maní ?

6.17.- ¿ Cuánta vitamina C tiene el jugo de limón ?

6.18.- ¿ Porqué tomar el jugo natural de limón al momento de prepararlo?

6.19.- ¿Qué podemos fabricar con resinas?

6.20.- ¿ Cómo saber si un producto es ácido o básico?

- 6.21.- ¿Cómo diferenciar una tela natural de una artificial?
- 6.22.- ¿ En qué consiste un “analizador de aliento” ?
- 6.23.- ¿ Reciclamos el papel ? Una alternativa a la contaminación ambiental
- 6.24.- ¿ Aguas contaminadas con cromo ?
- 6.25.- ¿Cómo reconocer los diferentes tipos de clorofilas presentes en una planta?
- 6.26.- ¿ Cómo utilizar la electroforesis en la separación de los componentes de una mezcla?
- 6.27.- ¿ Común o light ?
- 6.28.- ¿ Qué procesos se dan en la fabricación del pan?

Primera Parte

1.- Aspectos generales

El diccionario de la Real Academia Española define la palabra *guía* de muchas formas, la que más se acerca en este caso es “... *lista impresa de datos o noticias referentes a determinada materia* ”¹. No es la intención de esta guía – así llamada a falta de un término más adecuado – ser un conjunto de “datos referentes a la materia” cerrados, inflexibles, acabados, no perfeccionables, sino todo lo contrario, solo pretende ser una “ *lista impresa de datos* ” adaptables, contextualizables, mejorables, perfeccionables en función de la situación a trabajar. Sí pretende ser un conjunto de ideas, que faciliten la tarea de enseñanza y el proceso de aprendizaje sin perder de vista el carácter dinámico de la misma y la re-construcción implícita en el proceso.

La guía de actividades propuesta tiene el valor de ser “hecha en Uruguay” y probada en él, por docentes del medio, estudiantes y egresados del IPA en la especialidad Química. Va dirigido a los docentes de nuestro medio, a los efectos de facilitar la tarea de optimización de su labor docente, especialmente, como una posible herramienta de trabajo en clase.

1.1.- ¿ Por qué surge esta guía ?

Porque en los últimos años, los programas de Química de los diferentes cursos del primer y segundo ciclo de educación media, han ido sufriendo cambios a través de las sucesivas revisiones que todo currículo debe sufrir. Esos ajustes periódicos responden cada vez más – al menos en su intención – a las necesidades de los estudiantes como sujetos inmersos en una sociedad de cambios permanentes.

Muchos de los programas antes mencionados – si no todos – hacen referencia a la aplicación de la Química a la vida cotidiana, a situaciones problemáticas de la vida real. Sin embargo, en el aula, a la hora de los planteos de problemas de lápiz y papel, con las características que sea – en general cerrados y de respuesta única – o de actividades prácticas, en general de “técnicas repetitivas”, queda de lado la vida cotidiana. Habitualmente se cae en la propuesta de situaciones hipotéticas, descontextualizadas y abstractas difíciles de interpretar y de aplicar por parte del estudiante.

¹ Diccionario de la Lengua Española , Real Academia Española, XXI edición, Madrid, 1992.

Esos cambios en los programas no siempre han ido acompañadas por una bibliografía de apoyo específica para el curso práctico. Si bien es abundante la bibliografía recomendada en el área de la Química y de la Didáctica de las Ciencias, los docentes que trabajan con esos programas consideran que existen carencias en relación a las aplicaciones posibles, concretas y ajustadas a los objetivos propuestos.

Es necesario adaptar en la bibliografía disponible el vocabulario, las técnicas, los productos a emplear, los procedimientos, las escalas, las unidades, etc. de los textos disponibles - en general de otros países- y muchas veces al poner en práctica tales procedimientos, los resultados esperados no se producen.

Toda esa labor de ajuste a partir de técnicas de textos recomendados, más el aporte personal y grupal, la han realizado los estudiantes antes mencionados y son la “materia prima” de ésta guía de aplicaciones de la Química a diversas áreas en relación a situaciones de la vida cotidiana.

1.2.- ¿ Cómo está concebida esta guía ?

La producción se divide en dos parte.

En la *Primera Parte* se analizan aspectos teóricos y metodológicos vinculados a la estrategia propuesta. Con ese propósito se citan algunos antecedentes que dan cuenta de actividades similares trabajadas en otros ámbitos, niveles, países, sin un carácter exhaustivo. Esas referencias apuntan no solo a los aspectos metodológicos vinculados a la estrategia sugerida sino también a la temática que aborda, relacionada a hechos de la vida cotidiana, enfocados desde las ciencias experimentales.

Se da cuenta de algunas posturas de la Didáctica de las Ciencias de vigencia en la actualidad, que constituyen el marco de referencia de la propuesta de estrategia de trabajo planteada. Es el caso del enfoque que vincula la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS), del enfoque a través de Temas Transversales (TT), de la propuesta de aprendizaje por Investigación Dirigida (ID), de la Enseñanza para la Comprensión (EpC) y del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

En esa primera parte de la guía también se realiza una descripción de las características de la estrategia planteada que apuntan a visualizar las fortalezas y las debilidades de la misma, su temporalización, una forma de evaluación sugerida, la forma de abordarla desde lo individual o lo grupal, entre otros aspectos.

La *Segunda Parte* de esta producción es una guía de trabajo que tiene como base una compilación sistematizada de situaciones problemáticas experimentables realizadas por estudiantes del Instituto de Profesores Artigas (IPA), en los cursos de Organización de Laboratorio de la especialidad Química y Taller de Ayudantes Preparadores de Química, así como en el Liceo N° 35 Instituto Alfredo Vázquez Acevedo (IAVA) en Bachillerato Diversificado, con aportes personales. Los trabajos en el IPA estuvieron bajo la supervisión de quien realiza la guía, en tanto se desempeñó como docente de los cursos citados durante los años 2000 a 2004, así como algunos de los trabajos del IAVA (1998-2004) ya que en esa Institución existe un equipo de docentes que utiliza dicha estrategia didáctica

En el desarrollo de las diferentes actividades propuestas, se plantean preguntas. Algunas de esas preguntas son respondidas y apuntan a detallar los materiales, los productos, los equipos a utilizar o las medidas de seguridad a adoptar, vinculadas a las actividades de laboratorio propiamente dichas. Otras de esas preguntas quedan planteadas y pretenden promover el espíritu investigador del estudiante guiado por el docente. Cada propuesta de actividad va acompañada de la bibliografía o de las páginas de Internet consultadas para su elaboración.

1.3.- ¿Cuál es el propósito de esta guía de actividades ?

Compartir con los colegas de las diferentes asignaturas de ciencias una forma de plantear la enseñanza, una estrategia de trabajo que ha sido probada en estos años en Formación Docente y en Bachillerato Diversificado y que puede ser aplicada a nivel de aula desde los diferentes enfoques que adopte el docente para llevar a cabo su tarea de enseñanza. Algunas de esas posibles posturas son analizadas brevemente en el marco teórico.

Dado que pueden enmarcarse en diversas posturas didácticas, son actividades con la suficiente flexibilidad como para adaptarse a diferentes enfoques y a niveles educativos variados (desde la primaria a la enseñanza terciaria).

El docente puede utilizar las propuestas desarrolladas como una unidad didáctica en sí misma (medio ambiente, materiales, alimentos, etc.) o insertar las actividades concretas en el marco de otras unidades y así analizar diversas temáticas sin tener que ser un especialista en el tema.

Se ha procurado abordar temas diversos desde enfoques interdisciplinarios. Así, el análisis de una misma actividad puede ser utilizada con diferentes finalidades, en

diversas unidades o con variados propósitos que van más allá de los aspectos químicos propiamente dichos, por ej. la reflexión en torno a la acción del hombre en su entorno, la práctica en el planteo de hipótesis y las formas de verificación experimental, la búsqueda de relaciones entre variables, diferentes formas de abordar una vida sana a través de una alimentación adecuada, etc.

Se ha realizado un esfuerzo por categorizarlos, según criterios variados, a los efectos de simplificarle la tarea a los usuarios, tanto si se usa como unidad didáctica, como si se trabaja puntualmente como práctica ilustrativa o como motivador en determinado tema. Un especial énfasis se ha puesto en abordar a través de las actividades propuestas, temas de la vida cotidiana: vinculados a la limpieza, a la alimentación, a la salud, al medio ambiente, a la cosmética, etc. de acuerdo con el principio de la estrategia de trabajo.

1.4.- ¿ Cómo debe usarse la guía ?

Se propone una guía dirigida al docente. Se trata de una propuesta de trabajo *abierta* que puede mejorarse con todo aquel material que el / la docente considere necesario y/o conveniente. Las actividades planteadas, dirigidas al docente no son una “receta” a seguir sino solo pistas complementables por su propia tarea de búsqueda, experimentación, crítica, reflexión y reconstrucción. Se pretende a través de las preguntas planteadas, abrir el campo de exploración, desafiarlos a realizar nuevos planteamientos, ampliar el horizonte de posibilidades de respuesta a partir de una actividad dada.

Es de resaltar que el propósito de las actividades propuestas es facilitarle al docente el rol de conductor, guía, supervisor o tutor, respondiendo a algunos interrogantes, compartiendo experiencias y resultados obtenidos, señalando conceptos previos construidos por los estudiantes, recomendables para emprender la tarea. Las actividades están categorizadas según determinados criterios no exhaustivos, por lo cual puede comenzarse por cualquiera, según la situación. Si una actividad puede complementarse con otra, será sugerida dentro de la misma.

1.5.- A modo de reflexión

Todos sabemos que la sociedad en que nos movemos hoy, dejó de ser predecible, lineal u ordenada. Las exigencias personales, colectivas e institucionales son cada vez

mayores y para sobrevivir en estas circunstancias se requiere cada vez mayor capacidad individual y grupal. Con frecuencia nos enfrentamos a frustraciones en todos los órdenes de la vida y para superarlas es necesario el autocontrol, la esperanza y la perseverancia en los ideales de cada individuo.

En la educación, la problemática es polifacética y está instalada como parte de los problemas sociales que afectan al país, a la región y al mundo globalizado en que vivimos. Sin embargo, la esperanza de mejorar la educación debe perseverar en todo el cuerpo docente porque como sostiene Hargreaves (2003: 316) “... *hay pruebas de que podría ser una de las pocas vías hacia el éxito con que aún contamos.*” Para el autor, el enseñar bien trasciende la eficiencia, la adquisición de competencias, el dominio de las técnicas y la posesión de los conocimientos adecuados ya que la buena enseñanza implica un trabajo emocional. Es una tarea que lleva implícita el placer, la pasión, la creatividad, el desafío y el júbilo.

Es con ese espíritu que se emprende esta tarea de compilación, de rescate, de sistematización de la labor de un cuerpo de estudiantes y docentes. Para los que trabajaron en las actividades prácticas analizadas así como para todos aquellos colegas que consideren de utilidad el material elaborado, es que va dirigida esta guía abierta.

2.- Algunos antecedentes vinculados a la propuesta a realizar

Petronio, escritor latino del siglo I de la era cristiana, en su obra *El Satiricón*, indica que la razón por la que los jóvenes salen tan ignorantes de las escuelas *es porque no han tenido contacto con nada de utilidad en la vida diaria*. Queda claro que la problemática del abordaje de los hechos de la vida cotidiana desde las aulas, tiene veinte siglos de estudio, y sigue siendo de interés.

Las propuestas de *investigación* como medio de aprendizaje y de enseñanza tampoco son nuevos. Ya Locke , Russeau o Dewey formularon propuestas en este sentido. Según García y Cañal (1995) así como otros muchos autores, la diferencia que a ella se agrega en estos momentos, es la necesidad de integrar los conocimientos, de vincularlos entre sí, en una orientación constructivista.

Jerome Bruner (1997), heredero de la postura de Dewey, proponía desde los años '60, un acercamiento a un aprendizaje reflexivo de las materias, que estableciera *conexiones fuertes con la vida del estudiante* y con su necesidad de comprender el contenido, más allá de su capacidad para repetir los enunciados del libro.

El Comité Nacional de Estándares y Evaluación Diagnóstica de Educación Científica, Washington (1993), establece que: “ *la investigación en el aula es un medio para promover y apoyar la curiosidad y el espíritu cuestionador de los estudiantes. La investigación es un componente crítico del currículo de ciencias en todos los niveles y en todos los campos de la ciencia* ”, Stone Wiske (2003:54).

Según Birch (1986), el aprendizaje basado en *problemas* es el mejor método disponible para desarrollar las potencialidades de los alumnos.

Algunas definiciones de *problema*, según diferentes autores, son:

- ✓ Para Oñorbe (1989) un problema es, en su concepción más simple, “ *una cuestión que se trata de resolver* ” y si se le agrega el adjetivo “científico”, puede ser aplicado a nuestro contexto.

- ✓ Según Garret (1995:9) un problema es “ *una situación o conflicto para el que no tenemos una respuesta inmediata, ni algoritmo ni heurístico, ni siquiera sabemos que información necesitamos para intentar conseguir una respuesta* ” .
- ✓ Para Pozo (1998:18) un problema es “ *una situación nueva o diferente de lo ya aprendido que requiere utilizar de modo estratégico técnicas ya conocidas* ”.

En 1990, Greenberg, citado por Torp y Sage (1999), consideraba que para que se dé una buena *situación de resolución de problemas* desde un *enfoque constructivista*, se debían dar las siguientes condiciones:

- ✓ Que los estudiantes planteen una predicción comprobable
- ✓ Que utilicen material disponible y de fácil acceso
- ✓ Que la situación sea suficientemente compleja como para sustentar múltiples enfoques y generar diversas soluciones
- ✓ Que el enfoque colaborativo sea favorable al proceso de resolución del problema

Para Garret (1995), la *creatividad* es parte en la resolución de los problemas abiertos. Para el autor, es necesario manejar dos aspectos en la resolución de verdaderos problemas que son: la utilidad y la originalidad. En la medida en que se aborden problemas más abiertos, desde el ámbito de la enseñanza, se estará fomentando la creatividad del estudiante con relación al planteo de estrategias nuevas, originales, que le permitan ir más allá de una mera respuesta numérica.

Un estudio realizado en la Universidad de Sevilla por Álvarez (1999), citado por Monereo y Pozo (2000), en el que se analizaban las actividades docentes de los profesores mejor valorados por los estudiantes en diversas especialidades, da cuenta que en el área de Ciencias Exactas y Naturales se estimaba como positivo la posibilidad de participar en *actividades de investigación*. En el área de Ingeniería y Tecnología se prefería que las *aplicaciones respondieran a la vida cotidiana* o a la realidad profesional. Los mismos autores sostienen que se debe “*...insistir en la necesidad de un enfrentamiento multimetodológico en el cual cada formulación didáctica se elige en función de las condiciones de cada contexto instruccional y el docente es capaz de activar distintas `versiones de sí mismo`*” (21:2003). Para que a nivel universitario se

cumplan esas premisas que hacen a un buen docente, es necesario trabajar las actividades previamente en los niveles inferiores.

Layton (1992), citado en Sanmartí (2002), llama *conocimiento para la acción* a aquel que conduce a motivar a los estudiantes promoviendo su alfabetización científica pero que también tiene como propósito el vincular a la ciencia escolar con los problemas de la vida cotidiana. Asimismo busca promover la autonomía estudiantil para que los alumnos sean capaces de tomar decisiones y participar democráticamente en la resolución de problemas de toda la sociedad. Dentro de esta línea se encuentran los enfoques CTS y los que abordan temas transversales. En la sección correspondiente a “Algunas consideraciones teóricas” se analiza con mayor detención el enfoque CTS y se citan ejemplos de proyectos basados en el mismo.

En un estudio llevado a cabo por Jiménez y otros (2002), los autores realizaron un relevamiento en textos de ciencias (Física y Química). Compararon la frecuencia con que aparecen las actividades cotidianas y las actividades de repetición siendo estas las que corresponden a contenidos ya explicitados en el texto con anterioridad. Los resultados indican que los autores de libros (24 libros de editoriales españolas) suelen tratar los aspectos químicos de la vida cotidiana como *introducción* y como *ejemplos*.

Un aporte en esta línea es presentado por M^a Rut Jiménez, quien publicó el trabajo, “Química cotidiana para la alfabetización científica: condiciones de uso”, en Internet. En el mismo se esquematizan aspectos teóricos y metodológicos de la utilización de la química cotidiana en la formación científica.

Asimismo, la Universidad de Alcalá viene llevando adelante desde el 2002, el proyecto “Química en acción: aprender experimentando”, disponible en Internet, adonde se difunden fichas con propuestas de trabajos experimentales sencillos.

En mayo del 2003 se llevó a cabo la Jornada monográfica “Didáctica de la Química y Vida Cotidiana”, en la Universidad Politécnica de Madrid, auspiciada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de España. En ella se presentaron 126 autores de 8 países que trabajaron sobre diferentes aspectos de la vida cotidiana y su vinculación con la química. Los participantes concluyeron que la química cotidiana no se debe limitar a

ejemplificar el estudio de conceptos abstractos sino que el estudio de una ciencia, debe girar en torno a las necesidades que surgen del abordaje de las situaciones problemáticas de la vida cotidiana.

En la IV Feria de Madrid por las Ciencias, realizada entre el 13 y el 16 de febrero de 2003 y organizada por la Universidad Politécnica de Madrid, con participación de la Fundación Española para la Ciencia, se realizó la exposición de “ Experiencias de Química ”. En esa oportunidad el público pudo participar de actividades vinculadas al diario vivir, como una forma de acercamiento de la química a las aplicaciones de uso cotidiano lo que constituyó una contribución a la alfabetización científica.

Hoy son múltiples las páginas de Internet, los libros de texto y las revistas de divulgación científica (Journal of Chemical Education, Education in Chemistry, etc.) que ofrecen, en variadas secciones, el análisis de hechos de la vida cotidiana relacionados con la Química.

Por su parte, para Gil y otros (76:1991) “...*los conocimientos científicos se construyen a partir – y en ocasiones en contra - de las ideas y formas de abordar los problemas de la vida cotidiana, y la enseñanza de las ciencias ha de tenerlos necesariamente en cuenta para que pueda tener lugar un aprendizaje efectivo de los conocimientos científicos (...) la integración del aprendizaje de las ciencias con la problemática del medio en el que viven los alumnos está apareciendo como una de las estrategias más eficaces en la educación científica.*” En acuerdo con esta postura, en Uruguay, se ha trabajado desde el año 1998 a la fecha, en la Enseñanza Media, en las denominadas “ pequeñas investigaciones ”. Estas han constituido importantes insumos para la elaboración de la propuesta estratégica que se presenta en esta guía. Las mismas han sido divulgadas en múltiples oportunidades tanto en ponencias orales como virtuales y en publicaciones, Bernadou y Soubirón (2002, 2003, 2004).

3.- A modo de introducción

3.1.- Vincular la química con la vida cotidiana ¿ Para qué ?

Todo ciudadano de un país, que se precie de la cultura de su gente debe ser culto científicamente y en particular debe tener nociones básicas de química. Hay innumerables hechos de la vida cotidiana que nos llegan a través de los más variados canales de comunicación (radio, TV, prensa escrita, diálogos varios, etc.) que implican explicaciones de carácter científico.

Ahora bien, de manera general, se diría que no es culto aquel individuo que solamente se expresa adecuadamente en los diversos modos (lenguaje oral, escrito, etc.), que es capaz de reflexionar con relación a una obra literaria o que sabe las características de una civilización dada en un período determinado o que reconoce una obra de arte o es capaz de realizar alguna operación lógico matemática con cierta fluidez. Para ser culto en la sociedad del siglo XXI también deberá ser capaz de reflexionar sobre todo aquello que lo rodea y que le permite realizarse como ser humano, tanto en un país desarrollado o como en uno en vías de desarrollo.

“ Todo aquello que lo rodea ” se refiere a: los materiales más convenientes para vestir, el combustible a usar para transportarse, los alimentos a ingerir en la dieta diaria, los cosméticos a utilizar en su maquillaje, la hora del día a la que exponerse al sol, el detergente a utilizar para la higiene personal o del hogar, los riesgos de utilizar un teléfono celular o un microondas, entre muchísimas situaciones más.

Esta formación científica básica va a contribuir sin dudas a un afianzamiento del sistema democrático en tanto los ciudadanos del país van a ser capaces de opinar con conocimiento de causas, de incrementar su espíritu crítico ante un discurso político, de discriminar entre diversas propuestas de gobierno fundamentadamente.

También va a contribuir a la economía y al desarrollo del país en tanto es necesario un incremento constante de la investigación y de la innovación a los efectos de satisfacer necesidades internas y competir con el exterior en un mundo globalizado a través de la formación de profesionales expertos en el área científica.

De esta manera, mediante la comunicación y el acercamiento a través de la alfabetización científica, se achica la brecha existente entre el ciudadano común y el científico.

Un ejemplo lo da el canciller de Alemania, Gerhard Schroeder (2005), quien en la prensa, “...pidió a los medios de comunicación que informen lo más posible sobre temas científicos y sobre los resultados de las investigaciones. En este sentido citó los campos de la biotecnología, de la técnica en el campo sanitario y de la física de las partículas”

3.2.- ¿ Qué pasa hoy en nuestro sistema educativo ?

Hoy, a comienzos de siglo XXI, nuestro sistema educativo no duda sobre la necesidad de enseñar ciencias a toda la población hasta finales del Ciclo Básico o comienzo del Bachillerato Diversificado como mínimo. Así lo indican algunos objetivos de los diferentes programas de Química, en vigencia actualmente en la Enseñanza Media.

➤ Un ejemplo lo constituye el de **tercer año del Ciclo Básico (CB)**, Plan 96, del **Consejo de Educación Secundaria (CES)**, en su ajuste curricular del año 2005. En este programa se establece, en la descripción del “Perfil de egreso del Ciclo Básico en Ciencias Naturales”:

- *“Investigación y producción de saberes a partir de aplicación de estrategias propias de la actividad científica, adecuadamente adaptadas al nivel del estudiante en esta etapa de su formación.*
- *Plantear preguntas y formular explicaciones a partir de situaciones problemáticas que tienen conexión con la vida cotidiana...”*

Asimismo, en el mismo documento, en las “Orientaciones Metodológicas” se establece :

- *“La actividad científica en la Educación Media se basa en plantear preguntas relevantes sobre fenómenos cotidianos que puedan dar lugar a la construcción de modelos explicativos coherentes con los de la ciencia. Mediante esta actividad los hechos de la vida cotidiana se transforman en hechos científicos escolares”.*

➤ Otro ejemplo lo constituye el programa de **Primer año del Bachillerato Diversificado (BD) del CES** que, dentro de sus objetivos generales, establece: “ *Relacionar al estudiante con el mundo que lo rodea mediante la incorporación de temas que despierten interés (...) aportar nociones básicas que pongan en evidencia las aplicaciones y la incidencia de la Química en el mundo contemporáneo ”*

Asimismo el mismo programa en el apartado de Metodología sostiene que “... sería deseable que en alguna oportunidad los alumnos emitieran hipótesis, diseñaran experimentos analizando e interpretando los datos obtenidos.”

➤ En la propuesta programática de los distintos **Bachilleratos Tecnológicos del Consejo de Educación Técnico Profesional (CETP)** se destaca “como premisa fundamental, la introducción de contenidos y actividades científicas vinculadas a la vida cotidiana y a los diferentes ámbitos profesionales” en la enseñanza de la Química, citando a Fourez (1997), como síntesis de esta concepción:

“Los modelos y conceptos científicos o técnicos no deben ser enseñados simplemente por sí mismos: hay que mostrar que son una respuesta apropiada a ciertas cuestiones contextuales. La enseñanza de las tecnologías no debe enfocar en principio la ilustración de nociones científicas, sino, a la inversa, mostrar que uno de los intereses de los modelos científicos es justamente poder resolver cuestiones (de comunicación o de acción) planteadas en la práctica. Es solamente en relación con los contextos y los proyectos humanos que las soportan, que las ciencias y las tecnologías adquieren sentido.”

En el *Bachillerato en Química Básica e Industrial*, donde las asignaturas químicas integran el Espacio Curricular Tecnológico, se considera que “la contextualización debe ser una de las preocupaciones permanentes del docente” y se sugiere el abordaje de los contenidos “a través de temas contextualizados”, vinculados principalmente con el ámbito de la industria, los problemas ambientales y la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

3.3.- El aporte desde la Didáctica de las Ciencias

La *Didáctica de las Ciencias* es una disciplina muy joven que comienza su consolidación como campo de investigación recién después de los años ´60, con las reformas iniciadas en Estados Unidos y el Reino Unido. Sin duda, los problemas de la sociedad avanzan a un ritmo más acelerado que la investigación en esta ciencia con lo que no siempre las respuestas llegan a tiempo. Pero también el campo de aplicación de la Didáctica de las Ciencias es en sí mismo problemático en tanto no se refiere exclusivamente a la aplicación de nuevas técnicas sino a cambios de mentalidades y de políticas educativas.

Como señala Sanmartí (2002:12) “ *La reformulación de las instituciones y la formación del profesorado son procesos muy lentos y costosos por lo que la escuela va a remolque de los cambios sociales, más que avanzar paralelamente a ellos o, aún menos, ir por delante.*”

En su desarrollo, la Didáctica de las Ciencias se vio muy influenciada por la psicología piagetiana y la ausubeliana, desde una visión constructivista.

Para Piaget (1979), los conocimientos se adquieren mediante un proceso por el cual la nueva información se incorpora a estructuras preexistentes en la mente de la persona. Esta se modifica y reorganiza según un mecanismo de asimilación y acomodación que se verá facilitado a través de la actividad propia del individuo.

Ausubel (1991) trabaja el concepto de *aprendizaje significativo* y resalta la importancia que tienen las ideas previas del individuo en la adquisición de nuevos conocimientos. La significatividad de los conocimientos adquiridos va de la mano de las ideas que, al respecto, ya existan en el sujeto.

En la medida en que se comenzaron a jerarquizar los aspectos vinculados a la construcción social del conocimiento, cobró importancia la teoría vigotskiana de los años '30 y sus interpretaciones. Se acepta, a través de esta postura, que las personas que forman parte de un pequeño grupo de trabajo, pueden aprender y ayudar a aprender a sus pares. Para el par que " enseña ", el explicar a los demás un hecho, es un acto de aprendizaje propio en tanto necesita una argumentación lógica y coherente para defender su postura con ejemplificaciones cercanas a la vida real y también le desarrolla el carácter crítico acerca de sus ideas. Cada persona dispone de un conjunto de conocimientos propios pero siempre esta dispuesto a incrementarlos. A las acciones que le son necesarias desarrollar para lograr ese incremento, con la ayuda o la guía de otras personas, es a lo que se denomina " zona o área de desarrollo potencial ", Vigotsky (1979).

Desde la escuela francesa surge el concepto de *transposición didáctica* con Y. Chevallard (1991), con la ciencia de los expertos a la de las aulas o sea la reformulación del conocimiento científico aplicado al conocimiento escolar. El inconveniente surge cuando esa transposición se hace simplemente suprimiendo lo complejo y abstracto sin considerar el contexto escolar. Este olvido suele justificarse en la consideración de que las situaciones reales son demasiado complejas para ser abordadas a nivel de aula. Como consecuencia, se ofrecen conocimientos fragmentados, casi sin aplicabilidad, sin

vínculos con el mundo real, conduciendo la mirada del estudiante en determinada dirección en lugar de ampliar la visión.

En los últimos veinte años, se ha debatido ampliamente acerca de las concepciones alternativas o ideas previas de los estudiantes al comienzo de su ciclo de enseñanza formal. Estas ideas son fruto de la interacción del estudiante con la sociedad en que vive, el mundo natural que lo rodea y los medios de comunicación. Estas ideas explicativas de hechos de la vida cotidiana, fundadas en el sentido común, no corresponden, en general, con las formas de pensamiento científico, ni con los procedimientos afines al trabajo en ciencias. El docente no las puede ignorar en su planificación educativa ni en su labor de aula en tanto son un obstáculo a superar.

Driver (1986), considera las estrategias de enseñanza para un aprendizaje como *cambio conceptual*, como una transformación de las concepciones que ya poseen los estudiantes. Ello ha dado lugar a estrategias de aprendizaje como cambio conceptual, que pueden resumirse según la siguiente secuencia:

- * Identificación y análisis de las ideas que ya poseen los estudiantes.
- * Cuestionamiento de las ideas de los estudiantes utilizando contra-ejemplos (conflictos cognitivos).
- * Introducción de nuevas ideas a través de "tormenta de ideas" entre los estudiantes, o presentadas por el profesor.
- * Aplicación de las nuevas ideas por parte de los estudiantes en diferentes contextos.

Las dificultades en lograr *cambios en las ideas previas* de los estudiantes llevan a advertir que el cambio conceptual no es tan fácilmente logable – tema de debate actual en la Didáctica de las Ciencias desde una postura constructivista - y se llega al concepto de *modelización* como un proceso de construcción de modelos alternativos que conduzcan a la explicación de un fenómeno dado, que evoluciona con el alumno. Según esta postura, para ayudar a los alumnos a aprender, parece ser más importante identificar aquello que es interesante de sus explicaciones – el modelo que utilizan - que los errores que presentan, los cuales deberían ser eliminados o modificados en su pensamiento. Esta nueva postura, según Sanmartí (2002)“ ... *considera la enseñanza como el conjunto de acciones que promueve el profesorado para favorecer el proceso de modelización que realizan alumnos y alumnas con la finalidad de “ dar sentido ” a los hechos del mundo, un sentido que ha de tender a ser coherente con el conocimiento científico actual* ”.

3.4.- Un aporte a la Didáctica de la Ciencia

El desafío que enfrenta la educación en esta época, que ha dado en llamarse “ era de la comunicación ”, en la que se ha dado una explosión de la información, así como el cambio en el perfil de ocupación con demandas de alto rendimiento en los puestos de trabajo, representa un reto para las autoridades educativas y los docentes en general. Cada vez es más necesario saber solucionar problemas, para ello es necesario desarrollar las habilidades que permitan analizar, sintetizar y evaluar situaciones en diferentes contextos. Estas capacidades difícilmente se desarrollan en el marco de la enseñanza tradicional, sí se logran cuando se vive la experiencia de hacer algo por uno mismo y este es el propósito de la presente propuesta.

La estrategia didáctica que se presenta, para el abordaje de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias en general y de la química en particular, se ha denominado **Situaciones Problemáticas Experimentables (SPE)**.

Una posible definición de las mismas se indica en el recuadro:

Situaciones Problemáticas Experimentables (SPE)

Estrategia didáctica cuyo objetivo es el incremento de la comprensión conceptual y procedimental de las ciencias, favoreciendo los procesos de autorregulación y metacognición por parte del estudiante. Consiste en proponer interrogantes destinados a plantear problemas cotidianos factibles de ser abordados en el contexto de trabajo, ya sea experimentalmente (laboratorio, aula, campo, etc) o teóricamente (biblioteca, mediateca, consulta a expertos, etc). Implica el desarrollo de diversas formas de enfoques y de resolución así como de reflexión crítica y comunicación de resultados (oral, escrita, informática, etc.).

3.5.- ¿ Porqué las SPE se consideran una estrategia didáctica ?

La enseñanza eficaz de las ciencias es un problema abierto, con múltiples respuestas posibles. Bajo esa premisa es recomendable cambiar el concepto de *método de enseñanza* por *estrategia de enseñanza*, Campanario y Moya (1999).

En forma amplia se podría considerar que una estrategia didáctica es el conjunto de los recursos que el docente (enseñanza) utiliza para proporcionar la ayuda apropiada para la construcción del conocimientos por parte del estudiante (aprendizaje).

Según García y Cañal (1995:7), las *estrategias de enseñanza* se concretan en actividades de enseñanza en las que “*se maneja cierta información procedente de unas determinadas fuentes, procedimientos concretos (asociados a unos medios didácticos) y en relación con una metas explícitas o implícitas*”. Esas son las características de la estrategia didáctica planteada bajo el nombre de Situaciones Problemáticas Experimentables (SPE), en el recuadro anterior.

De la Torre y Barrios (2000:115) definen **estrategia didáctica** de la siguiente forma: “*procedimiento adaptativo – o conjunto de ellos – por el que organizamos secuenciadamente la acción en orden a conseguir los objetivos formativos*”.

La estrategia didáctica puede ser considerada por otros autores como modelos, programas o procedimientos de aprendizaje.

La estrategia se caracteriza por considerar:

- ✓ objetivos o metas,
- ✓ bases teóricas de partida,
- ✓ secuenciación de pasos o etapas,
- ✓ visualización de actores del desarrollo,
- ✓ contextualización y evaluación del proceso.

Existen diversas formas de clasificar los procedimientos en ciencia, una posibilidad es la planteada por Pozo y otros (2000) según la cual en un orden creciente de complejidad se encuentran las técnicas, las destrezas y finalmente las estrategias, cuadro 1.

Cuadro 1. Procedimientos en ciencias

 mayor complejidad	Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Medir con instrumentos • Manejar instrumental • Realizar montajes 	
	Destrezas	Adquirir información	<ul style="list-style-type: none"> • Observar • Seleccionar información • Registrar datos
		Interpretar información	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar • Seriar • Transformar datos
	Estrategias	Investigar	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar problemas • Emitir hipótesis • Controlar variables
		Razonar	<ul style="list-style-type: none"> • Comparar teorías
		Organizar conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender discurso • Organizar conceptos
		Comunicar	<ul style="list-style-type: none"> • Expresar • Representar con símbolos • Interpretar gráficos, mapas.

Las **SPE** se sitúan en la categoría de *las estrategias* según el cuadro anterior si se consideran las habilidades puestas en juego por parte del estudiante para su abordaje: investigación, razonamiento, organización de conceptos y comunicación. A estas habilidades enumeradas por el autor, le adicionaríamos los contenidos procedimentales tales como destrezas manipulativas a nivel de laboratorio como forma de materializar las propuestas realizadas. A su vez, el desarrollo de estrategias en el entendido de Pozo lleva implícito la apropiación por parte del estudiante, de las habilidades propias de las técnicas y las destrezas, en tanto un sujeto que no adquirió e interpretó la información recogida, difícilmente podrá emitir hipótesis o controlar variables en la actividad que se proponga realizar.

3.6.- ¿ Cómo utilizar las SPE ?

Los recursos puestos en juego a través de la aplicación de las **SPE** pueden constituir: la única metodología de trabajo a nivel de aula, toda la planificación de un curso o pueden ser parte de la misma. Alternativamente, es factible utilizarla como estrategia de abordaje de una unidad en particular o de un aspecto de la misma, ello dependerá de múltiples factores (docente, estudiantes, programa, institución educativa, características del contexto socio-económico, etc.).

Es así que, el planteo estratégico que se presenta, no supone necesariamente la elaboración de un nuevo currículum o de nuevos programas sino que puede plantearse

como lo señalan Aikenhead y Désautels (1989), citados en Gil (78:1991), “ ... *en conjunción con los contenidos `normales´ de las disciplinas científicas* ”. Es que no existe “ la ” forma de enseñar ciencia, de ser así, ya se estaría practicando en todas las aulas y no existirían en la Didáctica de las Ciencias las diferentes formas de enseñanza o de aprendizaje como un campo de investigación. Hay tantas formas de enseñar ciencias como *docentes* la practiquen y *contextos* existan, independientemente de los lineamientos de un currículum o de un programa dado.

De hecho, deben coexistir a nivel de aula tantas metodologías de trabajo como sean posibles pues deben abarcar a todas las modalidades de aprendizajes presentes en la diversidad humana que es un grupo de clase, en un centro dado. Para Mortimer (2000), citado en Jiménez (2003), el conocimiento científico puede ser tanto transmitido como construido y ambos enfoques se complementan. Muchas veces cuando leemos o escuchamos una lección magistral (*transmisión*), estamos *construyendo* nuestro propio conocimiento. Sin embargo hay autores que van más allá y establecen que “... *los fenómenos cotidianos no deben servir sólo para introducir o motivar sino para plantear situaciones problemáticas de las que surja la teoría y para aplicar ésta a la vida diaria*”, Jiménez M^a y otros (2002).

Dada la flexibilidad de aplicación de la estrategia propuesta, puede ser aplicada en el marco de una propuesta didáctica más definida, como por ejemplo, alguna de las señaladas en “Algunas consideraciones teóricas”.

Un planteo curricular en el marco de una metodología activa (tanto por parte del estudiante como del docente) que se está procurando dar hoy en algunos cursos del CB y del BD, es el de la *Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)*. Se trata de un intento de acercar la enseñanza de la Química a hechos de la vida cotidiana, a los avances tecnológicos y al proceso de construcción del conocimiento.

También el abordaje multidisciplinar e interdisciplinar está presente en los currículum científicos actuales en tanto es imposible analizar un hecho científico aislado de las aplicaciones y repercusiones que representa para la sociedad y en ese marco un enfoque desde *temas transversales (TT)* parece ser una opción de trabajo adecuada.

Más centrada en los aspectos procedimentales, pero sin descuidar el marco conceptual de las diversas temáticas abordadas, parece estar la metodología basada en *investigación dirigida (ID)*, de escasa aplicación aún, en las aulas de nuestro país.

Asimismo, el *aprendizaje basado en problemas (ABP)* resulta una propuesta con muchos puntos en común con las SPE, tanto en lo metodológico como en lo

procedimental, donde el estudiante tiene un rol protagónico importante y el docente pasa a ser un guía o tutor. La *enseñanza para la comprensión* (EpC) aborda el proceso de enseñanza y aprendizaje en cuatro grandes etapas que tiene sus puntos en común con la estrategia aquí propuesta.

Las **SPE** pueden trabajarse dentro de las diferentes metodologías de aprendizaje activo señaladas en tanto presentan la apertura suficiente como para:

- ✓ desarrollar en el estudiante la capacidad de análisis de situaciones que le son problemáticas dentro del contexto diario.
- ✓ realizar la búsqueda de los antecedentes, las aplicaciones, las técnicas, etc. que mejor se ajusten al enfoque que desee, el estudiante, darle a la resolución de la situación planteada.
- ✓ practicar la metodología de trabajo (tanto experimental como descriptiva) que más se adecue al planteo realizado.
- ✓ reflexionar críticamente en forma individual y/o grupal en relación a los avances y resultados logrados
- ✓ comunicar el producto de su trabajo en forma escrita (reporte en soporte papel), oral (presentación de resultados a sus pares y docente) o mediática (a través de la creación de una Web, etc.)

Así, un propósito de partida de las **SPE** es la contribución a la culturización científica, imprescindible en un individuo a los efectos de contar con los conocimientos mínimos necesarios para formarse a través de toda la vida y transformarse en un ciudadano crítico. Es que todo individuo debe poseer la necesaria alfabetización funcional en el entendido de que, no alcanza solo con saber leer y escribir, sino que debe saber como expresarse. Se coincide con la definición de **cultura científica** del programa PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) que la define como “ *la capacidad para utilizar el conocimiento científico, identificar preguntas científicas y elaborar conclusiones basadas en evidencia, con el fin de comprender y tomar decisiones sobre el mundo natural y las transformaciones realizadas en él por la actividad humana*”.

La idea es entonces, a través de las **SPE**, colocar a los estudiantes frente a una situación no estructurada pero investigable, ante la que ellos asumen el rol de interesados o propietarios de la situación. Afrontar problemas de la vida cotidiana obliga a los estudiantes a reflexionar sobre temas diversos y así identificar el problema real y aprender mediante investigación lo que sea necesario para llegar a una solución viable. Junto con las estrategias de orientación cognitiva, el guión de un problema no estructurado requiere la aplicación del pensamiento crítico y creativo ya que no solo se trata de reunir información sobre un tema dado sino de seleccionarla evaluando la credibilidad y la validez de la misma. Se trata de utilizar el estilo de aprendizaje que más le convenga a cada estudiante y demostrar su conocimiento a través de formas diferentes de evaluación.

Los trabajos a abordar o los interrogantes planteados dentro de las **SPE** no serán aquellos correspondientes a una `investigación frontera´ de dominios desconocidos sino que se acercan más a `investigaciones réplicas´ apropiados para investigadores novatos, en temas cotidianos. En este contexto el profesor puede desempeñar el rol de un “experto director de investigación”. En el marco de las **SPE**, hacer ciencia implica realizar una actividad en la cual la modelización, la experimentación y la discusión se entrecruzan para reconstruir un hecho o una situación dada, vinculada a la vida cotidiana.

Finalmente, la propuesta de trabajo a través de **SPE** se puede enmarcar dentro de la *ethosciencia* o sea relacionada con la costumbre, el hogar, etc (centrada en los fenómenos cotidianos de las ciencias) y en particular dentro de la *ethosquímica* (química para la vida cotidiana). Esa ciencia de la vida cotidiana debe considerar el contexto inmediato al estudiante, en el que está inmerso y que le llega a través de los diferentes medios de comunicación u otros vinculados a la vida diaria.

3.7.- ¿ Qué etapas implica la implementación de las Situaciones Problemáticas Experimentables y cuáles son sus principales características ?

Se pueden considerar cuatro etapas o fases de implementación:

3.7.1.- Etapa preactiva:

Corresponde a la fase de planificación de la estrategia a aplicar (pasos 3.7.1.1. a 3.7.1.5). En ella el docente “predispone al estudiante para la tarea ” comunicándole los

diversos pasos, instrumentos, evaluaciones, etc. asociadas a la estrategia a seguir pero también intercambiando ideas al respecto.

Con la finalidad de comunicar los diferentes pasos que se dan en esta etapa es que se han utilizado los siguientes subtítulos.

3.7.1.1.- Presentación de la modalidad de trabajo al grupo:

En estos primeros encuentros con el grupo, se deben lograr los siguientes objetivos:

a.- Definición de la forma de trabajo: grupal o individual. En caso de ser grupal, se sugieren subgrupos de trabajo no mayores a cuatro miembros, dependiendo del tamaño de grupo original

b.- Elaboración de una situación problemática propia del grupo o individuo. Se señalan las posibles “fuentes de ideas” a los efectos del planteo de la situación problema. Las mismas pueden ser experiencias personales, materiales escritos, otras investigaciones previas, observaciones directas de diversos hechos, conversaciones con pares o expertos, etc.

c.- Análisis de la factibilidad del estudio de la situación planteada en las condiciones del contexto

d.- Análisis de la forma de abordaje de la resolución: experimental y/o por búsqueda de material bibliográfico, Internet, consulta a expertos, etc.

e.- Definición de las etapas en las que se prevé llevar a cabo la estrategia didáctica e instrumentos a utilizar para el relevamiento de datos.

Una vez que:

- ✓ ya se sabe como están conformados los grupos o si se trabajará en forma individual,
- ✓ se establece la factibilidad de análisis de la situación problema planteada en el contexto del centro educativo en que se desarrolla,
- ✓ se determina la modalidad de resolución adoptado (experimental o bibliográfico), se dan los siguientes pasos.

3.7.1.2.- Producción de cada subgrupo o individuo:

En un nuevo encuentro, el docente trabaja con cada subgrupo o con cada estudiante, en relación a :

- a.- La elaboración de *la pregunta* de partida que resume la situación problemática planteada
- b.- El planteo de la hipótesis de partida
- c.- La búsqueda de información en diversos formatos
- d.- La determinación de la/s estrategia/s de abordaje
- e.- La redacción de las técnicas de laboratorio necesarias a los efectos de realizar la actividad práctica
- f.- La planificación de gestiones varias: disponibilidad de espacio físico, materiales, instrumentos, productos y horarios adecuados para realizar la práctica
- g.- La adquisición por compra o por otros medios (donaciones de otras instituciones) de los productos necesarios en caso que no los disponga la institución

3.7.1.3.- Modalidades de evaluación:

Se efectúa un análisis conjunto del docente con el grupo, de la modalidad de evaluación de cada etapa.

a.- Durante la *etapa preactiva* se utiliza la observación como técnica. Para ello se instrumenta una ficha de observación (Cuadros 11 y 12) a completar por el docente, que da cuenta del comportamiento del subgrupo o individuo en cada uno de las subetapas planteadas.

También en este momento el docente presenta las demás técnicas e instrumentos a utilizar en la evaluación de las restantes etapas:

b.- En la *etapa activa* las técnicas de relevamiento de datos son la observación y la entrevista informal.

A los efectos de la observación, se completa una ficha de seguimiento (Cuadro 11). Con relación a la entrevista informal, se plantean preguntas a los diferentes integrantes del subgrupo o al individuo que realice la actividad, acerca del desarrollo de la misma.

Se relevan:

- ✓ dificultades no previstas,
- ✓ resultados parciales,
- ✓ formas alternativas de análisis,
- ✓ relacionamiento intergrupar,
- ✓ apertura por parte de los informantes externos (expertos, visitas a industrias, respuestas vía correo electrónico, etc.),

- ✓ formas de registro de resultados parciales (cuaderno de campo, filmaciones, fotografías, notas, esquemas, etc.).

Ambas formas de evaluación pueden complementarse con otros aspectos a visualizar a juicio del docente.

c.- En la *etapa postactiva*, la evaluación grupal o individual, se realiza, entre otros, a través de los instrumentos que se detallan en el siguiente ítem (3.7.1.4). En esta etapa, el docente completa una ficha (Cuadros 11 y 12) en la que da cuenta de aspectos relevantes en la presentación oral, para cada estudiante o subgrupo.

Algunos de esos aspectos son:

- ✓ lenguaje utilizado,
- ✓ selección de materiales significativos,
- ✓ forma de presentación ,
- ✓ distribución del tiempo,
- ✓ interacción con los pares,
- ✓ claridad expositiva,
- ✓ apertura a la crítica, etc.

3.7.1.4.- Modalidades de presentación de resultados:

Se plantea al grupo, desde el abordaje inicial de la estrategia didáctica (fase preactiva), la forma de evaluación al final de la etapa postactiva, que consiste en :

a.- La presentación de un reporte escrito que de cuenta de aspectos predeterminados, que son analizados en esta etapa preactiva. Para ello se examina en forma conjunta con el grupo, cada uno de los aspectos a contemplar en el reporte, que son explicitados por escrito por el docente (Cuadro 14). Se analiza el significado y el alcance de cada ítem. Este trabajo facilita la tarea de recolección de datos en la etapa activa ya que se conocen a priori los aspectos más relevantes del proceso, a ser debidamente documentados. Este reporte es evaluado por pares a través de una rotación realizada entre los diferentes subgrupos (Cuadro 13) .

b.-La presentación oral de los resultados frente a sus pares, por parte del subgrupo a través de todos sus integrantes o de un vocero a elección o en forma individual si así se desarrolla el trabajo. El propósito de esta presentación es múltiple. Por un lado, permite

a los restantes integrantes del grupo, conocer las situaciones problemáticas estudiadas por sus compañeros. Por otra parte, desarrolla diversos aspectos a valorar en los estudiantes, tales como:

- ✓ lenguaje científico utilizado,
- ✓ formas de comunicación,
- ✓ capacidad de síntesis,
- ✓ jerarquización de conceptos,
- ✓ presentaciones en diversos formatos, etc.

3.7.1.5.- Tiempo disponible para la resolución de la SPE:

Se plantea el cronograma de trabajo. La temporalización es muy variable, dependiendo de si la SPE es una unidad didáctica en sí misma o si es una actividad dentro de la unidad a trabajar.

Los tiempos de trabajo están condicionados por el *contexto* en que se desarrollan y por las características de rigidez o cerramiento del *programa* del curso en que se aplica.

En relación al contexto, hay que considerar que se necesita:

- ✓ una infraestructura edilicia mínima,
- ✓ el espacio suficiente para trabajar y almacenar materiales,
- ✓ contar con el instrumental de laboratorio y los reactivos necesarios, en caso de no ser así, tener la posibilidad de adquirirlos,
- ✓ disponer de las condiciones de seguridad tanto individuales como colectivas, imprescindibles para el trabajo experimental.
- ✓ tener tutores o guías disponibles (no tiene porque ser el docente siempre, puede ser un ayudante preparador de laboratorio, en particular en la etapa activa),
- ✓ acceder a una biblioteca específica y actualizada así como a Internet.

Si no están dadas las condiciones antes señaladas, los tiempos necesarios son mayores porque deben pensarse en alternativas que no son las ideales.

Con relación al programa en que se implementa la SPE, si se trata de un curso sobrecargado de contenidos, con pocas horas semanales o con pocas posibilidades de una planificación estratégica, la temporalización se ve restringida. A veces es posible desarrollar las actividades prácticas tradicionales de laboratorio en forma paralela con las SPE.

A su vez, la temporalización está condicionada por las horas de clase semanales de la asignatura, así como por otros imprevistos relacionados a la asistencia a clase de todos los integrantes del grupo o la posibilidad de reunirse en horarios extraescolares para intercambiar opiniones e información.

3.7. 2.- Etapa activa:

En esta etapa se lleva a cabo el abordaje de la situación problemática propiamente dicha a través de la actividad de laboratorio y/o como búsqueda de información bibliográfica o de informantes calificados.

Esta tarea se puede desarrollar en la institución o alternativamente en otro sitio como ser otro laboratorio que cuente con el equipamiento instrumental necesario para llevar a cabo la práctica planteada. Podría desarrollarse en el hogar, si la actividad planteada lo permite. En ese caso se le solicita al estudiante o al grupo, que registren todo el proceso realizado. Ese registro puede ser filmográfico o fotográfico.

Una vez realizada la actividad experimental y registrada debidamente hay una instancia de análisis conjunta del grupo con el docente en la cual éste los interroga en relación a los aspectos a evaluar ya previstos para esta etapa y señalados en 3.7.1.3. b. Esta instancia tiene por objetivo advertir si los estudiantes disponen de los datos necesarios para elaborar el reporte escrito o si deben complementarlo.

El docente guía, tanto como el equipo de ayudantes de laboratorio tienen, en esta etapa, una intensa actividad. Los requerimientos de ayuda y las consultas son múltiples por parte de los estudiantes. Los problemas inesperados están a la orden y a cada momento. En esta instancia puede ser necesario que el grupo deba replantear la estrategia a seguir y regresar a etapas anteriores de búsqueda bibliográfica y sobre todo de consulta a expertos. Para ello es muy frecuente que los propios estudiantes concierten entrevistas con especialistas de diferentes laboratorios cuya actividad se relacione con la situación problemática planteada o que realicen consultas puntuales por correo electrónico con especialistas.

También el docente debe estar alerta, en particular en esta etapa, a las posibilidades de accidentes de trabajo en el laboratorio. Hay procedimientos prácticos asociados a las técnicas planteadas para las que no han recibido necesariamente entrenamiento previo y para llevarlos a cabo deben contar con el apoyo del docente o el ayudante de laboratorio.

El laboratorio, como recinto de trabajo experimental, tiende a sufrir un mayor desorden por cuanto hay diferentes grupos abocados a distintas actividades, con instrumentos, materiales de vidrio y reactivos diferentes. Esto debe ser previsto con antelación, disponiendo del espacio necesario y seguro para los diferentes grupos de trabajo. Asimismo, otros insumos como las computadoras o las fotocopiadoras del laboratorio pueden ser más requeridas de lo usual, lo que puede llegar a perturbar el normal desarrollo de las actividades.

3.7. 3.- Etapa postactiva:

Esta etapa se caracteriza por la finalización de la actividades práctica o de búsqueda de información propiamente dicha y su devolución al grupo y al docente.

El inicio de esta etapa debe ser establecida sin demasiada rigidez por cuanto no todos los equipos de trabajo terminan su actividad a la vez. Ello puede ser aprovechado, en una planificación estratégica, para acompañar el proceso de elaboración de la presentación oral o del reporte escrito de los grupos que finalizan primero (ver 3.7.1.4). Es una etapa muy enriquecedora, no solo porque se dan a conocer las resoluciones de las situaciones problemáticas planteadas sino por las múltiples reflexiones críticas que se realizan entre pares.

En esta etapa se realiza una confrontación de los resultados obtenidos con los aceptados por la comunidad científica en su conjunto como forma de validación de los resultados obtenidos en la SPE. Así por ejemplo, si se está fabricando vino a partir de determinada uva, cuando se realizan las determinaciones de los parámetros del producto obtenido (acidez, densidad, etc.), se consultan los valores aceptados por la Ordenanza Bromatológica correspondiente y se comparan con los del producto en cuestión. De esta manera se puede realizar una crítica fundamentada de los resultados obtenidos.

Para la presentación oral, lo más frecuente es que en cada subgrupo participen todos los estudiantes exponiendo diferentes partes del trabajo pero que todos estén capacitados para responder las múltiples preguntas que se les realizan, tanto por parte del docente como de sus pares. Otra opción es que el subgrupo elija un vocero que es quien expone el trabajo realizado y es acompañado en la etapa de respuestas por sus compañeros de actividad. Esto depende de las características del grupo, si existe un líder, si son tímidos, si se inhiben frente al público, etc.

Esta forma de presentación va acompañada con diversos recursos didácticos tales como transparencias, carteles, papelógrafo, presentaciones en computadora con diferentes programas o con los productos elaborados en caso que así resultara de la situación planteada.

Una alternativa de presentación del trabajo, cuando se dispone de poco tiempo, es la rotación de subgrupos. Se conforman nuevos subgrupos de modo que al menos uno de los estudiantes del grupo original, forme parte del nuevo subgrupo y sea el vocero de los resultados obtenidos. A modo de ejemplo, se supone al grupo completo de 16 estudiantes, se forman originalmente 4 subgrupos de trabajo de 4 alumnos cada uno (A, B, C y D). Al momento de comunicar los resultados, se forman nuevamente 4 subgrupos en cada uno de los cuales hay un integrante de A, de B, de C y de D. Esta modalidad es de alternativa, solo cuando el tiempo apremia ya que presenta algunos inconvenientes. Al docente le resulta muy difícil de evaluar varios grupos que trabajan en forma conjunta. Los estudiantes reciben una información sesgada ya que no todos los portavoces son equivalentes o estuvieron igualmente involucrados en las diferentes etapas del proceso.

En la elaboración del reporte escrito, surgen múltiples dudas acerca de la redacción, el lenguaje a utilizar, la profundidad con que deben abordarse los conceptos utilizados, la forma de presentar los resultados, el análisis de los mismos y la conclusión a que se puede arribar en las condiciones de trabajo. Para el docente, significa muchas horas de lectura cuidadosa y devoluciones para la reelaboración por parte del grupo, con las aclaraciones pertinentes.

Con relación a la lectura por pares del reporte escrito, éste se realiza eligiendo al azar, qué subgrupo lee el documento de otro. Para realizar una devolución de opiniones intragrupo, se trabaja en torno a una ficha elaborada para ello (cuadro 13). Esta lectura enriquece la presentación a través de la enseñanza por pares o recíproca ya que a veces un subgrupo presenta un reporte incompleto y al leer el trabajo de otro subgrupo, replantea el suyo, enriqueciéndolo.

En el mismo instrumento de evaluación recíproca, se da la autoevaluación. A través de la misma el estudiante opina acerca de la tarea realizada por sí mismo y los cambios que le realizaría, en esa instancia o en otras posteriores. La calidad de la información que proporciona el autoinforme depende de una serie de factores.

Según Pozo y Monereo (2000), algunos de ellos son:

- ✓ **la posibilidad** de realizar la autoobservación en la que basará su informe,
- ✓ **el tiempo** transcurrido entre el hecho por el que se pregunta y el momento del informe,
- ✓ **la claridad de los referentes** de la información que se pide.

En tanto son múltiples esos factores, se advierte la necesidad de explicitar desde el comienzo de la estrategia de trabajo, todas las etapas y su vinculación.

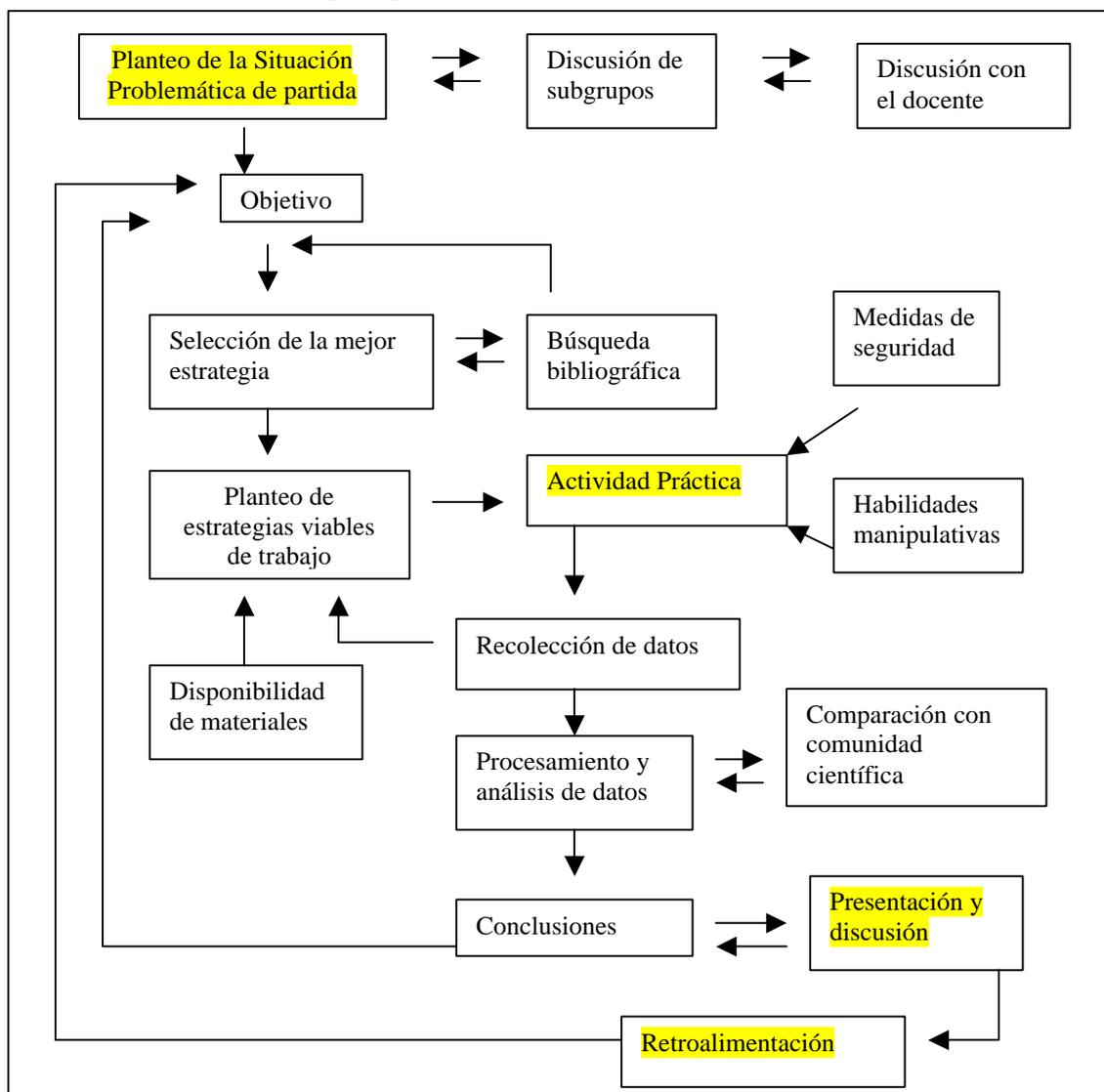
3.7. 4.- Etapa de devolución o de retroalimentación

Una vez finalizada la etapa postactiva, se verifica otra instancia que se podría llamar **etapa de devolución o de retroalimentación al profesor o al equipo docente**. Esta etapa implica un estado de conocimiento por parte del docente o del equipo de trabajo, del grado de aceptación de la estrategia didáctica empleada, por parte de los estudiantes.

Durante esta etapa, que se puede dar en forma simultánea con la etapa postactiva, se puede plantear una encuesta estructurada a los estudiantes (Cuadro 15), que de cuenta del grado de aceptación de la estrategia planteada, Bernadou y Soubirón (2003). Puede complementarse la información de esa encuesta con las entrevistas informales que se van registrando a través de las diferentes etapas, en particular durante la activa y la postactiva. La triangulación metodológica, a los efectos de conocer el éxito o el fracaso de la implementación, se da a través de los diferentes registros de observación realizados por el docente durante las diferentes etapas.

A modo de resumen de las etapas descriptas, se plantea el cuadro 2.

Cuadro 2.- Resumen de las principales actividades involucradas en las SPE y sus vinculaciones.



Estos insumos son analizados por el docente y su equipo de trabajo a los efectos de visualizar posibles mejoras para la próxima implementación, conformando así la retroalimentación necesaria para la optimización de la tarea de aula.

4.- ¿ Porqué plantear el aprendizaje de las ciencias desde las SPE ?

Desde la Didáctica se han detectado diversas dificultades en el aprendizaje de las ciencias asociadas a factores tales como la lógica de las disciplinas, la influencia de los conocimientos previos y los preconceptos de los alumnos. Estas dificultades también se

asocian a un modelo de enseñanza tradicional, donde el docente transmite conocimientos elaborados y el alumno los recepciona.

Desde una postura *constructivista* se considera que la construcción del conocimiento es una trayectoria colectiva, a que el profesor orienta creando situaciones propicias y dando auxilio, sin ser el especialista que transmite el saber ni el guía que proporciona la solución del problema.

Abordando las ciencias desde las SPE no solo aprende el estudiante sino que también lo hace el docente, cada uno desde su rol, cada uno a su manera, cada uno desde sus propios intereses y saberes. Se analizará entonces, porqué se justifica el uso de las SPE como estrategia de aprendizaje desde el punto de vista de los actores implicados: docentes y estudiantes.

4.1.- Desde el punto de vista del estudiante

Clásicamente el trabajo de laboratorio en las clases de ciencias consiste en el seguimiento de una ‘receta manipulativa’, Gil (1991), comúnmente denominada ‘técnica’, a la que muchas veces el estudiante ni siquiera ha leído previo al ingreso a la clase práctica. La misma muchas veces está redactada con objetivos poco claros, usando un lenguaje poco inteligible para el estudiante, sin la claridad necesaria en el guión, implicando una serie de operaciones que llevan a la recolección de datos no siempre suficientes o al uso de algoritmos que muchas veces el estudiante no recuerda o no ha abordado aún en otras disciplinas.

El ‘seguimiento lineal’ de esa técnica impide al estudiante reflexionar con prioridad sobre el tema objeto de análisis, no le permite emitir hipótesis, realizar búsqueda bibliográfica, concebir diseños experimentales alternativos y lo peor, le genera una visión deformada del conocimiento científico como algo “reproductivo y acabado”.

Así, los estudiantes ven el curso práctico o las actividades experimentales relacionadas con las ciencias como “aburridas”, poco motivadoras, en las que ellos perciben que no son partícipes activos. Una práctica que solo lleve a la comprobación de una teoría analizada con anterioridad no tiene mucho interés en la medida en que el estudiante solo confirma concepciones alternativas. Es mucho más importante que se represente un hecho dado, al que, de a poco, la teoría y la práctica conjuntamente van construyendo su explicación, en interacción con sus saberes previos.

Hay estudios realizados en diferentes niveles de enseñanza formal que revelan que los estudiantes de ciencias no consiguen analizar críticamente un protocolo de laboratorio,

identificando la falta de datos que contiene, hecho que se revela en los resultados a los que arriban así como a las conclusiones que realizan, Leite y Esteves (2005).

A través de las **SPE** se procura subsanar este inconveniente en la medida en que el protocolo de práctico es elaborado por el mismo grupo de trabajo, considerando todas las necesidades que se presentan en el desarrollo de la actividad experimental. Asimismo, ese protocolo es validado a través de una revisión crítica, en la medida en que es compartido con expertos (docentes) y pares a través de la ponencia oral con discusión grupal y la elaboración del reporte escrito.

Por otra parte, se considera que este tipo de abordaje de actividades, las estratégicas como las **SPE**, con todas las características formativas que implica, difícilmente se realizan en las aulas a nivel de enseñanza media. Cuando se implementan, suelen tener carácter de innovación, frecuentemente van asociadas a un grupo de docentes con afinidades metodológicas comunes y difícilmente son evaluadas a los efectos de poder comparar los aprendizajes logrados a través de ellas, en relación a las actividades prácticas tradicionales. Es por eso que además de proponer el planteo de la estrategia de **SPE** en diferentes ciclos y en diversas temáticas, se proponen diversos instrumentos de evaluación de los aprendizajes alcanzados.

Considerando la formación propedéutica de la educación media, se procura desde la misma, contribuir a la formación de un estudiante que pueda enfrentar con éxito los estudios que emprenda, al egreso del Bachillerato.

Un informe realizado por expertos de la Comisión Sectorial de Enseñanza de la Universidad de la República (2004)², establece:

“Los estudiantes que ingresan a la UR deben haber adquirido competencias lingüísticas, manejando amplio vocabulario y fluidez en la expresión oral y escrita (...) es imprescindible una capacidad de comprensión lectora que no se limite a una aproximación al texto escrito, sino que, además, le permita alcanzar niveles de argumentación racional, en el lenguaje propio de las disciplinas que ha estudiado...”

Se considera que la estrategia de trabajo propuesta (**SPE**) contribuye a la formación del estudiante en el nivel de educación media, con el perfil necesario para emprender los

² Comisión responsable del proyecto “ Características deseables de la formación del estudiante al ingreso a la Universidad ”, subcomisión coordinadora del proyecto institucional “ Proyectos conjuntos con ANEP”, Comisión Sectorial de Enseñanza, Universidad de la República (UR), documento II de diciembre del 2004.

estudios universitarios, en la medida en que, a través de la misma, se le demanda al estudiante:

- ✘ el **planteo** de una situación problema por sí mismo,
- ✘ su **abordaje bibliográfico** (búsqueda en diversos medios, selección con criterio de pertinencia, lectura crítica y selección del material a utilizar),
- ✘ el planteo de **objetivos** a lograr,
- ✘ el **delineamiento** y la **concreción** de una secuencia de trabajo que lleve al cumplimiento de las metas propuestas con eficacia y eficiencia,
- ✘ el **procesamiento** y el **análisis** de los datos obtenidos
- ✘ la elaboración de la **conclusión** con sentido crítico
- ✘ la **trasmisión** oral a sus pares y docente, de la tarea realizada, lo que le implica una **selección** del material a presentar y una **defensa** del planteo realizado ante las preguntas a las que es sometido,
- ✘ la elaboración de una instancia de **comunicación escrita** a ser analizada por sí mismo, el docente y sus compañeros.

Se considera que el cumplimiento de las etapas anteriores, favorece el proceso de **metacognición** y fomenta el **aprendizaje autorregulado**, porque como sostiene Barnett (2001:128) “ *la modernidad exige más habilidades metacognitivas – saber qué hacer con lo que se sabe – que acumulaciones de conocimientos de hechos*”.

Se estaría contribuyendo a través de esta estrategia de abordaje de las ciencias a desarrollar en el estudiante algunas de las características deseables a juicio de los expertos de la Universidad de la República tales como: fluidez de expresión tanto oral como escrita, comprensión lectora, capacidad de argumentación, desarrollo del lenguaje propio de la disciplina, entre otras.

Cada estudiante como individualidad intelectual, tiene su propio tiempo de aprendizaje. A este aspecto hace referencia la *pedagogía diferenciada*; Perrenoud (1999, 2000), Gómez (2003). Así, Legrand (1986), citado por Gómez (2003), sostiene que “ *lo esencial no es el saber constituido, tal como es definido en cada disciplina académica, sino las competencias del alumno frente al saber posible. El aprendiz tal como es él, con sus conocimientos, sus modos de pensamiento y de actuar, su estructura mental está en el centro del dispositivo.*”

Por otra parte Rivas (1986) citado en Gil (1991:83), habla de los “ *tiempos escolares de aprendizaje* ”, entendiendo por tal aquellos que implican activamente al estudiante en

la tarea. Dichos tiempos deben estar programados de forma que, si se cumplen, le aseguran al aprendiz una notoria proporción de éxitos en el fin propuesto.

Las **SPE** no implican una secuencia inflexible de actividades sino que por presentar las siguientes características:

- ✓ ser una estrategia didáctica y por tal contemplar la diversidad de intereses de los sujetos y sus autonomías de decisión.
- ✓ dar libertades de elección, de meditación, de información previa, de selección de materiales, de discusión grupal o con el tutor y de metodologías a seguir,
- ✓ desarrollarse dentro de un plazo previamente estipulado pero lo suficientemente flexible como para contemplar los tiempos de cada uno,
- ✓ implicar formas de evaluación múltiples y por tal adecuadas a diversas individualidades,
- ✓ inducir a la reflexión conjunta a través de la presentación oral de cada actividad al final de la misma, llevando al estudiante a reformularse su propio trabajo en una situación de metacognición,

contemplan las diversas “ *competencias del alumno frente al saber posible* ”, teniendo características que la enmarcan dentro de la postura de la pedagogía diferenciada.

Un aspecto a destacar con relación al alumno es el vínculo entre la estrategia didáctica presentada y el proceso de metacognición al que hace referencia la definición de SPE planteada. Se entiende el proceso de *metacognición* como aquel que conduce al estudiante a ser consciente de su propio proceso cognitivo.

4.1.1.- ¿ Cómo se desarrolla ese proceso metacognitivo a través de las SPE ?

A través de la *etapa preactiva*, el planteo de la mejor estrategia a seguir, previa formulación explícita o implícita de una hipótesis de partida, producto de una discusión grupal con pares y docentes, pone en relieve las ideas previas del estudiante en relación a la temática en cuestión.

En la *etapa activa*, la puesta en práctica de sus concepciones alternativas pueden ser confirmadas, refutadas o complementadas en el enfrentamiento del sujeto con la práctica. El instrumento que permite registrar el proceso metacognitivo durante esta etapa es el cuaderno de campo que llevan los estudiantes. En el mismo los resultados obtenidos van y vienen permitiendo llegar a conclusiones y revisiones de la planificación realizada.

Finalmente la *etapa postactiva*, en las diferentes formas de comunicación: ponencia oral, reporte escrito y lecturas de pares, conduce a una toma de conciencia del proceso realizado y de los logros obtenidos.

Esa reflexión conjunta sobre los procesos de aprendizaje realizados a través de las diferentes etapas:

- ✓ predicción (etapa preactiva),
- ✓ experimentación (etapa activa),
- ✓ comunicación (etapa postactiva)

y las diversas estructuras cognitivas puestas en juego, constituyen en sí mismo un proceso metacognitivo.

4.2.- Desde el punto de vista del docente

Algunas de las líneas que prioriza actualmente la Didáctica de las Ciencias son, según Sanmartí (2002), entre otras:

- ✓ Revisión de los objetivos y contenidos curriculares dentro del campo de las ciencias integradas, para que resulten relacionados con los *temas de la ciencia actual y los problemas de la vida cotidiana*, considerando a los estudiantes como futuros ciudadanos.
- ✓ Consideración del aprendizaje científico como un proceso que conduce a pensar en base a *teorías y modelos contextualizados*, más que ha hacerlo lógicamente.
- ✓ Profundización de la construcción social de los aprendizajes, jerarquizando aspectos como el *lenguaje y la comunicación de ideas* así como todo tipo de interacción propia de un grupo.
- ✓ Promoción de *la autonomía del alumnado* en su aprendizaje, en el entendido de conducirlos a aprender a aprender ciencias.
- ✓ Revisión del concepto de evaluación en el aula, con promoción de la *autoevaluación* y de la *evaluación por pares* o coevaluación.
- ✓ Planteamiento y análisis de propuestas de formación del profesorado orientadas a promover un cambio en la concepción sobre la ciencia, sobre el aprendizaje, sobre la enseñanza así como a impulsar nuevas metodologías y valores.

¿ En qué medida se ajustan las SPE a las líneas prioritarias de la Didáctica de las ciencias propuestas por Sanmartí ?

Con relación a los problemas de *la vida cotidiana o de la ciencia actual*, las SPE propuestas por estudiantes de diferentes ciclos y subsistemas, compiladas en la Segunda Parte del libro, responden a preguntas de la vida diaria. Allí se procura plantear una posible estrategia de abordaje y de resolución de hechos que se presentan a diario tales como: ¿ Cuánta proteína tiene la clara de un huevo ? o ¿ Porqué tomar el jugo natural de limón al momento de prepararlo ? o ¿ Cómo actúa la “ química ” en el cabello ?.

Para encarar la respuesta a las cuestiones planteadas, muchas veces el estudiante debe recurrir a otras asignaturas como la biología, la economía, la física o la historia. En la medida en que se incursiona en otras ramas del saber que no son específicas de su asignatura, está realizando la integración de las mismas. Esta es la situación de un ciudadano común que a diario convive y se desempeña en situaciones que implican diversidad de contenidos combinados y en relación a los cuales debe ser un individuo crítico, capaz de tomar una postura y de emitir una opinión propia.

Considerando el mundo globalizado e informatizado en que se mueve un sujeto hoy, no se puede pensar en abordar una disciplina de estudio desde una postura lineal, solamente considerando la lógica de los contenidos en la disciplina aislada. Debe pensarse en la coordinación temporal de contenidos de las diversas asignaturas de modo de poder abordar una situación problema de interés para el estudiante en forma multidimensional. Se debe procurar el desarrollo de aprendizajes generalizables a diferentes situaciones.

A través de las SPE *se plantean situaciones problemáticas dentro del contexto*, del medio en que se mueve el individuo a diario. Se explicitan diversas posibilidades de continuar la investigación en otras áreas a modo de complemento o de explicación del problema. En cada SPE analizada, existe un ítem titulado: *¿Cómo podemos complementar esta actividad ?* en el que se plantean ideas que permiten extender la investigación con otros enfoques.

El abordaje de las SPE implica la lectura de diversas fuentes de información con relación a diferentes aspectos del tema investigado lo que conlleva el desarrollo del vocabulario y del lenguaje propio de la ciencia. Esa actividad se lleva a cabo en el seno de un grupo de trabajo y las conclusiones a las que se arriba deben ser comunicadas a los diferentes actores del proceso. Esas características de la estrategia de aprendizaje

basada en SPE la hacen idónea para desarrollar en los estudiantes *la profundización de la construcción social de los aprendizajes*.

El desafío que implica para el aprendiz el tener que plantearse un interrogante que desee investigar, el que lo deba defender frente al grupo a través de argumentaciones fundamentadas y el enfrentar la búsqueda de su resolución, con todas las etapas que esto supone, desarrolla *la autonomía* del estudiante. Pero más allá de ello lo capacita para enfrentar otras situaciones de la vida diaria sobre las cuales se le plantean dudas y para las que debe buscar la metodología de trabajo que lo conduzca a su resolución. Es así que la transferencia de la praxis asociada a las SPE como estrategias de resolución, a nuevas situaciones problemáticas, constituye *un aprendizaje acerca de como aprender* para el sujeto.

La autoevaluación en el aprendizaje va asociado a la capacidad de autocrítica y al conocimiento de sí mismo ya que cuando el sujeto llega a conocer sus potencialidades, emprende las tareas con mayor confianza y las posibilidades de éxito aumentan. No son muchas las instancias de autoevaluación que presenta hoy la enseñanza media.

La forma de evaluación propuesta en las SPE implica una reflexión crítica continua por parte del estudiante sobre el planteamiento de trabajo hecho, desde la elección del problema hasta la presentación del reporte escrito y la defensa oral. En la instancia escrita, el estudiante toma contacto con el informe realizado unos días después de su finalización y *lo autoevalúa*. En esa instancia puede manifestar los cambios que le haría a su propuesta a los efectos de su optimización y las registra por escrito. Ese reporte a su vez es *evaluado por sus pares* y devuelto, con las críticas correspondientes, al estudiante, quien tiene la posibilidad de reflexionar sobre el grado de acuerdo con los comentarios recibidos.

A menudo la praxis de un docente es el reflejo del modelo que previamente vivió en las aulas a las cuales concurrió como alumno. Para que un docente pueda aplicar una *nueva metodología de trabajo* exitosamente, es deseable que previamente la haya trabajado activamente en su propia formación o a través de algún curso de actualización permanente. Por eso, se considera recomendable la utilización de las SPE como estrategia didáctica tanto a nivel de Formación Docente (F.D.) como a nivel de Enseñanza Media en el Bachillerato Diversificado (B.D.) o en los Bachilleratos Tecnológicos (B.T.).

4.3.- Desde el punto de vista de la estrategia didáctica como innovación

La finalidad de una innovación según De la Torre y Barrios (2000:113) es triple ya que implica:

- la mejora personal de profesores y alumnos,
- la mejora institucional en relación al cambio cultural y
- la mejora social como punto de inflexión entre dos generaciones.

Para que estas finalidades se cumplan, la estrategia didáctica a aplicar - en este caso las SPE – deben poder responder a una articulación teórico-práctica adecuada, ser válidas en término de valores, tener definidos sus objetivos y ser viables en su realización.

A continuación se enumeran una serie de características de las SPE como estrategia didáctica, que las habilita a ser consideradas como una innovación validada y, como tal, de implementación no lineal sino adaptativa al contexto. Dichas características son, el haber sido:

- ▶ implementadas en instituciones públicas y privadas de nuestro país: Instituto de Profesores Artigas (IPA) e Instituto Alfredo Vázquez Acevedo (IAVA).
- ▶ practicadas como estrategia didáctica innovadora por cinco años en Formación Docente (F.D.) con futuros docentes y Ayudantes Preparadores de Laboratorio de Química.
- ▶ aplicadas durante seis años ininterrumpidamente a nivel de Bachillerato Diversificado (B.D.) con estudiantes de las diferentes opciones (Ingeniería, Medicina y Agronomía).
- ▶ utilizadas en cursos con diferentes programas y objetivos (F.D. y B.D.).
- ▶ practicadas por estudiantes de grupos etéreos disímiles.
- ▶ implementadas por múltiples docentes de diferentes grados y formaciones personales diversas.
- ▶ evaluadas por docentes y estudiantes a través de entrevistas informales y encuestas formales al final de cada práctica; Bernadou, Soubirón (2003).
- ▶ divulgadas como modalidad de trabajo a la comunidad académica a través de publicaciones en revistas y ponencias en Congresos; Bernadou, Soubirón (2002).

Con relación al *punto de inflexión entre dos generaciones*, es de destacar que, en líneas generales, mientras los docentes tienen una perspectiva a largo plazo de las actividades de enseñanza, los estudiantes la tienen a corto plazo. Los jóvenes actualmente se caracterizan por la inmediatez de sus acciones, desean ver resultados pronto. En ese sentido las SPE se adaptan a las características juveniles en tanto logran concretar los “resultados finales” (planteo, actividad, resolución y comunicación) en un tiempo que depende de su propia dedicación, en buena parte, autorregulado.

4.4.- Algunos inconvenientes asociados a las SPE

La estrategia de las situaciones problemáticas experimentables, como otras formas de aprendizaje basados en situaciones problemáticas, es un campo muy novel que aún no ha ganado mucho terreno en la Didáctica de las Ciencias. Esa característica es particularmente notoria cuando se la enfrenta a las metodologías tradicionales del teórico y el práctico, de problemas o del laboratorio con técnicas repetitivas. Así, según Schmidt (1995), las orientaciones sobre cómo desarrollar eficazmente esta propuesta docente en la práctica son todavía objeto de vivo debate. Esto significa un inconveniente a la hora de su implementación por la normal reticencia a los cambios por parte de algunos docentes, Fullan (2002).

También los estudiantes pueden mostrarse sorprendidos ante el cambio de metodología con el consecuente rechazo inicial al mismo, Gil y otros (1991), ya que puede ser más cómodo recibir explicaciones que buscarlas por sí mismo.

Joshua y Dupin (1993), citados en Sanmartí (2002), consideran que dado el grado de desarrollo actual de la Didáctica de las Ciencias, resulta más sencillo establecer como *no* se debería actuar a nivel de aula que dar directivas para la acción. De ahí que cada propuesta educativa implique una continua *re (construcción)* de la misma por parte de cada docente que la aplique.

No es algo simple llevar a la práctica coherente y exitosamente una estrategia de trabajo o la aplicación de un determinado instrumento o herramienta. Se suele pensar que la aplicación de una nueva estrategia de trabajo lleva implícito el éxito de la misma sin considerar aspectos tales como *las ideas implícitas del docente*, Rodrigo (1993), Moreno y otros (2004). Los docentes interpretan a su modo la nueva propuesta adaptándola a sus propios marcos teóricos o a lo sumo, readaptándolo. Ello conduce al

problema de la *lentitud de los cambios* que implican cambios de rutinas o de concepciones personales. Asimismo, el éxito o fracaso de una estrategia de trabajo viene predeterminada por el *contexto socio- económico- cultural* de la población, de las *diversas interrelaciones* a nivel de la institución educativa y del aula. Esto conduce a una falta de unanimidad de criterios entre los docentes con relación a una metodología dada que hace difícil por no decir imposible la evaluación longitudinal de la misma.

En ese marco, las SPE no pretenden ser más que lineamientos orientadores de una propuesta de modelo de enseñanza de las ciencias que puede ser reinventada y reelaborada por cada docente, año tras año. En tanto en cada curso cambian los estudiantes y con ellos sus concepciones alternativas que condicionan las hipótesis de partida y la búsqueda de soluciones al problema planteado, el proceso de resolución no puede ser lineal ni repetitivo, sino reinventado sobre la marcha.

Esto trae aparejado un serio inconveniente asociado a la *inseguridad* que produce en el profesorado la incertidumbre asociada a las SPE que abarcan variadas temáticas, diversos enfoques, diferentes estrategias y técnicas de resolución. Ello implica, para el docente, no solo una sólida formación en la asignatura en que se aplica sino un grado de apertura y de modestia suficiente como para reconocer que se necesite ayuda externa de expertos o que se aprende con el propio estudiante en algunas ocasiones.

Pero también implica docentes inquietos por conocer de las diversas temáticas asociadas a la asignatura, de los diversos enfoques desde los que se puedan abordar, de las múltiples fuentes de información primarias y secundarias con relación al tema analizado por el estudiante. Como señala Birch (1986) otro inconveniente de las metodologías basadas en la resolución de problemas radica en el *tiempo de trabajo adicional* que le insume al docente así como al propio estudiante.

Pozo y Monereo (2000:113) resumen la situación deseada con relación al tipo de conocimiento a lograr “... *la necesidad de que los alumnos consigan desarrollar procedimientos de resolución de problemas guiados de forma planificada y consciente: que pase, en definitiva, de un conocimiento técnico y automático a un conocimiento estratégico*”. Este es uno de los aspectos que se pretende lograr con la metodología propuesta sin desconocer que, como sostienen los autores: “*La enseñanza de dicho conocimiento pasa muchas veces por programas que estimulan la toma de conciencia*

del aprendiz sobre sus actuaciones y su pertinencia, son programas que se articulan básicamente en torno a una serie de preguntas explícitas formuladas por el profesor. Este tipo de aprendizaje es muy difícil y, los logros, escasos.”. Lograr revertir estos resultados, es un reto para el docente que enfrenta la enseñanza de las ciencias a través de las **SPE** y esta guía pretende facilitar la tarea, en particular planteando preguntas desafiantes, motivantes y reflexivas para el estudiante.

Considerando la dificultad asociada a currículum rígidos y cerrados, a veces se plantea la necesidad de sacrificar contenidos de los programas vigentes, a los efectos de adaptarse a la temporalización propia de las SPE.

5.- Algunas consideraciones teóricas

5.1.- La educación del futuro

Algunos aspectos a analizar con relación a la educación del futuro, constituyen metas a lograr a largo plazo. Así, Pozo y Monereo (2000:11) titulan un capítulo del libro como: “ *Aprender a aprender: una demanda de la educación del siglo XXI* ”, en clara alusión a los principios establecidos por UNESCO (1996). En ese capítulo se considera que una de “ *...las funciones de la educación futura debe ser promover la capacidad de los alumnos de gestionar sus propios aprendizajes, adoptar una autonomía creciente en su carrera académica y disponer de herramientas intelectuales y sociales que les permitan un aprendizaje continuo a lo largo de toda su vida.* ” Ello implica que desde la enseñanza formal deben existir objetivos a largo plazo que apunten a ese propósito. Cabe la pregunta ¿ Qué aspectos debe considerar un educador a los efectos de contribuir al logro de ese propósito ?.

Perrenoud (2000), propone el abordaje de la enseñanza de las diferentes asignaturas, basadas en diez competencias. Por competencias entiende el autor “ *...la capacidad de movilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar un tipo de situación*” (2000:15). Algunas de esas competencias son :

- ✓ Organizar y dirigir las situaciones de aprendizaje.
- ✓ Administrar el progreso de los aprendizajes.
- ✓ Concebir y hacer evolucionar los dispositivos de diferenciación.
- ✓ Involucrar a los alumnos en sus aprendizajes y en su trabajo.
- ✓ Trabajar en equipo.

La postura pedagógica desde la cual el autor concibe el aprendizaje basado en esas competencias, considera la potencialidad individual del estudiante y la denomina *pedagogía diferenciada*. La organización de las situaciones de aprendizaje deben conducir al estudiante a superar los obstáculos cognitivos a los cuales se enfrenta. Para ello se propone el abordaje del aprendizaje a través de una metodología de *situaciones problemas*. El autor considera que el resolver una situación problema obliga al individuo a superar un obstáculo a través de un *aprendizaje inédito*.

Este puede ser: una transferencia desde otra situación previamente resuelta, una generalización de una teoría dada o la construcción de un nuevo conocimiento.

Para una optimización de los objetivos a lograr, en relación al aprendizaje a través de situaciones problemas, Perrenoud (2002:42) propone la consideración de los siguientes aspectos:

- ✓ Plantear situaciones problemas ajustadas al nivel de posibilidades de los alumnos.
- ✓ Tener presente una visión longitudinal de los objetivos de enseñanza propuestos.
- ✓ Establecer lazos con las teorías subyacentes a las actividades de aprendizaje.
- ✓ Observar y evaluar a los alumnos en situación de aprendizaje, de acuerdo a un abordaje formativo.
- ✓ Hacer un balance periódico de las competencias logradas y tomar decisiones de progreso.

Astolfi (2003), sostiene que los aprendizajes deben enmarcarse en una metodología de *situaciones problemas* que se caracteriza, entre otros aspectos, por:

- ✓ Su organización en torno a la resolución de un obstáculo para el sujeto, previamente bien identificado.
- ✓ Su abordaje en torno a una situación de carácter concreto que permita el planteo de hipótesis.
- ✓ El estudiante debe ver el problema como un verdadero enigma a ser resuelto.
- ✓ Los alumnos no disponen, al inicio, de los medios necesarios para lograr la solución buscada.
- ✓ La solución no debe ser concebida como fuera del alcance de los alumnos ya que, en ese caso, no sería una situación problemática en tanto escapa a la esfera sus conocimientos.

- ✓ El trabajo así concebido debe conducir a un debate científico dentro de la clase estimulando los conflictos sociocognitivos potenciales.
- ✓ La reflexión en torno a las actividades realizadas de carácter metacognitivo, por los propios actores, lleva a un enriquecimiento colectivo.

Autores como Gil, Macedo, Martínez, Sifredo, Valdez y Vilches (2005) proponen el aprendizaje a través de situaciones problemáticas abiertas acompañadas de una discusión reflexiva acerca de la utilidad, la aplicabilidad y el interés que despierta en el estudiante, su abordaje dentro del marco de las relaciones entre Ciencia Tecnología, Sociedad y Ambiente.

5.2.- Algunas posturas pedagógicas desde las cuales abordar el aprendizaje de las ciencias en la vida cotidiana

Sería razonable pensar que el conocimiento científico en el individuo se construye a partir de sus bases conceptuales previas ya que así se adquieren básicamente los conocimientos cotidianos. Cada sujeto cuenta con una serie de conceptos con relación a un hecho o proceso dado, que constituyen sus ideas implícitas al respecto y que resultan más o menos consistentes con el hecho a explicar, Rodrigo (1993). Ese proceso de integración del conocimiento cotidiano resulta fluido, sin embargo, no siempre sucede así con los conocimientos científicos. No parece haber entonces una continuidad natural entre ambas formas de adquisición del conocimiento y esto parece ocurrir porque ambos tipos de conocimientos se diferencian en “... *el sustrato epistemológico que guía su construcción y el escenario sociocultural en el que se construyen*”, Pozo y Monereo (2000:76).

Estas son las diferencias de base de las diferentes posturas propuestas para abordar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en general y en particular de la Química de la vida cotidiana.

Se analizarán las principales características de algunas de las posturas didácticas en vigencia en la actualidad, en las cuales pueden enmarcarse las SPE como estrategia didáctica y con las cuales presenta semejanzas y diferencias. Dichas posturas, ya nombradas anteriormente, se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.- Posibles líneas de abordaje metodológico de la química cotidiana

Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	QUÍMICA COTIDIANA
Investigación dirigida (ID)	
Enseñanza para la comprensión (EpC)	
Enfoque Ciencia /Tecnología/ Sociedad (CTS)	
Temas transversales (TT)	

5.2.1.- APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)

Origen:

Como tradición educativa, tiene sus orígenes en John Dewey y el aprendizaje activo. Ha sido aplicado desde la década de los ´60 en la Universidad de McMaster de Ontario, Canadá, en estudios de clínica médica. En la década de los ´70, la Universidad de Nuevo México comienza a utilizarlo exitosamente y en la década de los ´80 lo hace la Universidad de Harvard. Durante los ´90 lo integraron las Universidades de Southern Illinois y la de Hawai entre otras. Ha sido aplicado en el aprendizaje de ciencias empresariales, la enseñanza media y primaria, por sus bases constructivistas.

Objetivo:

El aprendizaje basado en problemas es una experiencia pedagógica que procura resolver problemas de la vida real. Para ello se coloca a los estudiantes frente a una situación poco estructurada ante la que asumen el rol de propietarios de la situación. Ellos identifican el problema real y llegan a la solución viable a través del aprendizaje basado en la investigación.

Se considera tanto un organizador del currículum como una estrategia de aprendizaje.

Características:

Según Torp y Sage (1999), se *caracteriza* por:

- ✓ Comprometer activamente al estudiante como responsable de la situación problemática.
- ✓ Organizar el currículum en torno a problemas holísticos que generan en el estudiante aprendizajes significativos e integrados.
- ✓ Guiar la indagación por parte del docente, en un ambiente de aprendizaje en el cual el estudiante alcanza un nivel profundo de comprensión.

A los efectos de *planificar* la acción a partir del ABP, según los autores, el docente debe considerar los siguientes pasos o etapas:

- ✓ Identificar el objetivo del aprendizaje
- ✓ Decidir que situación problemática presentar y que roles asignar a los estudiantes en ella.
- ✓ Investigar la forma de presentar el problema a los estudiantes.
- ✓ Desarrollar el enunciado anticipado del problema.
- ✓ Describir la forma de exponer lo comprendido
- ✓ Reunir información

Se debe lograr a través de estos pasos el involucramiento del estudiante que debe tener la sensación de desempeñar un rol importante en el asunto, brindándoles la información mínima necesaria para la indagación.

Ventajas:

- ✓ Aumenta la motivación despertando el interés de los alumnos por el aprendizaje en tanto se involucran en la situación a investigar.
- ✓ Hace que el aprendizaje sea significativo para el mundo real en tanto las tareas propuestas son reales, no fingidas.
- ✓ Promueve el pensamiento de orden superior en tanto jerarquiza el pensamiento crítico y creativo.
- ✓ Alienta el aprendizaje de cómo aprender ya que promueve la metacognición y el aprendizaje autorregulado. Ello se logra a través de la: generación de estrategias de resolución, reunión de información, análisis de datos, construcción y contrastación de hipótesis así como de la compartición y la comparación de estrategias con pares y tutores.
- ✓ Es aplicable a todos los niveles de enseñanza.

Inconvenientes:

- ✓ La extensión de la currícula que aún prima en muchos niveles educativos.
- ✓ La ausencia de flexibilidad de horario de los docentes.
- ✓ Temores a cambios en el colectivo docente.
- ✓ Poco respaldo por parte de las autoridades del centro educativo.
- ✓ Falta de sostén material e informático para que los estudiantes tengan libre acceso a la información.

5.2.2.- INVESTIGACIÓN DIRIGIDA (ID)

Origen:

Esta metodología de trabajo surge con Daniel Gil y colaboradores (1991, 1992, 1993, 1994), quienes pretenden lograr, con éste enfoque, un alejamiento de la *enseñanza por descubrimiento* como de las *clases trasmisivas*.

Propósito:

Para los autores, uno de los mayores problemas del aprendizaje de las ciencias, en los diferentes niveles, desde el secundario al universitario, es "*el abismo que existe entre las situaciones de enseñanza y aprendizaje y el modo en que se construye el conocimiento científico*", Gil (1994:20).

Se plantea el concepto de “ científico novel ” como aquel estudiante que puede alcanzar en un tiempo más o menos corto un grado de competencia relativamente elevado en un dominio concreto, Campanario (1999).

Para superar el problema de los diferentes niveles planteado, es importante sumergir al “científico novel ” en un ambiente que contribuya a su rápido desarrollo. Ese desarrollo es posible porque cuando un científico novel se integra en un grupo de trabajo empieza por desarrollar pequeñas investigaciones en las que replica los trabajos previos en un área determinada y aborda problemas en los que sus tutores son expertos. De este punto de partida se desprende la conveniencia y aún la necesidad de plantear el aprendizaje de las ciencias como una investigación dirigida de situaciones problemáticas de interés.

Esta metodología exige la elaboración de "programas de actividades" (programas de investigación) capaces de estimular y orientar adecuadamente la (re)construcción de conocimientos por los alumnos. La elaboración de estos programas de actividades constituye hoy, uno de los mayores retos de la innovación en la enseñanza de las ciencias. Revistas como *Enseñanza de las Ciencias o Investigación en la Escuela* publican un porcentaje notable de trabajos que siguen esta orientación teórica.

Características:

Se podría resumir la metodología de *investigación dirigida*, a través de los siguientes pasos:

- ✓ Plantear situaciones problemáticas de interés para los alumnos, considerando su visión del mundo, sus destrezas y actitudes.

- ✓ Proponer el estudio cualitativo de las situaciones problemáticas planteadas, a equipos de estudiantes, con la ayuda de la bibliografía necesaria.
- ✓ Orientar el tratamiento científico de los problemas planteados, lo que conlleva, entre otros:
 - La invención de conceptos y emisión de hipótesis (oportunidad para que las ideas previas sean utilizadas para hacer predicciones).
 - La elaboración de estrategias de resolución (incluyendo, en su caso, diseños experimentales) para la contrastación de las hipótesis a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone.
 - La resolución y el análisis de los resultados, comparándolos con los obtenidos por otros grupos de alumnos y por la comunidad científica.
- ✓ Plantear el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones para hacer posible la profundización y afianzamiento de los mismos.
- ✓ Favorecer las actividades de síntesis, la elaboración de productos y la concepción de nuevos problemas.

Así Freinet (1976) señalado en Gil (1991:77) propone: “ ... *la elaboración por los alumnos de ‘productos’ de interés para el público general a través de las cuales la escuela se abre a la sociedad y los alumnos se implican en tareas que van más allá del ejercicio escolar*”.

Dentro de esa línea de trabajo, autores como Penick y Yager (1986) citados en Gil (1991:77) consideran como tendencias a resaltar en la enseñanza de las ciencias, la integración de la institución educativa al medio y para ello proponen:

- Pasantías de estudiantes con investigadores
- Seminarios por parte de los expertos a los docentes y estudiantes acerca de las problemáticas vinculadas al desarrollo científico
- La participación de estudiantes en órganos ciudadanos de cogobierno relacionados a la toma de decisiones colectivas

5.2.3.- ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN (EpC)

Origen:

Surge en 1988-89, los directores del proyecto de la EpC son Howard Gardner, David Perkins y Vito Perrone y lo desarrollan en su inicio, junto a un grupo de colegas asociados al Proyecto Cero, un centro de investigación de la Universidad de Harvard.

Objetivo:

La EpC considera que aquello que los alumnos aprenden tiene que ser internalizado y factible de ser utilizado en muchas circunstancias diferentes dentro y fuera del aula como base para un aprendizaje constante y amplio, Stone Wiske (2003).

Características:

Es una postura vinculada a la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner en el entendido que cada persona aborda y domina los materiales curriculares de forma particular, en tanto las diversas mentes trabajan con diferentes combinaciones de representaciones mentales. Cuando una persona comprende algo, sea un concepto, una técnica, una teoría, lo puede aplicar adecuadamente a una nueva situación. La comprensión desde la perspectiva EpC “... *incumbe a la capacidad de hacer con un tópico una variedad de cosas que estimulan el pensamiento, tales como explicar, demostrar y dar ejemplos, generalizar, establecer analogías y volver a pensar el tópico de una nueva manera*”, Blythe (2004).

La enseñanza para la comprensión como método pedagógico se basa en los siguientes aspectos:

- ✓ Descripción de los objetivos de comprensión mediante unos pocos enunciados sencillos.
- ✓ Establecimiento de temas generativos o cuestiones esenciales capaces de captar el interés de los estudiantes.
- ✓ Identificación y establecimiento de los ejercicios de comprensión.
- ✓ Proceso de evaluación continua.

Esos aspectos, en el marco conceptual de la postura considerada, se resumen en cuatro ideas claves que son:

- *Los tópicos generativos:* Son temas, cuestiones conceptos, ideas, etc que proporcionan significación, conexiones y variedad de perspectivas suficientes como para promover el desarrollo de comprensiones profundas por parte del alumno. Se caracterizan por ser: centrales para una o más disciplinas, por suscitar curiosidad en los estudiantes, por resultar interesantes para el docente, por ser accesibles a su investigación y ofrecer la posibilidad de establecer numerosas conexiones.
- *Las metas de comprensión:* Identifican los conceptos, los procesos y las habilidades que se desea que los alumnos comprendan. Pueden referirse a la unidad y ser bastante específicas o a todo el curso y ser abarcadoras o hilos conductores.
- *Los desempeños de comprensión:* Son actividades que exigen de los estudiantes el uso de conocimientos previos de maneras nuevas, en situaciones diferentes, para construir la comprensión del tópico propuesto.
- *La evaluación diagnóstica continua:* Tiene que contribuir significativamente al aprendizaje. Los criterios para evaluar cada desempeño de comprensión deben ser: claros y explícitamente anunciados al principio de cada actividad, pertinentes y públicos.

Un inconveniente de esta postura metodológica es el tiempo que insume para el docente, el desarrollar y llevar a la práctica los desempeños de comprensión. No obstante ello, los autores proponen a la EpC como una forma de trascender las prolongadas controversias entre tradicionalistas y reformadores progresistas y para movilizar a docentes, autoridades y alumnos en torno a esta forma de educación.

5.2.4.- CIENCIA / TECNOLOGÍA / SOCIEDAD (CTS)

Origen:

Los programas CTS surgen ante la preocupación de docentes y autoridades por la falta de motivación del alumnado por el estudio de la ciencia y su vinculación con aspectos humanos, éticos y políticos. Sus orígenes están en Inglaterra, año 1976, cuando un grupo de profesores introduce en sus clases de ciencias un examen crítico de la tecnología que llamaron STS (Science, Technology and Society), Gallego (2004). Con

relación al origen de esta postura, el autor sostiene “ *...en algunos casos el rechazo del alumnado hacia la física y hacia la química, se debe a la imagen descontextualizada socialmente con la que se les presentan las ciencias ya que hace que no sea interesante su estudio*”. Para subsanar ésta situación es que surge esta orientación curricular que está recibiendo gran atención en la enseñanza de las ciencias experimentales.

Objetivos :

Según Caamaño (1995) citado en Sanmartí (2002:67), pueden considerarse currículos CTS aquellos que:

- ✓ Promueven el interés de los estudiantes por vincular la ciencia con los fenómenos de la vida cotidiana y las aplicaciones tecnológicas, procurando abordar el estudio de aquellos temas que tengan mayor relevancia social.
- ✓ Profundizan en las consecuencias sociales y éticas de la ciencia.
- ✓ Favorecen la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico.

Según Ros (2003), otro objetivo de los proyectos C/T/S es el que los alumnos aprendan a tomar decisiones a través del interés por las cuestiones relacionadas con la actividad humana. La metodología para lograrlo consiste en saber utilizar la información disponible para la materia en cuestión. Dicha información va ligada a un conjunto de actividades para el estudiante, experimentales o virtuales, a textos que se correspondan con los contenidos curriculares y a la realización de distintas secuencias de prácticas de laboratorio o trabajos de recogida de datos.

Ejemplos de Proyectos con enfoque C /T /S:

Algunos de los programas con enfoque CTS (nacido desde la Didáctica de las Ciencias vinculadas a Física y Química), según Sanmartí (2002), Obach (1995); Parejo (1995); Medir (1995); son:

- ✓ Proyecto SATIS (Science & Technology in Society): es un programa británico promovido y publicado por la Association for Science Education (ASE) siendo, según Obach (1995), uno de los que ha tenido más éxito entre el profesorado. Está estructurado en unidades independientes sobre diversos temas que pueden ser aplicadas a un programa sin necesidad de variarlo. Se inició en 1986 y al

1995 contaba con trescientas setenta unidades para edades comprendidas entre 8 y 19 años.

- ✓ Proyecto Ciencia a través de Europa (Science Across Europe), es un proyecto común de la ASE y la British Petroleum (BP). Iniciado en 1990, procura conectar los diversos países del continente, sus sociedades, con sus diversas culturas e idiomas, a través de una temática común: las ciencias y la tecnología.
- ✓ Proyecto APQUA (Chemical Education for Public Understanding Program). Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones, es un proyecto que surge del Lawrence Hall of Science de la Universidad de California y que apunta a difundir el conocimiento, manejo y usos de los productos químicos así como su interacción con las personas y el medio ambiente.
- ✓ Proyecto SALTER (Science, The Salters 'approach) surge en el 1984 promovido por la Universidad de York, Inglaterra. En el año 1991 se rediseña con una adaptación a las ciencias integradas y se lo llama proyecto Science. Aborda la ciencia desde problemas de la vida cotidiana.
- ✓ Proyecto PLON (Proyecto para el desarrollo curricular de la Física, 1986). Proyecto holandés desarrollado para el aprendizaje de la Física a nivel de Bachillerato.

Ventajas:

Conduce a una solución de los problemas derivados de la parcelación excesiva de los contenidos conceptuales que habitualmente se abordan a nivel de aula, relacionándolos y vinculándolos a la vida cotidiana.

Sieres y García Gómez (1985), señalado en Gil (1991:77), consideran que “ *Los estudiantes trabajan así algunos problemas - futuros científicos o no – y comienzan a comprender el papel de la ciencia y el desarrollo tecnológico, adquiriendo una formación necesaria para el ciudadano, particularmente en lo que se refiere a una actitud de responsabilidad hacia el porvenir del medio ambiente*”

A través de esta metodología los alumnos tiene la posibilidad de constatar que la frontera entre la ciencia y la tecnología no está bien definida. Así como el avance científico suele darse para solucionar un problema técnico, en otras ocasiones, un avance tecnológico puede abrir grandes campos de la ciencia como por ejemplo la

invención del telescopio o el microscopio. Asimismo sucede con la solución a los problemas sociales desde el ámbito científico. No solo depende del avance en la ciencia, por ejemplo el “ hueco de ozono” o la lluvia ácida, sino de la conciencia colectiva que al respecto se tenga por parte de la sociedad en su conjunto.

Apple (1986) señalado en Gil (1991:78), al opinar sobre las interacciones CTS considera que “ ... *hace posible superar, ..., al supuesto carácter neutral que suele atribuirse a la ciencias como depositaria de un conocimiento aséptico, objetivo e imparcial que ignora los graves conflictos históricos y su papel dinamizador del desarrollo científico*”.

Inconvenientes:

Conduce a la inseguridad de parte del profesorado ya que aborda temas sobre los que no tiene una formación sólida.

Es una orientación más adecuada para estudiantes que terminan su ciclo escolar formal y no están interesados en la profundización en la ciencia, siendo inadecuada para aquellos alumnos que pretenden profundizar en los contenidos.

Otra crítica apunta a advertir que en estos currículos no se profundiza adecuadamente en el aprendizaje de los modelos de la ciencia, de su estructura y de sus métodos que son los que permiten explicar las situaciones socialmente relevantes que sí aborda éste enfoque.

Es un modelo que corre el riesgo de transformarse en descriptivo de los hechos y que se pierda la posibilidad de transferir el conocimiento (memorístico) adquirido en una situación dada, a otras.

5.2.5.- TEMAS TRANSVERSALES EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA (TT)

Los temas transversales o ejes transversales son un conjunto de conocimientos cuyo aprendizaje compete a diversas disciplinas, por ej. educación ambiental, educación para la salud, educación del consumidor, educación sexual, educación para la paz, educación cívica, educación vial, etc.

Origen:

Surgen como una alternativa de abordaje de la enseñanza de las ciencias, como otra forma de analizar y de actuar sobre la realidad, desde el área de la Biología y extendidos luego a otras disciplinas.

Objetivo:

Es una postura que apunta a analizar un tema dado no solo desde el área conceptual sino desde el comportamiento, las actitudes, los valores, la ética y el respeto mutuo, entre otros enfoques posibles. Prima en este enfoque el componente actitudinal, el objetivo entonces va más allá de la construcción del conocimiento en sí y abarca la construcción de un conjunto de valores y prácticas socialmente aceptados en un contexto socio-histórico dado.

Caracterización:

El enfoque ha ido generalizándose y es probable que en un futuro los cursos básicos sean abordados desde éstas temáticas y no desde asignaturas disgregadas.

La organización curricular se centra en los llamados conceptos **metadisciplinarios o estructurantes** como, por ejemplo, procesos, equilibrio, sistema, cambio, etc, que pueden abarcar los problemas del entorno para su análisis. Así, se pretende responder al reto de enseñar los modelos y teorías de la ciencia que permitan no solo resolver problemas sino tomar decisiones fundamentadas y desarrollar el espíritu crítico de los estudiantes como futuros ciudadanos de un país.

Así, desde esta postura de abordaje de la enseñanza de las ciencias a través de temas transversales, se pretende desarrollar valores tales como la *equidad* como principio de respeto de las diferencias individuales, *solidaridad* no solo referida al género humano sino también a otras formas de vida, *tolerancia*, *autonomía* y *responsabilidad*, entre otros.

Inconvenientes:

Ya han sido analizadas las ventajas que este enfoque presenta a los efectos del abordaje de la enseñanza de las ciencias pero como en toda actividad humana, también se presentan inconvenientes, algunos de los cuales serían:

- La falta de propuestas y materiales curriculares que integren este tipo de aprendizaje con los contenidos de las diversas disciplinas.

- La dificultad de planificar y aplicar un trabajo en equipo en los centros educativos a partir de currículos fragmentados.
- La adopción de posiciones en temas como la educación sexual que rozan la ética de cada individuo cuya posición debe ser respetada.
- La división que aún se mantiene, de las áreas que abordan los diversos temas transversales, entre sí. Por ejemplo, desde los ecologistas se estudia el medio ambiente pero también desde el área de la salud, otra área, se aborda este mismo campo.

Para superar estos inconvenientes es necesario un proyecto común desde la institución educativa, los docentes y las familias. Solo así se podrá lograr que estos temas dejen de pertenecer a un currículo oculto y pasen a formar parte del currículo explícito.

Así, por ejemplo, difícilmente pueda promoverse la educación medio ambientalista en un centro escolar adonde se fuma en áreas prohibidas, se tiran papeles al suelo, se maltrata a los animales, no se respetan las áreas verdes o se derrocha energía con luces prendidas durante el día. Tampoco se podría promover una educación para la paz en un centro adonde los docentes tratan a sus alumnos con autoritarismo y no se respetan los derechos individuales.

5.2.6.- SITUACIONES PROBLEMÁTICAS EXPERIMENTABLES (SPE)

El tratamiento de los problemas planteados desde las SPE promueve la búsqueda selectiva de información, la adopción crítica de posturas, la toma de decisiones fundamentadas y consensuadas pero también promueve la capacidad de debate, la aceptación de ideas diferentes en un ámbito de negociación entre pares.

Cabrían muchas preguntas con relación a la estrategia didáctica presentada, algunas de ellas se analizan a continuación.

5.2.6.1.- ¿Cuál es el modelo educativo en que se enmarcan las SPE ?

Toda práctica debe tener su conexión con la teoría. Si bien el constructivismo no es tan solo una teoría de la enseñanza, las SPE presentan aspectos que hacen al modelo educativo constructivista, algunos de los cuales se señalan a continuación:

- ✓ Plantear el aprendizaje en torno a problemas relevantes para el estudiante.
- ✓ Procurar el desarrollo de las tareas estudiantiles en contextos legítimos y reales.

- ✓ Inducir al estudiante a que brinde sus puntos de vista que serán debidamente valorados.
- ✓ Evaluar el aprendizaje logrado en el contexto en que se desarrolló, promoviendo la autoevaluación.
- ✓ Promover el trabajo colectivo de modo de provocar un debate de ideas propias vs opiniones alternativas.
- ✓ Favorecer el uso de las más variadas fuentes de información disponibles.
- ✓ Practicar una planificación estratégica que permita la inclusión de las ideas de los estudiantes en su desarrollo.

5.2.6.2.- ¿ Qué aspectos abarcan los objetivos planteados ?

Se han definido las SPE como estrategias didácticas cuyo objetivo es el incremento de la comprensión conceptual y procedimental de las ciencias, favoreciendo los procesos de autorregulación y metacognición por parte del estudiante.

Consisten en:

- Aprender como consecuencia de pensar en como resolver una situación problemática que despierte el interés del estudiante y que se vincule con hechos de la vida cotidiana.
- Ubicar a la reflexión en el centro de las actividades de aprendizaje a nivel de aula.
- Procurar formas de gestión social del conocimiento a través del trabajo cooperativo entre alumnos.
- Acercar al estudiante a la metodología del trabajo científico a través de la observación, la formulación de hipótesis, el planteo de diseños experimentales, la concreción del mismo a nivel de laboratorio y su comunicación.
- Movilizar diversas estructuras cognitivas a través del uso de variadas formas de comunicación: oral, escrita, gráfica u otras, que desarrollen habilidades como exploraciones, explicaciones, argumentaciones, descripciones, etc.
- Lograr el desarrollo de algunos procedimientos: estrategias de búsqueda, sistematización y análisis de datos, presentación y defensa de los mismos a través de un reporte escrito y de una ponencia oral.

- Desarrollar el espíritu crítico a los efectos de reconstruir, a partir de los saberes aprendidos, sus propias perspectivas.
- Automotivarse a través de la actividad abordada junto a pares y al docente, dentro de un currículo flexible, abierto y motivador.

Las **SPE** como estrategia didáctica, implican la búsqueda y aplicación de los conocimientos teóricos necesarios para la resolución de las situaciones problemas. De esa manera el estudiante advierte la utilidad de los mismos y contribuye a incrementar su *motivación intrínseca*. Existe una interrelación permanente entre teoría y práctica favoreciendo así la integración entre conocimientos declarativos y procedimentales, hecho que suele estar divorciado en otras estrategias de enseñanza y de aprendizaje.

Al respecto, Huertas citado por Pozo y Monereo (2000), considera que “ ... *la motivación en sí misma no es otra cosa que un conjunto de patrones de acción que activan al individuo hacia determinadas metas (querer aprender, por ejemplo) con su carga emocional, que se instauran en la propia cultura personal del sujeto, después de un complicado proceso de interiorización de los patrones que ve y experimenta de otros agentes culturales (el maestro, por ejemplo)*”.

Se procura contribuir con la versátil estrategia de trabajo propuesta, a la difícil tarea de motivar al estudiante para que aborde exitosamente los cursos de ciencias y el de química en particular.

5.2.6.3.- ¿ Cuáles son las condiciones deseables para su óptima implementación ?

La institución en la cual se vaya a implementar esta estrategia de trabajo debería de contar con los dos aspectos necesarios para llevar a cabo exitosamente una actividad de este tipo:

- la **infraestructura física** necesaria: laboratorios bien equipados, los productos necesarios, una biblioteca adecuada, acceso a Internet, un amplio horario de trabajo
- el **capital humano** comprometido con su tarea y con un enfoque activo de la enseñanza de la Química tanto a nivel docente como de Ayudantes Preparadores de Laboratorio.

Esto no implica que puedan adaptarse a otros contextos y a variadas situaciones si el docente se siente identificado con la propuesta y los estudiantes motivados en su realización.

5.2.6.4.- ¿ En que etapas se desarrollan las SPE ?

A los efectos de la descripción metodológica de las SPE, se han considerado cuatro etapas de desarrollo de las mismas: preactiva o de planificación, activa o de experimentación y postactiva o de discusión y análisis, así como una cuarta etapa de retroalimentación para el equipo docente. Sus particularidades ya han sido descritas, siendo sus principales características enumeradas en el cuadro 4.

Cuadro 4.- Actividades docentes y estudiantiles en cada etapa de las SPE

ETAPA	ACTIVIDADES	
	DOCENTE	ESTUDIANTES
P R E A C T I V A 	Presentación de la propuesta de trabajo (pautas relacionadas al objetivo buscado, la metodología de trabajo, la temporalización, la forma de evaluación, etc)	Formación de subgrupos dentro del grupo
	Discusión con cada subgrupo, en presencia del grupo, acerca de la factibilidad de la SPE propuesta.	Discusión grupal acerca de la situación problemática que se van a plantear: conveniencias, posibilidades, etc.
	Sugerencias generales acerca de posibles fuentes de consulta: bibliotecas, mediatecas, instituciones y expertos en el tema	Enfoque a dar a la SPE planteada.
	Intercambio de ideas acerca del enfoque del trabajo y/o de las técnicas a seguir	Búsqueda bibliográfica
A C T I V A 	Seguimiento de la actividad de cada grupo	Búsqueda de materiales y productos necesarios para la experimentación
	Evacuación de las dudas puntuales	Realización de la experimentación, recolección y procesamiento de datos
	Re-orientación para algunos grupos	Consulta a expertos
P O S T A C T I V A 	Organización de las diferentes ponencias	Presentación oral de los resultados obtenidos
	Discusión y fomento de debate intergrupar a los efectos de optimizar el intercambio de resultados y experiencias logradas durante las diferentes ponencias	Debate grupal con los compañeros acerca de los resultados y experiencias de cada uno
	Planteo de preguntas desafiantes que abran líneas de trabajo posteriores	Elaboración de informe escrito
	Corrección y devolución de los informes escritos	Lectura crítica de trabajos de pares y autoevaluación
RETRO ALIMENTACIÓN	Sistematización de los resultados de la aplicación de diversos instrumentos de evaluación y opinión estudiantil	Respuesta a encuestas estandarizada
	Análisis crítico de resultados y aportes para la próxima implementación de la estrategia	Intercambio de críticas constructivas con relación a la estrategia utilizada

5.2.6.5.- ¿Cómo podrían clasificarse las SPE?

Se considerarán las diferentes clasificaciones que realiza Grau (1994:28), para los diversos tipos de trabajos prácticos. Estas clasificaciones están dadas en función de múltiples parámetros. Aquella que se presenta en función de los **objetivos** que se persiguen en cada práctico, se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5 . Objetivos planteados según el tipo de trabajos prácticos

Tipos de trabajos prácticos	Objetivos
Experiencias	Obtener una familiarización perceptiva de los fenómenos.
Experimentos ilustrativos	Ejemplificar principios, comprobar leyes o mejorar la comprensión de determinados conceptos operativos.
Ejercicios prácticos	Desarrollar especialmente habilidades prácticas, estrategias de investigación, habilidades de comunicación o procesos cognitivos en un contexto científico.
Experimentos para contrastar hipótesis	Determinar la validez de una hipótesis establecida por el profesor o por los propios alumnos
Investigaciones	Proporcionar la oportunidad de trabajar como los científicos o los tecnólogos en la resolución de problemas.

Dadas las características de las SPE, las mismas se pueden ubicar, en función de la clasificación anterior, dentro de: *los ejercicios prácticos, los experimentos para contrastar hipótesis o las investigaciones.*

Según las **actividades** implicadas en la tarea en cuestión, se pueden establecer **niveles de investigación**, con una cuantificación arbitraria de 0 a 3 según el grado de participación y autonomía creciente del estudiante en la misma.

En el cuadro 6 se da cuenta de ello:

Cuadro 6 .- Nivel de investigación en función de la actividad planteada.

Nivel de investigación	Actividad
0 (no hay ninguna investigación)	Permite realizar verificaciones o comprobaciones en las que se da al alumnado el problema, el método a seguir y la respuesta que debe hallar.
1 (bajo nivel de investigación donde la autonomía de los alumnos es más bien baja, donde se limitan a seguir las instrucciones proporcionadas por el profesor o el manual de prácticos)	Ayuda a resolver preguntas aplicando un método dado o adquirir la seguridad en el dominio de determinadas técnicas experimentales (experiencias, los experimentos ilustrativos y algunos ejercicios prácticos)
2 (el alumno debe planificar el experimento y movilizar las estrategias necesarias para dar respuesta a una situación planteada por el profesor)	Permite la identificación de variables, diseño del control, determinación de las medidas a realizar.
3 (trabajo de investigación que supone un incremento de la autonomía del alumnado que debe tomar decisiones relacionadas con el diseño y planificación del trabajo a realizar)	Se incluyen aquí experimentos para contrastar hipótesis y las investigaciones

Es de desear que las **SPE** se incluyan en el nivel 3 por cuanto este implica la mayor autonomía por parte del alumnado, sin embargo, pueden darse situaciones excepcionales en las cuales deba participar el docente en la elección de la situación a abordar si el grupo no es capaz de decidir por sí mismo. En tal caso las ubicaríamos en el nivel 2.

Por otra parte, considerando a **quien** proponga la **cuestión** a investigar (profesor o alumno), **diseñe** el método experimental y **proporcione** la respuesta, propone una clasificación del nivel de investigación en función de la actividad planteada, que se resume en el cuadro 7.

Cuadro 7 .- Marco del análisis para determinar el nivel de investigación de un trabajo experimental.

Nivel de investigación	Problema	¿ Quién proporciona el método experimental ?	Respuesta
0	Profesor/a Libro de texto	Profesor/a Libro de texto	Profesor/a Libro de texto
1	Profesor/a Libro de texto	Profesor/a Libro de texto	Alumno/a
2	Profesor/a Libro de texto	Alumno/a	Alumno/a
3	Alumno/a	Alumno/a	Alumno/a

Dadas las características descriptas para las **SPE**, estas se ubican en los niveles de investigación 2 y 3 respectivamente. El alumno suele ser, con mayor frecuencia, quien plantea el problema a desarrollar ya que este aspecto es parte de la estrategia didáctica (nivel de investigación 3). Sin embargo, para proponer la situación problemática, el estudiante suele consultar diversas fuentes de información como los libros o el propio docente. Con este reparo, podría considerarse un nivel de investigación 2 en esas circunstancias.

5.2.6.6.- ¿Cómo podrían temporalizarse las SPE ?

Con relación a la **temporalización** o sea el tiempo estimado de duración de cada etapa, se plantea una propuesta en el cuadro 8 que debe ser considerado solamente como una guía. Aspectos relacionados a las características propias de los estudiantes, necesidades de adaptar espacios físicos, carencias materiales varias, situaciones inesperadas que puedan presentarse, hacen de la planificación propuesta un instrumento adaptable a reconstruir permanentemente. No obstante, puede resultar de ayuda cuando se plantea por primera vez en el marco de una planificación estratégica, una propuesta de temporalización flexible.

Cuadro 8.- Temporalización y evaluación en las diferentes etapas de las SPE

ETAPA	TEMPORALIZACIÓN	TÉCNICA Y/O INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
Preactiva	<ul style="list-style-type: none"> • Dos a tres encuentros (en función de la extensión de los mismos y tomando como referencia horas de clase de 45 minutos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación grupal e individual • Ficha de seguimiento del estudiante (fase preactiva) reelaborada de ser necesario en común acuerdo con el grupo
Activa	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustada a cada situación planteada (horario libre de laboratorio) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de seguimiento del estudiante (fase activa) • Observación del trabajo grupal e individual • Preguntas informales de seguimiento del trabajo durante su realización
Postactiva	<ul style="list-style-type: none"> • Un encuentro para consulta acerca de procesamiento y análisis de resultados. • Dos o más encuentros dependiendo del número de grupos de trabajo para ponencia oral • Entrega de informe escrito a partir del último encuentro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formulario de autoevaluación y evaluación por pares • Presentación oral de resultados • Informe escrito • Producto obtenido (en caso que corresponda)
Retroalimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Un encuentro de 45 minutos para responder a la encuesta estructurada final y discutir verbalmente acerca de las fortalezas y debilidades de la estrategia trabajada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta estructurada

5.2.6.7.- Diferentes grados de ajuste de las posturas metodológicas analizadas con relación a las SPE

Se considera a las SPE, estrategias didácticas aplicables dentro de diferentes posturas de enseñanza como las anteriormente planteadas. También es posible estructurar una unidad didáctica o aun un programa, en torno a situaciones problemáticas experimentables. El grado de coincidencia de las SPE como metodología de trabajo con las diversas posturas analizadas, es variable. En el cuadro 9 se realiza una

breve enumeración de aspectos semejantes y diferentes entre la estrategia planteada y los enfoques señalados.

Cuadro 9 : Grado de ajuste de las SPE a las diferentes posturas de enseñanza analizadas

Con relación a:	Coincidencias	Diferencias
Enseñanza para la comprensión (EpC)	Rol activo del estudiante en el proceso de aprendizaje	Implica un marco conceptual más estructurado
	El estudiante está sujeto a una evaluación continua	Difícilmente pueda ser usado para una actividad o una unidad puntual
Investigación dirigida (ID)	Se explicitan otras aplicaciones cotidianas diferentes a las que se desarrollaron	La ID implica réplica de problemas conocidos y guías de expertos en un tema dado.
	El trabajo científico no implica necesariamente el trabajo experimental.	SPE no es necesariamente réplica, es creatividad personal o grupal y el guía no es un experto en la temática
	Involucran activamente al estudiante en la actividad abordada	En ID el docente plantea la temática, en SPE lo hace el estudiante
	Implican mayor tiempo, dedicación docente, infraestructura, flexibilidad curricular	En ID un grupo entero hace igual trabajo, en SPE cada subgrupo trabaja su tema y luego lo comparte con el grupo
Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	La selección de un problema dado le orienta al estudiante para que aprenda a partir de diferentes fuentes los contenidos relevantes a la temática abordada	Los problemas son no estructurados, holísticos, no responden a una pregunta concreta.
	El rol del docente como guía del proceso que realiza el estudiante activamente	El problema es presentado por el docente guía o tutor
	Promueve la metacognición y el aprendizaje autorregulado.	Todo un grupo se aboca a la resolución de un problema dado.
C/T/S	Vinculación de las actividades abordadas a la vida cotidiana	Hace un mayor énfasis en aspectos sociales
	Uso de variadas fuentes de información	Los diferentes estudiantes del grupo trabajan una misma actividad con distintos roles
Temas Transversales	Apunta a la interrelación de diversas disciplinas	Las diferentes actividades responden a un tema estructurante

6.- Aspectos relacionados a la evaluación de las SPE

La evaluación de las SPE implica la elaboración y la aplicación de una serie de instrumentos de recolección de datos. Estos responden a diversas técnicas, de carácter cualitativo con aspectos cuantificables, que se aplican en forma permanente durante el proceso. Esos instrumentos no solo apuntan a la evaluación de la estrategia didáctica en sí misma sino que afectan a los diferentes actores del proceso: docente y estudiantes.

Por otra parte, los estudiantes no trabajan solos. La evaluación de grupo es difícil de realizar, pero no debe descartarse porque el trabajo en equipo es de un enorme valor formativo para la vida adulta. En cualquier caso " *la práctica reflexiva es una fuente de aprendizaje y de regulación* ", Perrenoud (2000). Se debe aprender a analizar, a explicitar, a tomar conciencia de lo que se hace y hacerlo en forma grupal constituye un entrenamiento que permite adoptar posturas, procedimientos, cuestionamientos para poder transferirlos el día que nos enfrentemos a nuevas situaciones.

Es así que, desde el punto de vista del **docente**, la planificación de la acción evaluativa implica, entre otros pasos:

- Inducir el planteo, por parte de los estudiantes, de situaciones problemas experimentables ajustadas al nivel de posibilidades de los mismos (pedagogía diferenciada) y del medio adonde se llevan a cabo (Etapa Preactiva).
- Observar a los alumnos en situación de aprendizaje de acuerdo a un abordaje formativo.
- Hacer balances periódicos de competencias adquiridas y tomar decisiones de progreso.
- Realizar frecuentes reflexiones colectivas sobre el avance de las prácticas y su vinculación con la vida real.
- Evacuar dudas metodológicas y facilitar la tarea de confección del reporte escrito y de la presentación oral. (Etapa Postactiva)
- Reflexionar acerca de los logros alcanzados a través de la estrategia planteada, su coincidencia con los objetivos propuestos, los cambios a realizar en próximas aplicaciones, etc. (Etapa de Retroalimentación).

}
Etapa
Activa

En el cuadro 10 se da cuenta de tres aspectos a analizar en la evaluación estudiantil: qué evaluar, cómo evaluarlos y cuándo se evalúan. Estos aspectos se describirán más detalladamente.

Cuadro 10.- Relación de: dimensiones de evaluación, técnica o instrumentos y etapa de realización.

Evaluación del estudiante en relación a: Conceptos, habilidades procedimentales y procesos cognitivos desarrollados durante la actividad	
Técnica o Instrumento utilizado	Etapa de la SPE en que se aplica
Ficha de observación	Preactiva
Entrevista informal	Activa
Reporte escrito	Postactiva
Ficha de evaluación por pares y autoevaluación	
Ponencia Oral	

6.1.- ¿ Qué evaluar en el estudiante a través de las SPE ?

A través de las SPE se puede evaluar la adquisición de dimensiones tales como:

- **Habilidades**, por ej. el manejo de variables, la aplicación o diseño de estrategias de investigación, el uso de técnicas de medida, la organización e interpretación de datos, la elaboración del reporte con las conclusiones finales
- **Conceptos** relacionados a la temática abordada, sus vinculaciones con otras áreas de aplicación y su transferencia a nuevas situaciones
- El aspecto **socializante** de la actividad a través de las actitudes de los estudiantes para con sus pares
- El sentido de **autocrítica**, reflexionando sobre su tarea
- El conocimiento de sus propios procesos cognitivos comparando los avances obtenidos durante el proceso en que se desarrolla la estrategia (**metacognición**).
- La **autorregulación** en el aprendizaje a través del diálogo permanente con el docente, el equipo de ayudantes de laboratorio y sus pares así como con la búsqueda de materiales y/o la experimentación, que conducen a la solución del problema planteado.

Los instrumentos de evaluación se elaboran para recolectar datos en relación a determinados **indicadores** a evaluar durante la SPE. Esos indicadores no son sino variables que son capaces de traducir a otra variable, en términos empíricos o medibles. A su vez el proceso por el cual se seleccionan los indicadores para una variable dada se denomina “operacionalización”. Es muy frecuente sentir que la selección de indicadores que se realiza para una variable dada, no es exhaustiva y pueden quedar aspectos sin evaluar. Existe, de hecho, un compromiso entre el número de indicadores a usar para evaluar totalmente una variable dada y la extensión del instrumento utilizado o la dificultad del análisis del mismo o el número de individuos a evaluar, entre otros aspectos.

Algunos de los **indicadores** que pueden utilizarse para analizar las dimensiones antes señaladas pueden ser:

- Lenguaje utilizado (interpretativo-etiquetado)
- Conocimiento que desarrolla (auténtico, situado, generalizable, distribuido u otros)
- Estrategia de resolución empleada
- Actitud hacia el trabajo
- Preocupación por la seguridad individual y grupal
- Normas de convivencia empleadas
- Tipo de razonamiento utilizado (inductivo, deductivo, analógico, conjetural)
- Nivel de desempeño (principiante, participante avanzado, experto)

6.2.- ¿Cuándo evaluar la actividad desarrollada ?

6.2.1.- Durante la fase preactiva

Una vez que el/los estudiante/s se ha/n planteado una SPE, el docente aporta indicaciones para llevar a cabo la búsqueda bibliográfica. Puede sugerir que se introduzca alguna modificación en la/s técnica/s propuesta/s por los estudiantes a los efectos de obtener mejores datos, o que se mejoren las medidas realizadas. Está realizando una evaluación **provisional o formativa** que puede influir en el producto terminado. Puesto que la evaluación continua aporta una constante retroalimentación, ayuda a modificar conductas que optimicen la concentración, la atención y redunde en una mejora de los resultados permitiendo lograr aprendizajes de mejor calidad.

6.2.2.- Durante la fase activa

En la tarea de laboratorio propiamente dicha la evaluación se vuelve más **regular e informal**. Adopta la forma de diálogo permanente donde los alumnos, de acuerdo a las indicaciones impartidas, deben tomar muchas decisiones. El docente proporciona ayuda antes y durante la realización de los procedimientos, ofrece apoyo a los alumnos que les cuesta poner de manifiesto lo que no saben y permite supervisar lo realizado.

6.2.3.- Durante la fase postactiva

La dimensión formal se realiza de manera estructurada, en forma **oral y escrita** informando al docente si se han alcanzado o no las intenciones educativas.

- En forma **escrita**, se solicita la presentación de un **informe** donde se reporta el proyecto en forma completa, siguiendo pautas impartidas en un instructivo que se entrega y se explica al comienzo del trabajo.
- En forma **oral**, cada alumno plantea al grupo: el trabajo elegido, las razones de su elección, las preguntas de investigación planteadas, su población objetivo, las fuentes de información a utilizar, los instrumentos a emplear para la recolección y análisis de datos.

Esta presentación suele ir acompañada de:

- ✓ tecnología informática (presentaciones PP, página web, etc)
- ✓ recursos didácticos como proyector de transparencias
- ✓ la realización de una parte experimental representativa de la SPE
- ✓ presentación de productos elaborados como producto de la experimentación

6.3.- ¿Cómo evaluar la actividad?

Es importante advertir que los instrumentos que se detallan a continuación no tienen porque ser aplicados tal como están diagramados, pueden realizarse todos los ajustes que se consideren pertinentes a los efectos de su contextualización. Asimismo, no necesariamente han de aplicarse en su totalidad, pueden utilizarse los que se consideren más ajustados a la situación de aula.

A los efectos de la evaluación de las SPE, se utilizan diferentes técnicas (observación, entrevista) que dan lugar al empleo de diversos instrumentos de recolección, procesamiento y presentación de datos: fichas, reportes, ponencias, etc.

Algunos aspectos en relación a las técnicas utilizadas:

- Para Taylor y Bogdan (1996:31), **observación** es " *la investigación que involucra la interacción social entre el investigador y los informantes en el medio de estos últimos, y durante la cual se recogen datos de modo sistemático y no intrusivo*".
- Para Hernández y otros (1998:309), " *la observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamiento o conducta minifiesta.* "
- Según Marrero (1997:63) la **entrevista** es " *la técnica cualitativa de recolección, a través de la cual el investigador obtiene información relevante sobre su objeto de estudio de otro sujeto al que llamaremos `informante` "*.

Se construyen diversos instrumentos que responden a diferentes técnicas, adaptados a las múltiples etapas en que se llevan a cabo las actividades y que conduce a una evaluación continua. A su vez, ello conduce a lograr una triangulación de datos.

"Se entiende por **triangulación** a la combinación en un estudio único de diferentes métodos o fuentes de datos" según Taylor y Bodgan (1996:91). Se suele concebir como un modo de protegerse de las tendencias del evaluador pero también contribuye a generar una opinión más genuina de la actuación grupal e individual del estudiante .

A través del trabajo se han ido mencionando los diferentes técnicas e instrumentos de los que se ha valido el docente para evaluar las SPE realizadas:

- ✓ fichas de seguimiento del estudiante,
- ✓ autoevaluación y evaluación recíproca,
- ✓ informe escrito,
- ✓ ponencias orales,
- ✓ encuestas informales.

Ninguno de ellos por sí solo es suficiente para lograr la evaluación de la actividad planteada y de ahí la propuesta de varios a los efectos de lograr la triangulación de los mismos procurando la optimización evaluativa.

El cuadro 11 da cuenta de la **ficha de observación** utilizada por los docentes para relevar la información que permite el seguimiento **individual** de los diferentes alumnos en las diversas etapas del trabajo (preactiva, activa, y postactiva) . La calificación puede ser realizada en una escala cualitativa que al final del trabajo se traduce en un valor numérico en la escala 1-12 según lo exige la normativa vigente.

En dicha ficha se procura recavar datos en relación a los posibles indicadores antes señalados:

Cuadro 11.- Ficha de seguimiento del estudiante durante las diferentes fases del trabajo

FASE	ASPECTO A CONSIDERAR	JUICIO
PREACTIVA	Delimitación del problema a investigar	
	Definición de los objetivos a lograr	
	Planteo de una estrategia viable de trabajo	
	Adecuación del marco teórico al trabajo propuesto	
ACTIVA	Elección y uso adecuado de instrumentos y materiales	
	Recolección ordenada de datos y observaciones	
	Consideración de medidas de seguridad individuales y colectivas	
	Autonomía en el desempeño del trabajo práctico	
POSTACTIVA	Procesamiento de datos adecuado a las metas propuestas	
	Utilización adecuada del lenguaje científico	
	Presentación del material (producto y/o informe) en fecha y forma	
	Adecuación de las conclusiones planteadas al trabajo realizado	
	Apertura a nuevas líneas de trabajo	

La **evaluación grupal** durante la fase preactiva y la postactiva, puede ser realizada relevando datos en una **ficha de observación** del tipo de la indicada en el cuadro 12. A los efectos de su diagramación, se consideraron aspectos como, el comportamiento del grupo en relación a la conducta mantenida durante su trabajo y la atención prestada a la tarea. Asimismo, se procuraron relevar las características del contexto físico en que se desarrolla la actividad pues se considera que influyen en el rendimiento del grupo y su predisposición al trabajo.

Cuadro 12 .- Protocolo de observación de clases (aplicado al primer y último encuentro de fase preactiva y último encuentro de fase postactiva)

Características del grupo	Participación				
	Esponánea	Solicitada	Ambas		
	Comportamiento				
	Atentos	Dispersos	Indiferentes		
Comportamiento del grupo con relación a la tarea	Grado de compromiso asumido			Formación de grupos de trabajo	
	Inadecuado	Adecuado	Muy Adecuado	Inadecuado	Adecuado
	Generación de discusión con relación a diferentes temas			Grados de acuerdo alcanzado	
	Inadecuado		Adecuado	Inadecuado	Adecuado
Características del salón de clase	Iluminación		Ventilación		
	Disposición del aula		Recursos didácticos disponibles		
Resumen de actividades y temas tratados en clase					
Resumen de opiniones de los actores					

Procurando desarrollar en el estudiante el espíritu de *autocrítica*, se creó un instrumento que le permite la **autoevaluación** de su tarea en diferentes momentos y la **evaluación por parte de los pares** (evaluación recíproca) de esa misma propuesta. El mismo se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 13.- Propuesta de autoevaluación y evaluación por pares

MODO DE EVALUACIÓN	INTERROGANTE PLANTEADA	COMENTARIO SOBRE LA ACTIVIDAD EVALUADA
AUTOEVALUACIÓN	¿ Cómo lo he hecho ?	
	¿ Qué puedo modificar ?	
	Explico como lo replantearía.	
EVALUACIÓN RECÍPROCA	¿ El planteamiento del compañero es el adecuado?	
	¿ Qué le recomendaría hacer para mejorar su trabajo ?	
AUTOEVALUACIÓN	¿ Estoy de acuerdo con la evaluación de mi compañero?	

Una vez finalizado el reporte escrito por el grupo o estudiante y antes de su devolución por parte del docente, se le entrega a cada grupo (o estudiante individual, si así realizó la

actividad), su ficha de autoevaluación y se le asigna al azar, su evaluador en el grupo. En una primera instancia el grupo reflexiona sobre la posibilidad de realizarle cambios a su propio reporte y los indica en el documento. Estas reflexiones son alcanzadas al evaluador (otro subgrupo o estudiante individual) junto al reporte escrito original. El evaluador realiza la lectura crítica del trabajo, sobre el cual ya conoce la temática a través de la ponencia oral.

Las críticas realizadas son devueltas al subgrupo original o estudiante, quien/es debe/n señalar su grado de acuerdo o desacuerdo con los comentarios recibidos.

Finalmente, el docente realiza una re-lectura de su primera opinión sobre el reporte original, considera el nuevo documento que surge de la autoevaluación y la evaluación de pares y finalmente emite un juicio que es compartido con cada subgrupo evaluado.

Si bien es una tarea que insume mucho tiempo por parte del docente, es importante para advertir muchos de los aspectos que se pretenden evaluar a través de esta estrategia didáctica. Ese reporte escrito que es evaluado en varias instancias, es el producto de la sistematización de datos relevados, procesados y analizados a través de una estrategia propuesta por el propio estudiante (solo o en grupo) tomando como punto de partida una pregunta de la vida cotidiana de su propio interés. Para ayudar a esa sistematización, en la fase preactiva se explicitan y analizan en conjunto, los aspectos que deberían estar presentes en el reporte (ítem 3.7.1.4.a) y que se detallan en el cuadro 14.

Cuadro 14.- Elementos a considerar para la elaboración del reporte escrito

ELEMENTOS QUE DEBERÍA CONTENER UN REPORTE DE RESULTADOS EN UN CONTEXTO ACADÉMICO	
1. PORTADA	Incluye el título de la investigación, nombre del autor o autores, nombre de la institución y fecha en que se presenta.
2. ÍNDICE	Incluir apartados y sub-apartados.
3. RESUMEN	Constituye el contenido esencial del reporte de investigación, usualmente incluye el planteamiento del problema, la metodología, los resultados más importantes y las principales conclusiones.
4. INTRODUCCIÓN	Incluye el planteamiento del problema, (objetivos y preguntas de investigación, así como la justificación del estudio), el contexto general de la investigación (cómo y dónde se realizó), las variables y términos de la investigación y sus definiciones, así como limitaciones de ésta.
5. MARCO TEÓRICO	Es el marco de referencia o revisión de la literatura.
6. MÉTODO	En este punto se incluye cómo fue llevada la investigación: <ul style="list-style-type: none">• Hipótesis y especificación de las variables.• Diseño experimental utilizado.• Materiales e instrumentos de medición.• Procedimientos (encuestas).
7. RESULTADOS	Estos son los productos del análisis de los datos. Puede incluirse tablas y gráficas.
8. CONCLUSIONES	Debe redactarse de tal manera que facilite la toma de decisiones respecto a la problemática considerada.
9. BIBLIOGRAFÍA	Ordenada alfabéticamente.
10. APÉNDICES	Se incluyen al final para no distraer la lectura del texto principal. Pueden ser los cuestionarios usados en las encuestas.

Extraído de Hernández,R.; Fernández,C.; Baptista,P.; (1998); *Metodología de la Investigación* , Ed. Mc Graw Hill, Segunda Edición, México.

Finalmente, durante la etapa de **retroalimentación**, se procura conocer la opinión de los estudiantes en relación a la actividad desarrollada. Interesa que el alumno compare la estrategia didáctica realizada con el práctico tradicional del tipo “ receta a seguir ”.

El cuadro 15 da cuenta de un posible cuestionario al respecto. Consta de preguntas cerradas con una escala de respuesta tipo Lickert, con tres opciones posibles y un par de preguntas abiertas para que aporte comentarios y sugerencias al respecto. Se pretende advertir acerca de la dimensión socializante de la actividad a través de la pregunta número 5.

Cuadro 15.- Cuestionario de relevamiento de opinión estudiantil con relación a la actividad realizada.

Grupo:		Subgrupo:
Te agradecemos la respuesta a las preguntas, considerando la siguiente afirmación: <i>Tu has abordado la resolución de una situación problemática (S.P.)</i>		
1.- Con relación al curso práctico que has realizado hasta el momento, la S. P. te resultó:		
Más atractiva	Menos atractiva	No me resultó atractiva
2.- Cuánto del curso práctico sustituirías por éste tipo de actividad ?		
Todo	La mitad	Nada
3.- A través del trabajo realizado consideras que fuiste:		
Nada creativo	Poco creativo	Muy creativo
4.- Consideras que ésta actividad te ha incorporado nuevos conocimientos ?		
Muchos	Pocos	Ninguno
5.- Crees que hubo un estrechamiento de la relación con tus compañeros de grupo a través del trabajo realizado ?		
Nada	Poco	Mucho
6.- Comentarios que desees efectuar con relación a las S.P.:		
.....		
7.- Sugerencias que desees realizar para futuros trabajos:		
.....		

El cuestionario es anónimo, de esa manera los estudiantes no se sienten presionados al dar su opinión. Una vez procesados los resultados de las opiniones estudiantiles, los mismos se difunden entre el grupo de trabajo y son considerados un insumo de importancia para el replanteo de las nuevas actividades.

7.- Bibliografía

1. Alonso Tapia, J. (1991) *Motivación y aprendizaje en el aula*, Aula XXI, Santillana; Madrid.
2. Aluja, M.; Birke, A.; (2004); *El papel de la ética en la investigación científica y la educación superior*; 2º Edición; Academia Mexicana de Ciencias; México.
3. Astolfi, J.P.; (2003); *El "error", un medio para enseñar*; 2ª Edición; Editorial Diada; España.
4. Ausubel, Novak y Hanesian; (1991); *Psicología educativa; Un punto de vista cognitivo*; Editorial Trilla; 5ª reimpresión; México.
5. Barnett, Ronald; (2001); *Los límites de la competencia*; Editorial Gedisa; Barcelona.
6. Bernadou O., Soubirón E.; (2002) ;" *Las pequeñas investigaciones en la enseñanza de la Química*", Revista Educación en la Química, ISSN 0327-3504, Vol. 8 N°2, Argentina.
7. Bernadou O., Soubirón E.; (2003); "*Las pequeñas investigaciones en el laboratorio: la opinión de los estudiantes* ", Revista V.I.T.R.I.O.L, de la Asociación de Educadores en Química, año 4, N°4, Uruguay.
8. Bernadou O., Soubirón E.; (2004) ;" *La evaluación de las Pequeñas Investigaciones como estrategia para generar un espacio de reflexión*", (a editar); Revista Anales IPA.
9. Birch, W.; (1986); *Towards a model for problem-based learning*; Studies in Higher Education, 11, 73-82.
10. Blythe, T.; (2004) ; *La enseñanza para la comprensión*; Editorial Paidós; Argentina.
11. Bruner, J.; (1997); *La educación, puerta de la cultura* ; Ed. Visor; Madrid.
12. Campanario J.M. Moya A.; (1999); ¿ *Cómo enseñar ciencias ? Principales tendencias y propuestas*; Enseñanza de las Ciencias; 17 (2); 179-192.
13. Chevallard Y.; (1991); *La transposición didáctica*; Editorial Aique ; Argentina.
14. Coll, C.; (1984); *Estructura grupal, interacción entre alumnos y aprendizaje escolar*; Infancia y Aprendizaje; 27/28; 119-138.
15. Comisión Sectorial de Enseñanza, Subcomisión Coordinadora del PI " *Proyectos conjuntos con ANEP* ", Universidad de la República, " *Características*

- deseables de la formación del estudiante al ingreso a la Universidad*”, Documento de trabajo II, diciembre 2004.
16. Díaz Barriga F.; Hernández G.; (2002); *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*; 2ª edición; McGraw Hill; México.
 17. Díaz Barriga, F.; (2003); *Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo*; Revista Electrónica de Investigación Educativa, 5 (2). Consultado en: <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-diazbarriga.html>
 18. Driver R.; (1986); *Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos*; Enseñanza de las Ciencias; 4 (1); 3-15.
 19. Fullan M.; (2002); *Las fuerzas del cambio*; Editorial Akal; Madrid.
 20. Furió, C.; Guisasola, J.; (2001); *La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada*; Enseñanza de las Ciencias; 19, 319-334.
 21. Gallego, R. (2004); *Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales*; Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias; vol 3; N°3.
 22. García, J.J.; Cañal, P.; (1995); *¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación*; Investigación en la Escuela; 25, 5-16.
 23. Garret, R.M.; (1995); *Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias*, Alambique N° 5, pp 5-15.
 24. Giere, R. ; (1999a); *Del realismo constructivo al realismo perspectivo*, Enseñanza de las Ciencias, Extra; pág. 9-14.
 25. Giere, R. ; (1999b); *Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico*, Enseñanza de las Ciencias, Extra; pág. 63-70.
 26. Gil, D.; (1993); *Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación*; Enseñanza de las Ciencias; 11,1 -212.
 27. Gil, D.; (1994); *Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico*; Investigación en la Escuela, 23, 17-32.
 28. Gil, D.; Carrascosa J.; Furió C.; Martínez Torregosa J.; (1991); *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*; 2ª Edición; Editorial Horsori; España.

29. Gil, D., Martínez Torregosa J., Ramírez L.; (1992); *La didáctica de la resolución de problemas en cuestión: elaboración de un modelo alternativo*; Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales Nº 6, 73-85.
30. Gil, D., Macedo B., Martínez Torregosa J., Sifredo C., Valdez P., Vilches A.; (2005); *¿ Cómo promover el interés por la cultura científica?*, UNESCO, Santiago.
31. Gómez, M.A.; (2003); *El modelo de la pedagogía diferencial*; Revista de Ciencias Humanas , Año 9 - Número 31
32. Grau, R. (1994), *¿ Qué es lo que hace difícil una investigación ?*, Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, Nº 2 (27-35).
33. Hargreaves, A.; (2003); *Replantear el cambio educativo*; Amorrortu editores; Buenos Aires.
34. Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P.; (1998); *Metodología de la Investigación* , Ed. Mc Graw Hill, Segunda Edición, México.
35. Jiménez M.P. (coord.); (2003); *Enseñar Ciencias*; Editorial Graó; España.
36. Jiménez M.R.; Sánchez M.A.; De Manuel E.; (2002); *Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿ realidad o utopía ?*; Educación Química; 13,(4), pág. 259-266.
37. Leite L., Esteves E.; (2005); *Análise crítica de actividades laboratoriais: um estudo envolvendo estudantes de graduacao*; Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias; vol 4; Nº1.
38. Lukas J.F., Santiago K.; (2004); *Evaluación educativa*; Alianza editorial; España.
39. Medir, M.; (1995); *El proyecto APQUA*; Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales; Nº 3; págs. 53-60.
40. Marrero, A.; (1996); *Del Bachillerato a la Universidad. Rupturas y Continuidades. Exitos y Fracazos*, Univ. de la Rep., Uruguay.
41. Monereo C., Pozo J.I.; (2003); *La Universidad ante la nueva cultura educativa Enseñar y aprender para la autonomía*; Editorial Síntesis; Madrid.
42. Moreno M^a, Ferreira A.; (2004); *La relevancia de las visiones de sentido común de los maestros en el desarrollo de propuestas innovadoras de enseñanza de las ciencias en primaria*;
43. Obach, D.; (1995); *Proyecto SATIS*, Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales; Nº 3; págs. 39-44.

44. OECD PISA; (2004); *La evaluación Internacional PISA*; ANEP, Gerencia de Investigación y Evaluación, Montevideo.
45. Oñorbe de Torre, A. M.; (1989); *Solo ante el problema*, Rev. Cuadernos de Pedagogía, N° 175.
46. Parejo, C.; (1995); *El Proyecto Ciencia a través de Europa*; Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales; N° 3; págs. 45-52.
47. Perrenoud, P., (2000), *Diez nuevas competencias para enseñar*; Editorial Artmed; Porto Alegre.
48. Perrenoud, P.; (1999); *Pedagogia Diferenciada. Das Intenções à Ação*, Artmed Editora; Porto Alegre.
49. Piaget, J.; (1979); *El Punto de vista de Piaget*; Ed. Alianza Universidad, Madrid.
50. Pinto Cañón, P.; (2003); *Didáctica de la Química y vida cotidiana*; Universidad Politécnica de Madrid; España.
51. Pozo, J.I., Monereo C.; (2000); *El aprendizaje estratégico*, Editorial Aula XXI Santillana; Madrid.
52. Pozo, J.I.; Postigo, Y.; Gómez Crespo, M.A.; (2000); *Aprender y enseñar ciencia*; Segunda edición; Ed. Morata; Madrid.
53. Pozo, J.I.; Pérez Echeverría, M.; Domínguez Castillo J.; Gómez Crespo, M.A.; Postigo Angón; Y.; (1998); *La solución de Problemas*; Ed. Santillana; Madrid.
54. Rodrigo M.J., et al.; (1993); *Las teorías implícitas*; Ed. Visor; Madrid; España.
55. Ros Clavell, I.; (2003); *La simulación y/o el juego de rol como estrategia para comunicar ciencia: Proyecto APQUA*; en Pinto Cañón; *Didáctica de la Química y vida cotidiana*; Universidad Politécnica de Madrid; España; pág. 233-238.
56. Sanmartí, N.; (2002); *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*; Editorial Síntesis Educación; España.
57. Santos, M.A.; (1990); *Estructuras de aprendizaje y métodos cooperativos en educación*; Revista Española de Pedagogía; 185, 53-77.
58. Schmidt, K.G.; (1995); *Problem-based learning: An introduction*; Instructional Science; 22, 247-250.
59. Schroeder G.; (2005); *El legado de un científico notable*; El País, 30 de enero de 2005; Montevideo.
60. Soubirón, E.; (2001); *"Estudio de la Red de Factores que afectan el Rendimiento estudiantil en el curso de Química General a los efectos de optimizar las*

Estrategias Didácticas"; Tesis de Maestría en Química; Orientación Educación; Facultad de Química; UdelaR.

61. Stone Wiske M.; (2003); *La enseñanza para la comprensión Vinculación entre la investigación y la práctica*; Editorial Piados; 1ªreimpresión; Buenos Aires.
62. Taylor, S. J. y Bodgan, R., (1996); *Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación*; Ed. Pidos; Barcelona.
63. Vygotski, L.; (1979); *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Ed. Crítica; Grupo Editorial Grijalbo; Barcelona.

SEGUNDA PARTE

Algunos comentarios a compartir

La **guía para el trabajo del docente** como ya se ha expresado, consta de dos partes.

En la **primera parte** se realiza una introducción de las Situaciones Problemáticas Experimentables (SPE) como estrategia didáctica a aplicar en diferentes niveles.

En esta **segunda parte**, se van a presentar diferentes ejemplos de SPE, ya trabajadas en Formación Docente (IPA) o en Bachillerato Diversificado. Esas actividades a presentar, responden a un formato general que será descrito a continuación, basado en preguntas a responder, como lo son los títulos de las SPE presentadas.

¿ Por qué preguntas ? La esencia de las SPE es la pregunta de partida que el estudiante se realiza a sí mismo, a instancias del docente, pero que solo procura satisfacer su propia curiosidad o la del grupo de trabajo. Los lineamientos generales que el docente da como punto de partida, son muy generales, como por ejemplo, que se enmarquen en una temática dada o que impliquen necesariamente actividades de laboratorio. Entonces parece importante resaltar ese carácter de duda, de cuestionamiento, de búsqueda de soluciones, de indagación permanente, que caracteriza a esta estrategia didáctica.

1.- ¿ Qué podremos averiguar..

En esta instancia lo que se pretende es dejar en claro cual es el objetivo inmediato de la SPE planteada, a que resultados podemos llegar a través de su realización.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

El planteo y la resolución de la SPE, van más allá de los objetivos inmediatos propuestos. De hecho, se abren líneas de análisis, de exploración, surgen nuevas interrogantes en relación al tema, con cada avance tanto experimental como de búsqueda bibliográfica realizada. Es entonces que se dejan planteadas desde el comienzo algunas otras preguntas a realizarse durante las diferentes etapas de las SPE, como siempre abiertas a todas las que surjan por parte del cuerpo docente y estudiantil.

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

Dadas las características de apertura de la guía, se hace necesario especificar que conocimientos previos – tanto conceptuales como procedimentales – es recomendable que conozca el estudiante antes de abordar la actividad seleccionada.

Esos requerimientos a su vez están condicionados por el nivel en que se van a trabajar las SPE ya que los requerimientos previos no serán iguales si se van a abordar en un nivel escolar que si se lo va a realizar en un BD, en tanto los objetivos planteados así como la profundidad con que se analizarán los resultados no serán los mismos.

Asimismo, si la actividad va a ser utilizada en el inicio del abordaje de un tema, requerirá menores conocimientos previos, en tanto ella será la inductora a la profundización en la temática. Por eso en algunas actividades solo se indican como necesarias “ nociones de ” algunos contenidos dados.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

Esta pregunta apunta a la organización general de la actividad. Se debe de disponer a priori de los materiales de laboratorio, de los productos químicos, de la infraestructura edilicia necesaria, de la bibliografía de apoyo y de referencia, para llevar a cabo la SPE.

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Si bien se hace referencia a Normas de Seguridad relacionadas a la SPE en cuestión, es una responsabilidad del docente velar por su cumplimiento, a los efectos de no correr riesgos innecesarios o de evitar accidentes; de ahí la necesidad de reiterar dichos aspectos en la guía del docente. Asimismo solo la persona que tutorea o supervisa la actividad práctica puede considerar si las instalaciones del lugar adonde se va a llevar a cabo la actividad cuenta con las condiciones mínimas de seguridad necesarias.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Esta pregunta refiere a los pasos a seguir para realizar la actividad práctica en sí. Es el equivalente a la técnica de las prácticas tradicionales, en el mejor de los casos. Muchas veces es una etapa de construcción sobre la marcha pues solo se tienen indicios de cómo proceder para lograr el objetivo propuesto. En ese caso el grupo o el estudiante debe de redactar a posteriori los pasos a seguir, para poder repetir la experiencia.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar los datos ?

A los efectos de la recolección de datos puede ser suficiente simplemente un cuaderno de campo en la cual se toman notas relativamente desordenadas. Sin embargo, para la realización de una recolección sistemática de datos, suele ser necesario diagramar algún tipo de instrumento de recolección. Por ejemplo, una tabla, un cuadro, un programa de computación, etc. La forma ordenada de recolección de datos puede ser de gran ayuda a la hora de abordar el análisis de los mismos así como para su posible repetición.

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

Para el análisis de los datos, los procedimientos cambiarán en función del carácter cuali o cuantitativo de la SPE realizada. En el caso de una abordaje cualitativo, la descripción de las etapas llevadas a cabo, de las características de los productos obtenidos, de la comparación de propiedades de dichos productos con relación a datos de bibliografía, son aspectos importantes en el análisis de los resultados.

En el caso de un abordaje cuantitativos, se hará uso de algoritmos matemáticos, se advertirá el grado de ajuste a modelos preestablecidos, se utilizarán programas de computación , etc que permitan visualizar numéricamente los resultados de la actividad.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés

Es un ítem destinado a compartir los resultados obtenidos en la misma actividad, en experiencias previas. Algunos de los comentarios serán: los márgenes de error con que se trabaja, algunos cuidados de manipulación a considerar en especial, que equipos conviene utilizar o que calidad de productos.

Se señalan en forma muy sintética, contenidos relacionados al fundamente teórico de las actividades propuestas de modo de facilitarle al docente la tarea, a la hora de pensar los temas vinculados a la misma.

9.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

En este ítem se suele referir la información a la actividad práctica en sí misma y a la SPE como estrategia didáctica.

Con relación a la actividad práctica, esta puede complementarse, según el caso a través del análisis de otras muestras, a través del uso de otras técnicas, otros reactivos, etc.

Con respecto a la SPE, hay aplicaciones de la misma que vinculan la temática abordada con otras disciplinas, con temas transversales, con relación a problemas sociales, etc. Estas aplicaciones pueden ser abordadas desde otro enfoque, no necesariamente experimental, sino por ejemplo a través de la búsqueda de materiales bibliográficos, analizándolos en juegos de roles, creando una página web, un programa interactivo, etc. En este ítem se dan algunos lineamientos para complementar la SPE, desde otros enfoques.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Se vincularán las diferentes actividades señaladas con los contenidos de los programas vigentes en la enseñanza formal. Ello no significa que sea éste el único ámbito de aplicación ya que dentro de la educación no formal también pueden ser utilizadas, por ejemplo en ferias o talleres de ciencias.

Con respecto a los temas relacionados, se sugerirán sin ánimo exhaustivo, algunas de las posibles vinculaciones, sea con relación a temas puntuales como a temas transversales y su relación con otras disciplinas.

Se sugiere, dentro de cada actividad, el enfoque metodológico desde del cual se puede implementar la SPE propuesta. Estas sugerencias se centran en tres posturas de las analizadas en el ítem **Algunos aspectos teóricos**, sin carácter reduccionista. Esto implica que si el docente considera pertinente su aplicación en el marco de otra postura, puede realizarla.

11.- Bibliografía

Para cada SPE se indicará la bibliografía utilizada, en general respetando las sugerencias hechas en los trabajos ya realizados, que son citados en cada ficha. Ello no significa que sea una lista exhaustiva, sino que por el contrario, puede ser complementada en toda ocasión.

RIESGOS ESPECÍFICOS (Frasas R)

Frase R	Riesgos específicos de las sustancias peligrosas
R1	Explosivo en estado seco
R2	Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
R3	Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición
R4	Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles
R5	Peligro de explosión en caso de calentamiento
R6	Peligro de explosión, lo mismo en contacto que sin contacto con el aire.
R7	Puede provocar incendios.
R8	Peligro de fuego en contacto con sustancias combustibles.
R9	Peligro de explosión al mezclar con sustancias combustibles.
R10	Inflamable.
R11	Fácilmente inflamable
R12	Extremadamente inflamable
R13	Gas licuado extremadamente inflamable.
R14	Reacciona violentamente con el agua
R15	Reacciona con el agua liberando gases fácilmente inflamables
R16	Puede explotar en mezcla con sustancias comburentes
R17	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
R18	Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas o inflamables.
R19	Puede formar peróxidos explosivos
R20	Nocivo por inhalación
R21	Nocivo en contacto con la piel
R22	Nocivo por ingestión
R23	Tóxico por inhalación
R24	Tóxico en contacto con la piel
R25	Tóxico por ingestión
R26	Muy tóxico por inhalación
R27	Muy tóxico en contacto con la piel
R28	Muy tóxico por ingestión
R29	En contacto con agua libera gases tóxicos
R30	Puede inflamarse fácilmente al usarlo
R31	En contacto con ácidos libera gases tóxicos
R32	En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos
R33	Peligro de efectos acumulativos
R34	Provoca quemaduras
R35	Provoca quemaduras graves
R36	Irrita los ojos
R37	Irrita las vías respiratorias
R38	Irrita la piel
R39	Peligro de efectos irreversibles muy graves
R40	Posibilidad de efectos irreversibles
R41	Riesgo de lesiones oculares graves
R42	Posibilidad de sensibilización por inhalación
R43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel
R44	Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado
R45	Puede causar cáncer
R46	Puede causar alteraciones genéticas hereditarias
R47	Puede causar malformaciones congénitas
R48	Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.

FRASES DE SEGURIDAD (FRASE S)

Frase S	Consejos de prudencia relativos a sustancias peligrosas
S1	Consérvese bajo llave
S2	Manténgase fuera del alcance de los niños
S3	Consérvese en lugar fresco
S4	Manténgase lejos de locales habitados
S5	Consérvese en...(líquido apropiado a especificar por el fabricante)
S6	Consérvese en...(gas inerte a especificar por el fabricante)
S7	Manténgase en recipiente bien cerrado
S8	Manténgase el recipiente en lugar seco
S9	Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado
S10	Mantener el producto en estado húmedo
S11	Evitar contacto con aire
S12	No cerrar el recipiente herméticamente
S13	Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.
S14	Consérvese lejos de sustancias incompatibles
S15	Protéjase del calor
S16	Protéjase de fuentes de calor. No fumar
S17	Manténgase lejos de materias combustibles
S18	Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
S19	
S20	No comer ni beber durante su utilización
S21	No fumar durante su utilización
S22	No respirar el polvo
S23	No respirar los gases/ humos/ vapores/ aerosoles
S24	Evítese el contacto con la piel
S25	Evítese el contacto con los ojos
S26	En caso de contacto con los ojos, lávenlos inmediatamente y abundantemente con agua y acuda a un médico
S27	Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada
S28	En caso de contacto con la piel, lávese inmediatamente y abundantemente con...
S29	No tirar los residuos por el desagüe
S30	No echar jamás agua al producto
S31	Mantener lejos de materiales explosivos
S33	Evítese la acumulación de cargas electrostáticas
S34	Evítense golpes y rozamientos
S35	Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles
S36	Usen indumentaria protectora adecuada
S37	Usen guantes adecuados
S38	En caso de ventilación insuficiente, usar máscara adecuada
S39	Usen protección para los ojos/ cara
S40	Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese...
S41	En caso de incendio, o de explosión, no respire los humos
S42	Durante las fumigaciones/ pulverizaciones, use equipo respiratorio adecuado
S43	En caso de incendio, úsese medios de extinción a especificar por el fabricante
S44	En caso de malestar acuda a un médico
S45	En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico
S46	En caso de ingestión, acuda inmediatamente al médico y muéstrole la etiqueta

	o el envase
S47	Consérvase a una temperatura no superior a °C
S48	Consérvase húmedo con ...
S49	Consérvase únicamente en el recipiente de origen
S50	No mezclar con
S51	Úsese únicamente en lugares bien ventilados
S52	No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
S53	Evitar exposición. Obtener instrucciones especiales antes de usar.
S56	Eliminación del material y su envase como desecho especial o peligroso.
S57	Usar envase apropiado para evitar contaminación ambiental.
S59	Dirigirse al fabricante para información sobre eliminación o reciclaje.
S60	Este material y su envase deben ser eliminados como residuo peligroso.
S61	Evitar eliminar al ambiente. Ver hojas de seguridad.
S62	Si se traga, no inducir el vómito. Recurrir al médico y mostrar etiqueta de envase.

Indicación de peligro	Clasificación
EXPLOSIVO	Sustancia que puede explotar por efecto de una llama
COMBURENTE	Sustancias que en contacto con otras pueden originar una reacción fuertemente exotérmica
MUY TÓXICO TÓXICO	Sustancia que por inhalación, ingestión, o absorción cutánea en muy pequeña cantidad pueden conducir a daños graves para la salud.
NOCIVO	Sustancias que por inhalación, ingestión o absorción cutánea pueden provocar posibles daños para la salud de gravedad limitada.
EXTREMADAMENTE INFLAMABLE	Líquidos con punto de inflamación muy bajos. Gases, mezcla de gases que con el aire tienen punto de encendido.
FÁCILMENTE INFLAMABLE	Líquidos con punto de inflamación inferior a 21 °C. Sustancias sólidas que son fáciles de inflamar o liberan sustancias inflamables por la acción de la humedad o el agua.
CORROSIVO	Sustancias que producen la destrucción del tejido cutáneo y de otros materiales.
IRRITANTE	Sustancias que producen daños de los ojos, irritación de la piel o de las vías respiratorias.
PELIGROSO PARA EL AMBIENTE	Sustancias o productos de transformación que en caso de ser liberados al ambiente pueden ocasionar daño al ecosistema.
RADIATIVO	Significa la presencia real o potencial de radiaciones ionizantes.

ICONOS O PICTOGRAMAS



Inflamable



Nocivo

Xn



Corrosivo



Tóxico



Irritante

Xi



Explosivo
Explosive
Explosible

E



Peligroso
para el
Medio
Ambiente

N



Comburente
Oxidising
Comburant

O

Clasificación de las Actividades:

Química vinculada a la/el/los:	SPE número:
Cosmética	13 ¿ Cómo actúa la química en el cabello?
	15 ¿ Cómo fabricar un “jabón de chocolate” ?
Medioambiente o contaminación	4 ¿ Puedo comparar cuánta nicotina consumo al fumar un cigarrillo común, uno light o uno ultralight ?
	5 El plomo en nafta ¿ un fantasma en agonía ?
	8 ¿ Cómo transformar el aceite de la fritura en combustible para el auto? Fabricación y purificación de biodisel
	23 ¿ Reciclamos el papel ? Una alternativa a la contaminación ambiental
Salud	24 ¿ Aguas contaminadas con cromo ?
	4 ¿ Puedo comparar cuánta nicotina consumo al fumar un cigarrillo común, uno light o uno ultralight ?
	5 El plomo en nafta ¿ un fantasma en agonía ?
	6 ¿ Qué compuestos hay en los vinos ?
	11 ¿ Qué cantidad de azúcar tiene un refresco ?
	12 ¿ Nos comemos un caramelo ?
Productos Naturales	17 ¿ Cuánta vitamina C tiene el jugo de limón?
	3 ¿ Puedo saber cuánta proteína tiene la clara de un huevo ?
	6 ¿ Qué compuestos hay en los vinos ?
	7 ¿ Porqué “ se pica ” el vino ?
	8 ¿ Cómo transformar el aceite de la fritura en combustible para el auto? Fabricación y purificación de biodisel
	9 ¿ Cómo fabricar “botones de leche” ?
	10 ¿ Cómo fabricar pintura y pegamento en casa ?
	13 ¿ Cómo actúa la química en el cabello?
	16 ¿ Cómo obtener aceite a partir del maní ?
	18 ¿ Porqué tomar el jugo natural de limón al momento de prepararlo?
	20 ¿ Cómo saber si un producto es ácido o básico?
	23 ¿ Reciclamos el papel ? Una alternativa a la contaminación ambiental
	25 ¿ Cómo reconocer los diferentes tipos de clorofilas presentes en una planta ?
Temas varios (misceláneas)	26 ¿ Cómo utilizar la electroforesis en la separación de los componentes de una mezcla?
	2 ¿ Cómo construir y utilizar un polarímetro casero?
	19 ¿ Qué podemos fabricar con resinas?
	21 ¿ Cómo diferenciar una tela natural de una artificial?
Alimentos	22 ¿ En qué consiste un “anализador de aliento” ?
	1 ¿ Cómo se puede obtener el azúcar que consumimos ?
	3 ¿ Puedo saber cuánta proteína tiene la clara de un huevo ?
	6 ¿ Qué compuestos hay en los vinos ?
	11 ¿ Qué cantidad de azúcar tiene un refresco ?
	12 ¿ Nos comemos un caramelo ?
	14 ¿ Cómo obtener manteca a partir de chocolate ?
	16 ¿ Cómo obtener aceite a partir del maní ?
	26 ¿ Cómo utilizar la electroforesis en la separación de los componentes de una mezcla?
	27 ¿ Común o light ?
28 ¿ Qué procesos se dan en la fabricación del pan?	

¿ Cómo se puede obtener el azúcar que consumimos ? Actividad N° 01.



El azúcar común (sacarosa) es uno de los productos que suministran los requerimientos energéticos diarios en la dieta de una persona. Se extrae de la caña de azúcar, (saccharum officinarum) en un porcentaje entre 15 a 20 %, en la remolacha (beta vulgaris) de 7 a 17 % en las condiciones más favorables, en el sorgo azucarado de 7 a 12 %, en piñas (11%), en las fresas (5 a 6%), en la caña de maíz, en el arce sacarino, etc. Los cultivos que se utilizan a nivel industrial en el Uruguay son, principalmente, la caña de azúcar y la remolacha.

1.- ¿ Qué podemos averiguar...

- ✓ ¿ En que parte de la remolacha encontramos el azúcar ?
- ✓ ¿ Cómo podemos saber que obtuvimos azúcar ?
- ✓ ¿ De qué depende la cantidad de azúcar que contiene una remolacha ?
- ✓ ¿ Cuánta azúcar podemos obtener de una remolacha ?
- ✓ ¿ Podría usar el azúcar obtenido para endulzar mi café ?
- ✓ ¿ Cómo se forma el azúcar en la remolacha y cómo se relaciona con su color ?

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

Podremos:

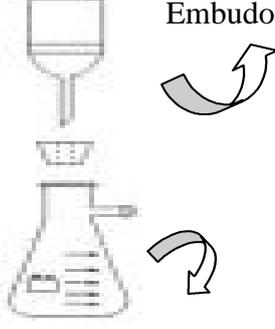
- ✓ extraer, clarificar y dosificar el jugo de remolacha.
- ✓ presumir cual es el azúcar presente en dicho jugo.
- ✓ continuar esta actividad con otras de esta guía
- ✓ responder a las preguntas iniciales complementando con la información bibliográfica.

2.- Conocimientos previos recomendables para trabajar la SPE

- ✓ Nociones de glúcidos.
- ✓ Actividad e isomería óptica. (*)
- ✓ Polarimetría. (*)
- ✓ Diluciones cuantitativas.
- ✓ Manejo de los diferentes instrumentos de laboratorio y trabajo con productos inflamables.

(*) Solo para enfoque cuantitativo.

3.- ¿ De qué materiales y de qué sustancias necesitamos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Exprimidor de jugos	Reactivo Fehling A
Embudo con placa filtrante	Reactivo Fehling B
Papel de filtro	Éter
Matraz Kitasato	Carbón activado
Bomba de vacío	Acetato de plomo
Matraz aforado 200 mL	 <p>Embudo con placa filtrante</p> <p>matraz Kitasato</p>
Gradilla porta tubos	
Tubos de ensayo	
Vaso de Bohemia 400 mL	
Cuchillo	
Balanza	
Cuentagotas	
Varilla de vidrio	
Espátula	

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Se trabaja con productos cuyas frases de riesgo y de seguridad se indican. En particular el éter – si bien se usa en muy pequeña cantidad -debe usarse bajo campana, con buena extracción o en un lugar muy aireado y sin llamas cerca.

- ✓ Debemos utilizar túnica, gafas y guantes
- ✓ Tenemos que leer cuidadosamente las frases R y S correspondientes y advertir si disponemos de un laboratorio adecuado.

<i>Sustancias</i>	<i>Frase R</i>	<i>Frase S</i>
Éter	R12-19	S 9-16-29-33
Fehling A	R 22-35-36-38	S 2- 26-30-36-37-39
Fehling B	R 35	S 2-26-37-37-39-45

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Para obtener el jugo y clarificar:

Extraemos el jugo de varias remolachas previamente lavadas y pesadas, lo tratamos con acetato básico de plomo en una proporción no mayor de 1/10. Al sobrenadante, lo llevamos a un matraz aforado de 200mL y lo enrasamos, si se forma espuma le adicionamos éter con el debido cuidado. Podemos clarificar la solución con carbón vegetal y filtrar para quedarnos con el sobrenadante.

Para reconocer el azúcar obtenido:

Preparamos 1mL de reactivo de Fehling a partir de 0,5mL de cada uno de ellos (soluciones A y B). Le agregamos el jugo clarificado y calentamos. Procedemos igual con solución de sacarosa. Comparamos los resultados obtenidos.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Una posibilidad será completar este cuadro:

Masa de remolacha (g)	
Masa de matraz aforado de 200mL (g)	
Masa de jugo de remolacha (g)	

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

Con los datos del ítem anterior es posible calcular cuál es el porcentaje que representa el jugo con relación a la masa total de remolacha.

También podremos presumir si el azúcar obtenido puede ser sacarosa o no.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ³

- ✓ Al azúcar que se acumula en la remolacha, lo elaboran las hojas influenciadas por la luz solar y su producción es mayor cuanto más luz reciba. La mayor parte del azúcar así formado en las hojas durante el día, va durante la noche a acumularse a la raíz. No se acumula por igual en todas partes de la raíz, sino que se reparte desigualmente. Las temperaturas óptimas son entre 15 a 18°C y el pH entre 6,0 y 6,8.
- ✓ El porcentaje de sacarosa obtenido en el jugo de remolacha hortícola fue del orden de 6.9 % y el porcentaje de sacarosa en la remolacha es aproximadamente 3.3 %, usando método polarimétrico.
- ✓ El % de azúcar en la remolacha puede oscilar de acuerdo a la especie, variedad, estación del año, clima, constitución del suelo y los fertilizantes utilizados siendo en la remolacha del orden del 7 al 17% en las condiciones más favorables.
- ✓ El jugo se clarifica con el carbón activado. No ocurre lo mismo con carbono vegetal.
- ✓ Al hacer reaccionar el jugo con el reactivo obtenido de la mezcla de iguales volúmenes de Fehling A y de B, no se observa cambio en la coloración (azul). Lo mismo sucede cuando al reactivo se lo hace reaccionar con sacarosa, por eso se “ presume ” que puede ser sacarosa el azúcar presente en el jugo, pero podría ser otro azúcar no reductor.
- ✓ Se puede continuar la investigación con la polarimetría u otros métodos que permitan identificar y/o dosificar el azúcar presente.

9.- ¿Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la actividad práctica:

- ✓ Una posibilidad es evaporar el solvente del jugo clarificado y obtener el azúcar sólida. Para confirmar que el azúcar obtenido es sacarosa y dosificarla debemos realizar otras actividades. (Por ej. Actividad N° 002 ¿Cómo construir y utilizar un polarímetro casero?)
- ✓ Otra opción es intentar su extracción a partir de otras materias primas como por ejemplo la caña de azúcar.

Con relación a la SPE :

- ✓ Calcular las calorías aportadas por gramo de azúcar obtenido.
- ✓ Hacer una extracción en mayor escala y analizar la relación costo / beneficio relacionándola con el precio del azúcar en el mercado.
- ✓ Analizar los problemas económicos y sociales que trajo aparejados la producción de fructosa en maíz genéticamente manipulado, en particular para la industria azucarera.
- ✓ Realizar una visita a una fábrica adonde se procese la material prima (remolacha o caña de azúcar).
- ✓ Estudiar cuales son los principales usos que se le da al azúcar en el país, si existen diferentes calidades de ella y que controles de calidad deben pasar.
- ✓ Averiguar si el país se autoabastece de materia prima para el consumo interno, si exporta o importa, en tal caso a que países y en que zonas se realizan las plantaciones de azúcar.
- ✓ Conocer el destino de las aguas residuales de las diferentes etapas de la industrialización del azúcar así como el uso que se les da a los desechos celulósicos de la materia prima.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Este trabajo se considera apropiado para ser aplicado en un curso donde se aborden las **biomoléculas** (glúcidos). Puede realizarse un tratamiento cualitativo o cuantitativo si se complementa con la actividad sugerida al final de la misma.

Para ambos casos se puede utilizar remolacha azucarera y en tal caso no será necesario la decoloración con carbón activado.

✓ En un enfoque cualitativo:

El trabajo puede ser realizado en un módulo de clase (2 horas).

Podría interesar analizar el comportamiento óptico del jugo de remolacha clarificado (dextrógira) o se puede realizar la hidrólisis de la solución del azúcar obtenida e investigar su cambio en el poder reductor y actividad óptica (levógira). Esto demandaría una hora más de clase.

✓ En un enfoque cuantitativo:

En el caso de complementar la actividad propuesta con **polarimetría** puede desglosarse en dos actividades más: fabricación y aplicación de un polarímetro y/o uso de un polarímetro disponible en el laboratorio para dosificar el azúcar contenido en el jugo de remolacha clarificado.

Para ello se puede hacer uso de la actividad **¿Cómo construir y utilizar un polarímetro casero ?** correspondiente a la actividad N° 02

Es una actividad de la *Química de alimentos*, que despierta el interés por tratarse de la obtención de un producto de la vida diaria. Implica el diseño y puesta a punto de la técnica sugerida en la guía por lo que requiere el seguimiento de un tutor que los supervise. El enfoque sugerido es el de *investigación dirigida*.

11.- Bibliografía³

- ✓ Cohe, Raúl; (1988); *Revista de la Asociación de Educadores en Química*; Año 1 N° 1; Uruguay.
- ✓ Faravelli Musante – Fierro Vignoli; (1923); *Curso práctico de Química Inorgánica*; Tip. "Fiat Lux" De Juan y Agustín Morales; Montevideo.
- ✓ Gini Lacorte C.; (1945); *Química Industrial ,Industrias Orgánicas*; Segunda Edición; Ed. "EL ATENEO"; Buenos Aires.
- ✓ I.I.C.A ; (1999); *Publicación Junagra*; Uruguay.
- ✓ Molinari, H; (1915); *Química General y aplicada a la industria*; Gustavo Gili; Barcelona.
- ✓ Vigliola, M.I. y otros; (1986); *Manual de Horticultura*; Hemisferio Sur ; 1986, Argentina.
- ✓ Vila,M. y Romano, H ; (1997) ; *Principios de Química General 3º Año Bachillerato Diversificado*; 1997 ; Uruguay.

³ Karinna Casarío – Rossana Ferrari, “*Dosificación de sacarosa en la remolacha hortícola*”, Curso de taller I, IPA

¿ Cómo construir y utilizar un polarímetro casero?

Actividad N°02



Hay sustancias en la naturaleza que son capaces de interactuar con el plano de vibración de la luz polarizada, esas sustancias presentan “ actividad óptica”. Algunas moléculas de ese tipo tiene un papel protagónico en la función enzimática de los sistemas biológicos; también hay fármacos que pueden tener una funcionalidad selectiva en función de esa propiedad. Para poder determinar la magnitud de la actividad óptica de una sustancia dada, es necesario utilizar un instrumento denominado polarímetro, que se puede ser construido en casa.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos familiarizarnos con un polarímetro:

- ✓ saber de que partes consta el instrumento
- ✓ como funciona y
- ✓ en que puede aplicarse.

Para poder utilizarlo eficazmente deberemos saber en qué consiste una propiedad que presentan determinadas sustancias que tienen centros de asimetría o quirales, que se denomina actividad óptica.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Para qué se usa un polarímetro ?
- ✓ ¿ En qué consiste un polarímetro ?
- ✓ ¿ Cómo puede construirse un polarímetro casero ?

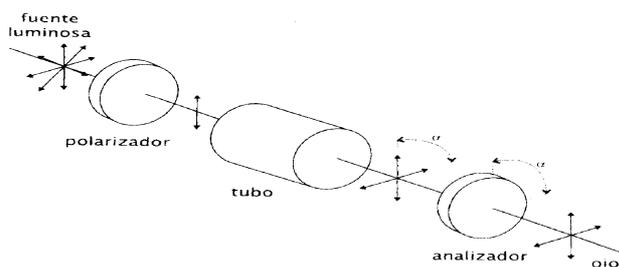
2.- Conocimientos previos recomendables para trabajar la SPE

- ✓ Preparación de soluciones
- ✓ Actividad óptica
- ✓ Materiales polarizantes
- ✓ Realización e interpretación de gráficos y/o uso de Microsoft Excel
- ✓ Manualidad desarrollada.

3.- ¿ De qué materiales y de qué sustancias necesitamos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

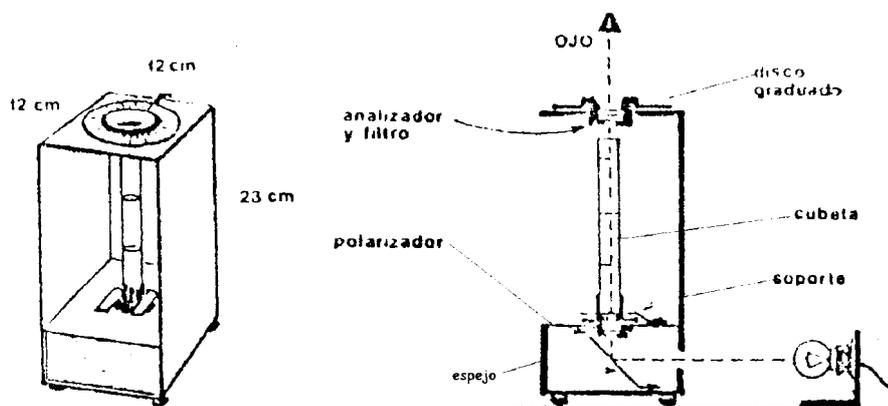
Un modelo esquemático del instrumento sería:

Consta de una fuente luminosa, dos lentes polaroid o Nicol (polarizador y analizador) y entre ellas, un portador de la sustancia que se va a examinar (tubo) para determinar su actividad óptica. El arreglo de estas piezas es tal que la luz pasa por una de las lentes (polarizador), luego por el tubo, a continuación por la segunda lente (analizador), para finalmente llegar al ojo.



Polarímetro casero

El diseño del mismo se muestra en la figura :



a) Es de diseño vertical y consta de un espejo inferior (lámina de acero inoxidable) dispuesta en un ángulo de 45° respecto a la base. Se hace incidir la luz monocromática sobre dicho espejo. Otra variante sería colocar la luz directamente debajo, del polarizador, sin necesidad de utilizar el espejo.

b) Se debe utilizar una fuente de luz monocromática estándar ya que la rotación óptica depende de la longitud de onda λ . Se usa con luz amarilla cuya longitud de onda corresponde a la línea D del espectro de emisión del sodio $\lambda = 589,3 \text{ nm}$.

c) El polarizador y el analizador son láminas Polaroid, que deberán estar “cruzadas” cuando el disco graduado marque 0° , por lo cual el campo se verá oscuro (extinción total de la luz). Se puede conseguir estas láminas, de la pantalla de calculadoras o de lentes polarizados.

d) Las cubetas pueden fabricarse con tubos de vidrio de 16 cm de largo y 1,5 cm de diámetro interno, de fondo plano y colocados dentro de una base metálica que pueda

fijarse al soporte del polarímetro. Es conveniente marcar cada cubeta con 3 enrasas, que se ubicarán a 5 cm, 10, cm y 15 cm medidos desde la base (sin contar el espesor del vidrio de ella) con una regla milimetrada.

Otra opción no tan sofisticada, sería colocar una probeta de 25 mL, con su base de plástico perforada en el centro, para dejar pasar la luz

e) El disco graduado puede ser, simplemente, un semicírculo.

f) La solución deberá estar a una temperatura cercana a los 25 °, pero no es necesario un ajuste riguroso.

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

No se observan mayores riesgos salvo el uso de adhesivos y materiales cortantes.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Si lo que deseamos es determinar la actividad óptica de una sustancia, y conocemos su concentración, entonces:

Ajustamos las lentes de modo que pase el máximo o un mínimo de luz con el tubo lleno del solvente de la muestra a analizar, por ejemplo agua. Luego colocamos en el tubo la muestra que va a ser analizada. Si la sustancia no afecta el plano de polarización, la transmisión lumínica sigue siendo máxima o mínima respectivamente y se dice que el compuesto es ópticamente inactivo. En cambio, si la sustancia desvía el plano de polarización, debe rotarse el analizador para ajustarla con el nuevo plano si se quiere que la transmisión lumínica otra vez sea máxima; se dice que el compuesto es ópticamente activo. Debemos medir el ángulo de rotación observado en función de la concentración de la muestra, si ésta es conocida.

Si no conocemos la concentración de la muestra pero sabemos de que producto se trata y disponemos de él en el laboratorio, hacemos una curva de calibración a partir de soluciones de concentración conocida y determino sus ángulos de rotación.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar los datos ?

Si lo que deseamos es conocer el ángulo de rotación de una solución dada solo necesitamos calibrar a cero el polarímetro con el solvente adecuado y realizar la lectura directamente.

Si lo que necesitamos es realizar una curva de calibración (gráfico de rotación observada vs concentración de la muestra) preparamos soluciones de concentración conocida de la misma sustancia cuya concentración deseamos conocer utilizando éste método.

Ej. para saber cuanta sacarosa tiene un jugo realizamos varias diluciones del azúcar en agua (5 o más medidas) y medimos su rotación en el polarímetro. Completamos la siguiente tabla con los valores correspondientes.

Concentración de sacarosa (g/mL)	Rotación observada (°)

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

Una vez que recolectamos los datos, podemos analizarlos a través de un gráfico o determinar el algoritmo matemático que mejor los representa, analíticamente. Para ello emplear un papel milimetrado o utilizar el programa Microsoft Excel que además nos permite conocer la ecuación de la curva obtenida.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ⁴

El polarímetro casero puede resultar rudimentario como para realizar lecturas de ángulos de desviación pues puede llegar a presentar óptimamente una incertidumbre de (±) 1°. Sin embargo esa incertidumbre es aceptable para las medidas que se realizan comúnmente en un laboratorio de enseñanza media.

Se debe recordar que la rotación específica de un compuesto ópticamente activo se define como la rotación observada dividida entre la concentración de la muestra y la longitud del trayecto recorrido por la luz.

$$\text{Rotación específica} = [\alpha] = \frac{\alpha}{c \times l}$$

Donde α es la rotación observada a la longitud de onda de la luz polarizada, (en °), c es la concentración (en g/mL) y l es la longitud del trayecto (en dm).

La medida que se realiza con el polarímetro casero es α , por lo que si se quiere determinar la rotación específica se debe considerar la concentración de la solución en la unidad correspondiente así como la longitud del tubo. Difícilmente los valores obtenidos coinciden con valores de bibliografía, considerando el tipo de fuente que están usando y las normalizaciones con relación a la construcción del instrumento en sí, que pueden no haber sido respetadas.

A los efectos de validar el funcionamiento del instrumento fabricado, se analiza una aplicación realizada ⁴ en la determinación de la concentración de sacarosa en una solución, comparativamente con un polarímetro casero y uno de fabricación industrial (polarímetro de laboratorio), se obtuvieron los siguientes resultados:

Polarímetro	Concentración registrada	
	Solución 1	Solución 2
De laboratorio	7.8%	6.9 %
Casero	7.1%	6.8 %

⁴ “Dosificación de sacarosa en la remolacha hortícola”, Karinna Casarío – Rossana Ferrari, Curso de taller I, IPA

9.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la actividad práctica:

Una vez que hemos construido el polarímetro podemos utilizarlo para investigar si otras sustancias de nuestro interés poseen actividad óptica o para determinar concentraciones de soluciones cuyo soluto conocemos y a partir del cual puedo producir una curva de calibración.

Con relación a la SPE:

- ✓ Investigar la razón por la cual se procedió a la construcción del primer polarímetro.
- ✓ Quien fue el inventor del instrumento, en que época se produjo y en que contexto histórico - científico se desarrolló.
- ✓ Investigar que descubrimientos de relevancia social se han dado gracias al uso de éste instrumento.
- ✓ Advertir de que manera se ha ido perfeccionando el polarímetro, acompañando el progreso de la tecnología.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Tratándose de un instrumento de fabricación sencilla, factible de realizarse en el aula, el laboratorio o la casa y de una confiabilidad aceptable, los usos a nivel de enseñanza media son múltiples. Un ejemplo lo constituye el área de los alimentos o de la horticultura como lo ilustra la actividad *¿ Cómo se puede obtener el azúcar que consumimos ?*, pero también al analizar biomoléculas es una herramienta útil para visualizar la isomería óptica en particular en glúcidos y aminoácidos.

Se construye un instrumento que ha ido evolucionando en su sofisticación a través de los años y que ha contribuido a desarrollar conocimiento sobre la estructura molecular de diversos productos así como su acción fisiológica. En este proceso se han vinculado la ciencia y la tecnología para su aplicación a la sociedad, por lo que se recomienda trabajarla en un enfoque *CTS*.

11.- Bibliografía

- ✓ Lazzerini S., Sulé P.; (2001); *Guía Básica Laboratorio de Química de Educación Media*; ANEP, CES; Montevideo

¿ Puedo saber cuánta proteína tiene la clara de un huevo ? Actividad N° 03.



Las proteínas son biomoléculas fundamentales para la vida, pues son el componente principal del músculo, la piel, los tendones, el tejido nervioso, las uñas, etc. También se les encuentra en anticuerpos, enzimas y ciertas hormonas. En el huevo, su clara es un sistema coloidal que contiene aproximadamente un 88% de agua y un 11% de proteínas, básicamente ovoalbúmina (proteína globular soluble).

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos:

- ✓ Determinar qué cantidad de proteínas contiene aproximadamente la clara de un huevo. No será posible identificar las diferentes proteínas a partir de la práctica de laboratorio pero sí a partir de la bibliografía que consultemos.
- ✓ Averiguar en que consiste un método colorimétrico y como usar un colorímetro fotoeléctrico.
- ✓

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ¿ Para qué nos sirve saber cuánta proteína nos aporta un huevo ?
- ¿ Podemos rediseñar nuestra dieta en función de ese valor ?
- ¿ Cuáles son las proteínas presentes en un huevo ?
- ¿ Qué instrumento/s podemos utilizar para determinarla ?
- ¿ Necesitamos reactivos específicos o los hay en nuestro laboratorio?

2.- Conocimientos previos recomendables para trabajar la SPE

El estudiante debe conocer o saber :

- ✓ Biomoléculas y en particular el tema proteínas.
- ✓ Preparar soluciones y realizar cálculos de diluciones.
- ✓ Conocer las diversas formas de expresar la concentración de una solución.
- ✓ Trabajar con productos potencialmente peligrosos.
- ✓ Las destrezas suficientes como para utilizar un colorímetro fotoeléctrico.
- ✓ Construir e interpretar gráficos.
- ✓ Interpretar las consignas dadas en un manual.

3.- ¿ Qué materiales y qué sustancias necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
fotocolorímetro y cubetas	sulfato de cobre pentahidratado
filtro de 540 nm	tartrato de sodio y potasio
pipetas de 1, 2 y 5 mL	hidróxido de sodio sólido
peras de goma	clara de huevo
5 vasos de bohemia pequeños	
matraz aforado de 50, 100 y 1000 mL	
12 tubos de ensayo	
cuenta gotas	
varilla de vidrio	
papel absorbente	
embudo pequeño	
1 probeta de 10 mL	
balanza analítica.	

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Debo usar túnica, gafas y guantes mientras esté preparando las soluciones.

<i>Sustancia</i>	<i>Frases R</i>	<i>Frases S</i>	<i>Icono</i>
Tartrato doble de sodio y potasio($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$)	No presenta	No presenta	
Albúmina	No presenta	No presenta	
Hidróxido de sodio(NaOH):	35	2-26-37-39-45	
Sulfato de cobre II pentahidratado($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$):	22-36-38	22	

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Necesitamos preparar:

5.1.- La solución de albúmina

Para ello disolvemos 1 g de albúmina en una solución de hidróxido de sodio 0,5 M. Utilizamos un matraz aforado de 100 mL. Puede formarse espuma.

5.2.- El reactivo para fotocolorimetría

Para ello disolvemos 0,15 g de sulfato de cobre pentahidratado y 0,60g de tartrato de sodio y potasio en 50 mL de agua destilada. Agregamos 3,00g de hidróxido de sodio y completamos a 100 mL.

5.3.- La solución de proteínas de la clara de huevo

Para ello colocamos en matraces aforados de 50 mL las cantidades de clara de huevo indicadas en la tabla adjunta y completamos con la solución de hidróxido de sodio 0.5M hasta enrasar. Podemos realizar más o menos medidas, según me convenga. Para obtener las lecturas de absorbancia procedemos como si fuera la solución de albúmina usada para la curva de calibración.

Matraz aforado	Clara de huevo (mL)
1	1,00
3	1,50
5	2,00

Obtenemos la curva de calibración con albúmina:

Para ello nos familiarizamos con el uso del colorímetro fotoeléctrico, leyendo el manual correspondiente. Una vez que lo ajustamos a cero con el reactivo para fotocolorimetría preparado en 5.2 (blanco), preparamos soluciones de diferente concentración de albúmina a partir de la solución obtenida en 5.1 usando como solvente solución de NaOH 0.5M y le agregamos a cada tubo 4 mL del reactivo preparado en 5.2. Dejamos unos minutos para que se dé la reacción y realizamos la lectura de absorbancia en el colorímetro fotoeléctrico siguiendo las instrucciones del manual usando el filtro de 540nm..

6.- *¿ Cómo podemos recolectar de datos ?*

Una posibilidad para la curva de calibración puede ser la siguiente:

Tubo de ensayo	Solución de albúmina (mL)	Solución de NaOH (mL)	Concentración de albúmina (mg/mL)	Absorbancia
1	1,00	-----		
2	0,75	0,25		
3	0,50	0,50		
4	0,25	0,75		

Para la solución problema:

Matraz aforado	Absorbancia	Concentración de proteína (mg/mL)
1		
3		
5		

7.- *¿ Cómo podemos analizar los datos ?*

Primero debemos construir la curva de calibración, graficando Absorbancia en función de concentración de albúmina en cada tubo. Para ello podemos usar un papel milimetrado o utilizar el programa Microsoft Excel que además nos permite conocer la ecuación de la curva obtenida.

A partir de éstos datos, conociendo la absorbancia de las muestras problema, podremos determinar la concentración de las mismas considerando los ajustes por dilución realizados.

A partir del volumen medido de varias claras de huevo (3 o más) y de su masa, calculamos el volumen promedio de una clara y la densidad de la misma. A partir de ese valor se pueden realizar los cálculos necesarios para determinar la masa promedio de proteína por clara de huevo y en 100g de la misma para expresarla en % m/m.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés

8.1. Con relación al método empleado⁵

Es importante reconocer que no hay un “método perfecto” para medir proteínas. Cada método presenta ventajas y desventajas que deben ser consideradas para seleccionar el mejor procedimiento. Factores que importan son:

- ✓ La sensibilidad
- ✓ La exactitud deseada
- ✓ La naturaleza de la proteína
- ✓ La presencia de sustancias en solución que interfieren
- ✓ El tiempo disponible para llevar a cabo el ensayo.

En éste caso se utilizó el método de Biuret que se adecua al planteo propuesto. Cuando las sustancias contienen dos o más uniones peptídicas reaccionan con sulfato de cobre en medio básico formando un complejo de color púrpura. El producto coloreado es el resultado de la coordinación del N del enlace peptídico con los iones Cu^{2+} . La cantidad de producto formado depende de la concentración de la proteína.

En la práctica se realiza una curva de calibración usando una solución de albúmina como estándar de proteína. Se tratan cantidades conocidas de la solución estándar con el reactivo de biuret y se permite el desarrollo de color. Las medidas de absorbancia a 540nm (A_{540}) son hechas contra un blanco conteniendo el reactivo de biuret y agua. La A_{540} es graficada contra la concentración de proteína en mg/mL (curva de calibración). La solución problema de proteína es tratada con reactivo de biuret, se desarrolla el color y se determina su A_{540} . La concentración de la solución problema se determina a partir de la curva de calibración. Pocas sustancias interfieren con el test de biuret. El test de biuret tiene múltiples ventajas incluidas la rapidez, el color similar desarrollado para diferentes proteínas y pocas sustancias que interfieren. Una desventaja es la baja sensibilidad ya que la menor concentración que detecta es de 1mg.

8.2. Con relación al producto empleado⁶

La clara de huevo es un sistema coloidal que corresponde aproximadamente a un 65% del peso del huevo. En ella se distinguen las chalazas, que son condensaciones de clara que fijan la yema y la mantienen en la zona central mientras el huevo es fresco, y dos zonas de clara líquida y una de clara espesa que se disponen alrededor de la yema de la siguiente manera: en la parte interna una pequeña zona de clara fluida, otra más densa en la zona intermedia y, finalmente, otra zona de clara fluida en la parte externa. Con el

⁵ Boyer R.F., “ Modern Experimental Biochemistry”, California:Addison-Wesley, 1986.

⁶ Cristina Peyronel – Gabriela Rosadilla ; Dosificación de proteínas en clara de huevo;Taller I; año 2001; IPA

paso del tiempo parte de la clara espesa se transforma en fluida y el pH se incrementa de 7,6 a 9,3.

La clara contiene aproximadamente un 88 % de agua y un 11% de proteínas. La mayor parte de las proteínas de la clara corresponde a la ovoalbúmina. Otra fracción proteica de interés en la clara de huevo es la conalbúmina; esta albúmina también coagula por aumento de la temperatura, como la ovoalbúmina, y tiene gran importancia ya que es transportadora de hierro, hecho que le confiere propiedades antibacterianas al competir por él con bacterias que lo requieren para su desarrollo.

La clara de huevo contiene también vitaminas(riboflavina o vitamina B₂ y niacina o ácido nicotínico, también llamada vitamina B₅), minerales y un pequeño porcentaje de glúcidos y sustancias grasas.

Básicamente se trata de una solución de proteínas globulares que contienen fibras de ovomucina (existen más de 30 proteínas diferentes). Son ricas en AA esenciales.

Composición del huevo de gallina (porción comestible)

Constituyente	Huevo entero (g/100g)	Clara (g/100g)	Yema (g/100g)
Agua	74,0	88,0	48,0
Proteína	13,0	11,0	17,0
Lípidos	12,0	Trazas	33,0
Glúcidos libres	0,4	0,5	0,2
Cenizas	0,8	0,5	1,1

Composición proteica de la clara del huevo

PROTEÍNA	g/ 100g
Ovoalbúmina	54
Conalbúmina(ovotransferrina)	13
Ovomucoide	11
Lisozima	3,5
Ovoglobulina G ₂	4
Ovoglobulina G ₃	4
Ovomucina	1,5
Flavoproteína	0,8
Ovoglicoproteína	0,5
Ovomacroglobulina	0,5
Ovoinhibidor	0,1
Avidina	0,05

Algún resultado obtenido a partir de ésta experiencia ⁶ da cuenta de 4,6g de proteína por huevo. Una vez determinada la densidad de la clara, se determina que hay 12g de proteína por 100g de clara de huevo de gallina; valor muy próximo al de bibliografía que es de 11g de proteína por cada 100g de clara.

Un inconveniente que se puede plantear es la posible formación de espuma al realizar al solución de albúmina. Se debe tratar de no agitar en demasía el matraz a los efectos de su disolución. Una alternativa es realizar la curva de calibración con gelatina sin sabor, que no presenta ese problema y no es coloreada. La solución de calibración debe guardarse en la heladera y puede reconstituirse en caso de solidificar.

9.- ¿Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica efectuada:

Podríamos realizar el mismo procedimiento, con los ajustes necesarios, pero para:

- ✓ huevos de otras aves,
- ✓ de gallinas criadas con diferente alimentación
- ✓ huevos de otras especies

Con relación a la SPE:

- ✓ Estudiar la producción de huevos de diferentes aves en el país: cantidades, lugares de producción, alimentación de las aves, criterios de selección de los diferentes tipos de huevos (ej. de gallina).
- ✓ Visita a un criadero de aves y visualización del circuito producción-venta-consumo del producto.
- ✓ Analizar el grado de autoabastecimiento del país, si se exportan o importan huevos.
- ✓ Los controles sanitarios a que deben ser sometidos los huevos para la comercialización dentro y fuera del país.
- ✓ El uso que se les da a las diferentes partes del huevo.
- ✓ Afecciones de salud asociadas al consumo de huevos en humanos.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Se trata de un planteo que puede complementar dos grandes temáticas:

- ✓ Biomoléculas (proteínas).
- ✓ Determinaciones cuantitativas a través de métodos fotolorimétricos.

A su vez puede estudiarse desde otros enfoques como la *Química alimentaria* o la *Química de los Productos Naturales*. Se podría llegar a relacionar con aspectos de la Zoología si se aplica la determinación a huevos de otras especies animales.

Se trata de una actividad que da cuenta de la cantidad de proteína que contiene un producto de consumo diario: huevos de gallina. Para ello utiliza una técnica que es nueva para muchos estudiantes razón por la cual necesitan una supervisión estrecha. Por ellos el enfoque sugerido en el de *investigación dirigida*.

11.- Bibliografía ⁶

- ✓ Fieser L., Fieser M.; (1976); *Química Orgánica fundamental*; Primera edición; Editorial Reverté S.A.; España.
- ✓ Hernández L.; (1979); *Bioquímica Experimental: Manual de experimentos de Bioquímica General*; Primera edición; Editorial Limusa, México
- ✓ Linstromberg W.; (1977); *Química Orgánica*; Primera edición; Editorial Reverté S.A.; España.
- ✓ Morrison R., Boyd R.; (1976); *Química Orgánica*; tercera edición; Fondo Educativo Interamericano; E.U.A.
- ✓ Skoog D., Leavy J.; (1997); *Análisis Instrumental*; Cuarta edición; Mc. Graw Hill/ Interamericana; España.
- ✓ Solomons T.; (1982); *Química Orgánica*; Segunda reimprersión; Editorial Limusa; México.

¿Puedo comparar cuánta nicotina consumo al fumar un cigarrillo común, uno light o uno ultralight ?

Actividad 04



Parece ser que la legitimidad y la legalidad de las drogas determinan el grado de consumo y el tipo de consumidor de la misma. En este sentido el tabaco es muy peligroso, ya que por su legitimidad es capaz de llegar a la mayoría de la gente, lo cual puede aumentar el número de consumidores y adictos al mismo. Otro problema es que el consumo del tabaco aparece, debido a la propaganda y a cuestiones históricas, íntimamente relacionado con la cultura, el intelecto y el éxito.

A pesar de las grandes campañas y programas que se realizan en casi todo el mundo, periódicamente se reciben noticias en torno al aumento del consumo de tabaco. En nuestro país se han tomado medidas legales (Decreto de Ley de fecha 31/5/05) que tienden a controlar la venta y el consumo de cigarrillos.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos:

- ✓ determinar cuantitativamente el porcentaje de nicotina inhalado al fumar un cigarrillo común, uno light y uno ultralight.
- ✓ visualizar el aspecto que produce en un filtro la combustión de cada uno de esos cigarrillos.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué diferencia hay entre cada uno de esos cigarrillos en relación a la nicotina que contienen?
- ✓ ¿ Es verdad que es preferible fumar un ultralight ?
- ✓ ¿ Podemos visualizar las diferencias entre los diferentes tipos de cigarrillos ?
- ✓ ¿ Desde qué enfoques podemos estudiar la problemática del consumo del tabaco?
- ✓ ¿ Qué tipo de daños puede provocarnos el fumar ?
- ✓ ¿ Porqué contribuimos a la contaminación ambiental cuando fumamos?
- ✓ ¿ Qué medidas legales se han tomado a partir del año 2005 para disminuir el tabaquismo?
- ✓ ¿ Qué implicaciones éticas, morales o legales puede tener el fumar en lugares no habilitados ?

2.- Conocimientos previos recomendables para trabajar la SPE

- ✓ Información acerca de la composición química de los productos de combustión del cigarrillo y su comportamiento químico.
- ✓ Destreza manipulativa y trabajo seguro en el laboratorio.
- ✓ Capacidad de interpretación de manuales.

3.- ¿Qué materiales y qué sustancias necesitamos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Colorímetro y filtro azul máquina de humo (<i>ver figura en pág. 460</i> QuimCom)	(*) Un cigarrillo de la misma marca, de cada tipo: <ul style="list-style-type: none"> ✓ común con filtro ✓ light ✓ ultra light ✓ sin filtro.

4.- ¿Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Como utilizaremos cigarrillos prendidos debemos tener las siguientes precauciones para que no nos provoquen irritación ocular (el humo del cigarrillo), quemaduras y otros posibles accidentes. Se debe trabajar en un lugar aireado o bajo campana con extracción forzada, con protección personal (túnica, guantes descartables, gafas, cabello recogido).

Precauciones:

- ✓ Usar túnica y gafas.
- ✓ Recoger el cabello.
- ✓ Trabajar en campana o a su defecto en lugar con buena ventilación.
- ✓ No aspirar directamente el humo del cigarrillo.

5.- ¿Cómo debemos proceder en la práctica ?

Para hacer funcionar la “máquina de fumar” tendremos que:

- ✓ Armar la maquina de humo como aparece en la figura indicada en bibliografía
- ✓ Conectar y poner a funcionar la bomba de vacío
- ✓ Encender el cigarrillo ajustando el flujo del aspirador para que no se escape humo hacia la habitación. Dejar que el cigarrillo, pero no el filtro, se queme por completo.
- ✓ Apagar la bomba de vacío cuando ya no se vea más humo en ambas cámaras
- ✓ Colocar el algodón de la cámara inferior sobre una toalla de papel. Los algodones se sacan con pinzas, utilizando guantes desechables.
- ✓ Repetir los pasos anteriores para cada tipo de cigarrillo
- ✓ Examinar la apariencia de los algodones.

Para extraer la nicotina debemos:

- ✓ Extraer el trozo de algodón de la cámara inferior.

- ✓ Colocar el trozo de algodón en un vaso de bohemia de 50 mL y agregar 10mL de agua con una pipeta aforada (*). Presionar el algodón con la pinza hasta que el agua adquiriera un color parduzco.
- ✓ Retirar el algodón. Verter el agua a través de un filtro a un tubo de ensayo.
- ✓ Repetir la operación para cada una de las muestras restantes.

Para realizar la determinación de la cantidad de nicotina vamos a:

- ✓ Leer las instrucciones sobre el uso del colorímetro fotoeléctrico.
- ✓ Calibrar el equipo llevando a cero (Absorbancia) con agua destilada.
- ✓ Medir la absorbancia del tubo correspondiente al cigarrillo sin filtro. Considerar que dicho valor corresponde al porcentaje máximo de nicotina inhalado al fumar un cigarrillo
- ✓ Medir en orden la absorbancia de cada uno de los tubos de ensayo restantes.

(*) NOTA: si los valores de absorbancia medidos son muy bajos se puede combustionar más cigarrillos de cada tipo o extraer la nicotina del algodón con la menor cantidad de agua posible a los efectos de concentrar la muestra.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Para las observaciones:

<i>Cigarrillo</i>	<i>Color del algodón de la cámara inferior</i>	<i>Color del algodón de la cámara superior</i>
Común con filtro		
Light		
Ultra light		
Sin filtro		

Para las determinaciones colorimétricas:

<i>Cigarrillo</i>	<i>Absorbancia</i>
Común con filtro	
Light	
Ultra light	
Sin filtro	

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

Podemos considerar que la absorbancia medida para el cigarrillo sin filtro es el 100% de nicotina inhalada y asumiendo un modelo lineal para Absorbancia en función de concentración de nicotina contenida en cada cigarrillo, calcularemos los porcentajes restantes.

<i>Cigarrillo</i>	<i>Absorbancia</i>	<i>Porcentaje de nicotina inhalada</i>
Común con filtro		
Light		
Ultra light		
Sin filtro		

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ⁷

En la SPE realizada se obtuvieron los siguientes resultados, que pueden ser una guía para el trabajo.

Cigarrillo	Color del algodón de la cámara inferior	Color del algodón de la cámara superior
ultra lights	blanco	fuerte tono parduzco.
lights	muy leve tono parduzco	claro tono parduzco
común	claro tono parduzco	intenso tono parduzco
sin filtro	fuerte tono parduzco	muy intenso tono parduzco.

No olvidar que se está trabajando con productos naturales que pueden cambiar su composición no solo con la marca del cigarrillo utilizado sino que para una misma marca varía con el tiempo, origen del tabaco, cosecha, etc.

Cigarrillo	Absorbancia	Porcentaje relativo de nicotina inhalada
sin filtro	0.04	100%
común	0,02	50%
lights	0,01	25%
ultra lights	----	----

Como puede observarse, los valores de absorbancia obtenidos a partir de las lecturas realizadas son muy bajos por lo que los resultados obtenidos solo tienen un valor relativo. No debe interpretarse que se inhala ese % de nicotina sino, por ejemplo, cuanto menos se inhala a partir de un cigarrillo light que a partir de uno sin filtro.

Más allá del valor en sí, es interesante advertir los aspectos cualitativos de la práctica, en particular las propiedades organolépticas de los productos de combustión (olor, color, etc.) y generar los posibles escenarios de su acción en el organismo.

9.- ¿Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la experiencia realizada:

- ✓ Es posible visualizar el aspecto, color y olor de los productos de la combustión en la “ máquina de fumar ”.
- ✓ Se podría determinar que porcentaje de la nicotina de un cigarrillo queda retenido en el filtro.
- ✓ Sería posible comparar la cantidad de nicotina producida con tabacos diferentes (de pipa, habanos, etc) cuidando de partir de un cigarrillo del mismo peso.

Con relación a la SPE propuesta:

- ✓ Realizar un estudio histórico acerca del uso del tabaco desde su origen y en las diferentes épocas.

⁷ Marcelo Gambini, *Tabaquismo*, Organización de Laboratorio, 2001, IPA.

- ✓ Visita a una tabacalera o a una fábrica de pipas, investigación acerca de los productores de tabaco en el país y fuera de él.
- ✓ Estudiar las últimas disposiciones legales (Decreto del Poder Ejecutivo del 31/5/05) con relación a comercialización de cigarrillos, lugares y áreas permitidas para fumadores, etc.
- ✓ Debate en el grupo con relación a la disposición anterior y sus posibles consecuencias.
- ✓ Realización de encuestas en el centro para conocer diversas características de fumadores y no fumadores: edades, sexo, cantidades consumidas, tipo de cigarrillo u otros.
- ✓ Trabajo conjunto con otras asignaturas tales como Biología, Sociología o Economía acerca de la temática y de otras drogas socialmente aceptadas como el alcohol o los psicofármacos y las consecuencias de su uso por parte de la sociedad.
- ✓ Análisis de los demás productos que contienen los cigarrillos potencialmente dañinas para el ser humano: búsqueda bibliográfica o trabajo experimental.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Las aplicaciones a la enseñanza son múltiples.

Tratándose de un tema multienfoque, vinculada con la *Química de la salud y Ambientalista*, puede ser abordada desde áreas tan diversas como:

- ✓ la contaminación,
- ✓ el color y su relación con los métodos fotocolorimétricos,
- ✓ la diversidad de componentes químicos de la combustión del tabaco,
- ✓ la economía, la historia, etc.

También puede analizarse desde la modelización, en tanto se tiene que fabricar y poner a punto un símil de aparato respiratorio. Pero es un tema que se presta para abordarlo desde muchos otros aspectos: ético, legal, político, histórico, etc y desde muy diversos enfoques: psicológico, clínico, social.

Dado que es un tema que implica a toda la sociedad y a las más diversas disciplinas, el enfoque sugerido es desde *temas transversales*.

11.- Bibliografía⁷

- ✓ American Chemical Society; (1993); *QuimCom, Química en la comunidad*; 2da. edición; Addison Wesley Longman; Estados Unidos.
- ✓ Barylko. J.; (1992); *El aprendizaje de la libertad*; Emecé; Buenos Aires.
- ✓ Enciclopedia de la ciencia y la técnica; (1982); 3 y4; Nauta; Barcelona.
- ✓ Flavell. John H.;(1986); *La psicología evolutiva de Jean Piaget*; Paidós; Buenos Aires.
- ✓ Gatterman L.;(1946); *Prácticas de química orgánica*; 2a edición; Marín; Barcelona.
- ✓ Goodman; Gilman; (1988); *Las bases farmacológicas de la acción terapéutica*; 7ma edición; Editorial medica panamericana S.A; Buenos Aires.
- ✓ Aires; Hardegger E.; (1965); *Introducción a las practicas de química orgánica*; Reverté S.A; Barcelona.
- ✓ Harris. Daniel C.; (1992); *Análisis químico cuantitativo*; Grupo Editorial Ibero América; México.

- ✓ Maravillas Del Saber; (1981); *Higiene y Medicina, Agricultura-La ciudad, Economía-Política*; 7; 16ta. edición; CREDSA; Barcelona;
- ✓ Morrison, Boyd; (1998), *Química orgánica*; 5ta. edición; Addison Wesley Longman; Mexico.
- ✓ Navia. R.; (1991); *Temas de Psicología*; 5ta edición; Ideas; Montevideo.

El plomo en nafta ¿ un fantasma en agonía ? Actividad N° 05.



Desde hace un tiempo ha sido recurrente escuchar, en los diferentes medios de comunicación, noticias referentes a la contaminación con plomo de niños y adultos en un barrio montevideano: La Teja. En un principio se detectó en zonas cercanas a la Refinería de ANCAP, pero luego se determinó la existencia de contaminación en otras zonas de la ciudad e inclusive en Canelones y se descartó que el origen de dicha contaminación proviniese de los procesos involucrados en la refinación. Las gasolinas tienen distintos componentes tóxicos, en particular la presencia del plomo a través del tetraetilo de plomo, en algunas de ellas. En nuestro país, a partir del año 2004 se sustituyó el aditivo con plomo por un éter: metil ter-butyl éter (MTBE).

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos:

- ✓ conocer un método rápido y sencillo para determinar si la nafta que utilizamos contiene plomo.
- ✓ porqué es un tóxico para nuestro organismo
- ✓ adonde se deposita en el ecosistema
- ✓ cuáles son las vías posibles de absorción del tóxico
- ✓ cuál es el estado del problema hoy en el país

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Porqué debió eliminarse el plomo de las naftas ?
- ✓ ¿ Qué daños produce a la salud ?
- ✓ ¿ Cómo ingresa el plomo al organismo?
- ✓ ¿ Qué aditivo sustituyó al plomo en las naftas ?
- ✓ ¿ Cualquier auto puede usar nafta sin plomo y no contaminar ?

2.- Conocimientos previos recomendables para trabajar la SPE

- ✓ Hidrocarburos y derivados.
- ✓ Composición y usos de los diferentes tipos de naftas.
- ✓ La plumbemia: estado de situación en el Uruguay.
- ✓ Soluciones, solubilidades y en particular el concepto de Kps.
- ✓ Manejo de productos potencialmente peligrosos en el laboratorio.

3.- ¿ De qué materiales y de qué sustancias necesitamos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Papel de filtro	Nafta/s problema
Goteros	ácido acético 1,0 M (CH_3COOH)
Tubos de ensayo	Ioduro de potasio 1,0 M (KI)
	Nitrato de plomo (II) ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

<i>Sustancia</i>	<i>Frase R</i>	<i>Frase S</i>
Gasolinas (inflamable)	11 – 36 - 37 - 38	2 – 24 – 25 – 26 – 46
Ácido acético (corrosivo)	34	2 – 23 – 26 – 36/37/39 - 45
Yoduro de potasio (nocivo)	20 – 21 - 22	20/21 – 23 – 28 - 46
Nitrato de plomo (toxico para la reproducción y nocivo)	20/22 – 33 - 61	53 – 45

Teniendo en cuenta estas normas debemos :

- Trabajar con guantes, túnica y gafas.
- Evitar el contacto con la piel los ojos y la ropa
- No comer, beber o fumar en el lugar de trabajo.

Si bien las cantidades que se manejan son muy bajas, se trabaja con sustancias tóxicas, corrosivas, combustibles e irritantes por lo cual se recomienda trabajar bajo campana, alejado de focos ígneos, con protección personal y colectiva.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Se toman tantos papeles de filtro como muestras se tengan y utilizando gotero se los empapa con cada una de las gasolinas. Se dejan secar y se lo expone al sol por cinco minutos. Se humedece el papel en solución de ácido acético 1,0 M. Se lo deja secar y se vuelve a humedecer con solución de yoduro de potasio 1,0 M.

Por otra parte, se coloca en un tubo 1 ml. de solución de nitrato de plomo (II) y se agregan unas gotas de yoduro de potasio, así se determina la coloración que se producirá en el papel si hay plomo en la muestra.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Una opción es a través de un cuadro del siguiente tipo:

MUESTRA N°	PRESENCIA DE TETRAETILO DE PLOMO	
	Positivo	Negativo

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

El análisis es cualitativo, solamente se puede advertir si hay o no plomo en la muestra problema observando la coloración del papel de filtro, comparándola a la coloración del tubo de ensayo. La intensidad del color obtenido nos permitirá tener una idea estimativa de la cantidad de plomo en la nafta. Para poder comparar las diferentes muestras entre sí se debe proceder utilizando cantidades iguales de cada uno de los reactivos.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés

Un ejemplo de resultado es el siguiente: ⁸

MUESTRA	PRESENCIA DE TETRAETILO DE PLOMO
NAFTA 85	Coloración amarilla tenue
NAFTA 95	Coloración amarilla más intensa
NAFTA ECO SUPRA	No se observa ningún cambio
NITRATO DE PLOMO II	Coloración amarilla intensa

Efectos de la presencia de plomo sobre la salud

El plomo que se origina a partir de los combustibles de automóviles se asocia con partículas de polvo. Estas partículas pueden alcanzar fácilmente la región interior del pulmón, donde el plomo se encuentra disponible para introducirse en el torrente sanguíneo. Una vez en la sangre, se distribuye en todos los tejidos y órganos del cuerpo, llegando a almacenar en los huesos, hígado, corteza y médula renales.

Los principales sistemas del cuerpo humano que se ven afectados por la intoxicación con plomo son el hematopoyético, el renal, el sistema nervioso central y periférico.

La intoxicación crónica se presenta por la absorción de óxidos, carbonatos y otros compuestos solubles en agua a través del tracto digestivo. La intoxicación aguda suele resultar de la inhalación de tetraetilo de plomo el cual es altamente volátil y liposoluble. Existen pruebas de que los niños con niveles elevados de plomo en sangre tienen un desarrollo mental restringido y una incidencia mayor de alteraciones en su comportamiento; los efectos se atribuyen a la inhibición irreversible del desarrollo del sistema nervioso.

9.- ¿Cómo podremos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Determinar cuantitativamente plomo en distintas muestras de naftas.
- ✓ Determinar la presencia de plomo en los vegetales potencialmente expuestos que consumimos.

Con relación a la SPE:

- ✓ Buscar en prensa y analizar críticamente diferentes artículos que aborden la plumbemia en Uruguay.
- ✓ Conocer los diferentes síntomas que presentan las personas intoxicadas con plomo y las acciones a tomar.
- ✓ Conocer las diferentes fuentes y vías de contaminación que existen en el país.
- ✓ Averiguar las enfermedades asociadas a la contaminación por plomo.
- ✓ Recabar opiniones de expertos con relación a la problemática y su solución.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Con relación al aspecto experimental:

- ✓ La presencia de plomo en las gasolinas se determina haciendo reaccionar ión plomo con el ión yoduro, una coloración amarilla en el papel de filtro, indica la presencia de plomo en las gasolinas. El agregado del ácido acético, antes de

agregar el yoduro de potasio se realiza para solubilizar el plomo y poderlo reconocer como yoduro de plomo (II).

Con relación a la contextualización del tema:

- ✓ Una opción medio ambientalista es continuar el estudio de los nuevos derivados usados en sustitución del tetrametilo de plomo. Si bien el uso de naftas sin plomo reduciría la cantidad de emisiones tóxicas contaminantes, -por lo que debemos reclamar la modificación del proceso de refinación de modo que resulte en una mejor calidad de combustibles- debemos estar alerta en las buenas prácticas de los sustitutos. Si las naftas sin plomo con aditivos como el MTBE son utilizadas en motores convencionales sin convertidor catalítico (o el mismo no se encuentra en buenas condiciones), se generarán otras serias implicaciones para la salud, el medio ambiente y el motor. Éstos emitirán mayor cantidad de contaminantes a la atmósfera, que cuando usan gasolina con plomo, además de sufrir daños mecánicos. Esto se debe a que en la formulación de la gasolina sin plomo, para sustituir el efecto antidetonante de éste, se utilizan proporciones mucho mayores de ciertos hidrocarburos aromáticos, isoparafinas, y compuestos oxigenados, cuyo exceso deberá ser recirculado al motor y/o transformado en el convertidor catalítico, de manera tal que si el motor no posee estos dispositivos, dicho exceso saldrá a la atmósfera como hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno. Este último, debido a las altas temperaturas de combustión de los aromáticos.

Con relación a otros enfoques posibles:

- ✓ Se trata de una actividad que puede ser complementada no solo con otras SPE como la N° 8 *¿Cómo transformar el aceite de la fritura en combustible para el auto? Fabricación y purificación de biodiesel* sino que siendo un tema interdisciplinar puede abordarse desde la *Química de la Salud* o *Ambientalista* pero también pueden trabajarse contenidos actitudinales y valores en los estudiantes.
- ✓ Sin duda es un problema que está instalado en la sociedad uruguaya en tanto un sector de la población, niños en particular, están afectados de plumbemia. Esto requiere un tratamiento socio-político-económico desde un enfoque sistémico y ecologista por lo que se sugiere trabajarlo como un *tema transversal*.

11.- Bibliografía⁸

- ✓ Alonso Carril, J.L. et al (1996); *Manual de Higiene Industrial*; Cuarta Edición; Editorial MAPFRE S.A.; Madrid.
- ✓ Benzo, F. (1999); *Manual de Seguridad en el Laboratorio*; Facultad de Química; Montevideo.
- ✓ Brown; Lemay; Bursten; (1996); *Química la Ciencia Central*; Quinta Edición; México.

⁸ Gabriela Criserá ; *Determinación cualitativa de plomo en las naftas*, IPA , Organización de Laboratorio

- ✓ Gadea Carrera, E.; *Etiquetado de Sustancias Peligrosas*; (1998); Nota Técnica de Prevención N° 137. Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Trabajo; España
- ✓ Guardino Solá X.; Rosell Farrás, M.; Gadea Carrera, E.; (1998); *Prevención del Riesgo en el Laboratorio. Organización y Recomendaciones Generales*. Nota Técnica de Prevención N° 432. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo; España
- ✓ MAPFRE-Fundación (1998); *Instrucciones Técnicas de Protección del Medio Ambiente*; Estudios Instituto de Seguridad Integral-ITSEMAP Ambiental; Madrid.
- ✓ Nebel, B.; Wrigth, R.; (2000); *Ciencias Ambientales, Ecología y Desarrollo Sostenible*; Cuarta Edición; EE.UU.
- ✓ Reche, Jorge; *Investigación de tetraetilo de plomo en las gasolineras*. Técnica de Arias Balparda Bachillerato de electromecánica (UTU).
- ✓ Rosell Farrás, M.; Guardino Solá, X.; Gadea Carrera, E.; (1998); *Prevención del Riesgo en el Laboratorio. Instalaciones, Material de Laboratorio y Equipos*; Nota Técnica de Prevención N° 433. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo; España.

¿ Qué compuestos hay en los vinos ?

Actividad N° 06



El vino es una de las bebidas más antiguas fabricadas por el hombre. Es el producto resultante de la fermentación alcohólica de los azúcares del jugo (o mosto) de la uva (fruto de la vid) sana, fresca y madura. Es un producto elaborado, no fabricado que resulta de la acción de la naturaleza en toda su plenitud. La transformación natural de los azúcares del mosto en alcohol etílico, anhídrido carbónico y varias centenas de otros componentes, hacen del vino un alimento elaborado donde el técnico simplemente conduce el proceso de transformación. Es innumerable la bibliografía que trata sobre el vino, desde su fabricación a las consecuencias sobre la salud pasando por la literatura o el arte. La vid tanto silvestre como vinífera existe desde la Era Terciaria puesto que se han encontrado hojas registradas en las piedras y semillas en asentamientos prehistóricos, en tumbas, pirámides y en pequeñas ánforas en las ruinas de ciento de ciudades.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Se podrá explorar bibliográficamente acerca de:

- ✓ Cuáles son los componentes más comunes del vino
- ✓ Qué procesos químicos se llevan a cabo en el proceso de obtención del mismo.
- ✓ Que daño potencialmente benéfico y beneficioso puede producir la ingesta de vino.

Se podrán separar componentes del vino:

- ✓ Ácido tartárico
- ✓ Ácido Málico
- ✓ Ácido Láctico y succínico,

utilizando una técnica cromatográfica en papel.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ¿ Cuáles son los compuestos más frecuentes del vino?
- ¿ De qué depende la composición química de un vino?
- ¿ Qué variedades de vino existen ?
- ¿ Se puede cambiar la composición natural del vino ?
- ¿ Cómo puede afectar a la salud humana el consumo de vino?

2.- Conocimientos previos recomendables para trabajar la SPE

En función del enfoque que se le de, pueden ser:

- ✓ Concepto de mezcla, sustancia pura, compuestos.
- ✓ Métodos de separación de mezclas.
- ✓ Obtención de productos naturales: fermentación.
- ✓ Glúcidos, enzimas, ácidos carboxílicos.

3.- ¿ De qué materiales y de qué sustancias necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

Es una actividad con gran carga exploratoria y descriptiva por lo cual se requerirá el relevamiento y posterior análisis de material bibliográfico tanto en soporte escrito como mediático. Es una actividad que se puede complementar con la N° 07.

Para el trabajo práctico se necesitará:

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Papel Whatman N°1 en tiras	Vino blanco (las muestras que se desee analizar)
Cuba para cromatografía	Fase móvil: acetato de n-butilo y ácido acético en relación (2:1)
Lápiz y regla, tubo capilar o jeringa, pulverizador	Revelador: solución (1g/L) de azul de bromofenol en etanol (rango de viraje 3.0-4.6; color amarillo a azul)

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Se recomienda trabajar en campana para la siembra, el corrido y el revelado de la cromatografía. Se recomienda saturar debidamente la cámara para lo cual se debe dejar equilibrar las fases líquido y vapor en la misma por un tiempo razonable. Trabajar con cámara tapada.

Protección personal: túnica, guantes, gafas, campana con extracción.

<i>Sustancia</i>	<i>Frase R</i>	<i>Frase S</i>
Acetato de n-butilo		
Acido acético	10-35	23.2-26-36/37/39-45

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

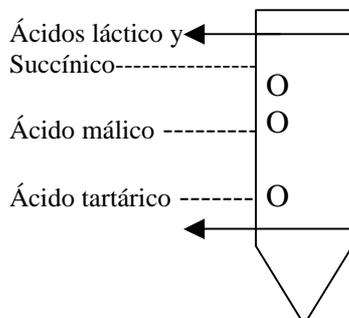
- ✓ Se cortan las tiras de papel necesarias para las muestras a analizar.
- ✓ Se realiza una marca con lápiz para conocer la línea de origen.
- ✓ Se siembra igual cantidad de cada vino
- ✓ Se deja secar y se sumerge en la cuba cromatográfica.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Una vez que ha corrido la fase móvil la distancia necesaria, se retira la tira de la cuba, se seca y se revela aplicando el revelador con el pulverizador.

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

El ácido tartárico presenta un $R_f = 0.26-0.30$, el ácido málico un $R_f = 0.52-0.56$ y los ácidos succínico y láctico un $R_f = 0.69-0.76$ en las condiciones de trabajo.



Las flechas indican la distancia recorrida por la fase móvil (distancia del origen al frente). El R_f se denomina factor de retención o relación de frentes y se calcula como el cociente entre la distancia recorrida por cada componente sobre la distancia recorrida por la fase móvil.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés

Elaboración de los vinos ⁹

La vid necesita para crecer, clima templado, con primaveras sin heladas y veranos secos y calurosos. Hacia febrero cuando los racimos maduran, se practica la vendimia, recolección aún efectuada manualmente.

Los racimos de cada variedad difieren por su tamaño, forma y color, pero en ellos se distinguen las siguientes partes:

- El escobajo o raspón, constituido por tallos y pecíolos verdes que sostienen los granos, que contienen tanino y ácido tartárico.
- El hollejo, la película externa del grano, donde se acumulan sustancias colorantes.
- La pulpa, que representa el 90% del peso del grano, está compuesta de:
 - ✓ 80-90% de agua
 - ✓ 5-11% de glucosa acompañada de fructosa
 - ✓ 3-5% de otras sustancias en las que merecen destacarse los ácidos orgánicos: tartárico, málico, cítrico, etc. y sus respectivas sales.
- Semillas, o pepitas, ricas en aceites.

Las sucesivas *etapas de la vinificación* son:

-Molienda. Movida por tornillos helicoidales y transportadores de baldes, la uva entra en las molidoras, de dos tambores concéntricos, horizontales y rotatorios. La superficie del tambor interno está perforada. La fuerza centrífuga aplasta el grano y hace escurrir una solución azucarada: el mosto, que se separa del escobajo.

⁹ Carolina Sansone, *El color de los vinos*, Organización de Laboratorio, IPA, 2004.

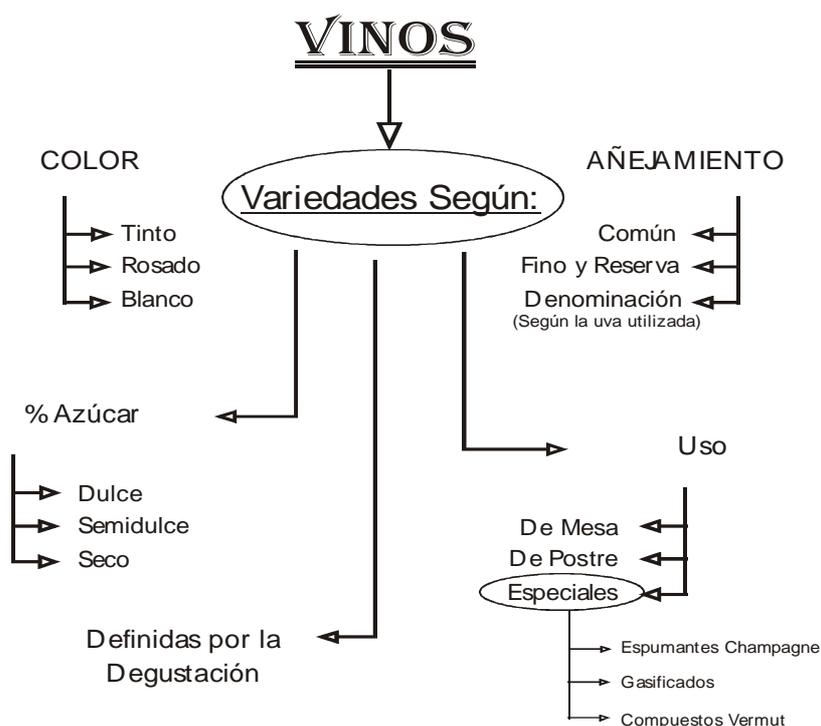
A veces el mosto no tiene la composición exigida por un tipo determinado de vino. Habitualmente hay un defecto de acidez que perjudica el sabor y el aroma. La legislación permite correcciones tales como, la mezcla de mostos y la adición de ácidos orgánicos que son precisamente los ácidos que existen naturalmente en la uva. Se prohíbe toda acidificación con ácidos inorgánicos como el sulfúrico u otros.

- Fermentación. El mosto corregido se sulfita disolviendo hasta 0,3 g/L de SO₂. El sulfitado impide la fermentación espontánea. El hollejo en su zona externa posee levaduras y otros fermentos que en contacto con el mosto, entran en actividad. Una adecuada técnica enológica sustituye la fermentación natural por una fermentación controlada: el dióxido de azufre destruye las levaduras presentes. Luego se siembra levadura de cerveza seleccionada, de variedades adaptadas a multiplicarse en un medio levemente sulfitado. Cada variedad: *sacromices elipsoide*, *sacromices apiculado*, etc, es apta para una fermentación determinada, dando vinos con diferentes grado alcohólico, sabor y aroma. Cuando aumenta la graduación alcohólica y se alcanzan los 12-14 °GL las levaduras se debilitan y deja de burbujear el dióxido de carbono.

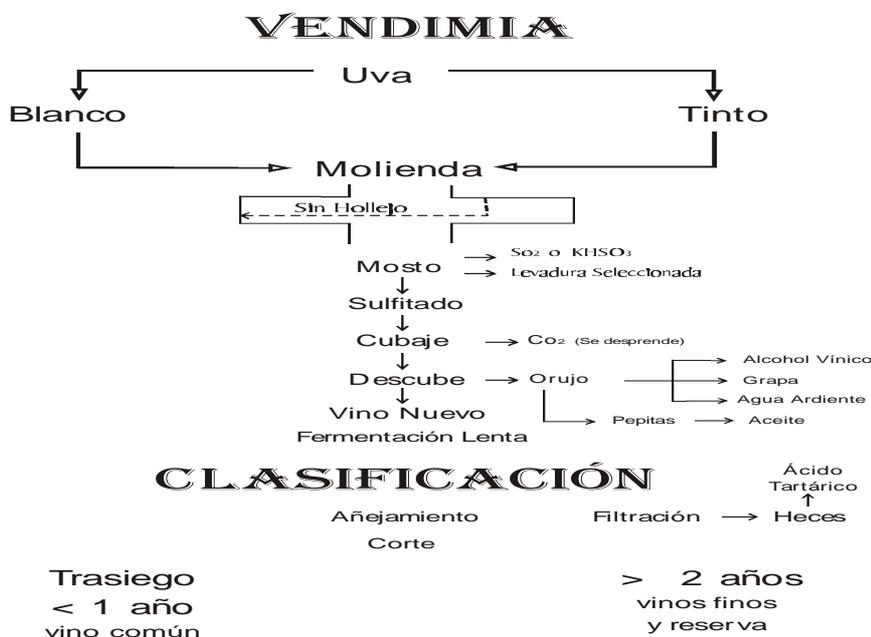
- Descubado. Concluida la primera fermentación se descuba el vino nuevo, bastando una simple decantación. El residuo sólido, el orujo, está constituido por el hollejo y las semillas. Como está impregnado de vino se prensa para extraer nuevas fracciones. El vino nuevo no se ofrece al consumo porque carece de suficiente bouquet. A tal efecto se requiere un añejamiento estacionando el vino en piletas de cemento, o mejor aún, en toneles de roble, cuando se desea de calidad. El período de añejamiento oscila entre 3 meses y varios años.

- Añejado. Dentro del vino estacionado ocurre una segunda fermentación: la fermentación lenta. La misma eleva el grado alcohólico y facilita numerosas reacciones con formación de ésteres y sustancias volátiles, de sabor y olor pronunciados. Simultáneamente precipitan las sales de calcio insolubles entre las que predominan el cremor tártaro, tartrato ácido de potasio.

Un esquema con relación a los diferentes tipos de vinos sería:



-**Clarificación.** Para la clarificación se hacen trasiegos, traspasando el vino sobrenadante de un depósito a otro. Una operación complementaria es el agregado de gelatina, caseína, bentonita u otros clarificantes. Los copos sedimentados adhieren las partículas finas en suspensión, retenidas con la filtración subsiguiente. El vino convenientemente añejado queda listo para su despacho, embotellado en origen o bien, a granel. Un resumen sería:



Componentes químicos del vino:

Un gran grupo de componentes lo forman los compuestos fenólicos. Dichos compuestos, también llamados polifenoles, tienen gran importancia en la enología, ya que estas sustancias intervienen en los caracteres organolépticos del vino (sapidez, astringencia y dureza), en los problemas de higiene alimenticia (efecto vitamínico y acción bactericida) y en las transformaciones que sufre el vino (añejamiento).

Además, las propiedades de los compuestos fenólicos (fácil oxidación, capacidad de polimerización, etc.), son determinantes en la evolución de los vinos con el tiempo. Su presencia determina los diferentes sistemas de vinificación que se emplean y condicionan todas las operaciones tecnológicas, desde la vendimia hasta el embotellado, así como el tiempo óptimo de consumo de los vinos.

Dentro de este grupo se incluye un gran número de sustancias cuya característica en común es poseer en su estructura molecular al menos un anillo aromático con uno o más hidroxilos como sustituyentes.

En forma simplificada se pueden dividir en dos grupos: los ácidos fenólicos y flavonoides.

1- Ácidos fenólicos

Estos compuestos se caracterizan por tener una estructura constituida por un solo anillo bencénico. En el vino tinto se encuentran entre 100-200 mg/L y entre 10-20 mg/L para vinos blancos. Estos ácidos se encuentran en la uva en forma de combinaciones del tipo éster, las cuales sufren una lenta hidrólisis, por lo tanto en el vino se encuentran estos ácidos en forma libre y combinada. Las combinaciones de los ácidos benzoicos no son

bien conocidas, pero sí las de los ácidos cinámicos, los cuales forman combinaciones con los antocianos y con el ácido tartárico.

En solución hidroalcohólica, los ácidos fenólicos son incoloros, pero pueden ocasionar tonalidades amarillas luego de ser sometidos a oxidación. Organolépticamente, no presentan ni sabor ni olor particular pero son precursores de fenoles volátiles tras la acción de ciertos microorganismos. Se distinguen así, en vinos tinto, los etil fenoles, que presentan olor animal y el etil guayacol. En vinos blancos, el vinil fenol cuyo olor recuerda agua estancada, es acompañado de vinil guayacol. Estos constituyentes provienen de la degradación del ácido p-cumárico y del ácido ferúlico.

2-Flavonoides

Los flavonoides se caracterizan por tener una estructura general conformada por dos anillos bencénicos unidos por un heterociclo oxigenado que tiene tres átomos de carbono. De acuerdo a la estructura del heterocíclico serán flavonoles, antocianos, catequinas o proantocianidinas.

En los vinos encontramos aproximadamente 15 mg/L de flavonoles, 20-500 mg/L de antocianos y 1,5-5 g/L de catequinas y proantocianidinas; mientras en vinos blancos se encuentran vestigios de flavonoles, 10-100 mg/L de catequinas y proantocianidinas y no se encuentran antocianos.

a- Flavonoles

Los flavonoles se encuentran unidos a azúcares (glucósidos) y también libres (agluconas). Los azúcares participantes en las combinaciones son glucosa, galactosa y ramnosa. Estas sustancias son de color amarillo, son muy abundantes en las uvas tintas. Intervienen en fenómenos de copigmentación con los antocianos (dando coloraciones azules) aunque no se producen al pH del vino. Estos compuestos no son los responsables del color de los vinos blancos, ya que en los productos obtenidos sin contacto con las partes sólidas del racimo, el contenido de flavonoles es nulo o solo vestigios.

b-Antocianos

Los antocianos son los pigmentos rojos de las uvas y principales responsables del color de los vinos tintos jóvenes. El color de estos pigmentos está en función de las condiciones del medio como pH y SO₂, también depende de la estructura molecular y del ambiente.

Se localizan en las primeras capas celulares de la hipodermis y muy excepcionalmente en la pulpa de los cepajes denominados “tintoreros”. A nivel subcelular se encuentran en las vacuolas pudiendo estar incluidos en organelos llamados antocianoplastos.

La concentración de los antocianos, presentes en uvas tintas, depende de la especie, variedad, condiciones de tiempo, etc. Las condiciones de fermentación y añejamiento del vino, la temperatura, duración de la fermentación, anhídrido sulfuroso y alcohol afectan la concentración de los antocianos en los vinos. Además el color de los vinos varía con la concentración total y la composición de los antocianos en el vino.

Estos compuestos fenólicos contribuyen también a las cualidades organolépticas y químicas del vino, ya que ellos interactúan con otros compuestos fenólicos, como también con proteínas y polisacáridos. La mayoría de estos pigmentos se asocian, se condensan con los taninos del vino para formar otra clase de moléculas de color más

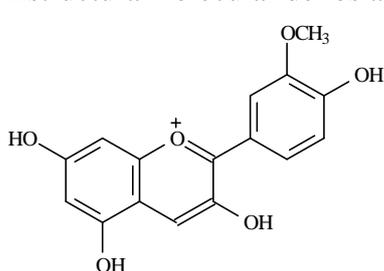
estable, pero que enmascaran a los métodos de dosificación, estos son los antocianos combinados, de estructura compleja. Son relativamente estables, sin embargo, desaparecen por degradación sobre la acción de agentes exteriores como luz, temperatura, oxígeno. La eliminación de estos pigmentos es particularmente perjudicial para la calidad del vino ya que se produce la disminución de color.

b.1. Antocianos en *Vitis vinífera*

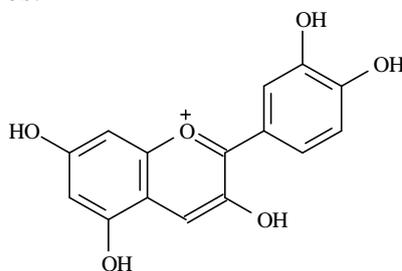
Ha habido muchos avances sobre este tema a partir del uso de técnicas cromatográficas. Esto permitió saber mejor que la distribución de los antocianos en la fruta es compleja y variada según las cepas. Desde mediados de 1970 investigaciones sobre los antocianos han sido facilitadas por el uso de cromatografía líquida de alta performance HPLC.

Según la especie se han identificado de 6 a 17 heterósidos. En las uvas de *Vitis vinífera* y en los vinos correspondientes solo han sido identificados los antocianos monoglucósidos y los antocianos monoglucósidos acilados.

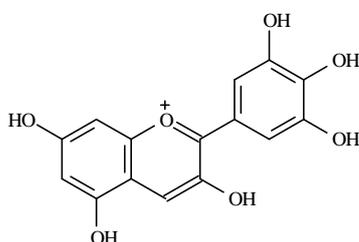
Estructura molecular de los antocianos:



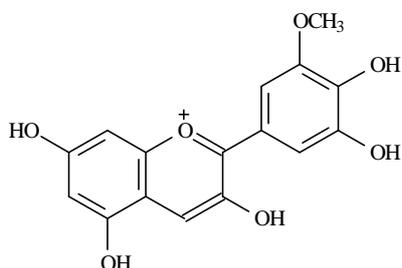
neonidina



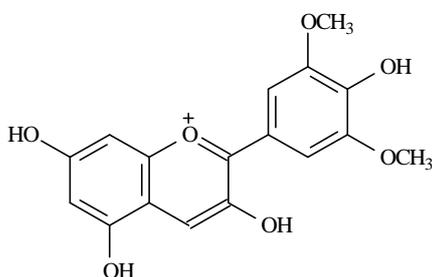
Cianidina



Delfinidina



Petunidina



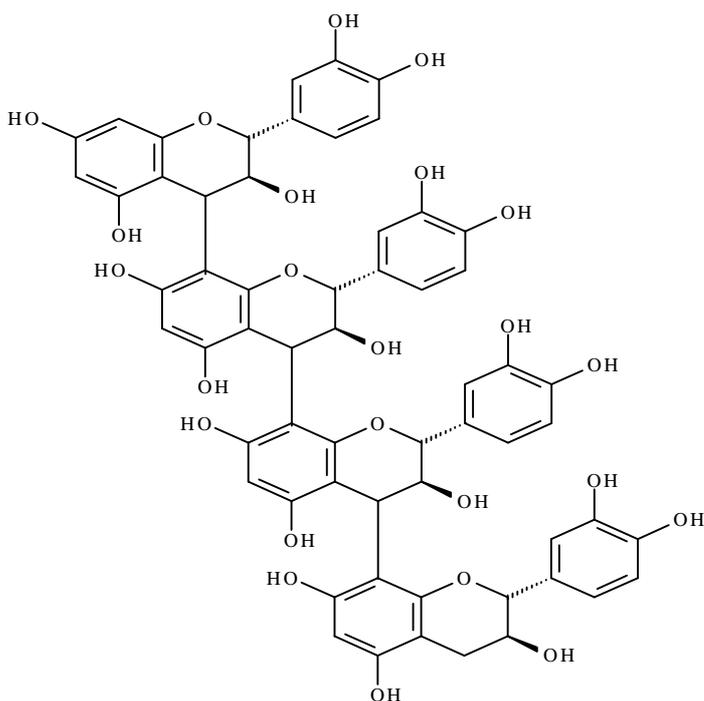
Malvidina

c-Taninos

Los taninos son unas sustancias de diversa estructura molecular que se encuentran asociados a otras macromoléculas, como proteínas y polisacáridos.

Tienen distinta localización en los hollejos y en las semillas. Los taninos de los hollejos se sitúan en las vacuolas, bajo forma de gránulos, estando también ligados a la membrana proteofosfolípida y a las paredes celulosopécticas. Los taninos de las semillas, en cambio, no son extraíbles si no se disuelve el recubrimiento lipídico de las mismas.

Además, estos taninos son más o menos solubles según su grado de polimerización, el cual va aumentando en el curso de la maduración. La extractibilidad de los taninos esta condicionada por la cantidad y la calidad de estos compuestos en las distintas partes del racimo. Las reacciones de polimerización durante la maduración hacen a los taninos menos extraíbles.



flavolano
(tetramero de catequina
uniones C4-C8)

d- Catequinas

Son llamados también 3-flavonoles. Estos compuestos forman dímeros a partir de la unión del C4 de uno con el C6 del otro. A partir de estos dímeros se obtienen antocianos, en medio ácido fuerte y calor, de ahí que se los llame leucoantocianos en enología o actualmente proantocianidinas.

e- Proantocianidinas

Las proantocianidinas son capaces de producir antocianos por calentamiento en medio ácido, reacción utilizada para su dosificación.

Propiedades de los polifenoles

Los polifenoles son compuestos fácilmente oxidables por vía química o enzimática. La evolución de estos compuestos durante el envejecimiento del vino depende fundamentalmente de las condiciones de óxido-reducción.

Algunos autores citan una disminución de la intensidad colorante de un 30 a un 50% de un vino tinto al cabo del primer año luego de la vinificación, en tanto que la disminución de los polifenoles totales es de alrededor de un 10%.

La estabilidad no es igual para todos los antocianos, siendo la malvidina la más estable y la cianidina la menos estable.

Los compuestos fenólicos pueden condensarse con aldehídos, reacción que tiene particular importancia durante el envejecimiento de vinos tintos, formando cadenas de antocianos y taninos. Las moléculas muy polimerizadas, de grandes dimensiones, van a insolubilizarse y precipitarán. En los vinos tintos viejos no hay antocianos libres, ya sea por su degradación por oxidación o por formar polímeros. En estos vinos se supone responsables del color a los polímeros entre antocianos y antocianos y taninos, teniendo también un importante papel las procianidinas polimerizadas.

El SO₂ enlentece la oxidación y las reacciones de polimerización ya que bloquea el acetaldehído, aunque esta última no es inhibida totalmente. Por lo tanto en un vino tinto se obtiene una coloración mayor con un sulfitado medio, ya que así se impide la degradación de los antocianos libres y existe polimerización pero no excesiva por lo cual no hay una precipitación importante.

Por lo tanto, durante el envejecimiento de los vinos tintos se dan tres tipos de reacciones:

- reacciones de condensación entre antocianos y taninos, que se dan con una intervención del acetaldehído y conducen a compuestos coloreados.
- Reacciones de oxidación, que en el caso de antocianos son degradados, los taninos se pardean y las combinaciones taninos-antocianos evolucionan su color hacia anaranjado.

9.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la actividad práctica podemos:

- ✓ separar otros componentes del vino por ésta técnica usando otras fases móviles.
- ✓ analizar las sustancias que le dan color al vino.

La Actividad 07 *¿ Por qué se pica el vino ?*, es complementaria en tanto determina la acidez total y el pH de mismo producto.

Con relación a la SPE :

- ✓ Interiorizarse sobre la historia del vino y su consumo en los diferentes períodos y países.
- ✓ Visitar una bodega e interiorizarse sobre otros muchos procesos que se dan en la obtención del vino.
- ✓ Entrevistar a enólogos con relación a su formación y función dentro de la bodega.
- ✓ Estudiar las diferentes variedades de vinos que se comercializan en el país por ej. visitando un supermercado.
- ✓ Averiguar en que zonas geográficas se planta la vid y cuales son en nuestro país.
- ✓ Conocer el lugar que ocupa el país a nivel regional y mundial en la producción de vino y cuáles se destacan en su producción.
- ✓ Interiorizarse sobre niveles de consumo de la bebida a nivel nacional y de ser posible por franja etárea.

- ✓ Saber como se procesan las aguas que se utilizan en las diferentes etapas de obtención del vino así como el aprovechamiento que se le da a los subproductos como cáscaras, semillas y orujos.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Depende del enfoque que se le de a la actividad. Puede ser un centro de interés para abordar múltiples temáticas o una actividad puntual. Siempre despierta interés el estudio de una bebida de uso diario como lo es el vino. Son múltiples los enfoques que se le pueden darle al tema a través de esta SPE que se vincula a la *Química de los Productos Naturales* pero también a la *Química de los Alimentos y de la Salud*. Algunos de esos contenidos se relacionan con el concepto de mezcla, productos naturales, ácidos orgánicos, biomoléculas (glúcidos, proteínas), hasta colorantes entre otros. Pero también es posible analizarla desde el punto de vista de los métodos de obtención del producto y la tecnología desarrollada para ello. Desde un enfoque social puede ser muy interesante abordar la historia del vino y sus usos a través del tiempo, también su rol en la alimentación o sus posibles consecuencias para la salud.

Dado lo vasto del tema, si se efectúa un tratamiento bibliográfico extenso, desde diversos enfoques (tecnológico, social, histórico, de la salud, etc.) y usando la actividad práctica sugerida como un mero aporte desde la química, es posible un abordaje *CTS*.

11.- Bibliografía ¹⁰

- ✓ Domínguez X. ; (1982); *Cromatografía en papel y en capa delgada*; 2ª Edición; Washington D.C.; Secretaría General de la OEA.
- ✓ Hart F.; Fisher H.; (1971); *Análisis Moderno de los Alimentos*; 1ª Ed; Ed. Acribia Zaragoza.
- ✓ Oreglia F.; (1978); *Enología teórico-práctica*; 3ª Edición; Ed. Instituto Saletiano de Artes Gráficas; Buenos Aires.

Páginas consultadas:

- ✓ www.centros5.pntic.mec.es
- ✓ www.lavidyelvino.com
- ✓ www.inavi.com.uy

¹⁰ Fiorella Silveira; *Separación y cuantificación de los ácidos presentes en el vino*; Organización de Laboratorio, IPA

¿Porqué “ se pica ” el vino ? Actividad N° 07.



El “ picado” del vino hace referencia a la acidez del mismo y depende de distintos compuestos presentes en él. El pH del suelo en el viñedo condiciona los diferentes compuestos captados por la planta, afectando el desarrollo de la misma, al pH de la uva y del mosto obtenido a partir de ésta. En el mosto, el pH condiciona aspectos tan importantes como la extracción del color del hollejo, de los diferentes microorganismos intervinientes en la fermentación o la capacidad de clarificación y estabilización del vino. Ya terminado el proceso de obtención, la acidez condiciona el aspecto, color, sensaciones sápidas en boca así como la capacidad de envejecimiento y longevidad del mismo.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

- ✓ Se podrá determinar la acidez total de una o más muestras de vino blanco utilizando pHmetro o a través de valoraciones ácido-base.
- ✓ Se conocerá cuál es la o las fuentes de acidificación del vino por exploración bibliográfica.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ En qué consiste el proceso de “ picado ” de un vino?
- ✓ ¿ Qué o quiénes son los responsables de ese proceso?
- ✓ ¿ De qué depende que un vino “se pique” ?
- ✓ ¿ Puede evitarse ese fenómeno ?
- ✓ ¿ Qué parámetros den cuenta del “grado de picado” de un vino?

2.- Conocimientos previos recomendables para trabajar la SPE

En función de lo anterior serán los conocimientos previos:

- ✓ Compuestos orgánicos (glúcidos, proteínas, taninos, flavonoides, fenoles, ácidos carboxílicos, etc.)
- ✓ Preparación de soluciones.
- ✓ Patrones primarios y secundarios.
- ✓ Valoraciones ácido-base.
- ✓ Uso de material volumétrico de laboratorio.

3.- ¿ Qué materiales y qué sustancias necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Bureta de 25 mL	Hidróxido de sodio 0.10M (valorado)
Pipeta de 10,00 mL (aforada)	Ácido oxálico (patrón primario)
Pera de goma	Muestras de vino blanco
pHmetro	Azul de bromotimol

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Protección personal: túnica, guantes, gafas.

<i>Sustancias</i>	<i>Frases R</i>	<i>Frases S</i>
Hidróxido de sodio	35	26-37/39-45
Acido oxálico	21/22	24/25

Se trabaja con sustancias corrosivas. No presenta mayores riesgos que una práctica de valoración ácido-base clásica.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

A partir de una solución madre de hidróxido de sodio (aprox. 10 M), se prepara por dilución una solución aproximadamente 0.1M. Utilizando ácido oxálico como patrón primario se realiza la titulación de la solución de hidróxido de sodio, utilizando fenolftaleína como reactivo indicador.

Se valoran las muestras de vino blanco problema (previamente se hierve para eliminar anhídrido carbónico) con la solución de hidróxido de sodio valorada usando azul de bromotimol como reactivo indicador. Se repiten varias valoraciones de cada vino en iguales condiciones de dilución, y se promedian los gastos que se encuentren dentro del error experimental.

Se determina el pH de cada muestra usando pHmetro previamente calibrado.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Podemos utilizar una tabla del tipo:

Muestra N°	Gasto de NaOH valorado (mL)	pH

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

A partir de los valores concentración del hidróxido de sodio y de los volúmenes de las muestras de vino y los gastos de valoración, se determina la acidez total de la muestra. Multiplicando los gastos obtenidos por el factor 0.98 se obtiene la acidez total en ácido sulfúrico expresada en g/L de vino, que es como habitualmente se trabaja en enología. Si el factor utilizado es 0.75, la acidez total queda expresada en ácido tartárico, en g L de vino. A partir del valor de pH puede calcularse la concentración de H^+ total y comparar con el valor de acidez determinado por valoración. El valor de pH en sí mismo, es otro de los parámetros que se utilizan para caracterizar un vino.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ^{11,12}

Algunos de los resultados obtenidos dan cuenta del grado de acidez total expresado en diferentes unidades: en g de ácido tartárico/L de vino o en g de ácido sulfúrico/L de vino.

Muestra (1)	Gasto de NaOH 0.1042M (mL)	Acidez expresada en ácido tartárico (g/L)
1	4.83	3.62
2	4.84	3.63

(¹¹) Las muestras corresponden a dos clases de vinos blanco.

Muestra (2)	Gasto de NaOH 0.10 M (mL)	Acidez expresada en ácido sulfúrico (g/L)
1	19.5	19.1
2	21.0	20.6

(¹²) Los resultados corresponden a “vinos” realizado en el laboratorio con uva moscatel, por los alumnos.

Algunas definiciones que pueden ser de interés con relación a la SPE:

Acidez total: Es la suma de los ácidos titulables por la adición de un licor alcalino valorado, hasta llevar el vino a un pH igual a 7. El ácido carbónico y el anhídrido sulfuroso libre y combinado no están comprendidos en la acidez total, que se expresa en mEq (mili equivalentes) de NaOH capaces de neutralizar la acidez de un vino.

pH en los vinos: El pH de los vinos depende de la naturaleza de los ácidos presentes y de su concentración. Varía entre 2,8 y 3,8.

Picado acético o avinagramiento del vino: la oxidación del alcohol etílico del vino, por obra de microorganismos estrictamente aerobios origina la enfermedad más corriente, perjudicial y también más difícil o de imposible corrección: el picado acético o avinagramiento del vino.

Las fases en el curso del desarrollo de la enfermedad se pueden expresar con dos denominaciones: picado y avinagramiento, entendiéndose con el primero que la enfermedad esta solamente iniciada y limitada a las capas superficiales, con el segundo, que el desarrollo es más intenso y avanzado, alcanzando mayor volumen de líquido.

Cuando el vino comienza a picarse es posible que su aspecto no lo demuestre, al no alterarse el color y ser débil el enturbiamiento. Solamente a la cata, y en ésta el olor, puede acusar el comienzo de la enfermedad: se aprecia la presencia de acetaldehído y acetato de etilo. La acidez volátil puede permanecer baja en los comienzos de esta fase y la corrección de la alteración aun es posible. Hay presencia de acetobacterias, y por tanto, el fenómeno microbiano del comienzo de la enfermedad. Cuando la enfermedad está más avanzada, se aprecia enturbiamiento del líquido con aparición en la superficie de un velo, de aspecto liso, grisáceo, que después presenta largos y finos pliegues en forma de nervaduras.

La resistencia de los vinos al picado acético no puede ser prevista solamente en función de parámetros analíticos: grado alcohólico, pH, acidez total y volátil. Se da la circunstancia que cierto vino con acidez volátil elevada no se pican y pueden ser mantenido en un estado sanitario satisfactorio una vez bien establecidos, mientras que otros con una acidez volátil normal o baja corren el riesgo de picarse rápidamente.

En los comienzos de la enfermedad cuando aflora el acetato de etilo y se comprueba al microscopio la presencia de bacterias acéticas, se debe proceder rápidamente a la eliminación de las mismas, esto se puede hacer combinando uno o varios

¹¹ Fiorella Silveira; *Separación y cuantificación de los ácidos presentes en el vino*; Organización de Laboratorio, IPA

¹² Trabajo realizado en 3er año de B.D.; *El vinacho de Bibi.*, Liceo IAVA, 2004.

procedimientos como por ejemplo: filtración amicróbica, pasterización, o cualquier procedimiento fisicoquímico autorizado por la legislación vigente.

En fase más avanzada, cuando la acidez volátil es sensiblemente elevada, pero todavía en dosis tolerable, y se han eliminado los agentes microbianos, la corrección de los vinos afectados constituye todavía un problema de difícil solución. El intentar el éxito de una refermentación con pie de cuba adecuado, si los azúcares están todavía presentes en dosis significativas, o la mezcla con vinos resistentes de grado alcohólico elevado en proporciones que hagan insensible la alteración inicial, han sido prácticas frecuentes en bodega. La sulfatación posterior, trasvasando los vinos a nuevos recipientes preparados con total asepsia, y el aislamiento del aire, serán precauciones a observar en todo momento. Un grado avanzado de la enfermedad hace prácticamente inútil intentar corregir el vino.

Breve historia del vino¹³

La historia del vino se remonta al viejo testamento (Génesis 9:20) cuando es mencionado por Noé. En Grecia antigua, el vino era tomado con agua (tomarlo sin mezclarlo era mal visto); Teocrito describe a los vinos como venerables cuando cumplieran los 4 años de edad. Por aquel entonces era guardado en toneles, recipientes hechos en pieles de cabra y ánforas impermeabilizados con aceites y trapos engrasados; por lo que el aire estaba en contacto con el vino en todo momento. Los romanos demostraron mejor cuidado y mejor vino a través de los vinos Falernianos de un año de añejamiento introduciendo otros recipientes. Aunque de todas formas no se llegó hasta la maduración completa del vino cuando se introdujo la botella con corcho.

Los romanos plantaron viñedos en todos los lugares en que la uva se adaptó al clima (Africa del norte, Gaul, Inglaterra e Illyria). Los cultivos permanecieron para consumo local, en particular para la Sagrada Comunión, por lo que su cuidado paso a ser preocupación de los eclesiásticos. La reaparición del vino como bebida, y la de famosas bodegas, resultó invariablemente de los esfuerzos de monjes y monarcas distinguidos por su devoción a la iglesia.

La mayoría de los vinos locales eran de baja calidad, especialmente de áreas actualmente consideradas como de alta latitud. El Vin de Suresnes de las afueras de Paris se transformó en algo fino. En Inglaterra existen registros de la variedad Welsh que datan del siglo XIX.

Si bien las plantaciones más importantes son atribuidas a Carlomagno, no fue hasta el siglo XII que las grandes plantaciones encontraron lugar y grandes mercados. Debido a las dificultades para transportar mercaderías de la época, la mayoría de los viñedos que subsistieron fueron aquellos que estaban a orillas de ríos importantes. Tal es el caso de los viñedos a orillas del Rin en Garonne y Loire. Otros eran producidos en la zona controlada por Venecia de Grecia donde se producían variedades de Madeira hacia 1420. La desaparición de muchos viñedos importantes ocurrió después de 1863, cuando accidentalmente se transportó una variedad de piojo denominado Phylloxera que atacó las raíces de las plantas. Debido a esto, áreas que alcanzaron los 2.500.000 acres fueron devastadas por la peste, dejando a los productores franceses al borde de la quiebra y a los productores de Canarias completamente sin producción. La devastación fue controlada luego de importar plantas resistentes a ese piojo. Los vinos Pre-Phylloxera actualmente son prácticamente imposibles de conseguir.

¹³ Carolina Sansone, *El color de los vinos*, Organización de Laboratorio, IPA, 2004.

El vino en la historia del Uruguay

Las primera vides llegaron a la Banda Oriental de la mano de los colonizadores españoles. La época colonial significó para la historia de la vid del Uruguay una primera etapa dedicada solamente a la uva de mesa y elaboración del vino para consumo familiar. La consagración del Estado independiente, desde 1828, abrió una de relativa paz interior y de iniciativas diversas en el agro y las actividades urbanas. Algunas experiencias agrícolas reposarían con un nuevo ciclo de guerras civiles en la región hasta mediados de la década de 1870. Estos años serían críticos para todas aquellas actividades como la agricultura y, concretamente, la viticultura, que requerían de poblaciones estables. Las pocas experiencias registradas no llegaron a feliz término y su fracaso significó prácticamente un corte en la historia del viñedo uruguayo, ya que no configuró un antecedente valioso.

El cultivo de la vid en Uruguay se empezó a encarar en mayor escala, dedicadamente con fines de producción comercial, a partir de 1870.

-1874 se inició realmente la viticultura en el norte del país.

-1876, Francisco Vidiella comenzó a cultivar en el sur del país algunas variedades que había traído de Europa.

-1983, cuando el viñedo uruguayo había alcanzado 740 hectáreas, se declaró oficialmente la existencia de la Phylloxera en el país, cuyos primeros daños probablemente se habían conocido en 1888. Finalizando el siglo XX se producía la primera “reconversión”, transformando el viñedo de plantación directa por planta injertada.

A comienzos del siglo XX apareció una nueva modalidad de productor vitícola, diferente del inversionista de capitales generados en la actividad comercial, provenientes de la inmigración europea.

- 1940 comienza el proceso de fundación de un centro específico de enseñanza vitivinícola: la Escuela Industrial de Enología.

- 1957 se creó el primer sistema de advertencia para enfermedades de la vid.

- 1956, la superficie del viñedo uruguayo había alcanzado su máximo de diecinueve mil hectáreas. En los quince años siguientes permaneció estacionaria y en la década del setenta empezó a decaer.

En la década de 1990 la vitivinicultura uruguaya realizó una transformación muy profunda de sus estructuras productivas, industriales y comerciales, con vistas a obtener vinos de calidad y conseguir una adecuada presencia en el mercado nacional y en el internacional.

9.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

Otros parámetros a determinar del vino pueden ser:

- ✓ densidad
- ✓ grado alcohólico
- ✓ acidez volátil

y otros parámetros que figuran en la Ordenanza Bromatológica (*Decreto 315/ 994, Bromatología*). También se pueden utilizar otros vinos y realizar un estudio comparativo de calidades.

Con relación a la SPE:

- ✓ Conocer que procesos se pueden llevar a cabo para revertir el “ picado” del vino.
- ✓ Averiguar que usos puede dársele al vino una vez picado.
- ✓ Conocer como se fabrica el “ vinagre de vino”.
- ✓ Analizar la Ordenanza Bromatológica para conocer que controles de calidad debe pasar el vino antes de ser comercializado.
- ✓ Saber si la “picadura” del vino va asociada a algún factor particular tanto en la uva de partida como en las etapas de fabricación o maduración.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Las aplicaciones pueden ser vistas desde el proceso de “ picadura”, entonces lo relacionamos al tema de biomoléculas:

- ✓ proteínas y allí con enzimas o
- ✓ glúcidos como sustratos de fermentaciones

Pero también puede ser analizado como un proceso ácido-base si se centra el análisis sobre los productos de la “ picadura”.

Dado el trabajo de laboratorio que prima en esta actividad vinculada a la *Química de los Productos Naturales*, sería conveniente llevarla a cabo desde un enfoque de *investigación dirigida*.

11.- Bibliografía ^{11,12,13}

- ✓ Domínguez X. ;(1982); *Cromatografía en papel y en capa delgada*; 2ª Edición; Washington D.C.; Secretaría General de la OEA.
- ✓ Hart F.; Fisher H.; (1971); *Análisis Moderno de los Alimentos*;1ª Ed; Ed. Acribia Zaragoza.
- ✓ Oreglia F.; (1978); *Enología teórico-práctica*; 3ª Edición; Ed. Instituto Salectiano de Artes Gráficas; Buenos Aires.
- ✓ www.centros5.pntic.mec.es
- ✓ www.lavidyelvino.com
- ✓ www.inavi.com.uy

¿Cómo transformar el aceite de la fritura en combustible para el auto? Fabricación y purificación de biodiesel Actividad N° 08



Uno de los impedimentos para el desarrollo industrial y económico del país es la gran dependencia que tenemos con las grandes potencias en relación a la provisión de petróleo. La carencia de yacimientos petrolíferos y la necesidad del combustible para la industria, entre otras, condicionan nuestra economía. Tanto en nuestro país como en todo el mundo estamos viviendo una crisis energética; el petróleo no es inagotable y cada vez el acceso a él se hace más difícil, por esto es muy importante el estudio de fuentes alternativas de energía. Necesitamos recursos naturales, genuinos a los cuales podamos acceder fácilmente. Una alternativa es la producción de biodiesel a partir de aceites, lo que resulta doblemente redituable en tanto produce combustible y recicla productos de desecho.

1.- ¿Qué podremos averiguar...

Averiguaremos como producir un combustible, el biodiesel, utilizable tanto a nivel industrial como para el transporte, a partir de aceites usados.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ En qué consiste el biodiesel?
- ✓ ¿ Cómo puede fabricarse y qué costos implica?
- ✓ ¿ Puede ser un sustituto posible del petróleo?
- ✓ ¿ Cuándo surge la idea de sintetizarlo?
- ✓ ¿ Cuántas plantas productoras de biodiesel existen en el Uruguay y adonde se ubican?

2.- Conocimientos previos recomendables para trabajar la SPE

- ✓ Concepto de lípidos (aceites, jabones, ésteres).
- ✓ Técnicas de separación (cromatografía)
- ✓ Habilidades manipulativas a nivel de laboratorio

3.- ¿Qué materiales y qué sustancias necesitamos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

A continuación se indican los consumos para la utilización de 2L de aceite.

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Estufa, balanza, bola de decantación	Aceite vegetal refinado
Colador, filtro de café	Metanol
Batidora. respirador de pecera	Hidróxido de sodio

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Se debe trabajar con gafas, túnica y guantes en algunas instancias.

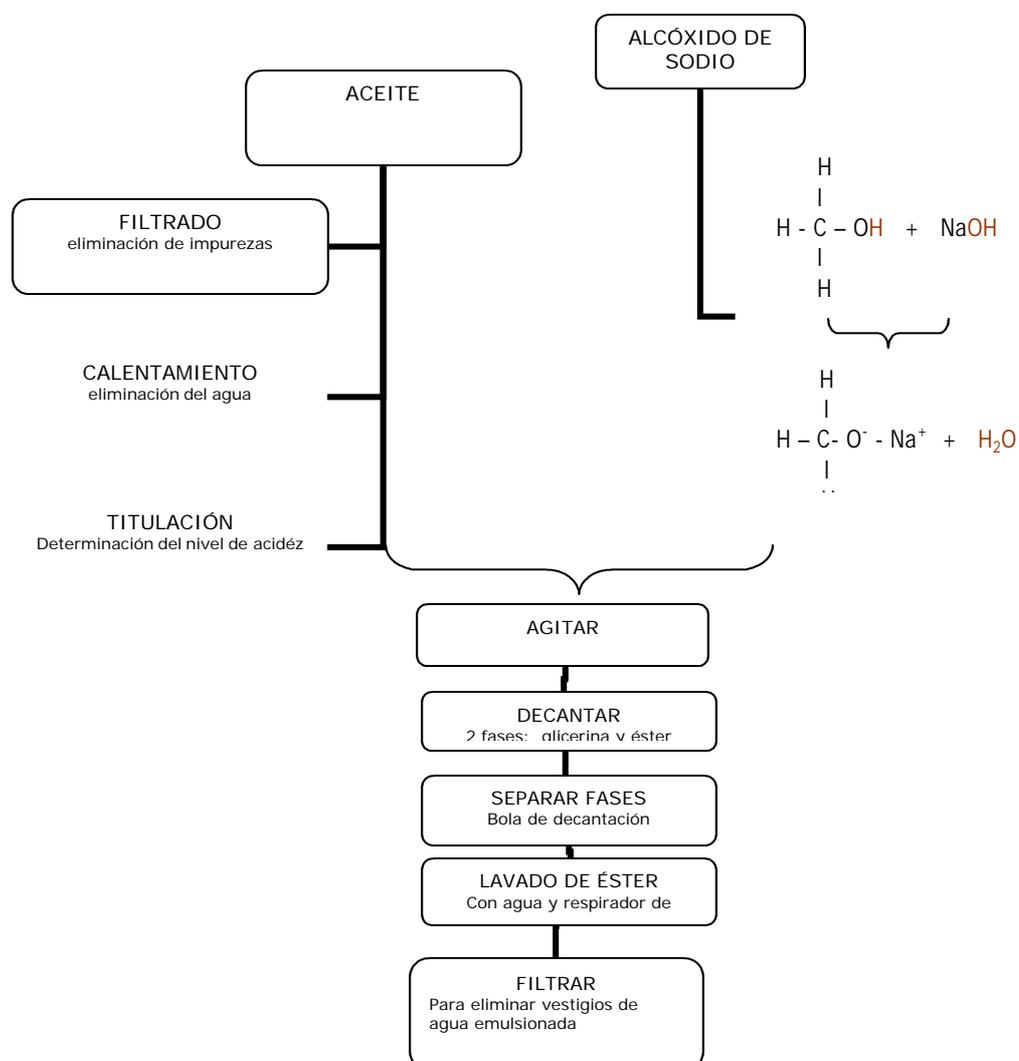
Frases de riesgo y consejos de prudencia para los productos utilizados:

Sustancias	Frases R	Frases S
Metanol		
Hidróxido de sodio	35	2-26-37-39-45

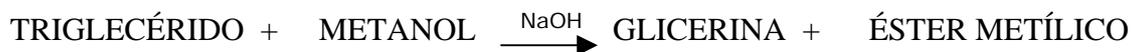
En tanto se está trabajando con metanol, se debe manipular bajo campana con buena extracción y uso de gafas. En iguales condiciones se debe proceder al hacer las corridas de cromatografía y su revelado.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

A través del siguiente esquema se da cuenta de los pasos a seguir para todo el proceso de obtención:



La reacción, denominada transesterificación, sustituye el metanol por la glicerina en los triglicéridos (grasas, aceites) - utilizando el NaOH como catalizador - para obtener metil-ésteres también denominados biodisel.



5.1.- Preparación de la materia prima

Partiendo de aceite usado, se filtra el mismo con colador y filtro de café para la eliminación de las impurezas. Luego se calienta el aceite para obtener una materia prima libre de agua a 106°C durante 4hs en una estufa. Se miden 2L para la reacción.

5.2.- Titulación del aceite de partida

Para determinar el nivel de acidez del aceite de partida se realiza una titulación con alcohol isopropílico como solvente y solución de hidróxido de sodio. El hidróxido de sodio interviene en la reacción de obtención del biodisel simplemente como catalizador, pero en presencia de ácidos grasos libres, neutraliza a los mismos formando jabones. Entonces se debe asegurar el agregado de una cantidad suficiente de hidróxido de sodio que permita no sólo neutralizar los ácidos sino también actuar como catalizador. La titulación puede efectuarse con 4 ml de aceite, los cuales se mezclan con 40 ml de alcohol isopropílico y 8 gotas de fenolftaleína (cambio de color incoloro-fucsia).

5.3.- Preparación del alcóxido de sodio (compuesto a reaccionar con la materia prima).

A partir de la titulación anterior, se determina el gasto de hidróxido de sodio necesario para la utilización de 2L de aceite (materia prima tratada), el alcóxido de sodio se prepara mezclando 500 mL de metanol con el NaOH sólido necesario para catalizar y neutralizar.

5.4.- Preparación del Biodisel

Se pone a reaccionar el alcóxido de sodio con el aceite. La agitación se realiza con batidora durante una hora para promover el contacto íntimo de los reactivos y lograr una buena eficiencia de reacción. Se deja decantar la mezcla (varios días) y se separa parcialmente en dos fases (glicerina y biodisel = éster).

Se realiza la separación de fases con bola de decantación. Terminada la reacción, el metanol remanente queda retenido aproximadamente en un 50% en la fase de la glicerina, y otro 50% en el éster. Sin embargo, el lavado del éster con agua (proceso solo aplicable a escala piloto por las implicancias ambientales respecto al volumen de agua necesario), remueve el contenido de metanol.

El lavado con agua se realiza con un respirador de pecera. Las burbujas producen el arrastre de las impurezas hacia el fondo. El agua se pone turbia y lechosa por la disolución de los jabones (producto de las reacciones secundarias indeseadas). Finalmente, tras un filtrado con un filtro de papel de poro grande (filtro de café) se eliminan los vestigios de agua emulsionada (el papel es un excelente absorbente de agua), y se obtiene un producto totalmente transparente.

6.- ¿ Cómo podemos analizar el producto obtenido ?

6.1.- Se puede proceder a la identificación de biodiesel por medio de una **TLC** (thin layer chromatography- cromatografía de capa delgada).

Materiales necesarios: portaobjeto de vidrio, varilla de vidrio, vaso de bohemia, cuba de cromatografía, pinzas, capilares.

Sustancias necesarias: Agua, silicagel, 40 ml de hexano, 10 ml de éter dietílico, 0,5 ml de ácido acético, yodo sólido, gasoil.

Procedimiento:

- ✓ Se preparan las placas cromatográficas con una capa fina de silicagel.
- ✓ Se agrega a una cuba de cromatografía, yodo sólido y se deja saturar tapada (revelador).
- ✓ Se procede de igual manera que en el caso anterior con la mezcla hexano/ éter dietílico/ ácido acético (80:20:1 v/v) (fase móvil).
- ✓ Se siembra con una gota de los productos a analizar: gasoil, biodiesel purificado y sin purificar al menos dos placas de cromatografía.
- ✓ Se colocan las placas sembradas en la cuba con fase móvil y se deja avanzar el frente, la distancia adecuada.
- ✓ Una vez seca la fase móvil, se introducen las placas en el revelador (yodo).

Para la cromatografía puede elegirse trabajar, como en éste caso, con un combustible conocido como el gasoil y correrlo en comparación con el biodiesel obtenido purificado y sin purificar respectivamente. También es razonable correrlo al producto obtenido junto el producto de partida para advertir si se trata de productos diferentes.

Es de destacar que las manchas que se obtienen están lejos de ser puntuales, que a los efectos de la determinación del R_f trae aparejado un gran error pues debe hallarse el punto medio del área para establecer la distancia recorrida, sin embargo se considera válida la comparación de medidas efectuadas en iguales condiciones. No debe olvidarse que se trata de un producto natural de origen vegetal con composición variable en función de múltiples parámetros.

Aún así se considera importante la aplicación del método cromatográfico pues implica el conocimiento y la puesta a punto de una técnica de reconocimiento, la cromatografía, a la cual no todos los estudiantes la han trabajado antes.

Deben considerarse las precauciones necesarias a los efectos de efectuar las corridas con las **medidas de seguridad** correspondiente en tanto se trabaja con solventes orgánicos y el revelado es con yodo (trabajar bajo campana con buena extracción y medidas de seguridad personal).

6.2.- Otro análisis a realizar puede ser la determinación de la **densidad** de fácil acceso en el laboratorio.

7.- Resultado de experiencias previas ...¹⁴

INTERPRETACIÓN DE DATOS



$$\begin{array}{l} \text{Biodiesel purificado - Gasoil} \\ R_f = \frac{2,3}{4,0} = 0,58 \qquad R_f = \frac{3,0}{4,0} = 0,75 \end{array}$$



$$\begin{array}{l} \text{Biodiesel no purificado, sin filtrar - Gasoil} \\ R_f = \frac{2,3}{4,5} = 0,58 \qquad R_f = \frac{3,5}{4,5} = 0,77 \end{array}$$



$$\begin{array}{l} \text{Aceite Usado - Biodiesel} \\ R_f = \frac{2,0}{4,1} = 0,49 \qquad R_f = \frac{2,5}{4,1} = 0,61 \end{array}$$

De los resultados de **la cromatografía** se puede interpretar que la sustancia obtenida a la cual se le llamó biodiesel no corre igual que el aceite desde el cual se partió. Son

¹⁴ Agustín Gallego, Juan Docanto, Jenner Bonanata, Gustavo Langus, Anya, Reherrmann, Yaiza Cansan *Biodiesel*, IAVA, año 2004.

coherentes los Rf del biodisel, aunque no se observa diferencia entre el purificado filtrado y el no purificado sin filtrar.

Con relación a **la densidad**:

Los resultados obtenidos en una experiencia previa da cuenta de los siguientes valores:

Biodiesel purificado $d = 8,62 \times 10^{-1} \text{ g/cm}^3$

Biodiesel no purificado $d = 8,86 \times 10^{-1} \text{ g/cm}^3$

Al ser la densidad aceptada de $0.875\text{-}0.900 \text{ g/cm}^3$ se podría pensar que da mejores resultados el no filtrar ni purificar al producto obtenido.

Con relación a los contaminantes del combustible

Los contaminantes más frecuentes en el biodisel incluyen: materia no saponificable, agua, glicerina libre, alcohol, ácidos grasos libres, jabones, catalizador remanente o residual y productos de oxidación.

- ✓ Toda materia contenida en los aceites que no sea materia grasa se denomina **insaponificable**. Se conocen con el nombre genérico de gomas y comprende una larga lista de sustancias: polipéptidos, fosfátidos, lecitina, proteínas, mucilágenos, esteroides, hidrocarburos, etc. Al no participar en las reacciones de transesterificación, forman compuestos indeseados en el biodisel. Esto puede alterar el funcionamiento del motor. En general, son tratados con algún ácido que luego se neutraliza junto con los ácidos grasos libres.
- ✓ La presencia de agua durante la reacción es tal vez uno de los mayores focos de contaminación, ya que favorece la saponificación y no la transesterificación, produciendo jabones y disminuyendo el rendimiento. En forma de emulsión, su presencia es indeseada en el producto final. El biodisel tiene la ventaja de ser muy biodegradable, pero el inconveniente lo constituye el hecho que justamente por esto, es muy susceptible de ser contaminado por microorganismos, más aún en lugares en que se espera pueda entrar en contacto con agua.
- ✓ La **glicerina** libre es un producto de la reacción de transesterificación, y en general no se encuentra presente si el éster es lavado con agua (la glicerina es polar y tiene mayor afinidad por el agua). Sin embargo, puede aparecer producto de decantados cortos y malos lavados, y se sospecha podría causar depósitos en el motor.
- ✓ Los **glicéridos** son el conjunto de monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos que pudieran existir. La utilización de exceso de alcohol en un 100% en general asegura su ausencia. Sin embargo, pueden presentarse tras reacciones incompletas. Los triglicéridos constituyen los aceites y lípidos en general que conforman la materia prima, por lo que en forma menos técnica, podríamos decir que éstos constituyen "el aceite que no reaccionó". El uso de aceites vegetales como combustibles en motores diesel también ha sido estudiado desde hace ya muchos años, pero en ese caso, deben adaptarse los mismos. Por ejemplo, deben ser adaptados con sistemas de calentamiento de la línea de combustible (para disminuir la viscosidad del aceite), y debe ajustarse el sistema de inyección.
- ✓ Los **ácidos grasos libres** y los **jabones** son compuestos relacionados. En general el biodiesel es producido utilizando un catalizador como el metóxido de sodio, hidróxido de sodio o hidróxido de potasio. Cualquier ácido graso presente

reaccionará con el catalizador en presencia de agua para formar jabones. Éstos suelen ser removidos en la etapa de lavado, aunque su presencia en exceso dificulta enormemente ésta etapa. Durante el funcionamiento del motor, el metal proveniente del jabón o catalizador puede formar cenizas.

Otros datos de interés

La idea de utilizar los aceites vegetales y sus derivados como combustibles, particularmente para su utilización en motores diesel, se conoce desde los primeros años del siglo XX. Ya el propio Diesel, en 1912, consideró esta alternativa frente al gasoil derivado del petróleo. Sin embargo, su aplicación real no llegó hasta la Segunda Guerra Mundial en Alemania, sin generalizarse. Los intentos de utilización han sido continuos, y se han hecho notar con mayor énfasis en los tiempos de crisis energética.

Factores que inciden en la utilización de los aceites vegetales y sus derivados:

ECONOMÍA. En aquellos países con recursos agrícolas y susceptibles de producir cantidades significativas de estos aceites, cabe la posibilidad de reducir la dependencia de la importación de crudos y, por tanto, de mejorar la balanza de pagos. De este modo, la economía de los países importadores no sería tan vulnerable a las manipulaciones externas, ya sea tanto al suministro como a los precios del petróleo. Además, se induciría a una optimización de los esfuerzos agrícolas de aquellos países que tienen fuertes limitaciones de la producción agrícola destinada a la alimentación, puesto que se podría utilizar el excedente de recursos en la producción de combustibles vegetales.

IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE DE LOS BIODIESEL. Si se considera el origen vegetal y su composición química, los biodiesel pueden contribuir a mejorar la calidad del medio ambiente. Los gasoiles comunes tienen en sus elevados contenidos de azufre su principal inconveniente, dada la gran sensibilidad social relacionada con la lluvia ácida en la que participan los compuestos derivados de la combustión y oxidación del azufre. La adaptación de las refinerías para cumplir las especificaciones requeridas representa unos costos adicionales estimados en la producción de gasoil entre un 10 y un 20%. La reducción de aromáticos es bastante más difícil desde el punto de vista económico de las refinerías y se ha llegado a un acuerdo con los fabricantes de motores diesel de modo que, para alcanzar todas las cotas de emisiones, se modifiquen los actuales motores y se proceda, también, a tratar los gases de emisión mediante captadores de partículas y catalizadores de oxidación.

De los numerosos ensayos realizados con vehículos pesados y ómnibus que utilizan motores diesel alimentados con ésteres de aceites vegetales se han obtenido las siguientes conclusiones generales:

- Disminuciones importantes en la emisión de partículas, que en algunos casos puede superar el 50% respecto al mismo vehículo alimentado con gasoil ordinario.
- Disminuciones importantes de las emisiones de humo, que también pueden superar reducciones del 50%.
- Reducciones importantes de hidrocarburos (HC) sin quemar (10- 40%). Reducción también en las emisiones de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (<35%).
- Reducciones significativas de emisiones de CO.
- Aumentos en las emisiones de NO, (10-30%).
- Aumentos en la emisión de aldehídos (10-30%).

Como conclusión general desde el punto de vista de emisiones nocivas reguladas (CO, HC, NO, partículas y humos), el efecto de los ésteres es positiva y puede ayudar a disminuir la contaminación debida a los motores diesel en particular en las grandes urbes, donde habría que considerar la reducción añadida al utilizar ésteres de aceites vegetales en las calefacciones de edificios y viviendas. Hay que recordar que dichos ésteres no contienen aromáticos y prácticamente están exentos de azufre. Otro aspecto importante sobre el impacto medioambiental es el relacionado con la cantidad de CO₂ presente en la atmósfera, cuya acumulación conduce al aumento del efecto invernadero y a un aumento de la temperatura del planeta. La contribución de los aceites vegetales y sus ésteres a la acumulación de CO₂ es reducida aunque no necesariamente nula. En el caso de los aceites podría ser muy reducida ya que el contenido en carbón se recicla mediante la acción de la fotosíntesis. No obstante, habría que tener en cuenta la procedencia de la energía consumida en la preparación de la tierra, recolección de las plantas, tratamientos, extracción, etc. En el caso de los ésteres, hay que considerar la procedencia del metanol; si se trata de biometanol entonces las energías implicadas son de origen no fósil y se tendría de nuevo un impacto nulo.

El rendimiento del proceso de obtención de biodisel a nivel industrial es del orden de 98-99%.

8.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Desde el punto de vista de la práctica:

Podrían analizarse otros parámetros normalizados del producto obtenido como ser: la viscosidad, ensayo de corrosión al cobre, punto de turbiedad, punto de escurrimiento, punto de inflamación (flash point), contenido de agua, o espectrofotometrías infrarrojas.

Considerando la SPE se podría:

- ✓ Realizar un estudio de *impacto económico* vinculando los costos de producción de la materia prima y de los demás productos a utilizar en el procesamiento con relación a los costos de refinamiento del petróleo para iguales usos.
- ✓ Investigar estudios realizados sobre el *impacto ecológico y medioambiental* de los derivados de la combustión del biodisel con relación a la combustión de los derivados del petróleo.
- ✓ Analizar la viabilidad de adaptar un motor que funcione a nafta o gasoil para su funcionamiento a biodisel.
- ✓ Tecnológicamente ¿ qué inversión debería realizarse para establecer una planta productora de biodisel ? ¿ Cuánto contaminaría ?.

9.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Con relación a la práctica:

- ✓ Estudio de otros posibles métodos de purificación.
- ✓ Determinación de otros parámetros del productos obtenido.
- ✓ Cálculo del rendimiento del proceso.

Con relación a la SPE:

- ✓ Analizar en profundidad el impacto ambiental comparativo para la producción del gasoil y del biodisel.
- ✓ Efectuar una visita a una planta de obtención de biodisel.
- ✓ Profundizar en el proceso que se lleva a cabo a nivel industrial:
 - origen de la materia prima que se usa,
 - rendimientos del proceso,
 - tecnología empleada,
 - relación producción/venta,
 - posibilidades de expansión de mercado, etc
- ✓ Efectuar un estudio comparativo de costos/beneficios con relación a la producción de combustibles derivados del petróleo.

Por tratarse de un tema tan vasto vinculado a la *Química de los Productos Naturales*, la estrategia puede ser utilizada desde más de un enfoque dependiendo del énfasis que se haga en cada aspecto.

Si se pretende trabajar las habilidades manipulativas asociadas a la producción de un producto de evidente interés como puede ser un potencial sustituto del petróleo como combustible, puede realizarse desde una *investigación dirigida*. Si se trata de advertir aspectos como el rol de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de una alternativa energética que involucra a la sociedad en su conjunto, el enfoque podría ser dado desde una metodología *CTS*.

10.- Bibliografía¹⁴

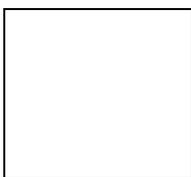
- ✓ Brown T., Lemay E. , Bursten B.:(1991); *Química La Ciencia Central*; Quinta Edición; Prentice Hall; México.
- ✓ Nelson L., Cox M., Lehninger L.:(1993); *Principios de Bioquímica*; Segunda Edición; Ed. Omega; E.U.A.
- ✓ Hecht E.; *Física en perspectiva*;(1980); Addison Wesley Iberoamericana; E.U.A.

Página consultada:

- ✓ www.euiti.upm.es/departamentos/quimica.html

¿ Cómo fabricar “botones de leche” ?

Actividad 09



Históricamente se utilizaron “plásticos de caseína” para la fabricación de botones, hebillas y agujas de tejer entre otros artículos. Como material para botones es resistente al agua y al secado. Se trata de un polímero natural que a partir de 1945 cesó en su uso a nivel industrial, sustituido por los sintéticos.

Algunos de los ejemplos más comunes de polímeros sintéticos son el nylon, el dacrón, el plexiglás o el polimetilmetacrilato. La polimerización abrió el camino para la fabricación de productos, que hoy constituyen líneas de investigación en muchas áreas de las ciencias y que se manifiestan en casi todos los aspectos de nuestra vida diaria.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Averiguaremos como polimerizar un derivado de la leche como lo es el caseinato de calcio. Con esa materia prima podremos construir, por ejemplo, botones.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué es químicamente la leche ?
- ✓ ¿ Qué compuestos la constituyen ?
- ✓ ¿ Qué productos “ no tradicionales ” y no alimenticios puedo obtener de ella ?
- ✓ ¿ Qué es un polímero y qué tipos de ellos existen ?
- ✓ ¿ Cuándo, adónde y cómo se utilizaron los “ plásticos de caseína ” ?
- ✓ ¿ Tiene éste polímero natural alguna aplicación hoy ?

2.- Conocimientos previos recomendables para trabajar la SPE

- ✓ Nociones de biomoléculas.
- ✓ Enlaces intra e intermoleculares.
- ✓ Concepto de polímero.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Vaso de Bohemia	Ácido acético
Termómetro	Leche descremada
Varilla de vidrio	Etanol
Molde para botones	Bicarbonato de sodio
Mechero Trípode	
Tela metálica	
Papel de filtro	
Embudo	

4.- ¿Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

<i>Sustancias</i>	<i>Frase R</i>	<i>Frase S</i>
Ácido acético	34	2 – 23 – 26 – 36/37/39 - 45
Etanol	11	7-16

Utilizar túnica y gafas.

Tratándose de trabajo con un ácido corrosivo, si bien se utiliza en muy poca cantidad o puede utilizarse diluido, se deben tener precauciones en la manipulación. Al operar con el producto caliente se pueden producir vapores irritantes por lo que se recomienda trabajar en campana. El etanol es inflamable de modo que no puede trabajarse cerca de llamas. Se recomienda no manipular directamente el producto final al adicionarlo al molde.

5.- ¿Cómo debemos proceder en la práctica ?

- ✓ Verter aproximadamente 1000 mL. (un litro) de leche *descremada* en un vaso de Bohemia. Calentar hasta 70° C.
- ✓ Adicionar ácido acético 2M, agitando rápidamente y en forma continua, hasta observar que se distinguen claramente dos capas, una sólida (caseína) y otra líquida (suero).
- ✓ Desechar el líquido y colocar la “masa” sobre papel de filtro para secarla. Agregarle etanol y luego bicarbonato de sodio hasta lograr una “masa” de consistencia moldeable.
- ✓ Colocar el producto en los respectivos moldes. Dejar secar durante algunos días en un lugar seco y donde eventualmente reciba luz solar; para obtener así el polímero deseado.
- ✓ Desmoldar y si se desea pintar el polímero (por ejemplo con pintura preparada también a partir de la leche Actividad 10) y dejar secar.

Nota: los moldes pueden hacerse de muchas maneras, por ejemplo a partir de tapas de bebidas. Recordar efectuar los orificios del botón.

6.- Resultado de experiencias previas y datos de interés^{15,16}

- En la experiencia realizada se trabajó en primera instancia con leche entera. La consistencia del producto obtenido dificultaba la manipulación por lo que se optó por utilizar leche descremada.
- Si se desea darle mayor rigidez al producto pueden utilizarse unas gotas de formol.
- La pintura a utilizar puede ser del tipo esmalte, inclusive de uñas.

¹⁵ Flores, Uranga, Sedassari, Falero, González, Liceo N° 35 I.A.V.A, año 2004

¹⁶ Caetano, González, Correa, *Fabricación de botones a partir de caseína*, Liceo N° 35 I.A.V.A, año 2003

Con relación al proceso de desnaturalización de la caseína:

Al desnaturalizarse una proteína pierde sus propiedades biológicas, disminuye su solubilidad y sufre modificaciones en sus propiedades físicas y químicas.

Para *desnaturalizar la caseína de la leche* se utilizaron varios agentes desnaturalizantes tales como:

- ✓ *Acción del calor:* Elimina o reduce la capa protectora de agua (agua de hidratación), rompiendo los enlaces salinos y de hidrógeno y dejando al descubierto grupos cargados que al interaccionar agrupan las moléculas proteicas precipitándolas. La proteína coagula. Es un cambio irreversible.
- ✓ *Acción de ácidos fuertes:* (Ácido acético) El ácido rompe los enlaces salinos; la leche se “corta”, dejando libre a la caseína, proteína mayoritaria en la leche.
- ✓ *Acción de solventes orgánicos:* (Etanol), el alcohol forma nuevos enlaces de hidrógeno rompiendo los intramoleculares; este proceso permite extraerle a la caseína parte del agua restante.

Con relación al proceso de polimerización:

- *Un poco de historia....*

El desarrollo de la química de los polímeros (del griego poly, muchos; meros, parte o segmento), empezó en la década de 1920 con la investigación del comportamiento desconcertante de ciertos materiales, incluidos la madera, la gelatina, el algodón y el caucho. Por ejemplo, cuando el caucho, se disolvía en un disolvente orgánico, la disolución presentaba varias propiedades poco comunes, como viscosidad alta, presión osmótica baja y una disminución del punto de congelación. Estas observaciones sugerían que estaban presentes algunos solutos de masa molar muy grande, pero los químicos de esa época no estaban preparados para aceptar la idea de que pusieran existir dichas macromoléculas. En lugar de ello, postularon que los materiales como el caucho consistían de agregados de unidades moleculares pequeñas, unidas por fuerzas intermoleculares.

Esta creencia errónea persistió durante varios años, hasta que Hermann Staudinger, (1881-1963) químico alemán, uno de los pioneros en la química de los polímeros y reconocido con el Premio Nóbel de Química en 1953, demostró que dichos agregados eran, de hecho, moléculas extraordinariamente grandes, y que cada una contenía muchos miles de átomos unidos por enlaces covalentes.

- *Estructura de algunos polímeros ...*

Los polímeros orgánicos sintéticos se obtienen al unir los monómeros, por medio de reacciones de adición y de condensación.

Reacciones de adición:

En las reacciones de adición participan compuestos insaturados que contienen dobles o triples enlaces.

El *polietileno* es un polímero muy estable que se emplea en las envolturas para empaque. Se obtiene por la unión de monómeros de etileno mediante un mecanismo de reacción de adición, $-(CH_2-CH)_n$ es una abreviatura convencional adecuada para representar la unidad repetida en el polímero. Se sobreentiende que el valor de n es muy

grande, del orden de varios cientos. Las cadenas individuales de polietileno están compactas, lo que explica las propiedades cristalinas de una sustancia. Los polímeros hechos de un solo tipo de monómeros, como el polietileno se utiliza denominan *homopolímeros*.

El *caucho* es probablemente el polímero orgánico mejor conocido y el único polímero hidrocarbonado que se encuentra en la naturaleza. Se forma por la adición radicalaria de isopreno. Durante la Segunda Guerra Mundial, la escasez de caucho natural en Estados Unidos apresuró el inicio de un intenso programa para producir caucho sintético. La mayoría de los cauchos sintéticos (conocidos como elastómeros) se elaboran a partir de productos derivados del petróleo, como el etileno, el propileno y el butadieno. Por ejemplo, las moléculas de cloropreno polimerizan rápidamente y forman plocloropreno, que se conoce comúnmente como *neopreno*, cuyas propiedades son compatibles o incluso superiores a las del caucho natural.

Reacciones de condensación:

Uno de los procesos de fabricación de polímeros por condensación mejor conocidos es la reacción entre la hexametildiamina y el ácido adípico. El producto final recibe el nombre de *nylon 66* (porque la hexametildiamina y el ácido adípico tienen seis átomos de carbono cada uno). Este producto se obtuvo por primera vez por Wallace Carothers (1896-1937), químico estadounidense, además de su enorme éxito para los negocios, el trabajo de Carothers sobre el nylon se coloca a la par de Staudinger en elucidarla estructura y las propiedades de las macromoléculas.

Las reacciones de condensación también se utilizan en la manufactura del dacrón (poliéster). Los poliésteres se utilizan en las fibras, películas y botellas de plástico.

7.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación al práctico:

- ✓ Es posible utilizar el polímero obtenido para obtener tantos productos como imaginación tenga el operador (adornos adosados a imanes, prendedores, broches para pelo, etc.).
- ✓ Se puede procurar el agregado de un colorante a “la masa” a los efectos de evitar la posterior pintura.
- ✓ Es factible practicar diversos procesos de secados y analizar las características del producto obtenido (rigidez, fragilidad, brillo, etc.).
- ✓ Analizar la factibilidad de utilización de los botones probando por ejemplo su resistencia: mecánica, al calor, al agua, etc.

Con relación a la SPE:

- ✓ Resulta interesante analizar el proceso histórico que acompaña la producción y los usos del “plástico de caseína”.
- ✓ Realizar un estudio de las razones que llevaron a los científicos a investigar otros tipos de polímeros (naturales o sintéticos).
- ✓ Plantear un escenario en el cual los polímeros sintéticos no existieran y se utilizaran solamente los naturales, por ejemplo que se realizara la extracción del caucho natural y sus efectos sobre el ambiente.

- ✓ Realizar un estudio crítico asociado a la utilización de polímeros en la vida diaria con análisis de ventajas y desventajas que traen aparejados.
- ✓ Advertir el problema ecologista asociado al uso de polímeros no biodegradables y su posibilidad de reciclaje.

8.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Un gran tema a abordar a través de esta actividad en particular tiene que ver con un tipo de materiales que han invadido nuestras vidas como son los **polímeros**. Si bien se trabaja con un polímero natural, es una puerta para tratar otros tipos de los mismos de origen natural o sintético, sus clasificaciones, sus formas de obtención, los materiales que los componen, los usos tan diversos que afectan desde la salud al confort de un auto o de una vestimenta pasando por la construcción o las comunicaciones.

Otro posible tema a abordar a través de esta SPE es el de las **biomoléculas**, en particular **proteínas**, sus características estructurales, la acción de determinados productos en su conformación, sus posibles aplicaciones, etc.

Asimismo, puede considerarse una actividad relacionada a la Química de la alimentación o de la salud por las características nutritivas del producto: **la leche**. En la actividad 10 se abordan características de éste producto por lo que pueden complementarse las actividades a los efectos de ampliar el análisis.

Al considerar el amplio espectro de temáticas relacionadas a la actividad relacionada a la *Química de los Productos Naturales*, según el tema en que se ponga el acento el enfoque metodológico puede variar.

Si se acentúan los polímeros y los productos que a partir del mismo se puedan crear, puede tratarse de una *investigación dirigida*.

Si se consideran los avances científicos registrados en la síntesis de polímeros desde la utilización de los “plásticos de caseína” hasta la fecha así como los aportes paralelos de la tecnología en la utilización de los mismos y su impacto en la sociedad, se puede abordar desde un enfoque *CTS*.

9.- Bibliografía^{15,16}

- ✓ Chang R.; (1999); *Química*; 7ª Edición; Editorial McGraw -Hill Interamericana; México.
- ✓ American Chemical Society; (1998); *Quim.Com.: Química de la Comunidad*; 2ª Edición; Editorial McGraw-Hill Interamericana; México.
- ✓ Enciclopedia Encarta Microsoft 2000
- ✓ Pavia, Lampman, Kriz, Engel; (1990); *Introduction to Organic Laboratory Techniques: A microescale Approach*.

Páginas consultadas:
www.conaprole.com

¿ Cómo fabricar pintura y pegamento en casa ? Actividad 10



Nos resultan muy familiares muchos derivados de la leche de consumo diario: manteca, queso, yogures, etc. No es frecuente escuchar que a partir de la leche también sea posible obtener otros productos: pintura y pegamentos entre otros. No es redituable su producción, no es fácil su conservación pero nos pueden sacar de un apuro

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

- ✓ Como fabricar un pegamento a partir de productos que encontramos en casa como lo son: leche, vinagre y bicarbonato de sodio.
- ✓ Fabricar una pintura a partir de leche y colorantes.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué composición tiene la leche ?
- ✓ ¿ Qué producto, dentro de los componentes de la leche, es el responsable de éstos derivados ?
- ✓ ¿ Porqué no es redituable hacer “ pintura ecológica ”?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Habilidades manipulativas desarrolladas.
- ✓ Trabajo seguro con productos químicos.
- ✓ Nociones de bioquímica.
- ✓ Concepto de ácidos y bases.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Vasos de Bohemia	Leche descremada
Varillas de vidrio	Ácido acético
Papel de filtro	NaOH al 10%
Mortero	Colorantes
Mechero	Bicarbonato de sodio
Trípode con tela metálica	
Termómetro	

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

<i>Sustancias</i>	<i>Frase R</i>	<i>Frase S</i>
Ácido acético	34	2 – 23 – 26 – 36/37/39 - 45
NaOH	35	2-26-37-39-45
Bicarbonato de sodio	---	---

Trabajar con gafas y túnica.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Para obtener la pintura ...

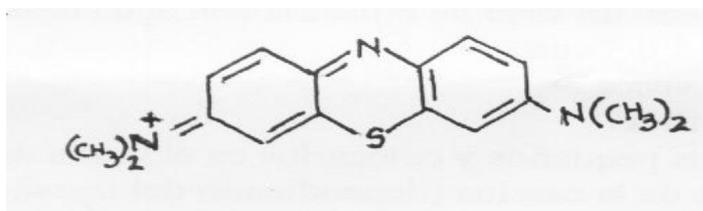
- ✓ Colocar en un vaso de bohemia 300 mL de leche descremada. Calentar la leche hasta 40°.
- ✓ Agregar a la leche el ácido acético (vinagre) agitando con una varilla de vidrio hasta que la caseína se separe del resto de los componentes y llegar a obtener con ella una “bola” que quede unida a la varilla. Desechar el líquido sobrante.
- ✓ Llenar otro Vaso de Bohemia con agua y colocar allí la “bola” de caseína apretándola contra la pared del vaso. Luego desechar el agua.
- ✓ Cortar la caseína obtenida en pequeños trozos y colocarla en el mortero.
- ✓ Moler bien la caseína hasta obtener una textura lo más homogénea posible. Agregarle a ésta NaOH al 10% hasta obtener una solución viscosa y seguir moliendo.
- ✓ Separar este preparado en tantos vasos como pinturas de colores diferentes desee fabricar.
- ✓ Agregar a cada vaso el respectivo colorante y agitar hasta que el preparado tome la coloración deseada y pintar diferentes superficies.

Para obtener el pegamento ...

- ✓ Colocar la leche en el vaso de bohemia, agregar el ácido acético (vinagre).
- ✓ Calentar muy lentamente la leche y el vinagre, revolviendo con varilla, hasta que se formen pequeños grumos. Retirar la leche del fuego.
- ✓ Dejar el vaso en reposo durante unos minutos para que se separen el sólido del líquido. Separar el sólido filtrando la mezcla con papel de filtro.
- ✓ Lavar el sólido retenido en el papel con abundante agua.
- ✓ Añadir lentamente bicarbonato de sodio para neutralizar el exceso de ácido que pueda haber quedado. Agregar bicarbonato de sodio hasta que no se formen más burbujas de CO₂.
- ✓ Probar las características del pegamento obtenido pegando papeles, trozos de madera, cartón, etc.

6.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ¹⁷

Para disolver la caseína se utilizan soluciones de soda o amoníaco diluido con el fin de lograr la consistencia y viscosidad de la pintura. Para colorear se utilizó Anaranjado de Metilo, también se puede utilizar azul de Bromotimol, siendo éste un colorante catiónico con la siguiente estructura:



¹⁷ Flores, Uranga, Sedassari, Falero, González, Liceo N° 35 I.A.V.A, año 2004

Siendo productos de origen natural y en particular siendo las proteínas compuestos nitrogenados, en medio básico, se descomponen fácilmente. Se trata pues de productos perecederos. Si se desea almacenar por algún tiempo se recomienda el agregado de unas gotas de formol y de ser posible su refrigeración guardado en frasco de vidrio bien tapado.

Con relación a la materia prima ...

La **leche** es el producto normal de secreción de la glándula mamaria. La leche es un producto nutritivo complejo que posee más de 100 sustancias que se encuentran ya sea en solución, suspensión o emulsión en agua. Por ejemplo:

* **Caseína**, la principal proteína de la leche, se encuentra dispersa como un gran número de agregados tan pequeñas que no sedimentan, y permanecen en suspensión. Estas partículas se llaman micelas y la dispersión de las mismas en la leche forma una suspensión coloidal.

* **La grasa y las vitaminas** solubles en grasa en la leche se encuentran en forma de emulsión; esto es una suspensión de pequeñas gotas que no se mezclan con el agua de la leche.

* **La lactosa** (azúcar de la leche), algunas proteínas (proteínas séricas), sales minerales y otras sustancias son solubles; esto significa que se encuentran totalmente disueltas en el agua de la leche.

Las micelas de caseína y los glóbulos grasos le dan a la leche la mayoría de sus características físicas, además le dan el sabor y olor a los productos lácteos tales como manteca, queso, yogur, etc.

La composición de la leche varía considerablemente con la raza de la vaca, el estado de lactancia, alimento, época del año y muchos otros factores. Aún así, algunas de las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizados para indicar si ha ocurrido alguna adulteración en la composición de la leche. Por ejemplo, la leche con una composición normal posee una densidad que normalmente varía de 1,023 a 1,040 (a 20 °C) y un punto de congelamiento que varía de -0,518 a -0,543 C. Cualquier alteración, por agregado de agua por ejemplo, puede ser fácilmente identificada a través de éstos valores.

La leche es un producto altamente perecedero que debe ser enfriado a 4°C lo más rápidamente posible luego de su recolección. Las temperaturas extremas, la acidez (pH) o la contaminación por microorganismos pueden deteriorar su calidad rápidamente.

¿Por qué la leche es esencial para la vida?

Es uno de los alimentos más completos que hay. En su origen todas las leches contienen glúcidos, proteínas y grasas además de vitaminas, minerales y agua. De color blanco opaco, sabor dulce y pH próximo a la neutralidad, es el alimento ideal en todos los mamíferos tras su nacimiento. La cantidad de cada uno de sus componentes varía según la especie, ya que cada una produce la leche adaptada a las necesidades de sus crías.

Composición de la leche

La leche es la principal fuente de calcio de la naturaleza, y es imprescindible, entre otras funciones, para la formación y el mantenimiento de los huesos y dientes. Pero además nos aporta elementos muy valiosos como vitaminas, proteínas de alto valor biológico, y otros minerales que hacen de la leche un alimento básico en todas las edades.

Constituyentes:

✓ *El agua*

El valor nutricional de la leche como un todo es mayor que el valor individual de los nutrientes que la componen debido a su balance nutricional único. La cantidad de agua en la leche refleja ese balance, siendo aproximadamente el 90% de la misma. La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria. La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que su suministro es limitado o no se encuentra disponible.

✓ *Los glúcidos*

La lactosa constituye prácticamente todo el azúcar de la leche. Sin embargo existen otros glúcidos en muy baja proporción como glucoproteínas y oligosacáridos. La leche de vaca contiene estos compuestos aunque en diferente proporción que la leche humana. En cuanto a la lactosa, es un disacárido formado por dos monosacáridos que son la glucosa y la galactosa, que se dividen en el intestino por acción de una enzima llamada lactasa. La lactosa es la que da a la leche su sabor ligeramente dulce. Su concentración es de alrededor del 5% y permanece bastante constante independientemente de la alimentación que tengan las vacas.

✓ *Las proteínas*

Las proteínas de la leche son consideradas de alto valor biológico y tienen gran cantidad de aminoácidos esenciales. Constituyen el 3-4% de la leche. Entre ellas cabe destacar la caseína que constituye el 80% de toda la proteína de la leche. Otras proteínas son la lactoalbúmina, B-lactoglobulina e inmunoglobulinas que encuentran disueltas en la leche. Diversos estudios sugieren que estas proteínas tienen una serie de efectos biológicos, que van desde un efecto anticancerígeno hasta efectos en la función digestiva.

✓ *Las grasas*

Normalmente, la grasa constituye desde el 3,5 hasta el 6,0% de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación. Se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión. La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos. Las proporciones de ácidos grasos de diferente largo determina el punto de fusión de la grasa y por lo tanto la consistencia a la manteca que deriva de ella. La grasa de la leche contiene principalmente ácidos grasos de cadena corta (menos de ocho átomos de carbono). Esta es una característica única de la grasa de la leche comparada con otras clases de grasas animales y vegetales. Los ácidos grasos de cadena larga en la leche son

principalmente los insaturados (deficientes en hidrógeno), siendo los predominantes el oleico (cadena de 18 carbonos), y los polisaturados linoleico y linolénico.

✓ *Las vitaminas*

La leche tiene varias vitaminas. Unas están unidas a la grasa (vitaminas liposolubles) y son la A, la D y la E. Otras vitaminas están disueltas en su fracción acuosa (vitaminas hidrosolubles son la Riboflavina (B2), Tiamina (B1), Piridoxina (B6), Cianocobalamina (B12), la vitamina C, Niacina (B3) y vitamina H (Biotina). También contiene ácido fólico. Entre todas estas vitaminas destacan fundamentalmente la vitamina A y la D, la Riboflavina (B2) (la leche constituye una de las fuentes más importantes de Riboflavina para el hombre) y la Cianocobalamina (B12) (la leche aporta alrededor del 38% de la Cantidad Diaria Recomendada /100 ml).

✓ *Los minerales*

El contenido de minerales en la leche es muy rico. Estos minerales se suelen encontrar en forma de sales. Contiene calcio, potasio, fósforo, yodo, sodio, cloro, magnesio y zinc. Pero de entre todos ellos destaca el calcio por su alto contenido, hasta el punto que convierte a la leche (y sus derivados) en la principal fuente de este mineral imprescindible para la vida. En la leche de vaca hay 300 mg. de calcio aproximadamente por cada vaso (unos 120 mg./ 100 ml de leche).

Pero además, la leche tiene ciertos compuestos como el ácido cítrico que hacen que su calcio se absorba mejor que el de otros alimentos. Al contrario de lo que mucha gente piensa, el calcio no se pierde al desnatar la leche. En el proceso de desnatado, tan sólo se eliminan las grasas y las vitaminas que van disueltas en ellas (liposolubles), como la A, D y E. Por eso es recomendable consumir productos desnatados que se hayan enriquecido con estas vitaminas.

Existen leches enriquecidas en calcio que suponen un aporte extra de calcio para mantener nuestro tejido óseo, sobre todo en aquellas personas que no toman la cantidad recomendada diaria de leche que viene a ser de alrededor de un litro (unos 1200 mg. de calcio al día).

Composición porcentual de leche humana y de vaca

LECHE	HUMANA (%)	VACA (%)
AGUA	88.5	87.0
GRASA	3.3	3.5
LACTOSA	6.8	4.8
CASEÍNA	0.9	2.7
LACTOALBUMINA y otras proteínas	0.4	0.7

Componentes indeseables en la leche

La leche y sus subproductos son alimentos perecederos. Altos estándares de calidad a lo largo de todo el procesado de la leche son necesarios para alcanzar o mantener la confianza del consumidor. La leche que deja el tambo debe de ser de la más alta calidad nutricional, inalterada y sin contaminar. La siguiente lista da cuenta de las sustancias indeseables más comunes que se encuentran en la leche:

- * Agua adicional.
- * Detergentes y desinfectantes.
- * Antibióticos.
- * Pesticidas o insecticidas.
- * Bacterias.

La vigilancia de los productores en seguir las instrucciones en el uso de productos químicos, como también un buen ordeño, limpieza y almacenamiento de los productos no son solo esenciales para su éxito propio sino para el éxito de la industria lechera en general.

7.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Como actividad práctica es complementaria con la N° 9 en tanto se pueden obtener a partir del polímero, diferentes objetos, que pueden ser pegados con el pegamento fabricado, y pintado con la pintura elaborada.

8.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Constituye un enfoque diferente con relación a un tema de la *Química de los Productos Naturales*, tan importante en la dieta diaria de las personas como lo es la leche. Habitualmente, en la enseñanza formal, se estudia la leche desde la perspectiva nutricional a partir del preescolar y su relación con el crecimiento, la inmunidad, las caries dentales, etc. Pocas veces se considera la leche como materia prima para la obtención de un polímero o una pintura o un pegamento, salvo en un contexto de descubrimiento o de aplicaciones de productos de la vida cotidiana en la obtención de subproductos que no le son comunes.

Las ventajas de los productos sintéticos en calidad, costos, conservación, versatilidad o aplicabilidad tanto en las pinturas como en pegamentos, en comparación con los obtenidos en las actividades planteadas, no es discutible. Tampoco lo es pensar que un producto tan valioso para la salud del ser humano, que debe cumplir una función primaria en la alimentación, se destine comercialmente a la producción de éstos subproductos. Sin embargo, en la escala planteada resulta ser una actividad que motiva a los estudiantes y desarrolla en ellos el espíritu creativo.

Por otra parte, en la enseñanza media, se estudia el tema Biomoléculas en cursos de Química y de Biología. En tercer año de B.D., se realiza una práctica que consiste en la extracción de caseína de la leche y reacciones de reconocimiento de enlace peptídico o algunos radicales de aminoácidos componentes de la misma. Estas actividades planteadas pueden complementar esa práctica curricular.

9.-Bibliografía

- ✓ Ceretti,H., Zalts, A.; (2000); *Experimentos en contexto*; Ed. Pearson; Buenos Aires.
- ✓ Borgford,C.,Summerlin,L.; (1988); *Chemical Activities Teacher Edition*; American Chemical Society; Washington.
- ✓ Beau, M.; (1952); *La caseína*; 2ª Edición; DUNOD; París.
- ✓ Blüncher; (1958); *Enciclopedia de Química Industrial*;18ª Edición; Tecnois S.A.; Madrid.

Páginas consultadas:

- ✓ <http://www.jtbaker.com>
- ✓ [www.coloredhome.com/ colorpared/colorpared.htm](http://www.coloredhome.com/colorpared/colorpared.htm) Consultada 2/8/05

¿ Qué cantidad de azúcar tiene un refresco ?

Actividad 11



El azúcar presente en los refrescos comunes que bebemos a diario es sacarosa. Resulta interesante conocer la cantidad de la misma que consumimos al tomar un vaso de jugo artificial. Para la dosificación de sacarosa existen diversas formas, en esta actividad se utiliza el método de Lane- Eynon según el cual la cantidad de sacarosa se determina tras la hidrólisis de la misma con una cantidad exactamente conocida de reactivo de Fehling.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos dosificar la cantidad de sacarosa presente en un sobre de jugo. Considerando el volumen en que lo preparamos, podremos analizar la concentración del azúcar en diferentes unidades.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué diferencia existe entre un jugo común y uno light ?
- ✓ ¿ Qué otros procedimientos podemos seguir para dosificar azúcar en bebidas?
- ✓ ¿ Cuánta energía nos aporta el consumo de un vaso de refresco común?
- ✓ ¿ Qué otros componentes forman los diferentes jugos que hay en el mercado?
- ✓ ¿ Cuándo y cómo aparecen las bebidas artificiales en el mercado?
- ✓ ¿ Qué efectos nocivos puede tener su consumo para la salud?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Nociones de análisis cuantitativos.
- ✓ Proceso de oxido-reducción.
- ✓ Estructura de la sacarosa.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Bureta	Reactivo de Fehling (sulfato cúprico, tartrato doble de sodio y potasio, hidróxido de sodio)
Mechero Bunsen	Azul de bromotimol
Matraz erlenmeyer	Acido Clorhídrico conc.

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Se debe utilizar túnica y gafas. Las condiciones de seguridad vienen descriptas por las frases R y S:

<i>Sustancias</i>	<i>Frase R</i>	<i>Frase S</i>
Tartrato doble de sodio y potasio ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	No presenta	No presenta
Hidróxido de sodio	35	2-26-37-39-45
Acido clorhídrico (HCl)	34-37	26- 36/37/39 45
Sulfato de cobre (II), CuSO_4	22-36-38	22

Advertir que se trata de un proceso de valoración en caliente, con productos corrosivos.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

- ✓ Preparar 200.0 mL de la solución problema, adicionarle 10.0 mL de HCl concentrado y dejar en reposo una semana.
- ✓ Diluir la solución problema, a partir de datos de bibliografía de forma de llevarla a una concentración que se encuentre entre 1 y 3 g/L.
- ✓ En un Erlenmeyer de 250 mL colocar 5.0 mL de solución de CuSO_4 y 5.0 mL de solución de tartrato doble de sodio y potasio en medio básico (Reactivo de Fehling).
- ✓ Agregar desde la bureta, en frío, 15.0 mL de la solución problema del refresco y hacer hervir unos pocos segundos (agregar de a 8 a 10 gotas dejando hervir muy pocos segundos entre una y otra adición).
- ✓ Cuando el color azul palidece, agregar 2 gotas de azul de metileno al 1% y continuar agregando gota a gota la solución de azúcar hasta la desaparición del color azul.
- ✓ Con el promedio de los gastos obtenidos en las valoraciones y el factor de conversión de la tabla de Lane-Eynon, calcular la concentración aproximada de sacarosa en g/L de la solución.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar los datos ?

Una opción de recolección de datos puede ser:

Valoración n°	Gasto de refresco (mL)
Promedio:	

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

Dada la gran cantidad de variables que afectan el proceso, es necesario fijar las condiciones de trabajo para cada operador y así poder asegurar la reproducibilidad de la reacción. Utilizando las tablas de Lane-Eynon, a partir de una valoración aproximada, se determinará un factor experimental aproximado y a partir de él se determinará la concentración de sacarosa presente en el refresco según la expresión :

$$C(\text{g/L}) = \frac{F}{G(\text{mL})}$$

donde F es el factor experimental obtenido de las tablas de Lane-Eynon y G el gasto de solución de azúcar requerida para el viraje del indicador. Si se necesitara mayor exactitud, que no es éste caso, se debería preparar una solución patrón de sacarosa con la que se determinará exactamente la concentración de ella en la solución.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ¹⁸

Para un sobre de jugo en polvo, de 120g a disolver en un litro, se tomaron 1.31g del sólido, se disolvieron y llevaron a 500.00 mL de solución. Se tomaron 200.00 mL de la misma y se agregaron 10.0 mL de HCl cc.

Los gastos de solución de azúcar fueron:

Valoración n°	Gasto de refresco (mL)
1	24.50
2	24.40
Promedio:	24.45

Usando el factor experimental para este gasto ($F= 51.2$), considerando ausencia de sacarosa (columna A de las tablas de Lane-Eynon, Apéndice A) se determina la concentración de azúcar invertido en la solución.

De acuerdo a esto la concentración de azúcar invertido es $C(g/L) = 2.09$ g/L

Teniendo en cuenta que 1.000 g de sacarosa se corresponden con 1.053 g de azúcar invertido, y las diluciones a partir de las cuales se llegó a la solución problema, la cantidad de sacarosa en el refresco es $m = 95.6$ g.

Otros datos de interés

Al dosificar la sacarosa por el método de Lane-Eynon se determina la cantidad de azúcar invertido tras la hidrólisis de la sacarosa en determinadas condiciones. Debe considerarse que la reacción de reducción del azúcar mediante sulfato cúprico no es una reacción estequiométrica en cualquier condición sino que se deben fijar las condiciones para asegurar la reproducibilidad. Por ello se trabaja a la temperatura de ebullición de la solución, para asegurar las mismas condiciones a la hora de determinar la curva de calibración con la cual se determinará la concentración de azúcar.

Para la hidrólisis total de la sacarosa es necesario el empleo de ácido clorhídrico concentrado en una proporción de una gota por cada mL de solución empleada y dejar en reposo una semana de forma de asegurar la hidrólisis total de la misma y que, por tanto, la cantidad de azúcar invertido sea la correspondiente a la hidrólisis total de la sacarosa y no de la hidrólisis parcial de la misma, con lo cual se obtendrían valores erróneos en la dosificación.

Una vez obtenido el azúcar invertido, se lo dosificará mediante el método de Lane-Eynon. Éste consiste en valorar el azúcar invertido, luego de la hidrólisis de la sacarosa, determinando el volumen de azúcar necesario para oxidar un volumen exactamente conocido de reactivo de Fehling.

Dado que los factores experimentales tienen una marcada influencia sobre la marcha de la reacción, ya que la reacción no es estequiométrica, el gasto de solución de azúcar y la cantidad de Cu_2O formado, varía aún cuando se emplean las mismas cantidades de reactivo y de azúcar. Es necesario para asegurar la reproducibilidad del método trabajar en las mismas condiciones ya que la precipitación del Cu_2O es afectada por varios factores como ser:

¹⁸Ernesto Illarze, *Comparación de la cantidad de sacarosa y aspartamo en refrescos*, Organización de Laboratorio, IPA, 2001

- *Variación del poder reductor de los distintos monosacáridos*

En 1880 Soxhlet demostró que cuando un monosacárido actúa sobre cualquier solución cupro-alkalina, las primeras porciones agregadas son más fuertemente reductoras que las siguientes, manteniendo iguales el resto de las condiciones experimentales.

- *Influencia de la concentración de la solución cúprica*

Una modificación de la concentración cúprica que se emplee para efectuar la reacción, puede traducirse en un cambio de la cantidad de azúcar gastada. Dado que el poder reductor del azúcar va disminuyendo constantemente en cada agregado del mismo, es lógico pensar que ésta disminución del poder reductor se debe a ir disminuyendo constantemente la relación entre la concentración de la sal cúprica presente y el azúcar que se agrega. Por ello la concentración inicial de solución cúprica y tartárica alcalina no debe ser indiferente.

- *Influencia de la temperatura y la presión atmosférica*

Si se aumenta la temperatura a que se lleva a cabo la reacción, se produce una disminución del gasto de solución de azúcar. En este sentido cabe destacar que la mayor reducción se produce a la temperatura de ebullición de la mezcla de azúcar y reactivo, pero el gasto de solución de azúcar aumenta rápidamente cuando la temperatura desciende por debajo de ese valor.

- *Influencia del tiempo de calentamiento*

A mayor tiempo de calentamiento, los azúcares presentan un poder reductor mayor.

- *Influencia de la alcalinidad*

Un aumento de la alcalinidad aumenta la velocidad de la reacción. Si se hace referencia a la cantidad total de cobre reducido, operando con tiempos cortos en el calentamiento, la mayor reducción se obtiene con alcalinidades altas, pero mayor reducción aún se obtiene operando a alcalinidades bajas y un tiempo de calentamiento más prolongado.

- *Superficie de la solución*

La influencia de este factor es de menos importancia que los anteriores, pero en ciertos casos debe tenerse en cuenta. Cuando se calienta la mezcla de reactivo y azúcar en un vaso que ofrece una gran superficie de contacto con el aire, el Cu_2O formado se pierde en parte por oxidación y redisolución en medio alcalino. Sin embargo el uso de matraces Erlenmeyer en los métodos de ebullición elimina este error pues el escape continuo de vapor arrastra el aire. También se ha encontrado que cuanto mayor es la superficie lateral del vaso en contacto con el líquido, mayor es la cantidad de cobre reducido por un mismo volumen de azúcar debido a una acción catalítica. A pesar de esto, en las mismas condiciones, los errores por la oxidación y los efectos catalíticos del vidrio son constantes y las discrepancias por esta causa se eliminan haciendo la determinación en recipientes del mismo tamaño y forma.

9.- ¿Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica realizada:

- ✓ Puede aplicarse el método de dosificación a otros productos para los cuales la técnica sea operacionalizable.

- ✓ Puede utilizarse como punto de partida para comprobar como, cambios en las condiciones experimentales, afectan los resultados de la reacción y su valor experimental.
- ✓ Puede complementarse con la Actividad 12 adonde se analizan los glúcidos desde punto de vista estructural y metabólico.

Con relación a la SPE planteada:

- ✓ Estudiar el valor nutritivo que pueden tener estos refrescos sintéticos.
- ✓ Analizar el origen de éstos refrescos: ¿ adónde surgen, porqué, cuándo y con qué finalidad ?
- ✓ ¿Qué tipos de controles de calidad se le exigen a éstos productos para el consumo humano en el país?
- ✓ Investigar acerca de las fábricas que las producen en el país y hablar con expertos en el tema.
- ✓ Realizar un análisis crítico con relación a los diferentes componentes de los jugos o refrescos artificiales considerando los colorantes, saborizantes, estabilizantes, etc que los componen y su acción sobre la salud humana.
- ✓ Investigar el grupo etéreo que lo consume en mayor proporción y posibles reacciones adversas a los mismos.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

En tanto la manipulación correspondiente a ésta práctica puede resultar difícil y riesgosa para el estudiante de educación media ya que se trabaja calentando a ebullición una solución básica, la misma puede ser realizada demostrativamente por el docente. Resulta una experiencia interesante de valoración redox, de proceso cuantitativo y de uso de tablas de conversión. Pero por sobre todas las cosas son las condiciones de reproductibilidad el aspecto interesante a analizar en éste caso.

Pueden ser abordados diferentes contenidos en sentido amplio a través de la misma: glúcidos (en particular la sacarosa y sus productos de hidrólisis), procesos no estequiométricos, procesos redox, destrezas manipulativas entre otros.

El consumo del *producto* analizado (jugo) es de interés en la *Química de la Salud*, en la *Química de los alimentos* o en la Educación para el Consumidor y puede ser abordado desde un enfoque de *temas transversales* en común con la Biología o la Economía, entre otras disciplinas.

El *proceso* de dosificación en sí mismo puede ser el contenido de interés como ejemplificador de destrezas manipulativas, uso del material de laboratorio y conocimientos de procesos cuantitativos, en tal caso puede ser abordado como una *investigación dirigida*.

11.- Bibliografía¹⁸

- Facultad de Química, UdelaR, Cátedra de Química Analítica Cuantitativa; (1998); *Dosificación de Azúcares*; pág. 5-13, 24-26.
- Perla Sulé, (1998); Sonia Lazzerini; *Seguridad en el laboratorio*, CODICEN.
- Prodolliet, J., Bruelhart, M. ;1993; *Determination of Aspartame and its major decomposition products in foods*; Journal of AOAC International; Vol. 76; 275-282.

- Stamp, J., Labuza, T.; 1989; *An ion-pair high liquid chromatographic method for the determination of Aspartame and its decomposition products*; Journal of food science; Vol 54; Nº 4; 1043-1045.

¿ Nos comemos un caramelo ? Actividad 12



Hoy es posible encontrar las golosinas más variadas en los supermercados, de los sabores más exóticos y las presentaciones más atractivas, siempre con un solo propósito: vender . Si embargo puede haber quien quiera realizar la experiencia de fabricar ¡un caramelo a su gusto !. Para ello se darán algunas directivas sencillas que pueden sufrir los cambios o complementos que el usuario desee así como obtener la información del aporte energético del producto que consume..

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos conocer que compuestos conlleva la fabricación de un caramelo blando y practicar una técnica sencilla que permite obtener el producto base al cual se podrá complementar a gusto.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué tipos de caramelos se pueden fabricar en casa ?
- ✓ ¿ Cuántas calorías ingiero al comer un caramelo ?
- ✓ ¿Cuál es la principal fuente energética en el metabolismo de un caramelo?
- ✓ ¿ Adónde se fabrican caramelos en el país?
- ✓ ¿Cuál es el origen del caramelo?
- ✓ ¿ Difieren mucho en su fabricación los caramelos actuales que los de hace años ?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Nociones de glúcidos.
- ✓ Interpretación de técnicas y manipulación adecuada.
- ✓ Como trabajar en condiciones higiénicas.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

Sustancias
Azúcar
Glucosa
Vainilla

Los materiales necesarios serán: bols para la mezcla de los productos, cuchara de madera, papel de aluminio y papel para envasado de los caramelos.

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Conviene trabajar con túnica y gafas.

Se trabaja con sacarosa fundida (“azúcar quemada”) por lo que hay que evitar quemaduras.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

- ✓ Se calienta en un recipiente adecuado la mezcla de: azúcar, agua y glucosa.
- ✓ Cuando comienza a fundir se retira el mechero y se adiciona la esencia de vainilla.
- ✓ Se esparce sobre una superficie anti-adherente (ligeramente aceitada o enmantecada) y limpia.
- ✓ Se manipula la masa así obtenida hasta poder estirarla con los dedos y darle la consistencia adecuada.
- ✓ Se corta en trozos pequeños, se deja enfriar y se los envuelve.

6.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ¹⁹

Las cantidades utilizadas en una experiencia fueron:

400 gramos de azúcar, 150ml de agua, 150 gramos de glucosa, 20 gotas de vainilla pero son variables a ajustar en función del producto que se desee obtener en tanto se trata de un proceso artesanal. Es importante cuantificar el agregado de cualquiera de los glúcidos adicionados a los efectos del cálculo del aporte energético a realizar.

En esas condiciones se obtuvo una masa de caramelos de 578 gramos con un peso promedio de 4.7g/caramelo.

A los efectos de conocer el aporte energético:

Cada caramelo contenía 3,3 g de sacarosa (400g originales) y 1,2 g de glucosa (150g de partida) o sea 9.6×10^{-3} mol de sacarosa y 6.7×10^{-3} mol de glucosa respectivamente.

Como la molécula de sacarosa es un disacárido que se metaboliza aportando el “equivalente” a dos glucosas, entonces son 0.026 mol de glucosa/caramelo.

En la combustión completa de la glucosa se liberan 2801 KJ/mol, o sea:

72.5 KJ/caramelo

Otros datos de interés

Los **glúcidos** forman un grupo de compuestos que contienen carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza. Las plantas verdes y algunas bacterias los producen en el proceso conocido como fotosíntesis. De los glúcidos más sencillos, los monosacáridos, el más importante es la glucosa.

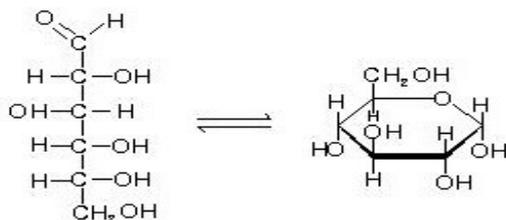
Dos monosacáridos unidos producen un disacárido, cuyo ejemplo más importante lo encontramos en la sacarosa.

Los monosacáridos son aldehídos o cetonas que tiene dos o mas grupos hidroxilos, su fórmula empírica es $(\text{CH}_2\text{O})_n$. La glucosa es un monosacárido formado por seis átomos de carbono cuya fórmula es $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, por lo tanto es una hexosa. La fructosa también tiene por fórmula $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, pero es una cetohehexosa y uno de los monosacáridos más abundantes en la alimentación. Se encuentra de modo natural en las frutas y también en la miel. También se emplea en productos para personas que tienen diabetes. La forma

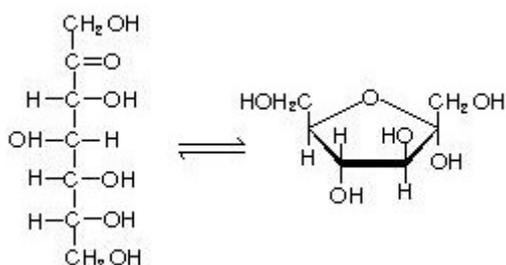
¹⁹ Liceo IAVA, año 2004

estructural predominante de estos dos monosacáridos no es la de cadena abierta, sino en forma cíclica:

Glucosa:

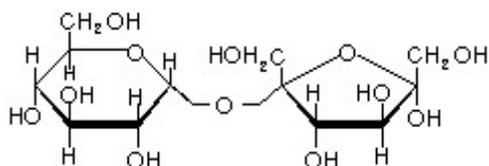


Fructosa:



La sacarosa (azúcar de mesa) es un disacárido de glucosa y fructosa, su fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$. Se sintetiza en plantas pero no en animales superiores. No contiene ningún átomo de carbono anomérico libre, puesto que los carbonos anoméricos de sus dos unidades monosacáridos constituyentes se hallan unidos entre sí covalentemente mediante un enlace O-glucosídico. Por esta razón, la sacarosa no es un azúcar reductor. La sacarosa es un producto intermedio principal de la fotosíntesis, en muchas plantas constituye la forma principal de transporte de azúcar desde las hojas a otras partes de la planta.

Sacarosa:



Metabolización de los glúcidos

El proceso de la digestión, químicamente, consiste en la transformación de moléculas grandes en moléculas pequeñas y se lleva a cabo por una serie de actividades mecánicas y enzimáticas a cargo del aparato digestivo que en el caso de los *carbohidratos*, consiste en su degradación hasta *monosacáridos* simples que son absorbibles directamente.

Mecánicamente el aparato digestivo produce la fragmentación de los alimentos, los mezcla abundantemente con los líquidos digestivos en los que existen enzimas y los productos necesarios para su degradación.

Los lugares donde tienen mayor importancia las transformaciones de los carbohidratos son el *duodeno*, donde se vierte la amilasa pancreática, y el *yeyuno* en donde, una vez que han sido atacados por las enzimas del tipo de las *disacarasas* de origen intestinal, sufren su degradación final para su absorción.

La *glucosa* presente en la sangre y en los tejidos, es el principal azúcar utilizable ya que entra en combustión fácilmente para liberar *energía*. Después de la absorción de los carbohidratos, aparte de pequeñas cantidades de *galactosa* y *fructosa*, la mayor cantidad de azúcar del organismo está formado por *glucosa*.

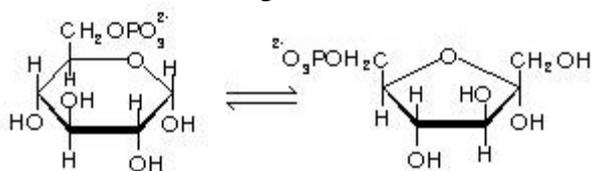
Los puentes de glucosa en el organismo son tanto exógenos como endógenos. La *glucosa exógena* es exclusivamente la glucosa alimenticia, ingerida como tal o proveniente de la degradación de *almidones*, *dextrinas* o carbohidratos que la contengan. La glucosa endógena por otra parte puede provenir de diversos orígenes: carbohidratos como galactosa, fructosa o *pentosas* ingeridas en la dieta o producidas en el curso del metabolismo, *no carbohidratos* como el *ácido láctico* que por *gluconeogénesis* se transforman en *glucógeno*.

El *glucógeno* es el *polisacárido* de reserva en los animales. En los mamíferos se encuentra, en orden decreciente de concentración en: el hígado, el músculo esquelético, el corazón, el riñón, el cerebro y la piel. El proceso de transformación del *glucógeno* en glucosa se llama *glucogenólisis*. El hígado es el órgano más importante para suministrar glucosa en la sangre, conservar una adecuada concentración de ella en los líquidos y compensar las pérdidas debido a su combustión en los tejidos. Estas funciones hepáticas dependen no solo de su capacidad para convertir el *glucógeno* en glucosa, sino también de que puede formar *glucógeno* y, por lo tanto, glucosa a partir de sustancias que no son carbohidratos como los *aminoácidos*.

Interconversión de hexosas

Para que las hexosas fructosa y *galactosa*, así como la *manosa*, se conviertan en glucosa, deben sufrir primero su *fosforilación* por medio de la *hexoquinasa* correspondiente; *fructoquinasa*, *galactoquinasa*, etc, así la fructosa se convierte en *fructosa-6-fosfato*. La interconversión de fructosa-6-fosfato en glucosa-6-fosfato se establece gracias a la actividad de la enzima *fosfohexosa isomerasa*, cuyo equilibrio está fuertemente desplazado hacia la glucosa-6-fosfato.

Isomerización de la glucosa-6-fosfato a la fructosa-6-fosfato:



Fosforilación de la glucosa

Para que la glucosa participe en las diversas reacciones metabólicas que conducen a su utilización, primero debe fosforilarse. El organismo no tiene las enzimas necesarias para producir el menor cambio en la glucosa si esta no es fosforilada. Una vez transformada se abren numerosas posibilidades: participación en los fragmentos de 3 carbonos hasta su descarboxilación, transformación a pentosas, oxidación completa, conversión a su polímero *glucógeno*, etc.

En este proceso ocurre que:



La fosforilación es seguida tanto por una hexoquinasa inespecífica que también fosforila a la fructosa y a la manosa, como por la *glucoquinasa*, específica para la glucosa. La glucoquinasa solo existe en el hígado, mientras que en los músculos lo que actúa es la hexoquinasa. La glucosa-6-fosfato está presente en extractos musculares y muestra gran tendencia a localizarse intermolecularmente. Luego de formada la glucosa-6-fosfato y gracias a la actividad de la enzima *fosfoglucomutasa*, se produce el traslado del grupo fosfato en posición 6 a la posición 1, para formar la *glucosa-1-fosfato*.

En el músculo donde no existe glucosa-6-fosfatasa, la glucosa-6-fosfato no se convierte en glucosa y sigue otros caminos por los cuales llega luego a formar ácido láctico y pirúvico que atraviesan la membrana celular y alcanzan la circulación.

Degradación de la glucosa

La degradación de la glucosa se puede realizar de distintas maneras. *Podemos hablar de una degradación aeróbica y de una degradación anaeróbica.*

En el caso de la degradación anaeróbica tenemos un proceso de degradación en el cual no *hay presencia de oxígeno*. Se trata de la división de la glucosa en fragmentos más pequeños y se obtiene como producto final por cada mol de glucosa dos moles de ácido láctico. Como en estos procesos no se llevan a cabo oxidaciones importantes, la energía desprendida es mucho menor que una degradación total de la glucosa, en presencia de el oxígeno, hasta la obtención de H_2O y CO_2 .

Básicamente la glucólisis anaeróbica se trata de la partición de las hexosas fosforiladas en fragmentos de tres carbonos también fosforilados; estos al perder los grupos fosfato dan lugar a la formación de ácido láctico. La energía obtenida de la partición de la hexosa se capta en forma de ATP.

En el proceso aeróbico luego de la desfosforilación de la triosa queda ácido pirúvico; éste, a diferencia del proceso anaeróbico en el que se convierte en ácido láctico, *cuando existe oxígeno en abundancia* es descarboxilado y convertido en acetilo, el cual unido a la *coenzima A*, sufrirá su degradación completa hasta H_2O y CO_2 . Esta degradación se produce a través del *ciclo de Krebs* o del ácido cítrico, a través del cual se logra la *liberación de una gran cantidad de energía en forma de ATP*, y que constituye la *mayor parte de la energía que se produce en la degradación aeróbica de la glucosa*. Este ciclo significa, básicamente la *oxidación del ácido acético* para formar H_2O y CO_2 .

Aspectos energéticos

La combustión total de un mol de glucosa significa la liberación de 686 Kcal. En el proceso anaeróbico se liberan cerca de 54 Kcal. de las cuales *15 Kcal. son almacenadas en forma de ATP* y el resto se disipa principalmente como calor.

Del proceso aeróbico se logran almacenar unas 285 Kcal., lo que significa *38 mol de ATP* y que en relación con el total de energía liberada por la oxidación total de la glucosa representa un 42%. El resto se libera como calor que es utilizado indirectamente para mantener el calor de la temperatura corporal.

El proceso podría ser representado de la siguiente manera:



7.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica realizada:

Son muchas las variaciones o el complemento a la “ receta ” dada que pueden hacerse y obtener una amplia variedad de caramelos.

Con relación a la SPE:

- ✓ Realizar un análisis histórico acerca de el origen de las golosinas, caramelos en particular, advirtiendo su presencia en pinturas, libros, etc.
- ✓ Investigar como ha evolucionado el mercado de las golosinas con la tecnología.
- ✓ Estudiar que consumo hay de caramelos en el país y como ha variado con el auge de nuevas golosinas.
- ✓ Vincular el consumo de caramelos a aspectos de salud como caries dentales, obesidad, etc.
- ✓ Analizar las disposiciones bromatológicas en relación a la calidad de las golosinas en el país.
- ✓ Investigar el mercado vinculando producción/consumo, importación/exportación del producto.

8.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

El tema que surge como aplicación inmediata en esta actividad vinculada a la *Química de los Alimentos o de la Salud*, en el aspecto conceptual es el de glúcidos y así se ha enfocado el aporte teórico de la actividad, con especial énfasis en la bioquímica asociada al tema. La actividad no se agota en ese tema, puede encararse desde un aspecto cuantitativo y utilizarse para ilustrar temáticas como la estequiometría, en particular el concepto de reactivo limitante. Podría analizarse el principio de conservación de la masa, no se obtiene la masa de caramelo como suma de los componentes en tanto se trabaja en caliente con la consiguiente pérdida de vapor de agua.

Otro aspecto a destacar es el vinculado a las destrezas manipulativas y de higiene vinculada a productos de consumo humano. Es una actividad que desarrolla vínculos afectivos en tanto se trata de compartir una golosina con los compañeros de subgrupo, de otros grupos, con los docentes, llevarlos a la casa, etc. Podrían analizarse aspectos relacionados al marketing y pensar como harían la mejor presentación de los caramelos obtenidos, en paquetes de cuantas unidades, cálculo de costos, información a señalar en el envase, fecha de vencimiento, forma de conservación , etc.

9.- Bibliografía

- ✓ Lehninger A., Nelson D., Cox M.; (1995); *Principios de Bioquímica*; 2ª Edición; Ed.Omega; Barcelona.

Páginas consultadas:

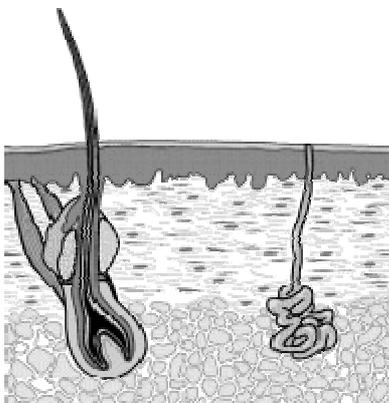
<http://www.arrakis.es>

<http://fai.unne.edu.ar>

<http://www.icarito.cl>

<http://www.monografias.com>

¿ Cómo actúa la química en el cabello? Actividad 13



El cabello está compuesto en su mayor parte de una proteína fibrosa, la queratina; semejante a las uñas, plumas, púas y cuernos. La queratina, sustancia de alto peso molecular que contiene cadenas polipeptídicas, es el producto de una condensación de aminoácidos. La flexibilidad del cabello se debe a la capacidad que tienen las cadenas de proteína para separarse unas de otras, cambiando de posición levemente sin romperse. La flexibilidad hace posible modelar el cabello, pero éste también puede sufrir daños irreversibles, en particular cuando se le agregan ciertos compuestos químicos.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos visualizar el efecto de productos químicos como los ácidos, las bases o los mercaptanos (tioles) en el cabello, así como conocer las reacciones químicas que se dan entre las proteínas del cabello y los reactivos químicos en cuestión.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Porque hay productos cosméticos (químicos) que actúan reversiblemente con el cabello y otros lo hacen en forma irreversible ?
- ✓ ¿ Porque el brushing no es durable un día de humedad ?
- ✓ ¿ Cómo modela el cabello el secador?
- ✓ ¿ Cómo se produce la “permanente” ?
- ✓ ¿ Cómo se produce “químicamente” un rulo o el laciado con la plancha?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Nociones de proteínas.
- ✓ Enlaces intra e intermoleculares.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Vasos de bohemia y varillas de vidrio	Cabello natural
papel pH	HCl pH 4
Bandas elásticas	NaOH pH 8
Tiras de madera	Líquido para permanente
	Líquido para laciado
	Neutralizante para permanente

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Se trabaja con sustancias corrosivas e irritantes como el HCl, NaOH o NH₃ por lo cual debe evitarse el contacto con piel, ojos y boca. Asimismo se debe evitar aspirar los vapores por lo cual debe usarse túnica, guantes, gafas y de ser posible tapaboca. Trabajar en lugar ventilado o bajo campana.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

El mismo tipo de glándulas sebáceas que lubrican la piel evitan que se reseque el cabello y el cuero cabelludo; además, las secreciones naturales protegen a éste último de la acción bacterias y hongos. Muchos compuestos químicos son capaces de eliminar esas secreciones, pudiendo dañar en casos extremos la estructura misma del cabello. Como no está vivo, el pelo no puede repararse a sí mismo. Hacemos uso de algunos compuestos nocivos para satisfacer nuestras necesidades de modelado del cabello, es decir, para cambiar su estructura y hacerlo rizado o lacio.

Efectos de diversas disoluciones sobre el cabello.

Se investigará el efecto de cuatro tratamientos diferentes en cuatro muestras diferentes de cabello:

Tratamiento	Producto utilizado
A	pH 4, ácido clorhídrico; HCl (ac)
B	pH 8, hidróxido de sodio: NaOH (ac)
C	disolución para ondulado permanente
D	disolución para ondulado permanente y neutralizador

- ✓ Sujetar firmemente al extremo de una tira de madera, una mecha de cabellos mediante una banda elástica y rodear la tira de madera con el cabello en forma de un tirabuzón (rizado).
- ✓ Si se están aplicando los tratamiento A, B ó C; colocar 15 mL de cada disolución en un tubo de ensayo previamente rotulado. Si se va a aplicar el tratamiento D, colocar 15 mL de disolución para ondulado permanente y 15 mL de neutralizador para ondulado de cabello en sendos tubos.
- ✓ Para los tratamientos A, B ó C, colocar una mecha de cabello en cada disolución durante 15 min.
- ✓ Para el tratamiento D, colocar una mecha de cabello en la disolución para ondulado permanente y dejarla sumergida durante 10 min. Enjuagar el cabello con agua corriente y colocarlo durante 5 min. en la solución de neutralizador.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar y analizar los datos ?

- ✓ Luego de transcurridos los tiempos especificados, retirar las tiras de los tubos y colocarlas sobre toallas de papel doblada. Rotular previamente la toalla con el nombre del tratamiento a que se sometió el cabello. Secar parcialmente el cabello, se puede utilizar secador de cabello.

- ✓ Cuando el cabello esté razonablemente seco, retirar la banda elástica y desenrollar con cuidado la mecha de cabellos de la tira de madera, sin deshacer el rizado.
- ✓ Comparar el grado de rizado de los cuatro tratamientos tomando como patrón el D asignándole el número 1. Calificar el rizado de las tres muestras restantes con un número del 1 al 4, de mayor a menor rizado.

7.- Resultado de experiencias previas y datos de interés^{20,21}

Tratamiento	Aspecto del cabello
A	Se alacia, mantiene el brillo y textura sedosa.
B	Sin brillo, totalmente quebradizo.
C	Mantiene el enrulado, duro y decolorado, puntas quebradizas.
D	Mantiene el enrulado, sin brillo, seco, puntas quebradizas.



En la figura adjunta se muestra una mecha de cabello lacio natural (derecha) y el aspecto del mismo una vez sometido al tratamiento D de permanente y neutralizador (izquierda).

Otros datos de interés ...

El análisis de los elementos que contiene el cabello revela la presencia de carbono (45,2%), hidrógeno (6,6%), oxígeno (27,9%), nitrógeno (15,1%) y azufre (5,2%). Además de otros componentes que probablemente desempeñan un papel en la composición del pigmento del cabello. Cada cabello crece de un pequeño y profundo hueco en el cuero cabelludo llamado folículo. Aunque el cabello es una proteína fibrosa no viva, su crecimiento parte de células vivas que son células cutáneas modificadas. Éstas células emergen del fondo del folículo y salen hacia la superficie del cuero cabelludo, de manera similar a como las células de la dermis se mueven hacia el exterior para convertirse en células epidérmicas, pero mueren antes de llegar a la superficie, dejando atrás únicamente la cadena de aminoácidos que han añadido a la base del cabello.

La estructura del cabello es muy compleja; la unidad estructural básica del mismo es una cadena de proteína, la *alfa queratina*. Tres cadenas enrolladas de alfa queratina forman una cuerda de tres hilos integran una *microfibrilla*. Cada cabello está formado

²⁰ Denisse Casais, *La acción de la química en el cabello*, Taller de Laboratorio Química, año 2000.

²¹ María del Rosario Culazzo, *La Química del cabello*, Taller de Laboratorio Química, año 2000.

por muchos haces de microfibrillas y cubierto por una capa externa resistente; *la cutícula*, que se compone de varias capas de células planas superpuestas.

El cabello está constituido por cadenas de proteína entrelazadas. Las cadenas individuales se mantienen en su lugar mediante enlaces iónicos, de hidrógeno y puentes disulfuro. En las cadenas de proteína, el átomo de hidrógeno de un enlace de éste tipo casi siempre está unido mediante un enlace covalente a un átomo de nitrógeno. El átomo de hidrógeno es atraído fuertemente por un átomo de oxígeno de una cadena vecina ó de una porción plegada de su propia cadena. Todas las proteínas activas contienen cientos de enlaces de hidrógenos espaciados a corta distancia unos de otros a lo largo de sus cadenas. Gracias a éstos enlaces de hidrógeno, las cadenas de proteína conservan sus estructuras esféricas ó planas.

En muchas proteínas fibrosas, las cadenas no permanecen completamente extendidas, sino que están enrolladas, en forma parecida a la de un cordón telefónico "rizado". Los espirales se mantienen en su lugar debido a un gran número de enlaces de hidrógeno; otros unen la cadena a las cadenas vecinas. Este enrollamiento se presenta en las proteínas del pelo.

El enlace iónico es una atracción entre una estructura iónica de una cadena y una estructura iónica de carga opuesta de una cadena vecina ó de una porción plegada de la misma cadena. Éstos enlaces tienen muchísima importancia en la hemoglobina por ejemplo.

La interacción no polar es una atracción relativamente débil entre grupos químicos no polares. Se presenta a menudo en el interior de las estructuras tipo pelotas de las proteínas globuladas. Aunque son débiles, la abundancia de éstas interacciones ayuda a mantener intacta la estructura, principalmente porque evita que penetren las moléculas de agua.

Muchas proteínas contienen unos cuantos enlaces covalentes que unen cadenas vecinas o porciones delgadas de la misma cadena. Casi siempre se trata de enlaces disulfuro. Los enlaces disulfuro entre proteínas o dentro de ellas pueden formarse entre dos regiones que contengan azufre. El aminoácido cisteína contiene la unidad -S-H. Dos residuos de cisteína pueden reaccionar en sus unidades -S-H, perdiendo hidrógeno y formando un enlace disulfuro: -S-S-.

Los enlaces disulfuro son la clave para comprender el rizado del pelo. El modelado del cabello es cuestión de romper enlaces entre cadenas de proteínas y formar otros nuevos, si las cadenas de proteína no forman enlaces nuevos, las hebras se separan; ésta es una de las causas de que se partan los extremos del cabello.

Al humedecer el cabello es más fácil de modelar. La razón es la siguiente: al humedecerse el cabello, las moléculas de agua pueden romper enlaces de hidrógeno entre las hebras del cabello; el agua forma nuevos enlaces de hidrógeno con las cadenas laterales. Separadas de ésta manera, las cadenas laterales ya no mantienen firmemente sujetas a las hebras en su posición original. Al peinar el cabello, las hebras están libres para deslizarse hacia nuevas posiciones. Cuando se evapora el agua, las cadenas laterales forman otros enlaces de hidrógeno en sus nuevas posiciones, dejando a las cadenas fijas en la posición que tienen en ese momento.

Las disoluciones demasiado ácidas pueden debilitar el cabello en forma permanente. Aún después de que éste se ha secado, puede quedar un exceso de iones hidrógeno unido a las cadenas laterales, lo que les impide formar nuevos enlaces iónicos.

El calor aplicado con secadores de aire y rizadoros ayuda a modelar el cabello rápidamente, porque las temperaturas elevadas aceleran las interacciones entre las hebras de proteína. Sin embargo, el calor excesivo puede dispersar las secreciones capilares y hasta separar las cadenas de proteína.

El problema de los métodos de modelado del cabello descritos hasta aquí es que, una vez que se humedece de nuevo el pelo, sus efectos desaparecen rápidamente. Si se desea un peinado a prueba de agua (permanente) es necesario reacomodar enlaces que no se vean afectados por el agua. Estos son los enlaces covalentes de los puentes disulfuro.

Lo rizado del cabello depende de la manera como están unidos los enlaces disulfuro entre cadenas paralelas de proteína. Cuando se aplica un peinado permanente al pelo, las ondulaciones se crean o se eliminan en tres pasos.

Los pasos químicos son los siguientes:

- 1°.- romper los enlaces disulfuro entre las cadenas de proteínas;
- 2°.- utilizar un molde para rizar ó alaciar el pelo;
- 3°.- volver a formar los enlaces disulfuro entre cadenas de proteína ya con su nueva orientación.

8.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Se podría profundizar en el estudio de las diferentes soluciones que existen en el mercado para permanentes en frío y la diferencia con la permanente en caliente, sus ventajas y desventajas.
- ✓ Asimismo los diferentes productos para neutralizar, pueden ser objeto de análisis no solo desde un punto de vista químico sino fundamentalmente en su forma de accionar con las proteínas del cabello.

Con relación a la SPE:

- ✓ Resulta interesante analizar la evolución que han sufrido, a nivel de mercado, los productos cosméticos. No solo se han simplificado en su aplicación, siendo por tanto más efectivos (logrando lo que se busca) sino también eficientes (a menor costo) y por tanto se han extendido a todo público. Una propuesta radica en llevar a cabo este análisis desde el siglo XIX a la fecha.
- ✓ Otro enfoque de interés puede resultar un estudio que de cuenta del costo o la inversión que representa para una sociedad y para un individuo dado, el arreglo del cabello, en relación a otros costos y/o inversiones.
- ✓ También puede interesar entender el rol de la química en particular con relación al desarrollo de la cosmética o la dermatología y el cuidado de la salud asociado a su uso.

9.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Sin dudas trabajar el tema del cabello implica abordar el análisis de las biomoléculas y en particular de proteínas. El análisis puede ir más allá y trabajar enlaces químicos, procesos reversibles e irreversibles. También como información general es una vía de visualización del daño que le realizan a su cabello, las personas que lo someten a tratamientos químicos periódicos.

Con relación al enfoque dado a esta actividad vinculada a la *Química de los Productos Naturales o de la Salud*, considerando los productos químicos asociados al proceso de transformación del cabello, una opción sería a través de *temas transversales* asociado a la historia, la pintura, la biología, la economía o la sociología.

10.- Bibliografía ^{20,21}

- ✓ Zuiak Ch.; (1987); *Ciencia del cuidado del cabello*; Editorial Masson S.A.; Barcelona.
- ✓ The American Chemical Society; (1998); *Quim-com*; 2ª edición; Editorial Prentice Hall; México.
- ✓ Stryer, Y. (1995); *Bioquímica*, Tomo I; 4ª Edición; Reverté; España.
- ✓ Lehninger A., Nelson D., Cox M.; (1995); *Principios de Bioquímica*; 2ª Edición; Ed. Omega; Barcelona.

¿ Cómo obtener manteca a partir de chocolate ?

Actividad 14



El cacao es de origen americano, en el año 1521, Hernan Cortés lo introdujo en España. La primera fábrica de chocolate se creó en Suiza. El chocolate contiene productos nutritivos que aportan energía al organismo. Es un alimento rico en lípidos y glúcidos, también contiene proteínas, minerales, vitaminas y teobromina. Su consumo produce bienestar psicológico debido a su agradable sabor y olor.

Debido a su aporte energético, es un producto recomendable en situaciones que requieran un aporte energético extra como por ejemplo, en la práctica de deportes o la vida en lugares muy fríos.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos practicar un método muy sencillo (extracción por solvente) de obtención de manteca de cacao a partir de chocolate, en forma cualitativa.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Cuáles son los principales componentes del chocolate?
- ✓ ¿ Todos los chocolates tienen los mismos componentes?
- ✓ ¿ En qué difiere un chocolate blanco de uno común ?
- ✓ ¿Cuál es el origen del chocolate ?
- ✓ ¿ Qué aportes nutricionales posee ?
- ✓ ¿Cuál es el principal país productor de chocolate a nivel mundial ?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Concepto de biomoléculas, en particular de lípidos.
- ✓ Manejo seguro de productos químicos.
- ✓ Destrezas básicas en el uso de material de laboratorio.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Embudo de vidrio y soporte	chocolate negro
Papel Filtro	chocolate blanco
Vaso de Bohemia	Acetona
Varilla de Vidrio	
Balanza	
Rayador	

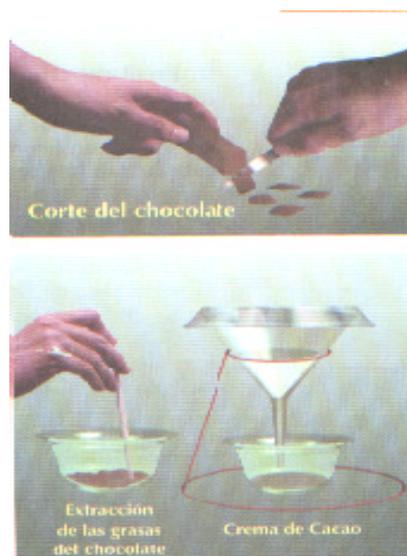
4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

La acetona es un líquido muy inflamable por lo que debe trabajarse lejos de llamas o chispas. Debe operarse bajo campana con buena extracción. Debe utilizarse túnica, gafas.

Sustancia	Frases R	Frases S
Acetona	11	9-16-23--33

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

- ✓ Colocar en un vaso de Bohemia una masa conocida de chocolate rallado y agregarle acetona (relación 1:20).
- ✓ Agitar para favorecer disolución y filtrar con papel de filtro.
- ✓ Dejar evaporar el solvente y repetir el proceso de disolución, filtración y evaporación.
- ✓ Registrar la masa de partida en cada caso.



6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Podemos realizar una tabla del siguiente tipo:

Chocolate	Masa de chocolate (g)	Masa de manteca (g)	Porcentaje de extracción
Blanco			
Negro			
Otros			

Podría adicionarse una columna para registrar la masa de manteca obtenida en sucesivas extracciones para una misma materia prima de partida.

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

Con la técnica realizada es posible calcular el porcentaje que representa la manteca de cacao con relación a la masa total de chocolate de partida. Esto puede realizarse tantas veces como extracciones se practiquen corroborando las pérdidas sucesivas.

Asimismo se puede advertir si los resultados obtenidos son coherentes con los datos de bibliografía para cada tipo de chocolate.

No se debe perder de vista que así como la manteca de cacao es un lípido soluble en acetona, también lo son otros productos de igual naturaleza presentes en el chocolate, por lo que los resultados son aproximaciones.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés^{22,23}

Chocolate	Masa de chocolate (g)	Masa de manteca (g)	Porcentaje (%)
Blanco	40	29.5	73.7
Negro	40	30.1	75.3

Estos resultados corresponden a una experiencia adonde se trabajó con más de un solvente posible, concretamente cloroformo y disan, además de acetona. El mejor resultado porcentual fue con acetona. Este resultó ser el solvente más sencillo de utilizar por el tiempo disponible para la práctica (mayor volatilidad). Con relación a los valores obtenidos, el porcentaje de manteca de cacao es muy cercano para ambos tipos de chocolate por lo que se supone que al chocolate blanco se le adicionó este producto durante su manufactura.

Otros datos de interés ...

Chocolate

Es una mezcla de cacao en grano, en pasta o en polvo y azúcar (sacarosa), con adición de manteca de cacao (ej. chocolate blanco) o sin ella. El chocolate debe contener al menos 14% de cacao seco desgrasado y manteca de cacao en proporción tal que 100g de chocolate contenga al menos 32g de cacao seco desgrasado y de manteca de cacao reunidos. El cacao en grano contiene de 35 a 55% de manteca de cacao, 18 a 20% de proteína, de 10 a 12% almidón y pequeñas cantidades de azúcar.

Lípidos

Los lípidos son biomoléculas que presentan diversas estructuras y funciones, pero sus características de solubilidad son semejantes. Los lípidos pueden ser lípidos simples (ésteres de glicerol y ácidos grasos), fosfolípidos (comunes en el tejido nervioso), esteroides (colesterol y las hormonas masculinas y femeninas comunes), las prostaglandinas (un grupo de compuestos con una amplia gama de efectos sobre el ritmo cardiaco, la presión arterial, la fertilidad y las respuestas alérgicas), entre otros.

Los triglicéridos son ésteres derivados del glicerol y de ácidos carboxílicos de cadena larga, que se conocen como ácidos grasos. Son compuestos orgánicos de origen natural, insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos no polares..

Grasa y aceites

Los triglicéridos son las grasas y los aceites. De origen animal y vegetal, y en ambos casos comparten una misma función: proporcionar energía ya que producen alrededor de 9 kcal de energía por gramo. Tanto los sistemas animales como vegetales necesitan almacenar energía en diversas formas químicas de modo que este suministro de energía

²² Ismael Gariazzo, Valentina Novell, Alejandro Ruske, *Extracción de manteca de cacao*, IAVA, 2003

²³ C. Victoria Reboledo, *Extracción de grasas en chocolate*, Taller de Laboratorio II, IPA

pueda utilizarse posteriormente cuando se necesite. En las semillas de las plantas, la energía almacenada se usa para promover un crecimiento rápido después de la germinación. En los animales que hibernan durante periodos fríos, se necesita la energía almacenada cuando no hay otras fuentes de alimento o estas son escasas..

Desde un punto de vista químico: las grasas están formadas por ácidos grasos saturados y los aceites por ácidos grasos insaturado.

Una medida global de la insaturación de una grasa o aceite es su índice de yodo. Todos los halógenos se adicionan sin dificultad a los átomos de carbono con dobles enlaces. El número de yodo se define como la cantidad en gramos de Iodo que se adiciona a 100g de la grasa o aceite. Cuantos más dobles enlaces tiene una grasa, más yodo incorpora durante la reacción de adición. Entonces, un número de yodo alto significa un grado elevado de insaturación.

El cuerpo u organismo es capaz de sintetizar ácidos grasos saturados o monoinsaturados, modificando las grasas existentes en la dieta u obtenidas a partir de hidratos de carbono o de proteínas. Si embargo, ciertos ácidos, grasas polinsaturadas, que son esenciales, no pueden sintetizarse y han de existir en la dieta.

Los aceites, que se obtienen principalmente de productos vegetales, están formados sobre todo por ácidos grasos insaturados. Las mantecas animales contienen principalmente ácidos grasos saturados.

Manteca de cacao

Es la grasa vegetal obtenida a partir de las semillas de cacao por expresión en caliente. Es de color blanco amarillento, con olor a cacao, es una grasa quebradiza a temperatura ambiente y tiene un punto de fusión ligeramente más bajo que la temperatura del cuerpo humano (33-35)°C, por lo que se deshace fácilmente en la boca.

Se compone de triglicéridos como los ácidos esteárico (32%), palmítico (25%), linoleico (3%), oleico (35%) y otros, que combinados con la glicerina mezclada se transforman en los monoglicéridos correspondientes. El 80% de estos ácidos son triglicéridos insaturados. Es utilizada como base para la preparación de supositorios, lápices labiales, etc.

9.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Buscar la combinación de solventes que me asegure una extracción selectiva de manteca de cacao en la materia prima.
- ✓ Procurar otros métodos de extracción para la manteca de cacao que no sea por extracción con solvente y comparar datos de eficiencia con relación a la práctica hecha.
- ✓ Viabilizar el proceso de recuperación del solvente utilizado.
- ✓ Fabricar a partir de la manteca obtenida, otros productos como por ejemplo, lápices de labios o jabones (ver Actividad 15).

Con relación a la SPE:

- ✓ Analizar en un paquete de chocolate, cuales son los productos que lo componen.
- ✓ Investigar si en nuestro país se denomina “chocolate” exclusivamente a productos que contengan manteca de cacao o aceptan igual denominación los productos que cuentan con el agregado de otras mantecas vegetales.
- ✓ Indagar acerca de que otros productos de consumo diario se obtienen a partir del cacao.
- ✓ Averiguar si en nuestro país existen fábricas de chocolate, en caso afirmativo:
 - que productos fabrican,
 - adonde están localizadas,
 - el origen de las materias primas utilizadas
 - los volúmenes de comercialización
 - los efectos que producen sobre el medio ambiente.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Se trata de una actividad vinculada a la *Química de los Alimentos*, que implica el uso de solventes orgánicos con los riesgos y consecuentemente, las precauciones a tener en cuenta a la hora de trabajar, por lo que no resulta recomendable realizarla a menos que se cuente con campana de extracción de gases en el laboratorio. Resulta muy motivadora para los alumnos porque implica trabajar con un producto que ingieren con mucha frecuencia y en diversas formas, como lo es el chocolate. Por ser un producto natural, sus componentes son múltiples, por lo que se puede abordar desde diferentes temática y más de un enfoque. Se puede aplicar al estudio de biomoléculas, en particular de lípidos o al análisis de mezclas y a métodos de fraccionamiento. Con relación al enfoque, puede ser abordado desde la química en la alimentación considerando el valor nutritivo del chocolate o en la química de la cosmética ya que la manteca de cacao, como subproducto del chocolate, es una de las materias primas para la fabricación de lápices labiales.

Puede ser una actividad complementaria de un enfoque por *temas transversales* en el estudio del origen, distribución, producción, aporte a la alimentación, ventajas y desventajas de su consumo, etc del chocolate. Este análisis lleva al trabajo interdisciplinar desde la biología, la historia, la economía, la sociología y por supuesto, la química.

11.- Bibliografía^{22,23}

- ✓ Ullmann, F.; *Enciclopedia de Química Industrial*; Editorial Gustavo Gili, Facultad de Química; España, 1992
- ✓ Enciclopedia Microsoft Encarta 99.
- ✓ Burns, R.; *Fundamentos de química*; Segunda edición; Prentice Hall, México; 1996.
- ✓ Carey F.; (1999); *Química Orgánica*, 3ª edición, Editorial Mc Graw Hill; España.

Páginas consultadas:

- ✓ www.consumer.com, IPCS (Internacional de seguridad de las sustancias químicas)
- ✓ www.ondasalud.com, Chocolate: valor nutricional, Clínica Universitaria, Universidad de Navarra.
- ✓ <http://educando.info>

¿ Cómo fabricar un “jabón de chocolate” ?

Actividad 15



Los orígenes del jabón datan de mucho tiempo. En el Antiguo Testamento se nombran los “agentes purificantes” que eran productos hechos a partir de cenizas de corteza de árbol. En el siglo I d.C, el historiador romano Plinio el Viejo describió diferentes jabones duros y blandos coloreados que no solo limpiaban sino que teñían a la vez. A partir del siglo VIII, la fabricación y el uso del jabón se generalizó en Europa.

Con el descubrimiento de la glicerina por Scheele en 1783 y la síntesis del carbonato de sodio en 1791 por Leblanc, la industria del jabón se revolucionó y continúa en permanente evolución.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Se podrá conocer una técnica de fabricación de jabón a partir de un producto obtenido del chocolate como lo es la manteca de cacao.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE

- ✓ ¿ En qué consiste químicamente un jabón ?
- ✓ ¿ Qué tipos de jabones existen?
- ✓ ¿ Cuándo se fabricaron los primeros jabones y cómo han ido evolucionando?
- ✓ ¿ Cómo “limpia” un jabón ?
- ✓ ¿ Porqué el jabón “se corta” con las aguas duras?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Generalidades de biomoléculas (lípidos).
- ✓ Sales y ácidos orgánicos.
- ✓ Tensión superficial.
- ✓ Manipulación con productos químicos.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Vaso de bohemia	Manteca de cacao
Varilla de vidrio	Solución hidroalcohólica de NaOH
Cápsula	

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Considerando que los productos químicos involucrados son inflamables (alcohol etílico) y corrosivo (NaOH) y que se trabaja en caliente, se debe tener especial cuidado con la posibilidad de combustión de la mezcla hidroalcohólica. Para prevenir cualquier accidente se debe trabajar con llama muy baja y con posibilidad de sofocación de llama

en caso que ello ocurra. Asimismo las proyecciones que se produzcan pueden dañar la piel por lo que se debe trabajar con protección personal adecuada: túnica, gafas y guantes.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

- ✓ Colocar en una cápsula 4 gramos de manteca de cacao y calentar hasta que funda.-
- ✓ Medir 8mL de solución hidroalcohólica de NaOH, colocar en un vaso de precipitados. Calentar suavemente hasta entibiar.
- ✓ Agregar poco a poco la manteca de cacao fundida, sin dejar de agitar y calentar, hasta obtener una masa pastosa. Agregar colorante marrón si se desea lograr el color del chocolate.
- ✓ Colocar el producto en un molde adecuado y dejar enfriar.

Acción emulsionante:

Agregar a un tubo con solución jabonosa y a otro con agua 3 gotas de aceite. Agitar y observar.

Acción detergente:

Agregar a un tubo con solución jabonosa y a otro con agua sola, una pizca de MnO₂ y agitar. Filtrar el contenido de cada tubo por separado. Observar

Efecto del catión calcio:

Colocar en un tubo de ensayo solución jabonosa y agitar para aumentar el volumen de espuma y en otro tubo agregar agua. Agregar una gota de solución de catión calcio a cada uno de los tubos. Observar.

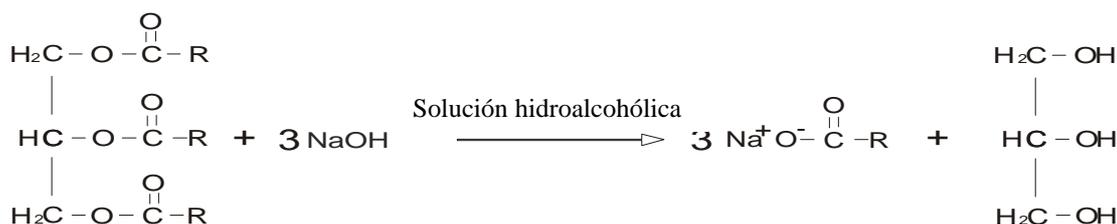
6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Tubo	Observaciones
Acción emulsionante	
Acción detergente	
Efecto del catión calcio	

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?²⁴

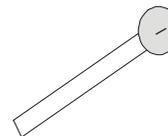
Obtención del jabón: Saponificación

Las grasas reaccionan en caliente con el hidróxido sódico o potásico descomponiéndose en los dos sustancias que las integran: glicerina y ácidos grasos. Estos al combinarse con los iones sodio o potasio del hidróxido dan una mezcla de sales que constituyen el jabón, que son, en consecuencia las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos, esta reacción de obtención de jabón se denomina *saponificación*.

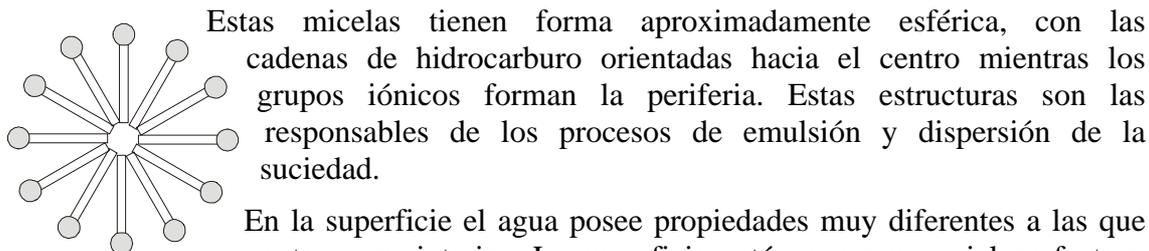


Acción emulsionante y acción detergente:

Una molécula de jabón tiene doble naturaleza; una cadena larga hidrocarbonada, lipofílica o hidrofóbica y un extremo iónico, el anión carboxilato, hidrofílico. Estas dos porciones dentro de la misma molécula permiten explicar las distintas propiedades de un jabón.



Las soluciones de jabón son soluciones coloidales. Esto se debe a que las moléculas de jabón se asocian entre ellas formando conjuntos más grandes llamados micelas.

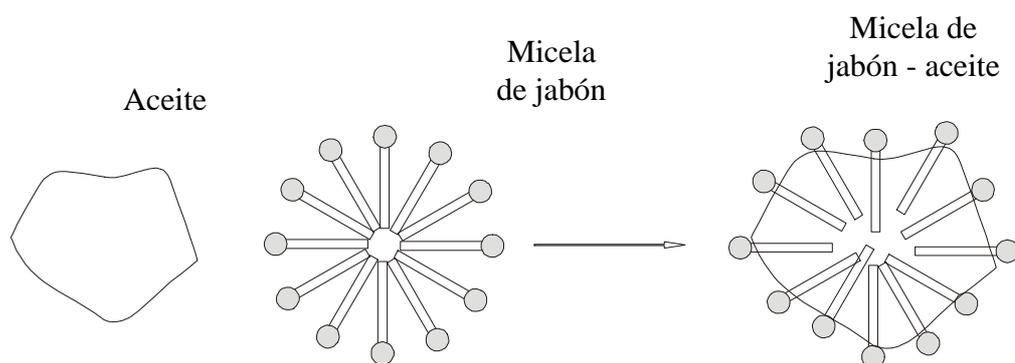


Estas micelas tienen forma aproximadamente esférica, con las cadenas de hidrocarburo orientadas hacia el centro mientras los grupos iónicos forman la periferia. Estas estructuras son las responsables de los procesos de emulsión y dispersión de la suciedad.

En la superficie el agua posee propiedades muy diferentes a las que presenta en su interior. La superficie actúa como una piel perfecta y absolutamente elástica extendida con una cierta fuerza definida como, *tensión superficial*. La solución de jabón disminuye la tensión superficial del agua permitiéndole entrar en los poros de las prendas y mojar de esta forma toda la superficie.

Suponer que la suciedad a limpiar es aceite. El agua y el aceite no son miscibles, debido a que sus moléculas no se atraen (el aceite no es soluble en agua) en presencia de jabón, éste contiene una zona liposoluble que se disuelve en el aceite y una zona hidrosoluble. Por tanto, una gota de aceite puede unirse al agua quedando en suspensión, formando así una solución coloidal, *emulsión*.

Mediante la agitación mecánica de las prendas en agua jabonosa, el jabón emulsiona las manchas convirtiéndolas en pequeñas gotitas, separando así la suciedad de las prendas. La emulsión se facilita si el jabón forma espuma, ya que el aceite se extiende en capas delgadas en las uniones de las burbujas.



Una vez que el jabón emulsiona la suciedad es capaz de dispersarla en la solución. La dispersión resulta de la disolución de la parte liposoluble de la micela del jabón en la gotita de aceite, logrando una nueva micela iónica más grande, actuando como protector

²⁴ Victoria Reboledo, *Extracción de grasas en chocolate*, Taller de Ayudante de Laboratorio, IPA

en torno a la suciedad. Es soluble en agua porque posee grupos carboxílicos orientados al exterior, que hacen negativa su superficie y facilitan la interacción con el agua. De esta forma la micela protectora separa la suciedad y la lleva al agua. Al filtrar la mezcla, el jabón arrastra el oxido añadido, mientras que en el agua sola el filtrado separa el sólido no soluble.

Efecto del catión calcio:

Los jabones no lavan bien en soluciones levemente ácidas, así como en aguas duras. En soluciones levemente acidas las sales se protonan formando los ácidos grasos correspondientes los cuales son insolubles en agua.



En aguas duras, frente a altas concentraciones salinas como Mg^{2+} , Ca^{2+} , Pb^{2+} o Ba^{2+} , el jabón precipita en forma de sales insolubles.



Al agregar calcio a la solución jabonosa, la espuma disminuye apareciendo un precipitado bien visible de la sal del ácido graso con el calcio.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés

Chocolate:

El chocolate no puede estar formado únicamente de cacao, el cacao es el fruto del cual se consiguen las materias esenciales para formar el chocolate. Mediante diferentes procesos del fruto del cacao se obtiene una pasta, Pasta de Cacao, de la cual se obtienen otras materias primas para formar el chocolate, entre ellas la manteca de cacao. Uno de los criterios de calidad de cualquier chocolate es la cantidad de cacao que contiene.

Pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar y leche son los cuatro ingredientes básicos de todos los chocolates. Así, el chocolate negro se compone de pasta de cacao, manteca de cacao y azúcar. Dependiendo del porcentaje de pasta será más o menos puro, de un mínimo del 35% al 70% de cacao y su contenido graso puede variar entre un 28% y un 40%. El chocolate con leche es aquel al que se añaden derivados lácteos, y se compone de pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar y sólidos lácteos. El chocolate blanco, por último, no contiene pasta de cacao, y se compone de manteca de cacao, azúcar y sólidos lácteos.

La manteca de cacao es una grasa vegetal y por tanto una clase de biomoléculas llamadas lípidos. A diferencia de los carbohidratos y proteínas, los lípidos tienen diversas estructuras y funciones, son por lo general de naturaleza no polar y escasamente solubles en agua. En razón de sus propiedades de solubilidad y de almacenamiento de energía, los lípidos se parecen más a los hidrocarburos que a los carbohidratos o proteínas. Se definen operacionalmente, como compuestos orgánicos

insolubles en agua o ligeramente solubles, que se encuentran en los sistemas biológicos. Los lípidos son hidrofóbicos (no polares) o anfipáticos (que tienen sustituyentes polares y no polares).

9.- ¿Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Se pueden fabricar diversos tipos de jabones cambiando los productos de partida: aceites o grasas (origen natural), soda o potasa, con agregado de perfume, etc.
- ✓ Se puede complementar con la fabricación de shampoo como agente de limpieza con un comportamiento similar en agua y frente a la suciedad pero con materias primas diferentes.
- ✓ Los jabones líquidos de uso culinario son otra posibilidad de complemento de la práctica. Asimismo se pueden analizar comparativamente las reacciones realizadas con agua jabonosa y con agua / detergente para advertir similitudes y diferencias entre ambas.

Con relación a la SPE:

- ✓ Se puede complementar con la identificación de lípidos (manteca de cacao de partida) según se propone en la actividad 16.
- ✓ Es interesante realizar una investigación histórico-social con relación a los orígenes y usos del jabón en las diferentes épocas.
- ✓ Puede analizarse el peso que tiene en la economía del país, la fabricación y comercialización de los diferentes tipos de jabones que se fabrican.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Uno de los temas abordados es el de biomoléculas, en particular lípidos. Se trata de una actividad aplicada a la vida cotidiana que suele ser muy motivadora para los estudiantes. Se puede complementar con la actividad 14 en la cual se extrae manteca de cacao a partir del chocolate y de la cual también pueden derivarse productos de la vida cotidiana.

Otra de las aplicaciones de la actividad propuesta se relaciona con los métodos de fraccionamiento, en particular la extracción por solvente y el coeficiente de reparto.

El enfoque desde el cual se sugiere abordar la actividad es desde *CTS*, en tanto se trata de una propuesta vinculada a la actividad cotidiana, que implica productos utilizados por toda la sociedad, con una historia extensa vinculada directamente al desarrollo de la tecnología.

11.- Bibliografía

- ✓ Bascuñan A.,(1994),“*Química I*”, 2ª edición, Editorial Limusa, México.
- ✓ American Chemical Society, (1998), “*QuimCom*”, 2ª edición, Ed. Addison Wesley Longman, México.
- ✓ Celsi – Iacobucci, (1964),“*Química elemental moderna Orgánica*”; XVI Edición, Bs. As Argentina.
- ✓ Brown-Lemay-Bursten, (1991),“*Química. La ciencia central*”, 5ª edición, Ed. Prentice Hall, México.

¿ Cómo obtener aceite a partir del maní ? Actividad 16



El maní o cacahuete es el fruto de la planta americana *Arachis hypogaea*. Tiene sabor agradable, un gran valor nutritivo y numerosas aplicaciones industriales, como en la fabricación de aceites, en golosinas, en la elaboración de pan, dulces, galletas, ensaladas, etc. Por las vitaminas y calorías que contiene, es un alimento ideal para el invierno. Crece en áreas tropicales y subtropicales.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos averiguar que se puede extraer aceite vegetal a partir de un fruto como lo es el maní y que puede ser reconocido a través de una reacción de coloración característica.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué es un aceite desde el punto de vista químico ?
- ✓ ¿ Qué métodos de extracción de aceites existen ?
- ✓ ¿ Qué características tiene el aceite de maní ?
- ✓ ¿ Qué otras materias primas pueden utilizarse para obtener maní?
- ✓ ¿ Qué diferencia química existe entre los aceites y las mantecas o las grasas?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Conceptos de biomoléculas (lípidos)
- ✓ Habilidades manipulativas a nivel de laboratorio.
- ✓ Manejo seguro de solventes orgánicos.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

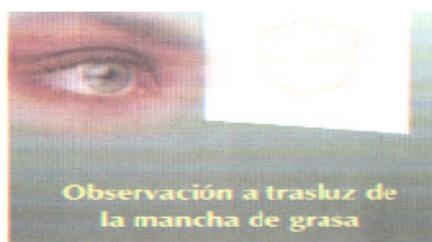
<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Tubo de ensayo	Acetona
Cuchillo	Maní
Papel de filtro	Sudán
Cuenta gotas	

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Se trabaja con acetona, un solvente inflamable por lo que se recomienda hacerlo bajo campana con buena extracción. Como medida de protección personal: túnica y gafas.

5.- ¿Cómo debemos proceder en la práctica ?²⁵

- ✓ Cortar finamente o moler 2 o 3 granos de maní.
- ✓ Colocar en el tubo y agregar acetona hasta cubrir. Agitar y dejar reposar de 5 a 10 minutos.
- ✓ Aplicar el líquido sobre papel de filtro gota a gota. Airear para permitir que se vaya evaporando la acetona.
- ✓ Observar el papel a contra luz.



Al aplicar gota a gota el líquido sobre el papel de filtro y dejar evaporar, se logra una zona pequeña donde se depositan los componentes del maní separados por el solvente, los cuales al ser observados contra la luz muestran una leve transparencia del papel, característica de las grasas y aceites.

Se verifica la extracción de aceite no solamente por la identificación positiva de triglicéridos con Sudán III, sino que, luego de filtrar el líquido sobrante y dejar evaporar el solvente, se observa un residuo líquido viscoso y amarillento, a temperatura ambiente.

6.- ¿Cómo podemos analizar el resultado ?

- ✓ Identificar la mancha transparente en el papel de filtro (aceite), con Sudán III.

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Papel de filtro	Alcohol
Solución alcohólica de Sudán III	Agua

Procedimiento:

- ✓ Añadir sobre la mancha transparente 4 o 5 gotas de solución alcohólica de Sudán III.
- ✓ Retirar el exceso de Sudán III, enjuagando con alcohol y luego con agua.
- ✓ Dejar secar el papel de filtro.
- ✓ Observar los resultados.

Observaciones:

La zona donde estaba el aceite queda coloreada, mientras que el resto de la hoja no. Si el exceso de Sudán III, se retira utilizando únicamente agua, éste quedará en la zona aplicada.

²⁵ Victoria Reboledo, *Extracción de grasas en chocolate*, Taller de Ayudante de Laboratorio, IPA

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés

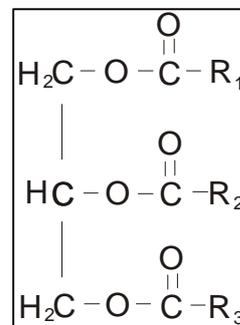
En las actividades 15 y 16 se puede encontrar fundamento teórico de interés para esta actividad.

Lípidos.

Tanto los sistemas animales como vegetales necesitan métodos para almacenar energía en diversas formas químicas, de modo de poder emplearla en el momento que lo necesite. Esta se almacena generalmente, en las semillas para el crecimiento de las plantas (caso del cacao) o en los adipositos de las células animales, para ser utilizada en casos de escasez de fuentes alimenticias.

Una de las clases más importantes de almacenamiento energético, son las grasas o aceites, llamados también *triglicéridos*, la diferencia entre ambos esta dada por el estado de agregación que presentan a 25° C, los aceites son líquidos, mientras que las grasas o mantecas son sólidas.

Una molécula de grasa típica es hidrofóbica, es una combinación de glicerol (alcohol de tres carbonos) con tres moléculas de ácido graso unidos por tres enlaces éster. Éstos son una clase de compuestos ácidos carboxílicos de cadena larga y número par de carbono. Los grupos R₁, R₂ y R₃ son los residuos hidrocarbonados de los ácidos carboxílicos, los cuales pueden ser completamente saturados o pueden



contener una o más insaturaciones en diferentes posiciones, generalmente *cis*. Debido a la combinación de los diferentes ácidos grasos, se obtienen una gran variedad de triglicéridos, cuanto mayor es la proporción de insaturaciones, mayor es la temperatura de fusión y por tanto es líquido a temperatura ambiente.

Reconocimiento de lípidos

Los lípidos se colorean selectivamente de rojo-anaranjado con el colorante Sudán III. El proceso se da por difusión simple del colorante. Se trata de colocar el colorante en un medio en el que no difunda bien, de modo que al enfrentarlo con un producto con el que tenga mayor afinidad, el colorante abandone el medio en que se encontraba, para pasar a dicha sustancia.

El Sudán III o rojo, difunde muy bien en las grasas y mal en alcohol, por eso se emplea una solución alcohólica de Sudán III al 2% para teñir los lípidos.

Métodos de extracción de aceites

Se utilizan tres procedimientos para extraer las sustancias grasas de los tejidos vegetales o animales que las contienen. Puede hacerse:

- ✓ Por *simple fusión*, en seco o en presencia de agua: el calor hace estallar las células y el aceite o la grasa fundida se separa de las impurezas por su distinta densidad. Este procedimiento de fusión es el más empleado en sustancias grasas de origen animal (exceptuando las mantecas).

- ✓ Las grasas y aceites vegetales suelen obtenerse *por presión*, en frío si se trata de un aceite, y en caliente en el caso de una grasa. La presión hace explotar las células y la sustancia grasa se derrama.
- ✓ La *extracción por disolventes* da mejores rendimientos. El procedimiento consiste en someter la materia prima, previamente reducida a polvo, a la acción de un disolvente de las sustancias grasas. Se filtra luego para separar la disolución de los residuos vegetales, y el disolvente se recupera por destilación y vuelve a entrar en el proceso. Como la operación se puede repetir muchas veces, se llega a extraer la casi totalidad de las sustancias grasas, lo que no se consigue con simple presión. Los disolventes empleados son la gasolina, el tricloroetileno y el sulfuro de carbono.

Las grasas obtenidas por *presión* son de mas calidad que las obtenidas por *extracción con disolventes*, y por eso se destinan a fines alimenticios. Generalmente se combinan ambos procedimientos, para lo cual se someten a extracción con disolventes los residuos de la presión.

Las grasas y los aceites extraídos por cualquiera de los procedimientos anteriores han de someterse, especialmente si se destinan a la alimentación, a un refinado o purificación. La coagulación tiene por objeto precipitar los mucílagos y otras impurezas contenidas en el aceite o en la grasa, y se realiza por calefacción en presencia de agua y decantación. En algunos casos, estos tratamientos de purificación se completan con el blanqueamiento químico.

9.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Es posible trabajar este método de extracción de aceite en mayor escala.
- ✓ A partir del aceite obtenido se pueden realizar diferentes ensayos de reconocimiento como: índice de yodo, índice de saponificación, etc.
- ✓ Podrían realizarse análisis comparativos con el producto obtenido en la actividad 15 (manteca de cacao) a los efectos de visualizar diferencias entre grasas y aceites.

Con relación a la SPE:

- ✓ Podría investigarse a nivel del país, que tipos de aceites se fabrican y que métodos se utilizan para ello.
- ✓ Puede interesar conocer el grado de contaminación asociado a la industria aceitera.
- ✓ Sería interesante saber que aplicaciones se les da a los subproductos de la fabricación de aceites vegetales, en que se utilizan las “tortas” de productos residuales.
- ✓ Se puede analizar desde una perspectiva económica y medioambiental que tipo de extracción sería más conveniente para el país.
- ✓ Saber si el país es autosuficiente en la producción de estos productos, si exporta o si debe importarlo para su consumo.
- ✓ Indagar acerca de los controles de calidad a que deben ser sometidos los aceites en función del uso a que están destinados y en particular los de uso humano.
- ✓ Conocer las patologías asociadas al consumo inadecuado de los lípidos.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Más allá del tema lípidos, se trata de una actividad que puede fomentar la inventiva con relación al diseño de métodos de extracción, del análisis de la composición de otros productos (posibles materias primas) a partir de los cuales extraer aceites, del estudio de aplicaciones los mismos, etc.

Cuando se trabajan temas como métodos de fraccionamiento de mezclas, esta resulta una actividad adecuada como ejemplo de mezclas naturales a separar.

Por tratarse de una actividad, vinculada a la *Química de la Alimentación*, eminentemente práctica, se sugiere trabajarlo en el marco de una *investigación dirigida*.

11.- Bibliografía

- ✓ Bascuñan A.;(1994);“*Química 1*”;Segundo Grado; Secundaria; 2ª edición; Editorial Limusa; México.
- ✓ American Chemical Society; (1998); “*QuimCom*”; Segunda edición; Ed. Addison Wesley Longman; México.
- ✓ Celsi – Iacobucci;(1964);“*Química elemental moderna Orgánica*”; XVI Edición; Bs. As;Argentina.
- ✓ Brown-Lemay-Bursten; (1991);“*Química. La ciencia central*”; 5ª edición; Ed. Prentice Hall; México

Paginas Consultadas:

- ✓ <http://html.rincondelvago.com/aplicaciones-de-quimica-organica.html>
- ✓ <http://portal.aniname.com/uploads/losaceitesvegetales.pdf>
- ✓ http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_biosfera/flora/cacahuate/cacahuate.htm

¿ Cuánta vitamina C tiene el jugo de limón? Actividad 17



La vitamina C es un antioxidante natural muy importante. Se ha comprobado que previene algunas enfermedades del corazón, estrés, forma parte de la química celular que provee de energía, es esencial para la producción de esperma y para producir el colágeno. La vitamina C ayuda al mantenimiento saludable del sistema inmunológico, es necesaria en la producción de anticuerpos, actúa incrementando la absorción de nutrientes, así como también en la asimilación del hierro y aminoácidos.

Se lo encuentra en muchos alimentos: el limón, la naranja, el mango y la papaya están en la categoría de excelente; melones, frutillas y tomates muy bueno; ananás, banana y uva dentro del bueno y como excepcional se conoce al kiwi, tanto verde como amarillo, entre otros.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Se podrá averiguar el contenido de vitamina C en jugo natural de limón.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué son las vitaminas ?
- ✓ ¿ Cómo se clasifican las diversas vitaminas y a cuál corresponde la C ?
- ✓ ¿ Qué rol juegan las vitaminas en el organismo ?
- ✓ ¿ Qué cantidad de Vitamina C es necesario consumir por día ?
- ✓ ¿ Qué es la avitaminosis y que síntomas presenta ?
- ✓ ¿ Cuáles son las principales fuentes de vitamina para nuestro organismo?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Valoraciones redox..
- ✓ Preparación de soluciones.
- ✓ Uso de material de laboratorio.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

Solución patrón de ácido ascórbico

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
matraces erlenmeyer	Solución de ácido ascórbico de concentración conocida
pipetas	Solución de yodo (aprox. 0,025 N)
buretas	Solución al 1% m/V de almidón
embudos	

Muestras de jugo de limón

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
exprimidor	Jugo de limón
tamiz	
filtro de tela y filtro de papel	
embudo	

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

En esta actividad no se utilizan sustancias peligrosas, salvo el yodo que es nocivo. Aunque se lo utiliza con fines medicinales en bajas concentraciones, es preferible trabajar con guantes en la preparación de la solución, bajo campana y no aspirar los vapores que desprende. Utilizar gafas y túnica.

Sustancia	Frases R	Frases S
Iodo	20 - 21	23 - 25



5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Solución patrón de ácido ascórbico

- ✓ Lavar una bureta limpia de 25 mL, con un pequeño volumen de la solución de iodo preparada. Llenarla utilizando un embudo.
- ✓ Pipetear 10,0 mL de la solución de ácido ascórbico de concentración conocida y transferirlos a un matraz erlenmeyer de 125 mL
- ✓ Agregar 1 mL de solución de almidón al 1% m/V. Adicionar la solución de iodo desde la bureta, agitando continuamente en círculos.
- ✓ Tomar como punto final la aparición definitiva de coloración azul oscura. Anotar el gasto. Repetir el procedimiento hasta tener por lo menos 3 valores concordantes.

Muestras de jugo de limón

- ✓ Exprimir las frutas hasta obtener aproximadamente 100 mL de jugo y colarlo.
- ✓ Filtrar el jugo en filtro de tela.
- ✓ Hacer tres tomas con pipetas de 25,0 mL, transferir a matraces erlenmeyer y rotularlos.
- ✓ Agregar 1 mL de solución de almidón al 1% a cada matraz y valorar con la solución de iodo. Anotar los gastos.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Solución patrón de ácido ascórbico

<i>Muestras de ácido ascórbico(mL)</i>	<i>Gastos de solución de iodo (mL)</i>
1	
2	
3	

Muestras de jugo de limón

Muestras	Gastos (ml)
1	
2	
3	

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

A partir de la valoración hecha de la solución de ácido ascórbico con iodo, se calcula a cuánto ácido ascórbico equivale 1,0 mL de solución de yodo. Con esta equivalencia y el gasto obtenido, se calcula el contenido de Vitamina C en los 25,0 mL de la muestra.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ²⁶

En una SPE previa, para preparar la solución de AA de referencia, se utilizó AA desecado durante 24 horas en estufa a 105°C y luego una hora en desecador. Se disolvió 2,1290 g de AA en agua destilada, enrasando en un matraz aforado de 500 mL. Se obtuvo así una solución acuosa de AA de concentración de 4,258 g/L.

La solución de iodo se preparó de forma de obtener una concentración aproximada 0,025N. Para ello, se pesaron 3,176 g de I₂ y 5,0 g de KI, diluyendo a 1L con agua destilada.

Una vez preparadas estas soluciones, se valoraron tres muestras de 10,0 mL de la solución de AA con la solución de iodo, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1.- Solución patrón de ácido ascórbico

Tomas de ácido ascórbico(mL)	Gastos de solución de iodo (mL)
1	10.9
2	10.9
3	10.9

En la valoración de la muestra de jugo natural de limón recién preparado, se obtuvieron los siguientes gastos:

Tabla 2.- Muestras de jugo de limón

Muestras	Gastos (ml)
1	6.0
2	6.0
3	6.0

A partir de los valores de la Tabla 1, se deduce que 1,0 mL de solución de iodo es equivalente a 3,91 mg de AA. Se puede determinar con esta equivalencia, a partir de los resultados de la tabla 2, la cantidad de AA en 25,0 mL de cada muestra de jugo.

La concentración de AA en el jugo de limón, considerando la toma realizada, fue de: 0,938 mg/L

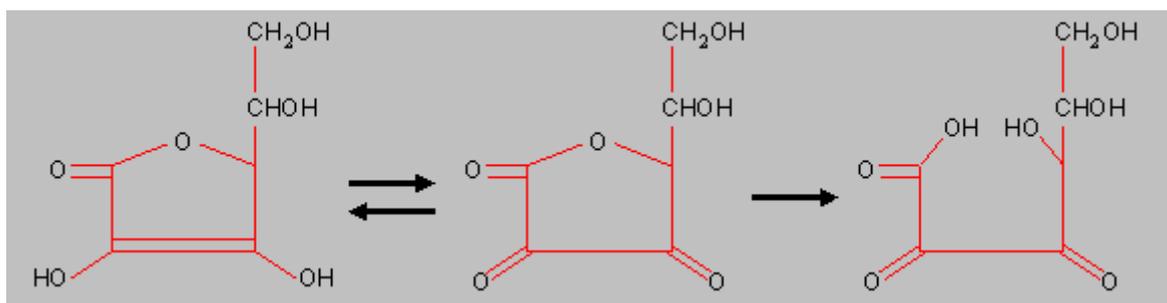
²⁶ Ramiro Irazoqui, *Determinación de vitamina C en jugo natural de limón*, IPA, Taller de Laboratorio, 2000.

Otros datos de interés ...

Las plantas y algunos animales pueden producir su propia vitamina C, pero los seres humanos no pueden hacerlo. Por esta razón, necesitan procurar la vitamina C por otros medios. Si bien ciertas frutas y vegetales fueron utilizados en la prevención y cura del escorbuto, recién a fines de la década de 1920, se hicieron intentos serios de aislamiento e identificación del factor antiescorbuto. El escorbuto es una clásica manifestación de insuficiencia grave de ácido ascórbico; sus síntomas se deben a la pérdida de la acción cimentadora del colágeno y entre ellos están las hemorragias, caída de dientes y cambios celulares en los huesos de los niños. En algunos experimentos, se ha demostrado que el ácido ascórbico previene la formación de nitrosaminas, compuestos que producen tumores en animales de laboratorio y quizás los produzcan en seres humanos.

Los términos **ÁCIDO ASCÓRBICO** y **VITAMINA C** se usan indistintamente, aunque estrictamente no es del todo correcto. El ácido ascórbico (AA) es fácilmente oxidable a ácido deshidroascórbico (DHAA) y la suma de estos dos compuestos es lo que normalmente se denomina vitamina C, puesto que dentro del cuerpo humano el DHAA se puede reducir a AA. Si la degradación continúa, se forma ácido dicetogulónico y luego una serie de productos que no tienen actividad biológica.

Ácido ascórbico (AA) **Ácido deshidroascórbico (DHAA)** **Acido dicetogulónico (DKGA)**



Según el contenido en Vitamina C que tengan las frutas, se las ha clasificado en tres niveles:

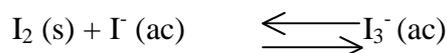
Nivel de vitamina C	Cantidad / 100g de la fruta
Bueno	6 – 15 mg
Muy Bueno	15 –30 mg
Excelente	mayor de 30 mg

Algunas frutas como las bananas y las manzanas, toman una coloración marrón al cortarlas o pelarlas y exponerlas al aire; esto se debe a que no contienen una cantidad suficiente de antioxidante. La rapidez de la oxidación de estos alimentos, depende de la cantidad de vitamina C (AA) que contengan. No sucede lo mismo con aquellas que contienen gran cantidad de AA, como naranjas, limas, limones, pomelos y kiwis.

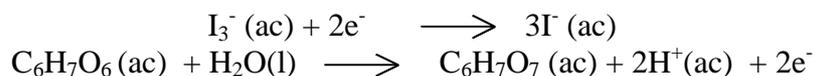
La oxidación es un proceso irreversible. El contenido de AA en frutas no sólo es variable en las distintas clases de una misma variedad, sino que además, en algunas decrece con la maduración y en otras aumenta.

Para determinar la cantidad de Vitamina C, se utiliza el *método de titulación con solución de iodo*. El AA contenido en el jugo de limón reduce un indicador como el iodo, notándose una clara variación en la coloración. El color marrón oscuro de la solución vira a incoloro, el exceso de iodo no reducido dará una leve coloración marrón a la solución con AA. Para una mejor determinación del punto final, se utiliza solución de almidón al 1% m/V; el almidón en presencia de iodo en exceso, forma un compuesto de adsorción negro azulado intensamente coloreado. Soluciones de iodo de concentración entre $2 \times 10^{-5}N$ y $5 \times 10^{-5}N$, todavía dan coloración azul intenso con el almidón.

Las soluciones valoradas de iodo se pueden preparar pesando cantidades conocidas del producto puro. El iodo es poco soluble en agua solamente, pero se disuelve fácilmente en una solución de KI con formación de iones triioduro.



Las reacciones que tienen lugar en la valoración, son:



Se comparan los gastos de solución de iodo al valorar una solución de AA de concentración conocida, con aquellos gastos que se obtienen de las valoraciones de determinados volúmenes de jugo de limón.

9.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Es posible extender las determinaciones de vitamina C a otros alimentos por este mismo método.
- ✓ Es posible complementar la presente actividad con la propuesta para la Actividad 18.

Con relación a la SPE:

- ✓ Averiguar a que se debe la coloración marrón que se produce en ciertas frutas; por ej. bananas o manzanas, al cortarlas o pelarlas y exponerlas al aire. La rapidez de la oxidación de estos alimentos, depende de la cantidad de vitamina C (AA) que contengan.
- ✓ Investigar acerca de la producción de frutas con alto contenido de vitamina C en el país: zonas en que se siembran, producción anual, consumo interno, exportación, subproductos de fabricación nacional, etc.
- ✓ Interiorizarse del rol de la vitamina C en la salud del ser humano.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Esta actividad vinculada a la *Química de la Salud*, se adecua al análisis de contenidos tales como: reacciones de oxidación – reducción, valoraciones redox, preparación de soluciones de concentración conocida, ácidos orgánicos, biomoléculas, etc.

En tanto se vincula estrechamente con la salud humana, se puede abordar en conjunto con otras disciplinas como por ej. la Biología. Sin embargo, un análisis histórico acerca de los problemas vinculados a la avitaminosis C, pueden resultar interesantes de abordar. Es por eso que se sugiere su enfoque desde un marco de *temas transversales*.

11.- Bibliografía^{28, 27}

- ✓ “*QuimCom*” Química en la comunidad – 2^a edición American Chemical Society.
- ✓ Association of Official Analytical Chemists (1984), *Official Methods of Analysis*, 500.018, 14^o Edición. U.S.A.
- ✓ Association of Official Analytical Chemists (1990), *Official Methods of Analysis*, 967.21, 15^o Edición. U.S.A.
- ✓ Barber, J. *Vitamin C Testing*, (1998), Teacher’s Guide, Universidad de California, Berkeley. U.S.A.
- ✓ Francais A. Carey ;(1999); “*Química Orgánica*”; Tercera edición Ed. Mc Graw Hill / Interamericana de España Madrid España.
- ✓ Kolthoff y Sandell ;(1943); *Tratado de Química Analítica Cuantitativa General e Inorgánica*, Editora Nigar, Bs. As., Argentina.
- ✓ Lehninger (1988) “*Principios de Bioquímica*” Ediciones Omega, S.A. / Barcelona
- ✓ Otto Alcides Ohlweiler (1981): “*Química Analítica Cuantitativa*” Tomo 2; Livros técnicos e científicos Editora Ltda.. Río de Janeiro RJ.
- ✓ VAM Bulletin N° 6, Otoño de 1991, pág. 14-15.
- ✓ Villavecchia, V. (1919); *Tratado de Química Analítica Aplicada*, Tomo II; Gustavo Gili, Editor, Universidad, 45.

Páginas Consultadas:

- ✓ <http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art=545&unic=1>, En Buenas Manos. Tu portal de la salud y terapias naturales
- ✓ <http://www.fceqyn.unam.edu.ar/cidet/revista/indice.htm>, resumen de la publicación en “Revista de Ciencia y Tecnología - Año 1 - N° 1 - Agosto 1998”

²⁷ Victoria Reboledo, *Determinación de vitamina c en preparados para jugo*, IPA, Taller de Laboratorio

¿ Porqué tomar el jugo natural de limón al momento de prepararlo? Actividad 18



El ácido ascórbico o vitamina C, es un antioxidante natural muy importante y se ha sugerido que su ingestión previene contra el cáncer y la vejez prematura. Las plantas y algunos animales pueden producir su propia vitamina C, pero los seres humanos no pueden hacerlo. Por esta razón, necesitan incorporar externamente dicho producto.

Si se consume a través de un jugo natural de limón, es recomendable beberlo enseguida. Una razón que se suele dar para ello, tiene relación con la oxidación de la vitamina C. A través de esta SPE se trata de investigar acerca de ello.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Se determinará cuantitativamente la variación de la concentración de ácido ascórbico (Vitamina C) en jugo natural de limón, tomando en cuenta la influencia de la temperatura, el tiempo y el contacto con el aire, sin el uso de conservantes.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Es necesario guardar en la heladera al jugo natural de limón si no lo bebemos de inmediato ?
- ✓ El cambio de sabor que se advierte en un jugo natural después de un tiempo de exprimido, ¿ se debe a la oxidación de la vitamina C?
- ✓ ¿ Se debe guardar tapado el jugo de limón?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Valoraciones redox..
- ✓ Preparación de soluciones.
- ✓ Uso de material de laboratorio.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

Solución patrón de ácido ascórbico

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
matraces erlenmeyer	Solución de ácido ascórbico de concentración conocida
pipetas	Solución de yodo (aprox. 0,025 N)
buretas	Solución al 1% m/V de almidón
embudos	

Muestras de jugo de limón

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Exprimidor, vasos de bohemia, termómetro, heladera	Jugo de limón

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Utilizar gafas, guantes y túnica. Considerar las precauciones asociadas al uso del iodo cuyos vapores son nocivos, por lo que se recomienda trabajar en lugar aireado o bajo campana con extracción al realizar la solución.

Sustancia	Frases R	Frases S
Iodo	20 - 21	23 - 25



5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Se realizan valoraciones con solución de iodo, a intervalos regulares de tiempo, de las siguientes muestras:

Muestra	Solución de jugo de limón
A	jugo de limón, tapado, en heladera (entre 0 y 5°C)
B	jugo de limón, tapado, a temperatura ambiente (20 – 25 °C).
C	jugo de limón, en contacto con el aire, en heladera (entre 0 y 5 °C).
D	jugo de limón, en contacto con el aire, a temperatura ambiente (20– 25°C)

Para realizar la práctica se debe proceder de la siguiente manera:

Solución patrón de ácido ascórbico

- ✓ Lavar una bureta limpia de 25 mL, con un pequeño volumen de la solución de iodo preparada. Llenarla utilizando un embudo.
- ✓ Pipetear 10,0 mL de la solución de ácido ascórbico de concentración conocida y transferirlos a un matraz erlenmeyer de 125 mL
- ✓ Agregar 1 mL de solución de almidón al 1% m/V. Adicionar la solución de iodo desde la bureta, agitando continuamente en círculos.
- ✓ Tomar como punto final la aparición definitiva de coloración azul oscura. Anotar el gasto. Repetir el procedimiento hasta tener por lo menos 3 valores concordantes.

Muestras de jugo de limón

- ✓ Exprimir las frutas hasta obtener aproximadamente 100 mL de jugo y colarlo.
- ✓ Filtrar el jugo en filtro de tela.

Dividir en cuatro la muestra de jugo:

- ✓ 250 mL de jugo en matraz o frasco tapado, dejarlo en heladera entre 0 y 5°C. Rotularlo A.
- ✓ 250 mL de jugo en matraz o frasco tapado, dejarlo a temperatura ambiente. Rotularlo B.
- ✓ 250 mL de jugo en vaso de bohemia de 400 mL, dejarlo destapado, en heladera entre 0 y 5°C. Rotularlo C.
- ✓ 250 mL de jugo en vaso de bohemia de 400 mL, dejarlo a temperatura ambiente. Rotularlo D.

- ✓ Hacer tomas con pipetas de 25,0 mL de cada una de las muestras (rotuladas A,B,C,y D), transferir a matraces de 125 mL y rotularlos.
- ✓ Agregarle 1 mL de solución de almidón al 1% a cada matraz y valorar con la solución de iodo. Anotar los gastos.
- ✓ Repetir estos pasos transcurrida una hora, 2 horas, 4 horas y luego 24 horas, 48 horas 72 horas y 96 horas; desde que se preparó el jugo.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Se pueden utilizar cuadros como los siguiente

Cuadro 1.- Solución patrón de ácido ascórbico

Muestra de AA	Gastos de solución de iodo (mL)
1	
2	
3	

Cuadro 2.- Muestras de jugo de limón

Gastos (mL) \ Muestras	1 Hora	2 Horas	4 Horas	24 Horas	48 Horas	72 Horas	96 Horas
A							
B							
C							
D							

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

A partir de la valoración hecha de la solución de ácido ascórbico con iodo, se calcula a cuánto ácido ascórbico equivale 1,0 mL de solución de yodo. Con esta equivalencia y el gasto obtenido, se calcula el contenido de Vitamina C en los 25,0 mL de la muestra.

8.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ²⁸

Se sugiere para la actividad relacionada a *Solución patrón de ácido ascórbico*, dirigirse a la Actividad 17, adonde se presentan resultados experimentales previos.

Con relación a *Muestras de jugo de limón*, los valores experimentales fueron:

Cuadro 2.- Muestras de jugo de limón

Gastos (mL) \ Muestras	1 Hora	2 Horas	4 Horas	24 Horas	48 Horas	72 Horas	96 Horas
A	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.95
B	6.00	6.00	6.00	6.00	5.95	5.95	5.90
C	6.00	6.00	6.00	6.00	5.95	5.85	5.85
D	6.00	6.00	5.95	5.95	5.85	5.80	5.80

²⁸ Ramiro Irazoqui *Determinación de vitamina C en jugo natural de limón*, , IPA, Taller de Laboratorio, 2000.

Recordar (Actividad 17) que de la valoración hecha de la solución de AA con iodo, se deduce que 1,0 mL de solución de iodo es equivalente a 3,91 mg de AA. Con esta equivalencia se calcula el contenido de Vitamina C en los 25,0 mL de las diferentes muestras, obteniéndose los siguientes resultados.

Cuadro 3.- Concentración de AA en diferentes muestras de jugos

Muestras	C (mg/25L) de AA en jugo							
	Recién preparado (*)	1 Hora	2 Horas	4 Horas	24 Horas	48 Horas	72 Horas	96 Horas
A	23,46	23.46	23.46	23.46	23.46	23.46	23.26	23.26
B	23.46	23.46	23.46	23.46	23.26	23.26	23.07	22.87
C	23.46	23.46	23.46	23.46	23.26	22.87	22.87	22.87
D	23.46	23.46	23.26	23.26	22.87	22.68	22.68	22.48

(*) Los resultados de concentración de AA en 25 mL para el jugo recién preparado corresponden al los resultados de la Actividad 17.

Comparando las concentraciones de AA en las muestras almacenadas en diferentes condiciones, al cabo de 96 horas, en relación al jugo recién exprimido, se tiene los siguientes resultados:

Muestra A tapada y en heladera disminuyó en un 0.9%;

Muestra B, tapada a temperatura ambiente, disminuyó en un 2,5%;

Muestra C, destapada en heladera, disminuyó el 2,5%;

Muestra D, destapada a temperatura ambiente en un 4,2%.

Los resultados muestran una disminución en la concentración de AA en todas las muestras. Se observó que el AA no es tan inestable como para degradarse en el lapso en que se demora en consumir el jugo natural de cítricos hecho para el consumo familiar conservada en heladera, tapada, estimado en 24 –48 horas , (Muestra A).

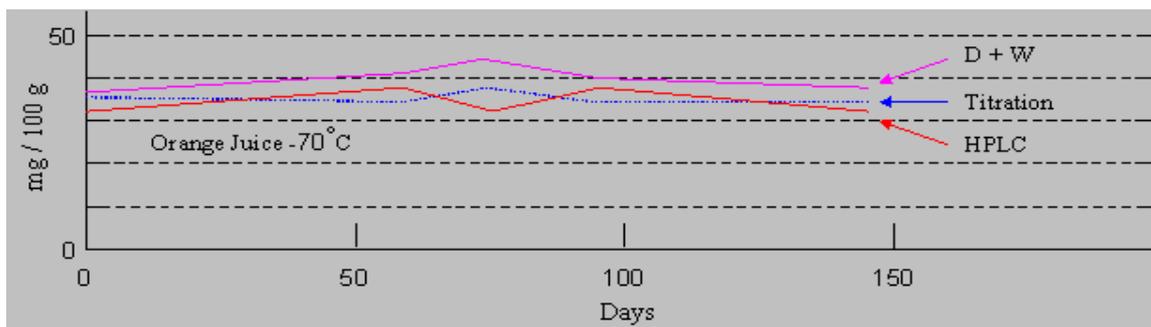
Al estar en contacto con el aire, el AA se oxida más fácilmente, aún a bajas temperaturas (Muestra C). Se advierte además que la temperatura parece ser un factor acelerador del proceso de degradación del AA de la muestra en tanto la Muestra B, tapada a temperatura ambiente muestra una disminución de AA del 2,5%. Finalmente cuando ambos factores (aire y temperatura) se combinan, la degradación es máxima, Muestra D con un 4,2%.

Datos bibliográficos mencionan que la cantidad de ácido ascórbico prácticamente no disminuye en un período de cien días, si se almacena en heladera a -70°C .

Otros datos de interés ...

Es de destacar, a partir de datos bibliográficos, que en análisis hechos en diferentes países, se comprobó, utilizando también distintos métodos de análisis, que el almacenamiento a -70°C durante 150 días, no influye demasiado en el contenido de AA. Dichos análisis fueron hechos utilizando HPLC, titulación con indofenol y una modificación al método por fluorimetría (D + W).

Contenido de AA en función del tiempo.



Si bien el método utilizado en esta actividad no coincide con los anteriores y el tiempo de análisis fue tan solo de 96 horas, en ese lapso, los resultados de la actividad son coherentes con el comportamiento registrado en bibliografía.

9.- ¿Cómo podemos complementar esta actividad?

Con relación a la práctica:

- ✓ Sería recomendable realizar el estudio por más tiempo, procurando advertir en que momento se da la disminución de vitamina C, siempre que el estado de descomposición de la muestra lo permita.
- ✓ Podría realizarse el mismo análisis pero en muestras de otros cítricos.

Con relación a la SPE:

- ✓ Podrían plantearse explicaciones alternativas por parte de los estudiantes acerca de por qué no se puede tomar un jugo natural luego de transcurrido cierto tiempo. Las explicaciones pueden incluir la oxidación de la vitamina C pero también involucrar la descomposición enzimática o por microorganismos entre otras.
- ✓ Se puede investigar como se determina la fecha de vencimiento de un producto de esa naturaleza.
- ✓ Analizar los procesos a que se someten los jugos a los efectos de su consumo varios días después de su fabricación, por ejemplo pasteurización o agregado de conservadores químicos.
- ✓ Investigar el efecto que puede tener sobre la salud humana el agregado de aditivos que prolonguen la vida útil del jugo de limón o como cambian las propiedades organolépticas por el tratamiento de pasteurización.
- ✓ Tomando como ejemplo un jugo fabricado en el país, estudiar los controles de calidad a que debe ser sometido a los efectos del consumo por el público (ver Ordenanza Bromatológica)

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Son de destacar las características de esta actividad vinculada a la *Química de los Alimentos*, con relación al posible planteo de una hipótesis de partida. Frente a la pregunta ¿es afectada la cantidad de AA de una muestra de jugo natural de limón por las condiciones de almacenamiento? o como se plantea en el título de la SPE ¿Por qué tomar el jugo natural de limón al momento de prepararlo?, el estudiante puede arriesgar más de una respuesta posible. Tomando esas posibles respuestas se los desafía a su

comprobación. Entonces a partir de este planteo se sugiere analizarlo en el marco de una *investigación dirigida*.

11.- Bibliografía^{28,29}

- ✓ “*QuimCom*” Química en la comunidad – 2^a edición American Chemical Society.
- ✓ Association of Official Analytical Chemists (1984), *Official Methods of Analysis*, 500.018, 14^o Edición. U.S.A.
- ✓ Association of Official Analytical Chemists (1990), *Official Methods of Analysis*, 967.21, 15^o Edición. U.S.A.
- ✓ Barber, J. *Vitamin C Testing*, (1998), Teacher’s Guide, Universidad de California, Berkeley. U.S.A.
- ✓ Francais A. Carey ;(1999); “*Química Orgánica*”; Tercera edición Ed. Mc Graw Hill / Interamericana de España Madrid España.
- ✓ Kolthoff y Sandell ;(1943); *Tratado de Química Analítica Cuantitativa General e Inorgánica*, Editora Nigar, Bs. As., Argentina.
- ✓ Lehninger (1988) “*Principios de Bioquímica*” Ediciones Omega, S.A. / Barcelona
- ✓ Otto Alcides Ohlweiler (1981): “*Química Analítica Cuantitativa*” Tomo 2; Livros técnicos e científicos Editora Ltda.. Río de Janeiro RJ.
- ✓ VAM Bulletin N° 6, Otoño de 1991, pág. 14-15.
- ✓ Villavecchia, V. (1919); *Tratado de Química Analítica Aplicada*, Tomo II; Gustavo Gili, Editor, Universidad, 45.

Paginas Consultadas:

- ✓ <http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art=545&unic=1>, En Buenas Manos. Tu portal de la salud y terapias naturales
- ✓ <http://www.fceqyn.unam.edu.ar/cidet/revista/indice.htm>, resumen de la publicación en “Revista de Ciencia y Tecnología - Año 1 - N° 1 - Agosto 1998”

²⁹Victoria Reboledo, *Determinación de vitamina c en preparados para jugo*, IPA, Taller de Laboratorio

¿Qué podemos fabricar con resinas?³⁰

Actividad 19



En su origen, el término “resina” estaba reservado a ciertas sustancias naturales, especialmente de origen vegetal y de apariencia vítrea, duras o más o menos pegajosas. La analogía de tales resinas naturales con ciertos productos plásticos sintéticos, generalmente en un estado intermedio entre el cristalino y el amorfo, dio origen al nombre de *resinas*. Hoy son muchas las variedades de resinas que se encuentran en el mercado estando ampliamente distribuidas en objetos de la vida diaria.

1.- ¿Qué podremos averiguar...

Podremos familiarizarnos con la fabricación de útiles de laboratorio a partir de resinas termoestables y las posibles aplicaciones de las mismas, que son tantas como imaginación tenga quien las utiliza.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE

- ✓ ¿ Qué tipo de material es una resina ?
- ✓ ¿ Qué usos se les da a las resinas ?
- ✓ ¿ Cuántos tipos diferentes de resinas existen ?
- ✓ ¿ En qué condiciones se trabaja con las resinas?
- ✓ ¿ Cuándo y adónde surgen las resinas ?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Nociones de química orgánica.
- ✓ Manejo prudente de productos químicos.
- ✓ Habilidades manipulativas.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Proceso</i>	<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Laminado	Moldes: recipientes de plástico de uso cotidiano.	Gel coat acelerado color blanco
	Caño de aluminio.	Catalizador: Peróxido de Mek
	Taladro de mano.	Resina poliéster preacelerado (Tipo 10203)

³⁰ Da Molin A., García M^a, Mayado N., *Fabricación de materiales de laboratorio con resinas*, Taller de Laboratorio, IPA; Vilaplana, J. Liceo Bauzá.

	Sierra de hoja.	Acetona
	Pincel mediano.	Pedregullo
	Masilla de vidriero.	Aserrín.
Vaciado	Portaobjetos o vidrios de tamaño similar	Catalizador: Peróxido de Mek
	Cinta aisladora	Resina poliéster preacelerado
	Masilla de vidriero	Cera en pasta
Pulido	Papel de lija de madera, de diferente grano	Pasta de pulir fina y gruesa.
	Lija al agua 400 o 600 (muy fina).	

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Trabajar con túnica, guantes y gafas. Se debe operar en lugar aireado. Se debe tener precaución en tanto se trabaja con solventes orgánicos inflamables.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Se indica según los diferentes pasos a seguir:

Laminado

1. Elegir un molde de plástico flexible (PE) con la forma deseada, limpio y sin marcas.
2. Colocar en un bollón o recipiente de metal (descartables) la cantidad aproximada de Gel coat a utilizar y agregarle el catalizador en la proporción de 20 gotas/100 g de Gel coat.
3. Agitar vigorosamente con una varilla. (Se tiene un tiempo máximo de 20 minutos para poder trabajar sin que comience a fraguar el producto.)
4. Aplicar con pincel una capa de Gel coat en la superficie interna del molde, fondo y aproximadamente 3 cm de paredes, cuidando de que no queden lugares sin recubrimiento. (figura 1)
5. Dejar fraguar a temperatura ambiente 24 horas ó 15 -20 minutos en estufa de secado a 50 - 60 °C.
6. Preparar resina con gotas de acelerador: 20 gotas/100 g de resina.
7. Cortar fibra de vidrio del tamaño del fondo más 3 cm. Hacer cortes en los bordes para permitir el plegado y la adhesión a las paredes del molde.
8. Aplicar resina en el molde con Gel coat fraguado y colocar la fibra de vidrio cortada.
9. Con la punta del pincel, dando ligeros golpes, permitir que la fibra de vidrio se impregne de resina y quede adherida al molde.
10. Dejar fraguar 24 horas.
11. Desmoldar con ligeros movimientos del molde.
12. Cortar con la sierra a la altura requerida. (figura 2)
13. Lijar los bordes.
14. Hacer la perforación (con taladro) para colocar la varilla metálica.

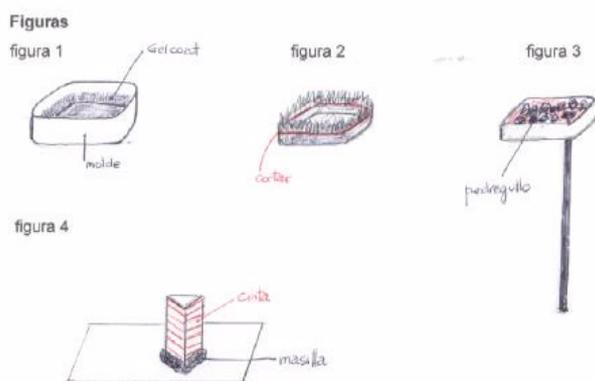
15. Colocar la varilla. (Debe estar plegada del extremo que queda en la parte inferior del soporte).
16. Colocar masilla en el orificio de la varilla y donde está unida al soporte, para que no deslice resina.
17. Rellenar la base del soporte con pedregullo (si se necesita algo de mayor masa) o aserrín (si se desea algo de menor masa y que se pueda perforar); cubriéndolo de resina. (fig 3).
18. Dejar fraguar.

Vaciado

1. Preparar los moldes de los prismas uniendo 3 portaobjetos con cinta aisladora. Las caras internas deberán estar cubiertas con cera en pasta y lustradas para facilitar el desmoldado.
2. Preparar la resina necesaria agregando 20 gotas de catalizador/100g y agitando hasta homogeneizar.
3. Con una varilla llenar los moldes colocados en forma vertical, cuidando de sellar la base, por ejemplo con masilla, para evitar que escurra la resina. (fig 4)
4. Dejar fraguar 24 horas.
5. Desmoldar retirando la cinta aisladora y los vidrios. Si los vidrios quedan adheridos a la resina, colocarlos en agua y llevar a ebullición.
6. Proceder al pulido de aristas y caras.

Pulido

1. Comenzar a pulir los bordes (o caras) irregulares con la lija de grano más grueso.
2. Continuar con lija más fina hasta terminar con lija al agua extra fina.
3. Finalizar el pulido con pasta de pulir.

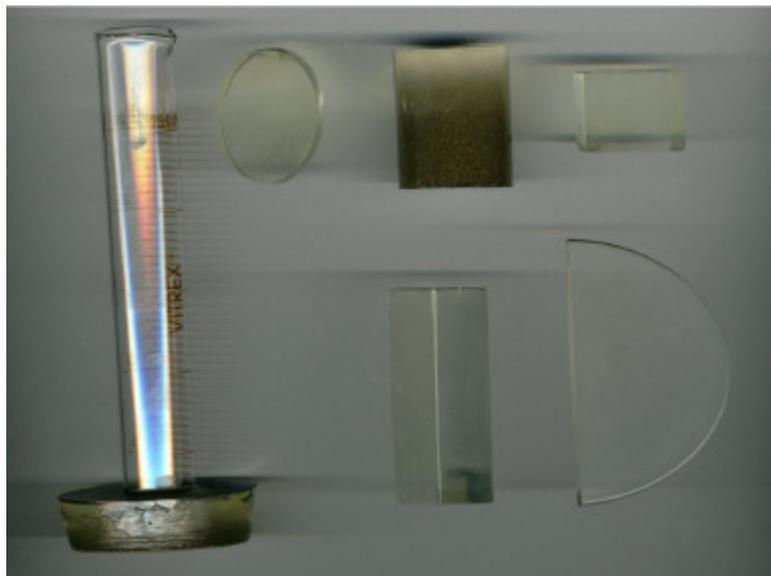


6.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ³⁰

El grupo que trabajó, citado a pie de página 1 consideró que los resultados fueron muy buenos. Se fabricaron 3 soportes para pipetas y 2 soportes universales por el método de laminado, que se ilustran en la siguiente figura:



Asimismo se fabricaron cuerpos geométricos: prismas para descomposición y difracción de la luz, cilindros y cubos. Los mismos se muestra en la siguiente fotografía:



Nota: si los moldes se hacen de vidrio no es necesario pulir las caras del prisma. Si se utilizan moldes de plástico las superficies quedan opacas y es necesario el pulido de las caras del prisma.

Consideraciones teóricas de interés

Desde un punto de vista práctico, las resinas se dividen en dos grandes grupos:

- 1) **Resinas termoplásticas**, que se presentan en estado sólido, generalmente bajo forma de polvos, granulos o perdigones (*pellets*), se ablandan o funden con el calor y pueden por lo tanto moldearse bajo presión, conservando su nueva forma al enfriarse.
- 2) **Resinas termoendurentes o termoestables**, que se presentan habitualmente en forma de líquidos más o menos viscosos; por efecto de un agente especial iniciador, tiene lugar una reacción de polimerización que provoca el endurecimiento de las resinas de manera irreversible. También se conocen como resinas autoendurentes.

No todas las resinas son adecuadas para la realización de los *plásticos reforzados con fibra de vidrio* (PRFV); prácticamente, la gran mayoría de ellas pertenecen al grupo 2 y en particular a las llamadas *de baja presión*.

En la actualidad, las resinas sintéticas más corrientes utilizadas en combinación con las fibras de vidrio son, sobre todo, las poliésteres. las etoxilínicas (epoxi), las fenólicas, las de melamina y las de siliconas; se usan también las resinas acrílicas, las furánicas, ciertos copolímeros butadieno-estireno, resinas a base de dialil-ftalato y otras.

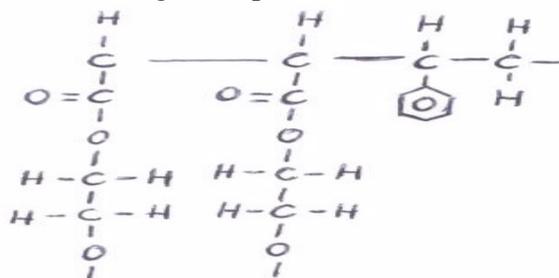
2) Resinas termoestables: Poliésteres

2.1) Características

Las resinas poliésteres no saturadas forman la base misma de toda la industria de los plásticos reforzados.

Esencialmente, las resinas poliésteres se definen como unos compuestos orgánicos no saturados, que encierran varios grupos esteres y que pueden polimerizar o copolimerizar con otros monómeros no saturados, originándose una estructura tridimensional con ligaduras transversales y por lo tanto termoestables, de resistencia mecánica muy elevada.

Los poliésteres se obtienen casi exclusivamente por reacción de determinados ácidos o anhídridos dicarboxílicos no saturados, con alcoholes de doble enlace (ácidos maleico, fumárico, ftálico. isoftálico, etc., con alcoholes alílico, etilen-glicol, propilen-glicol, etc.), presentándose entonces bajo forma de cadenas lineales favorables a la polimerización. Disueltos en determinados tipos de monómeros no saturados como por ejemplo el estireno, el metil-metacrilato, etc., y en presencia de un **catalizador o iniciador (peróxido)**, copolimerizan con desprendimiento de calor (reacción exotérmica), formando enlaces cruzados tridimensionales, pero sin liberación de productos volátiles o acuosos de ninguna especie .



Presentan una resistencia química satisfactoria al agua, sales, ácidos oxidantes y no oxidantes y no resistente a solventes orgánicos no polares y a los alcalis.

2.2) Presentación comercial

En el comercio se presentan normalmente como preparados líquidos incoloros o ligeramente amarillos, en una amplia gama de viscosidades, estando pues formadas por:

- un poliéster no saturado (*polímero*),
- un producto *monómero* no saturado,
- un *inhibidor* o *estabilizante* que impide que se desencadene la reacción de polimerización, mientras la resina está almacenada.

A la temperatura ambiente, estas mezclas tienen por lo común una vida útil de 4 a 6 meses, pero conservadas en cámaras frigoríficas a unos 10°C aprox. su conservación pasa cómodamente del año o año y medio.

Los *iniciadores* generalmente un peróxido orgánico o un hidroperóxido (por ej. peróxido de benzoilo, peróxido de metil-etil-cetona, peróxido de ciclohexanona, butil hidro-peróxido terciario, etc.), cuya descomposición inicia la formación en la resina de los enlaces cruzados, se presentan usualmente en forma de soluciones o de pastas, adicionados a un producto inerte y se mezclan en una proporción variable entre 0,3 y el 4 % de iniciador activo sobre la masa total de la resina (polímero + monómero).

El monómero agregado a las resinas que se expenden en el comercio permite variar la viscosidad de la mezcla para adaptarla mejor a las necesidades de la impregnación y a las condiciones de formación; permite también, dentro de ciertos límites, bajar el costo de la resina.

2.3) Fraguado

En el endurecimiento o *fraguado* de las resinas poliésteres, es posible apreciar bastante claramente dos fases muy distintas entre sí, en la primera de las cuales, llamada de relación, la resina pasa del estado líquido al de un gel pegajoso. Inmediatamente después comienza la segunda etapa o sea el período de fraguado propiamente dicho, que conduce rápidamente al endurecimiento de la resina, con fuerte desarrollo de calor. El tiempo que dura todo este proceso puede variar desde menos de un minuto a varias horas, pudiendo alcanzarse temperaturas internas de hasta unos 240 °C en una masa de resina bien aislada térmicamente, debido al carácter exotérmico de la reacción.

La cantidad total de calor liberada durante el fraguado por una masa determinada de resina, depende del grado de insaturación de sus componentes, o sea de la *reactividad* propia del producto, y es por lo tanto una constante para cada tipo o formulación de resina poliéster.

Además de la temperatura y de la cantidad de catalizador, otros factores influyen sobre el tiempo de curado de las resinas, como por ejemplo la proporción del acelerante, el volumen de resina en juego (a mayor masa de resina, menor tiempo de gelación), la eventual presencia de determinados agentes que pueden actuar como inhibidores del normal proceso de endurecimiento, etc.

Dentro del esquema típico de formulación propio de las resinas poliésteres, variando y combinando de manera oportuna sus principales componentes, es posible modificar en forma amplísima sus propiedades finales, a fin de adaptarlas mejor, ya sea a las necesidades de un uso general, como a distintas exigencias específicas de determinadas realizaciones en lo que atañe, por ejemplo, a su contracción, a su flexibilidad y dureza o a su resistencia a la intemperie, a los agentes químicos, a las altas temperaturas, a la llama, a la electricidad, etc.

2.4) Productos complementarios

Incluyen básicamente tres grupos de productos: las cargas (*fillers*), los aditivos especiales y los agentes de separación o desmoldantes.

2.4.1) Las cargas

Cuando no se requiere de los productos la propiedad de la transmisión de la luz, es posible agregar a los poliésteres, distintos tipos de cargas minerales pulvulentas, destinadas a:

- a) *reducir los costos de fabricación o, más frecuentemente.*
- b) *comunicar al producto determinadas cualidades físico-mecánicas.*

En principio y desde un punto de vista general, una buena carga debería presentar las siguientes características:

- inercia química;
- máxima pureza y bajo peso específico;
- porosidad y absorción mínimas, para no aumentar la viscosidad de la resina;
- amplio intervalo en las dimensiones de los granos para facilitar su acomodación (por ejemplo entre 1 y 18 micrones, con un diámetro medio de 3 a 5 μ);
- fácil dispersabilidad y el más reducido costo posible.

Entre las cargas más comúnmente usadas pueden mencionarse las siguientes: alúmina, ballotini (esferas diminutas de vidrio), caolín, talco, carbonato de calcio (precipitado o ventilado), carbonato de magnesio, polvos de pizarra, mica o amianto; pómez molida, sílice, cuarzo, tierra diatomea calcinada, etc.; polvos metálicos: aluminio, hierro, cobre, etc.

Las ventajas de carácter general que tales cargas permiten obtener, además de una cierta reducción en los costos, pueden resumirse de la siguiente forma:

- *aumento de la resistencia a compresión y del módulo de elasticidad;*
- *mayor resistencia en las zonas más ricas de resinas y menor peligro de grietas;*
- *mejor aspecto y terminación de las superficies;*
- *disminución de la contracción de la resina que puede ser, en ciertas condiciones, totalmente anulada (la contracción de una resina poliéster pura es del orden de 7-8%, en volumen).*

Con respecto a la elección de las cargas no es posible, sin embargo, proporcionar indicaciones fijas, representando ello, normalmente, el resultado de una valoración comparativa entre el costo y las propiedades físico-químicas y mecánicas del producto a producir, especialmente en lo que respecta a su comportamiento en determinadas condiciones de trabajo y particularmente en húmedo.

2.4.2) Aditivos especiales

Se trata de agentes destinados, a proporcionar determinadas propiedades a las resinas, por ejemplo color, calidades ignífugas, mayor resistencia a la luz, etc.

Una importancia especial reviste la coloración de las resinas para PRFV, que ha conducido al desarrollo de una amplia gama de colorantes especiales, ya transparentes, ya opacos, que se presentan en el comercio bajo forma de pastas o de pigmentos solubles, inorgánicos u orgánicos, dispersos en vehículos apropiados (ftalato de dialilo, resinas poliésteres, etc.). Como norma general, estas sustancias deberían estar dotadas de una óptima resistencia a la luz, de una muy buena estabilidad química y a] calor y no influir en el curso de la gelificación, ni en las propiedades de la resina a través del tiempo.

Por ejemplo la coloración blanca en el poliéster utilizado se logra con el agregado de óxido de titanio.

Sin embargo, algunos de estos aditivos suelen provocar ciertas alteraciones en el proceso que lleva al endurecimiento, retardándolo o acelerándolo o provocando la formación de pequeñas burbujas de gas en la masa de resina por reacciones debidas a su acidez residual: aconsejándose siempre realizar algunos ensayos preliminares antes de pasar a operar sobre grandes cantidades, tanto más en el caso de emplearse colorantes orgánicos de menor estabilidad, que pueden cambiar más o menos profundamente en el curso de la polimerización por acción de los compuestos usados como iniciadores, o por efecto del calor de reacción.

Las resinas que más fácilmente pueden ser coloreadas en una delicada variedad de matices y tonalidades, son en primer término las epoxídicas, luego las poliésterc-s, las de melamina y las silicónicas; en cambio el color oscuro, de trigueño a tostado, de las resinas fenólicas, limita mucho las posibilidades de su coloración. Las proporciones en que se usan los colorantes dependen, desde luego, de su naturaleza y concentración y del efecto que se quiere lograr; variando entre un 0,5 % en peso para los laminados translúcidos, a cantidades entre el 1 y el 5 % para los colores opacos, y hasta un 10 % o más para las capas superficiales de resina (*gel coats*).

2.4.3) Separadores

Los separadores, conocidos también como agentes de despegue o desmoldantes, son una especie de intermediarios que se aplican sobre la superficie de los moldes o de las matrices, para facilitar la separación de la pieza una vez terminada la polimerización. El empleo de tales agentes resulta siempre necesario porque la mayor parte de las resinas

que se utilizan en la fabricación de los PRFV poseen un alto poder adhesivo y tienden, por lo tanto, a quedarse unidas a las superficies con las que entran en contacto, dificultando la remoción de los productos.

Los agentes de despegue pueden agruparse en las cuatro categorías siguientes:

- a) Ceras (generalmente cera de carnauba) y emulsiones de ceras;
- b) Soluciones acuosas de alcohol polivinílico, de agar-agar, de caseína, de alginato de sodio, de metilcelulosa, de silicona, etc.;
- c) Soluciones en solventes de rápida evaporación, tales como el acetato de celulosa o acetato de etilo, etc.;
- d) Películas como las de acetato o triacetato de celulosa, el Cellophane, las de alcohol polivinílico, de polietileno, de poliéster saturado (Mylar, Terphane), de politetrafluoro-etileno (Teflon, Algoflon), etc.

3) Métodos de formación

Los sistemas de fabricación de los plásticos reforzados son relativamente numerosos y dependen no sólo de las dimensiones, de la forma y de la terminación superficial del elemento a producir, sino también de las características mecánicas de éste y del programa de fabricación, o sea de la cantidad de piezas que deban producirse y del ritmo de trabajo previsto.

Los distintos métodos de producción de los PRFV actualmente en uso, dentro de las numerosas variantes de detalle que presentan para adaptarlos mejor a las necesidades específicas o a las particulares exigencias de una determinada producción, pueden clasificarse de la siguiente forma:

- A) Formación a mano por contacto, sobre un solo molde;
- B) Con saco elástico, en vacío o bajo presión,
- C) Moldeo con pistón flexible;
- D) Fabricación con doble molde, sin presión;
- E) Fabricación con matrices metálicas acopladas, bajo presión;
- F) Formación por centrifugado;
- G) Formación por envolvimiento (*winding*).

Básicamente, la formación de los PRFV es bastante sencilla: consiste en impregnar el elemento reforzante por medio de una resina líquida previamente preparada, y mantenerlo en el molde del que reproducirá la forma, hasta su endurecimiento.

Este esquema, encuentra para su correcta realización dos obstáculos que han de ser debidamente conocidos y superados:

- la necesidad de eliminar totalmente el aire atrapado entre las fibras de vidrio del refuerzo y reemplazarlo por la resina.
- el control de los numerosos factores que actúan sobre el tiempo de gelificación de la resina, cuyo endurecimiento deberá efectuarse en la forma y en el momento apropiados.

Para ello se aconseja operar, especialmente en la formación a mano, en ambiente de temperatura y humedad controladas, el ideal sería una temperatura aproximada de 20 - 25 °C con una humedad relativa no mayor del 50 %, o por lo menos realizar algunos ensayos previos con una pequeña porción de resina para establecer el tiempo de polimerización.

Los materiales de refuerzo deberán guardarse en un local absolutamente seco, y de existir la sospecha de que hubieran podido adquirir un poco de humedad por absorción superficial de las fibras, deberá precederse a su secado en estufa con circulación de aire,

a una temperatura de unos 60° C aproximadamente por el tiempo necesario.

7.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

Considerando la versatilidad del material trabajado, las posibilidades de fabricación son múltiples.

- ✓ Con el mismo procedimiento de laminado y vaciado se pueden obtener otras figuras geométricas, utilizando el molde adecuado.
- ✓ Se puede agregar limaduras de hierro o bronce a la resina inicial, obteniéndose resina no transparente, siendo un uso el fabricar bases para probetas (se usa como molde un recipiente de plástico adecuado).

Con relación a la SPE:

- ✓ Investigar las múltiples aplicaciones que se dan hoy a las resinas, considerando los diferentes tipos de las mismas y las diversas áreas de aplicación posibles: medicina, odontología, arte, artículos culinarios, etc.
- ✓ Indagar acerca de las demás industrias que se han desarrollado como consecuencia del uso de resinas, la industria química en particular para la provisión de materia prima.
- ✓ Conocer el origen de las mismas: cual fue la primera sintetizada, en que lugar, por parte de quien, que usos se le dio, etc.
- ✓ Averiguar que impactos particularmente trascendentes a implicado el uso de resinas en las diversas áreas. Realizar un estudio crítico de la relación costo/beneficio a juicio de cada estudiante.
- ✓ Analizar el impacto medioambiental que puede tener el uso de una material sintético para el cual la naturaleza no tiene un medio de eliminación. Considerar la industrialización de los productos químicos de partida.

8.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Las resinas son materiales sintéticos que se analizan al trabajar la unidad de materiales. Puede ser estudiado como un proceso de catálisis o de polimerización. Pero también es posible analizar otros aspecto: el de su degradación, eliminación o reciclaje. Es una actividad que puede realizarse en el marco de una metodología *CTS*.

9.- Bibliografía

- ✓ D' Arsié, Duilio (1972) *Los plásticos reforzados con fibras de vidrio*, Editorial Américalee, 3° Edición, Bs. As.

¿ Cómo saber si un producto es ácido o básico?

Actividad 20



Desde la antigüedad se caracterizó a los ácidos como aquellas sustancias que presentaban un sabor agrio y podían disolver los metales activos como el hierro y el cinc. De forma similar, las bases tienen un sabor amargo y presentan una sensación resbalosa al tacto. Ambos compuestos provocan cambio de color en ciertas sustancias denominadas “reactivos indicadores”. Muchos indicadores ácido – base son colorantes vegetales. Por ejemplo, a partir de la maceración de pétalos de violeta africana, se pueden extraer pigmentos que tienen colores diferentes frente a un ácido o a una base.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Se podrá conocer un método de obtención de un reactivo indicador de origen natural, a partir de productos de la vida cotidiana y sus posibilidades de uso en valoraciones ácido-base a nivel de laboratorio.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué se entiende por ácido y/o base desde un punto de vista químico?
- ✓ ¿ Adónde se encuentran ácidos y bases en la vida diaria ?
- ✓ ¿ En qué consiste un reactivo indicador desde el punto de vista químico?
- ✓ ¿ Cómo pueden obtenerse reactivos indicadores a partir de productos de la vida diaria?
- ✓ ¿ Cómo estimar el pH al cual vira el reactivo indicador?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Conceptos generales de acidez y basicidad.
- ✓ Métodos de extracción por solventes.
- ✓ Preparación de soluciones.
- ✓ Valoraciones ácido-base.
- ✓ Manipulación adecuada a nivel de laboratorio.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Matraces erlenmeyer	Soluciones de HCl y NaOH valoradas
Pipetas aforadas	Pétalos de flores (membrillo de jardín, violeta africana)
Buretas y embudos	Etanol

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Se utilizan HCl y NaOH, sustancias corrosivas. Evitar el contacto con la piel. Trabajar bajo campana con gafas, guantes y túnica. Asimismo se utiliza etanol, producto inflamable por lo que se recomienda trabajar lejos de llamas o chispas.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Para la preparación de los reactivos indicadores:

1. Se cortan pétalos de flores (membrillo de jardín o violeta africana) en trozos, lo más pequeños posibles y se colocan en un frasco limpio.
2. Se agrega al frasco etanol 95% hasta cubrir los pétalos cortados.
3. Se dejan macerar durante 24 horas.

Aplicación del reactivo indicador natural:

Para determinar los colores que adoptan los diferentes reactivos indicadores obtenidos en los diferentes medios y estimar su rango de viraje, se puede proceder de la siguiente manera:

1. En un matraz erlenmeyer se colocan 10,0mL de solución de HCl valorada con pipeta aforada.
2. Se agrega el reactivo indicador extraído de flores.(*).
3. En una bureta de 25,0mL se coloca la solución valorada de NaOH y se comienza la valoración.
4. Se anota el gasto de solución de NaOH cuando el indicador cambia su color.
5. Realizar dos valoraciones más.

(*) en la valoración del ejemplo, se utilizaron 3mL de reactivo indicador por tratarse de una solución muy diluída. Es recomendable realizar una concentración del mismo previo a su utilización.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar los datos ?

Una opción sería:

Reactivo indicador	Color inicial	Color final	Gasto de NaOH
Violeta africana			
Membrillo de jardín			

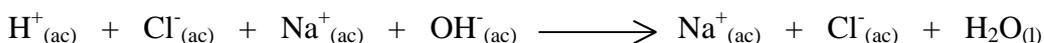
7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?³¹

A modo de ejemplo:

Reactivo indicador	Color inicial	Color final	Gasto de NaOH
Violeta africana	verde	fucsia	10,35 mL
Membrillo de jardín	verde	rojo	10,75 mL

Estimación del pH de viraje del indicador extraído del membrillo de jardín.

Se utilizaron: una solución de NaOH 0.125 M y una solución de HCl 0.129 M.
Considerando la reacción de neutralización:



$$V_{\text{gasto HCl}} = (10,00 \pm 0,1)\text{mL}$$

$$V_{\text{gasto NaOH}} = (10,75 \pm 0,05)\text{mL}$$

³¹ Marcela De León, Ramiro Irazoqui, *Obtención de diferentes reactivos indicadores naturales y determinación de su rango de viraje*, Taller de Laboratorio, IPA.

$$n \text{ NaOH} = M \times V = 0,125 \times 10,75 \times 10^{-3} = 1,34 \times 10^{-3} \text{ mol NaOH}$$

$$n \text{ HCl} = M \times V = 0,129 \times 10,0 \times 10^{-3} = 1,29 \times 10^{-3} \text{ mol HCl}$$

$$n \text{ OH}^- \text{ exceso} = 1,34 \times 10^{-3} - 1,29 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-5} \text{ mol OH}^-$$

$$(\text{OH}^-) = \frac{5 \times 10^{-5} \text{ mol}}{(10,0 + 10,75 + 3,0) \times 10^{-3} \text{ L}} = 2,1 \times 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log(2,1 \times 10^{-3}) = 2,7$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 11,3$$

El viraje del reactivo indicador obtenido a partir de la maceración de pétalos de flor de membrillo de jardín es en el entorno del pH 11.

Determinación del rango de viraje del indicador extraído de la violeta africana.

$$V \text{ HCl} = (10,00 \pm 0,1) \text{ mL}$$

$$V \text{ NaOH} = (10,35 \pm 0,05) \text{ mL}$$

$$n \text{ HCl} = N \times V = 10,0 \times 10^{-3} \times 0,129 = 1,29 \times 10^{-3} \text{ moles HCl}$$

$$\Rightarrow 1,29 \times 10^{-3} \text{ moles H}^+$$

$$n \text{ NaOH} = N \times V = 10,35 \times 10^{-3} \times 0,125 = 1,29 \times 10^{-3} \text{ moles NaOH}$$

$$\Rightarrow 1,29 \times 10^{-3} \text{ moles OH}^-$$

Como la neutralización fue estequiométrica para ácido y base respectivamente, el pH final es el del agua, o sea neutro: pH = 7

El viraje del reactivo indicador obtenido a partir de la maceración de pétalos de flor de violeta africana es en el entorno del pH 7.

8.- Datos de interés³²

¿Qué podemos decir en cuanto a la naturaleza de los ácidos y de las bases?

Se ha tratado de relacionar las propiedades de los ácidos y las bases con su composición y estructura molecular. La primer definición de ácido y base -década del 1880- surge con Arrhenius quien sugiere que aquellas sustancias que en solución acuosa producen iones H^+ son ácidos y que las bases producen iones OH^- . A partir de esto consideramos que si una solución contiene más H^+ que OH^- es una solución ácida y en el caso contrario es una solución básica.

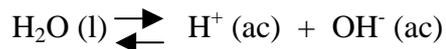
Luego surge la concepción de ácidos y bases según Bronsted-Lowry a partir del cual se establece que aquellas sustancias capaces de donar protones serían conocidas como ácidos y análogamente aquellas sustancias capaces de recibir protones se las conocería como bases.

¿Qué papel le podemos otorgar al agua?

En el caso específico del agua podemos observar que ésta puede tanto donar como aceptar un protón. También puede actuar como donador y aceptor de un protón entre moléculas iguales. Esta transferencia de un protón la llamamos autoionización. Ninguna molécula permanece en forma iónica durante mucho tiempo pues el equilibrio es muy rápido.

³² Gabriela Meroni, *Equilibrio Ácido -Base*, Organización de Laboratorio, IPA, 2004.

Al expresar el protón hidratado como H^+ (ac) y no como H_3O^+ (ac) el equilibrio se representa como:



Por lo que la expresión de equilibrio que viene dada por:

$$K = \frac{(H^+)(OH^-)}{(H_2O)}$$

La concentración de agua en las soluciones acuosas suele ser muy grande (alrededor de 55M) y permanece prácticamente constante en las soluciones diluidas. Por consiguiente, se suele incluir la concentración del agua por lo que la expresión de la constante de equilibrio se representa por:

$$K_w = (H^+)(OH^-) = 1.0 \times 10^{-14}$$

El producto de dos constantes K y (H_2O) , se define como una nueva constante K_w esta importante constante se denomina como *producto iónico del agua*. A $25^\circ C$ K_w tiene un valor de 1.0×10^{-14} . La ecuación anterior es válida tanto para soluciones acuosas como para agua pura.

¿Cómo podemos expresar la (H^+) ?

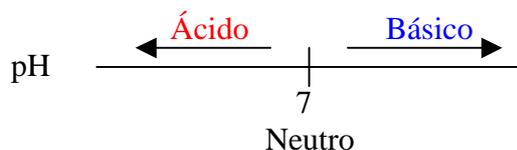
Puesto que la concentración de H^+ (ac) en una solución acuosa es muy pequeña es conveniente expresarlo en términos de pH.

El pH lo definimos como el logaritmo negativo en base 10 de la concentración molar de iones hidrógeno

$$pH = -\log (H^+)$$

Debido al signo negativo de la ecuación el pH disminuye a medida que aumenta (H^+) . ¿Qué significa que disminuya el pH? Que la solución va a ser cada vez más ácida. Esto lo podemos resumir en:

1. Soluciones ácidas: $pH < 7$
2. Soluciones neutras: $pH = 7$
3. Soluciones básicas: $pH > 7$



El logaritmo negativo también es una forma conveniente de expresar otras magnitudes pequeñas. Por ejemplo podemos expresar la concentración de OH^- como pOH:

$$pOH = -\log (OH^-)$$

Tomando el logaritmo de ambos lados de la ecuación

$$K_w = (H^+)(OH^-) = 1.0 \times 10^{-14} \quad \log K_w = \log (H^+) + \log (OH^-)$$

y multiplicando por (-1)

$$pH + pOH = -\log K_w = 14 = pK_w$$

¿Qué es un electrolito?

Muchas sustancias se disocian o ionizan cuando se disuelven en agua. Aunque el agua por sí misma es un mal conductor de la electricidad, la presencia de iones hace que las soluciones acuosas se conviertan en buenos conductores. Por esta razón los solutos que existen como iones en solución se denominan **electrolitos**.

Podemos encontrar dos tipos de electrolitos:

- ✓ Electrolitos fuertes: son aquellos que en solución se encuentran completamente disociados. La mayor parte de los compuestos iónicos son electrolitos fuertes.
- ✓ Electrolitos débiles: son los compuestos que se disocian sólo parcialmente en una solución.

Debemos de tener cuidado de no confundir el grado en que un electrolito se disuelve en agua con su característica de ser fuerte o débil.

¿Existen diferentes tipos de ácidos? ¿y de bases?

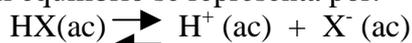
Si, existen dos tipos de ácidos y dos tipos de bases. Por un lado tenemos ácidos fuertes y débiles; y por otro lado tenemos bases fuertes y débiles.

- ✓ Ácidos fuertes: se caracterizan por ser electrolitos fuertes; se disocian en agua para formar H^+ (ac) y no quedan moléculas de ácido sin disociar en la solución.

Algunos de los ácidos fuertes más comunes son: HCl, H_2SO_4 , $HClO_4$ y HNO_3 . En una solución acuosa de un ácido fuerte dicho ácido es la única fuente importante de iones H^+ .

- ✓ Ácidos débiles: se caracterizan por ser electrolitos débiles; se disocian en agua para formar H^+ (ac) en equilibrio con moléculas de ácido sin disociar en la solución.

El grado en que un ácido se ioniza en un medio acuoso se puede expresar por la constante de equilibrio para la reacción de ionización. Por ejemplo si expresamos a un ácido con el símbolo de HX, donde X^- es la fórmula de la base conjugada que produce cuando se ioniza el protón. El equilibrio se representa por:

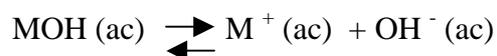
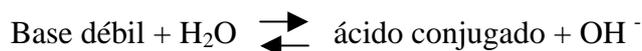


La expresión de la constante de equilibrio correspondiente es:

$$K_a = \frac{(H^+)(X^-)}{(HX)}$$

K_a representa la constante de equilibrio y se la conoce como constante de disociación ácida. Cuanto más pequeño sea el valor de esta constante, más débil es el ácido.

- ✓ Bases fuertes: Las bases fuertes más comunes son los hidróxidos de los metales del grupo IA tales como NaOH, KOH. Generalmente cuando las bases fuertes se encuentran en solución acuosa, éstas son las principales fuentes de OH^- .
- ✓ Bases débiles: Estas sustancias reaccionan con agua removiendo protones del H_2O , formando así el ácido conjugado de la base e iones OH^- :



La constante de equilibrio vendrá expresada por la ecuación:

$$K_b = \frac{(M^+)(OH^-)}{(MOH)}$$

K_b representa la constante de equilibrio para una base en solución acuosa, se la conoce como constante de disociación básica y se refiere al equilibrio en el cual una base reacciona con H_2O para formar el ácido conjugado y OH^- .

Reactivos indicadores:

Los indicadores ácido – base son, por lo general, un ácido orgánico o una base orgánica débiles que tienen colores diferentes en sus formas ionizada y no ionizada. Estas dos formas están relacionados con el pH de la solución en la que se disuelva el indicador. Sin embargo, no todos los indicadores cambian de color al mismo pH, así que la elección de un indicador para una titulación en particular depende de la naturaleza del ácido y de la base utilizados (es decir, si son fuertes o débiles). El viraje de un indicador no se produce a un pH específico; más bien existe un intervalo de pH en el que se observa este hecho. En la práctica, se elige un indicador cuyo viraje esté en la región de la curva de titulación donde la pendiente sea máxima. Muchos indicadores ácido – base son colorantes vegetales. Por ejemplo, al hervir en agua repollo colorado macerado se pueden extraer pigmentos que tienen colores muy diferentes a diferentes pH. La elección del indicador dependerá de la fuerza del ácido y de la base utilizados en una titulación particular.

Cuadro 1 – Intervalos de viraje para distintos indicadores ácido – base:

INDICADOR	MEDIO ÁCIDO	MEDIO BÁSICO	INTERVALO DE pH
Azul de timol	Rojo	amarillo	1,2 – 2,8
Azul de bromofenol	Amarillo	Azul púrpura	3,0 – 4,6
Anaranjado de metilo	Anaranjado	amarillo	3,1 – 4,4
Rojo de metilo	Rojo	amarillo	4,2 – 6,3
Azul de clorofenol	Amarillo	rojo	4,8 – 6,4
Azul de bromotimol	Amarillo	azul	6,0 – 7,6
Rojo de cresol	Amarillo	rojo	7,2 – 8,8
Fenolftaleína	Incoloro	Rosa intenso	8,3 – 10,0

pH en reactivos indicadores:

La medida del pH se puede realizar “potenciométricamente” o con “indicadores”. Los indicadores son colorantes, los cuales varían su color según el valor del pH. Se trata siempre de ácidos, cuya base conjugada muestra otro color que el ácido mismo. En la solución acuosa del mismo se da el siguiente equilibrio:



Al añadir un ácido, este equilibrio se desplaza hacia la izquierda; la concentración de las moléculas HIn se hacen mayor, y el color de las mismas se hace visible. Por el contrario, hay un desplazamiento del equilibrio hacia la derecha si se añade una base. Los iones H_3O^+ ceden a la base protones y con esto desplazan el equilibrio, de tal manera que se hace visible el color de los iones In^- . En el momento de viraje del indicador las concentraciones de HIn y de In^- han de ser iguales.

La variación del pH se puede calcular:

$$K_{a\ HIn} = \frac{(H_3O^+)(In^-)}{(HIn)}$$

En el viraje se cumplirá, por tanto, que $(In^-) = (HIn)$, entonces $pH = -\log K_a_{HIn}$. Para medir el valor del pH de una solución, se prueba con diferentes indicadores o con mezclas de los mismos. A menudo son utilizados también, para la medida del pH, tiras de papel impregnadas con indicadores o con mezclas de indicadores; los colores observados han de compararse con una escala de colores que acompaña al papel indicador.

9.- ¿Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Se puede ampliar el trabajo a indicadores extraídos de otras flores o productos naturales.
- ✓ Procurar la obtención del colorante en otro medio que no sea alcohólico, ej. acuoso y determinar la vida útil del indicador preparado comparativamente con el alcohólico.
- ✓ Intentar la concentración del colorante por algún método adecuado a los efectos de no usar volúmenes significativos del mismo en cada valoración.
- ✓ Determinar el rango de viraje del indicador utilizando, por ejemplo, un método potenciométrico.

Con relación a la SPE:

- ✓ Determinar cual es la época del año en la cual la extracción de colorantes de los pétalos de flores es óptima a los efectos de lograr un reactivo indicador.
- ✓ Investigar a que tipo de compuestos químicos se debe la coloración: que grupos funcionales son los responsables, que tipos de enlaces se presentan en esos compuestos, etc.
- ✓ Averiguar cuáles son los reactivos indicadores que se utilizan habitualmente: su composición química, su forma de presentación comercial, como se fabrican, adonde se venden, etc.
- ✓ Indagar acerca de otros usos o aplicaciones de los productos químicos utilizados habitualmente como indicadores.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

La aplicación que se puede dar en la enseñanza a la SPE planteada es muy vasta en tanto el tema ácidos y bases se trabaja desde muy temprano en la enseñanza media. Muchas veces en las clases de ciencias a nivel de escuela primaria ya se aborda la temática con productos de la vida cotidiana tales como alimentos o productos de limpieza como ejemplos. También puede ser aplicable a métodos de extracción.

Otra temática que puede ser analizada utilizando el ejemplo de los reactivos indicadores obtenidos es el de equilibrio químico.

Dadas las características del planteo, lleva implícita una carga horaria elevada a nivel de laboratorio, en tanto se necesita preparar soluciones de ácido y base, valorarlas, extraer los productos a utilizar como indicadores, determinar el mejor solvente, estimar su rango de viraje, etc. Por ello se recomienda abordar esta actividad de la *Química de los Productos Naturales*, en el marco de una *investigación dirigida*.

11.- Bibliografía

- ✓ Brown, T.L., LeMay, H.E. y Bursten, B., (1998), *Química La Ciencia Central*, 7ª. Edición, Prentice -Hall Hispanoamericana, S.A, México.
- ✓ Chang, R.; (1998); *Química*, 6º edición, Editorial Mc Graw Hill, Méjico, Págs. 115 – 120; 660 – 662.
- ✓ Chemical Education Material Study, (1982), *Química una ciencia experimental*, Editorial Reverté S.A., España.
- ✓ Christen, H., (1977), *Química General*, 7º edición, Editorial Reverté S.A., España, Págs. 123 – 125.
- ✓ Fessenden, R., Fessenden, J., (1982), *Química Orgánica*, 2º edición, Editorial Iberoamericana, Méjico, Págs. 938 – 940.
- ✓ Mortimer, C.,(1994), *Química*, 5ª Edición, Editorial Iberoamericana , México.

¿Cómo diferenciar una tela natural de una artificial?

Actividad 21



Las telas se obtienen entrecruzando hilos largos, finos y resistentes, los cuales están confeccionados con fibras textiles. El algodón es la fibra más versátil y utilizada de todas, es la única de semillas utilizada en la industria textil. La seda es una de las fibras textiles conocidas más antiguas, según la tradición china era usada ya en el siglo VII a. C. A la lana únicamente la produce la oveja pero por extensión también se denomina lana a pelos de cabra de Angora, de llama, alpaca y vicuñas. Dentro de las fibras artificiales, creadas por el hombre, se encuentran: rayón, nylon y dacrón entre otras.

1.- ¿Qué podremos averiguar...

Podremos establecer las diferencias entre distintos tipos de telas a través de reacciones sencillas.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué tipos de telas existen según el origen de la materia prima?
- ✓ ¿ Qué ventajas o desventajas, para el uso en vestimentas, presenta cada una?
- ✓ ¿ Qué características presenta cada fibra textil al microscopio ?
- ✓ ¿ Cómo diferenciar fibras naturales de fibras artificiales ?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Habilidades manipulativas a nivel de laboratorio.
- ✓ Trabajo seguro con reactivos químicos.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Distintas muestras de telas	Hidróxido de sodio concentrado
Tubos de ensayo	ácido fórmico al 90%.
Mechero	Acido nítrico
Microscopio	Nitrato de plomo (II)

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

<i>Sustancia</i>	<i>Frase R</i>	<i>Frase S</i>
Acido fórmico	35	2- 23- 26
Acido nítrico	35	2- 23- 26- 27
Hidróxido de sodio	35	2- 26- 37/39

Los tres productos indicados pueden producir quemaduras graves. Debe trabajarse en lugar aireado o bajo campana para evitar la inhalación de vapores. Usar guantes, gafas y túnica.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Ensayos a realizar:

Ensayo 1:

Colocar aproximadamente 1 mL de hidróxido de sodio concentrado en seis tubos de ensayo y agregar a cada tubo un trocito de cada muestra, calentar hasta ebullición. Se toman como positivas aquellas muestras que se disuelvan durante el ensayo.

Ensayo 2:

Tomar las muestras que dieron positivo el ensayo anterior y colocar un trocito de cada una de ellas en un tubo de ensayo al que se le agregará 1 mL de ácido nítrico. Si se ve cambio de color se considera que el ensayo fue positivo.

Ensayo 3:

Mojar dos tiras de papel de filtro en nitrate de plomo (II) y colocarlas en tubos de ensayo que contengan hidróxido de sodio. Adicionarle trozos de las telas que dieron positivo el ensayo anterior. Si se ve un ennegrecimiento en el papel, el ensayo fue positivo.

Ensayo 4:

Tomar tres tubos de ensayo y adicionarles 1 mL de ácido fórmico al 90%. En cada uno de ellos colocar un trocito de las muestras que dieron negativo el primer ensayo.

Ensayo 5:

Tomar un trozo de cada una de las muestras que quedan sin identificar y acercarlas al mechero. Se tomara como positivo el ensayo que en presencia de calor produzca ablandamiento y arruga de la muestra.

Otro método para identificar los distintos tipos de telas es a través de su observación en el microscopio donde se pueden advertir las diferentes características de las fibras.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Una opción sería completando los siguientes cuadros:

Muestra	Hidróxido de sodio	Acido nítrico	Nitrato de Plomo (II)	Ácido fórmico	Calor
Lana					
Seda					
Algodón					
Rayón					
Dacrón					
Nylon					

Muestra	Observaciones al microscopio
Lana	
Seda	
Algodón	
Rayón	
Dacrón	
Nylon	

7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?³³

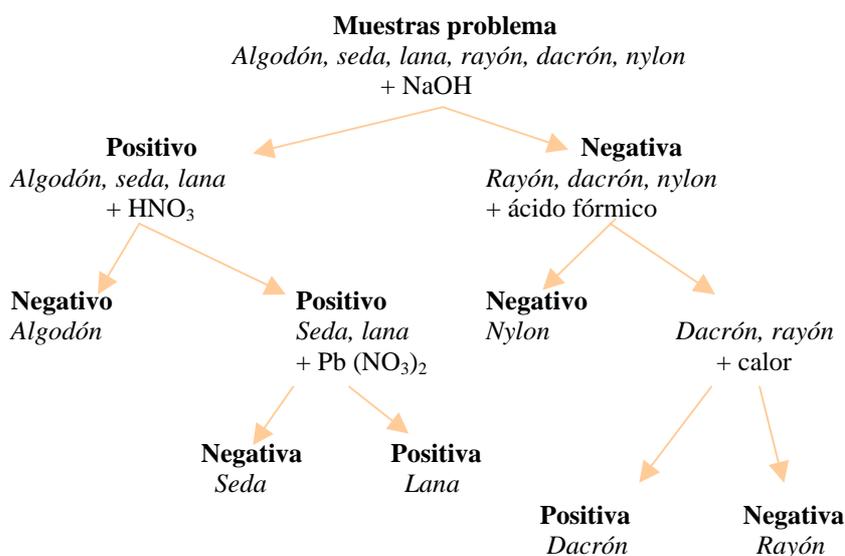
Resultados de una experiencia anterior se indican a continuación:

Muestra	Hidróxido de sodio	Acido nítrico	Nitrato de plomo	Ácido fórmico	Calor
Lana	+	+	+		
Seda	+	+	-		
Algodón	+	-			
Rayón	-			-	-
Dacrón	-			-	+
Nylon	-			+	

Con relación a la combustión:

- ✓ la lana genera un olor característico a “pelo quemado” siendo dificultosa su combustión,
- ✓ la seda arde con facilidad
- ✓ el algodón arde rápidamente dejando un residuo blanco,
- ✓ el rayón se arruga y arde con facilidad
- ✓ el dracón se ablanda y arde con facilidad
- ✓ el nylon al combustionarse genera olor a “plástico quemado”.

Otra forma de analizar los resultados sería:



³³ Marcela Pérez, *Telas naturales y artificiales*, Organización de Laboratorio, IPA, 2004.

8.- Datos de interés

Las *fibras textiles* son todas las materias primas que, procesadas, sirven para fabricar tejidos; y se pueden clasificar según su origen:

NATURALES

Fibras animales	Fibras vegetales	Fibras artificiales o sintéticas
Ejemplo: lana de oveja, seda del gusano de seda, y pelos de: camello, llama, alpaca, conejo, cabra y vicuña	Se extraen de distintas partes de las plantas: <ul style="list-style-type: none"> • Frutos: algodón • Tallo: lino, cáñamo, yute • Hojas: esparto y formio 	Ejemplo: rayón. Orgánicos: nylon y dacrón. Inorgánicos: amianto, lana de vidrio; no se usan para vestimenta

Desde el punto de vista químico, las fibras de origen animal son proteínas resistentes a la mayoría de los ácidos orgánicos y, bajo ciertas condiciones, a ciertos ácidos minerales como el ácido sulfúrico. Por el contrario, las bases diluidas pueden dañarlas y las bases fuertes las disuelven por completo; los blanqueadores que contienen cloro también las pueden dañar.

Las fibras vegetales son principalmente de celulosa y son resistentes a las bases tanto débiles como fuertes. Del mismo modo son resistentes a los ácidos orgánicos pero los ácidos minerales fuertes las destruyen.

Las fibras naturales animales contienen nitrógeno y cuando se calientan forman amoníaco mientras que las fibras artificiales o de origen vegetal cuando se calientan producen vapores ácidos.

La industria textil comprende:

- La obtención de las fibras textiles si son naturales o por elaboración si son artificiales.
- Conversión de la fibra textil en hilados.
- Tejido de los hilados.
- Procesos de blanqueo, teñido, abrillantado, estampado, etc.

Fibras naturales

Lana:

En la baja Edad Media, la lana fue un elemento económico muy importante en Europa. En la esquila se corta la lana cuidando que las hebras no se fragmenten demasiado. Con el microscopio se observan escamas superpuestas (no apreciables al tacto) que facilitan la adhesión de las fibras entre sí. La lana chilluda esta medulada, con el microscopio se distingue un canal central lleno de aire.

Lanas observadas al microscopio:



Lana común



Lana chilluda

Como se puede observar las fibras de lana no son continuas por lo que si están destinadas a la industria textil se deben hilar.

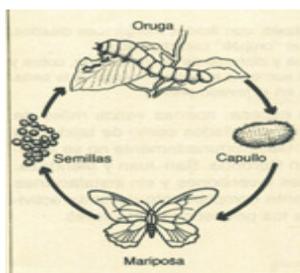
El principal componente químico de la lana es la queratina (prótido que contiene azufre). Se quema con dificultad dando olor a “pelo quemado”.

Seda Natural:

Las referencias existentes en el Antiguo Testamento indican que era conocida en los tiempos bíblicos en Asia occidental, de donde fue trasladada a las islas griegas del mar Egeo. Se cree que los chinos desarrollaron un lucrativo comercio con occidente en tiempos de la dinastía Han, en el siglo II a.C. La seda se convirtió en una mercancía valiosa tanto en Grecia como en Roma; tanto que Julio Cesar restringió el uso de la seda exclusivamente a su persona y a la elaboración de las togas de las personalidades favorecidas por él.

Hasta el año 550 d.C. toda la seda se tejía en Europa procedía de fuentes asiáticas pero con la extensión del Islam el gusano de seda llegó a Sicilia y España. En los siglos XII y XIII, Italia se había convertido en el centro de la seda de occidente, pero al llegar el siglo XVII, los telares de seda establecidos en Lyon, Francia, adquirieron su actual fama por la belleza de sus tejidos.

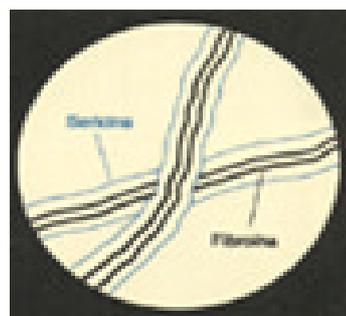
La produce el gusano de seda cuyo ciclo cumple cuatro etapas:



- **La hembra pone huevos (negros y pequeños)**
- **Del huevo nace una oruga que ingiere hojas de morera.**
- **Al completar su desarrollo teje un capullo y se encierra dentro.**
- **Dos semanas después sale una mariposa que coloca sus huevos recomenzando el ciclo.**

Cada capullo esta tejido por un solo hilo largo (1500 metros) y muy resistente; que la mariposa rompe al salir.

Al observarlo al microscopio se ve liso y con dos filamentos internos. Ambos están constituidos por la fibroína proteica (componente principal de la seda) unidos por una sustancia gomosa y amarillenta (sericina).



Algodón:

Estudios científicos han atribuido a fibras y fragmentos de bolas de semillas hallados en el valle de Tehuacán, México, una antigüedad aproximada a 7000 años.

Se sabe con certeza que la planta se cultiva y se utiliza en la India desde hace 5000 años. El algodón se utilizó también en los antiguos imperios chino y egipcio y en América.

Proviene de una planta anual de aproximadamente 1,5 metros de altura, originaria de la India. El fruto es una cápsula con varias cavidades que alojan semillas envueltas en hebras largas y blancas. Las fibras de algodón tienen varios centímetros de largo y son de sección chata.



Al microscopio parecen cintas transparentes. Alrededor del 50% se enrulan lo que favorece la adhesión mutua pero siendo menos resistente y menos elástica que la lana. Esta compuesta casi exclusivamente por celulosa (glúcido sólido, blanco e insoluble en agua). Su combustión es rápida dejando un pequeño residuo blanco de las sales inorgánicas

Fibras artificiales:

Las fibras artificiales en general son durables, brillantes y fáciles de teñir e inarrugables. Estas fibras se pueden clasificar en:

- Fibras celulósicas (en las que se usa celulosa como materia prima; por ejemplo el rayón).
- Fibras no celulósicas (tienen distintas materias primas; por ejemplo las poliamidas o los poliésteres).

Rayón:

Es una denominación genérica aplicada a las fibras obtenidas con pasta de celulosa, preparadas con madera o algodón. Desde su obtención en 1900 se ha utilizado en numerosos productos textiles y aunque muchas veces se denomina seda artificial su composición química es totalmente diferente a la de la seda. Las dos más comunes (seda viscosa y seda de acetato) son semisintéticas.

Seda viscosa:

Para obtenerla se hace reaccionar la celulosa con hidróxido de sodio y sulfuro de carbono generándose el xantrogenato de celulosa que es un líquido espeso y viscoso.



S

El xantato se hace pasar por una tobera hilandera y un baño ácido (generalmente de ácido sulfúrico) donde se regenera la celulosa en forma de filamentos finos que luego se hilan para formar el rayón. Existen otros métodos para obtener esta tela pero este es el más importante. La seda viscosa tiene casi la misma composición que el algodón pero es más resistente y brillante.

Seda de acetato:

En su obtención la celulosa se hace reaccionar con ácido acético concentrado obteniéndose acetato de celulosa; el cual se disuelve en acetona y se hace pasar por la tobera hiladora mientras se va evaporando la acetona para formar filamentos sólidos.



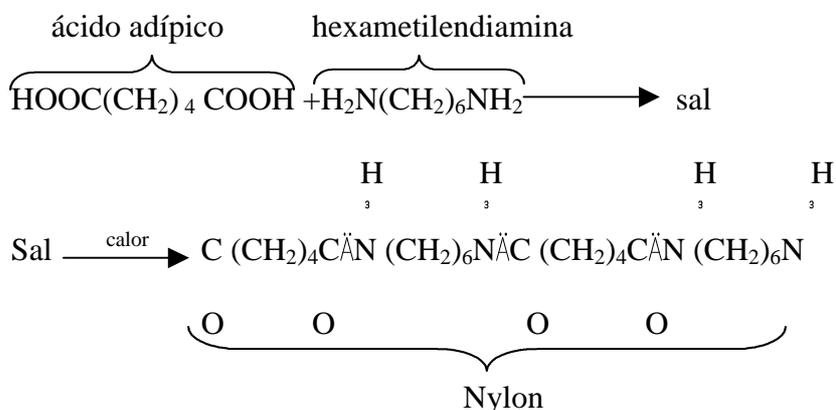
La seda de acetato es suave y flexible, similar a la natural y mantiene su resistencia aún humedecida.

Las fibras no celulósicas son polímeros de condensación (porque en su molécula hay secuencias de átomos que se repiten periódicamente) obtenidos con reactivos apropiados.

Poliámidas:

Se obtienen de la combinación de ácidos orgánicos con dos grupos funcionales y aminas; estableciéndose un enlace covalente entre dos grupos funcionales característicos opuestos.

Por ejemplo el nylon.



Se puede continuar asociando y prolongando el polímero.

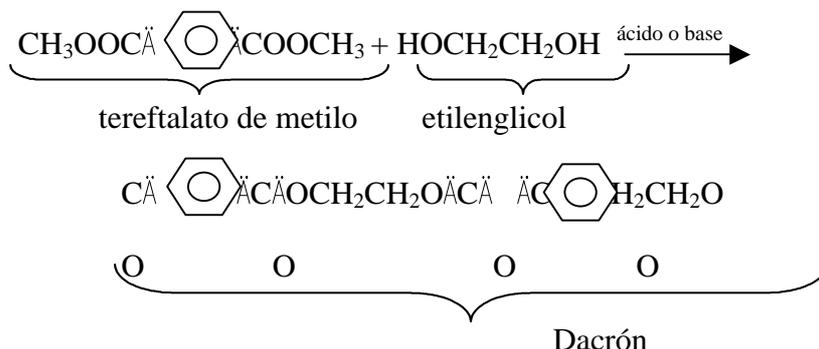
Fue desarrollado en la década de 1930. En el nylon las cadenas moleculares están unidas por puentes de hidrógeno, puede fundirse y extrudirse para formar fibras fuertes, y más finas que las de los polímeros naturales, que no se descomponen fácilmente.

Posee propiedades similares a la seda natural, resistiendo los agentes químicos y no absorbiendo humedad. No se disuelve en agua ni en agentes orgánicos convencionales; pero si lo hace en fenol, cresol, y ácido fórmico.

Poliéster:

Son polímeros derivados de ácidos y alcoholes.

Por ejemplo el dacrón.



El dacrón es un filamento resistente, no alargable. No se desgasta por frotamiento y no se arruga; pero se ablanda y arruga en presencia de calor. El dacrón cuando se fabrica en forma de película, en lugar de fibra, recibe el nombre de mylar. La cinta de mylar, con recubrimiento magnético se usa en la fabricación de casetes de audio y video.

9.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

Se pueden incluir reacciones complementarias a las planteadas para los mismos materiales o a nuevos materiales, tanto naturales como sintéticos, se los puede ensayar a través de la misma secuencia de reacciones aquí propuestas.

Con relación a la SPE:

Realizar un relevamiento a nivel individual o grupal con relación a los diferentes tipos de materiales usados por cada estudiante para su vestimenta diaria. Con relación a los mismos:

- ✓ Averiguar el origen del mismo desde diversos puntos de vista (natural o sintético, animal o vegetal, nacional o importado, etc).
- ✓ Analizar el método de fabricación o de procesamiento de la fibra textil implicada.
- ✓ Conocer el grado de contaminación ambiental asociado a la obtención de materia prima, la fabricación o al procesamiento de la fibra en cuestión.
- ✓ Visitar fábricas textiles del país e interiorizarse de los procesos que allí se desarrollan.
- ✓ Conocer la importancia que tienen los productos textiles en la economía nacional.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Una temática a abordar a través de esta SPE es el de polímeros y proteínas. No obstante, cada vez con más énfasis aparecen en los programas de enseñanza formal de diferentes subsistemas, temas de la vida cotidiana como por ejemplo, materiales naturales y sintéticos.

Siendo una temática tan vasta que permite su análisis desde diferentes perspectivas tales como: evolución histórica de los usos de materiales para la vestimenta, hechos sociales que marcaron saltos en el desarrollo de nuevos materiales, implicaciones de la ciencia y

la tecnología en el surgimiento de nuevos productos y sus repercusiones en el mercado y la economía en general, se sugiere un enfoque CTS para su abordaje.

11.- Bibliografía

- ✓ Derry, T.; “*Historia de la tecnología II*”; segunda edición.
- ✓ Enciclopedia interactiva Microsoft Encarta 98
- ✓ Hill, Kolb; “*Química para el nuevo milenio*”; octava edición; Pearson Editores; México; 1999.
- ✓ Milone, J.; “*Merceología V*”; 1989.
- ✓ Morrison y Boyd; “*Química orgánica*”; quinta edición; Ed. Addison-Wesley Iberoamericana; Estados Unidos; 1996.
- ✓ Wade, L.; “*Química orgánica*”; segunda edición; Pearson Editores; México; 1993.

Páginas Consultadas:

www.fibersource.com

www.ohioline.osu.edu

www.plastunivers.com

¿ En qué consiste un “analyzer de aliento” ?

Actividad 22



En nuestro país más de la mitad de las muertes en accidentes de tránsito ocurren entre peatones y automovilistas que han bebido antes del accidente. Con la finalidad de reducir este índice, diversos organismos han implementado campañas educativas con fuerte presencia en la vía pública. Así se han podido ver en ómnibus y paradas afiches con el lema “Si bebe no conduzca, sea conductor solidario” o “si tomás no manejes” en una apuesta que parece estar dirigida al público joven.

Asimismo se ha incrementado el control de los conductores, a través de “analyzeres de aliento alcohólico o espirómetro”, por parte de las autoridades pertinentes, con los cuales se puede determinar si el conductor ha sobrepasado el límite aceptable de ingesta alcohólica para manejar.³⁴

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

- ✓ Podemos reproducir a través de una experiencia de laboratorio, el proceso químico que se da en un “analyzer de aliento”, y advertir cuanto vapor de alcohol se necesita para poder producir una reacción química visible.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Cómo afecta al organismo el consumo de alcohol ?
- ✓ ¿ Qué reacciones químicas permiten visualizar el alcohol consumido ?
- ✓ ¿ Qué tipos de dispositivos se utilizan para fiscalizar el consumo de alcohol en conductores en el país?
- ✓ ¿ Quienes están autorizados en nuestro país para realizar el control de alcoholemia?
- ✓ ¿ Qué norma legal determina la dosis de alcohol máxima que se pueden ingerir?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Reacciones redox.
- ✓ Manipulación de productos químicos en el laboratorio.
- ✓ Nociones de química orgánica.
- ✓ Nociones de biología (anatomía humana).

³⁴ Gabriela Meroni, *Símil del analyzer de aliento*, Organización de Laboratorio, IPA, 2004

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
matraz con tapón monoperforado	Etanol 96%
fotocolorímetro o espectrofotómetro	Acido sulfúrico: H ₂ SO ₄
vaso de vidrio	H ₂ O destilada
placa calefactora	Dicromato de potasio: K ₂ Cr ₂ O ₇
papel secante	Sulfato de cromo (III): Cr ₂ (SO ₄) ₃ (u otra sal soluble de Cr III)

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

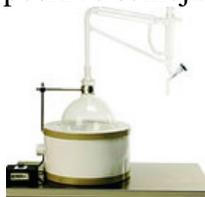
Protección personal (usar guantes, lentes y túnica) y colectiva (campana).

Las características y precauciones específicas para las distintas sustancias se presentan a continuación:

Sustancia	Frases R	Frases S	Características de peligrosidad	Clase de almacenamiento
Acido sulfúrico	35	26-30-35	 corrosivo	8B (sustancias no combustibles corrosivas)
Etanol	11	7 - 16	 inflamable	3A (sustancias líquidas inflamables)
Dicromato de potasio	36 al 43	22 al 28	cancerígeno, mutagénico, muy tóxico, irritante, sensibilizante, peligroso para el medio ambiente  irritante	6.1 B (sustancias no combustibles tóxicas)

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

- Preparar 50 mL de mezcla sulfocrómica.
- Diluir la mezcla sulfocrómica (tomar 1mL y llevar a 100 con agua destilada).
- Colocar etanol en el matraz, taponarlo y colocarlo en la placa calefactora en un dispositivo semejante al que se muestra en la figura.



Aclaración:

En caso de no disponer de placa calefactora, puede usarse un baño de agua.

- Encender la placa calefactora y cuando el etanol alcanza la ebullición recoger el destilado sobre la mezcla sulfocrómica diluida, durante 10 minutos.
- Dejar en reposo 10 minutos.
- Medir la absorbancia a λ 380-450nm.

- g) Preparar soluciones acuosas de $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ de distinta concentración y medir su absorbancia en el mismo rango de longitudes de onda de f).
- h) Construir una curva de calibración.
- i) Calcular la (Cr^{3+}) en las soluciones del símil del analizador de aliento.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar los datos ?

Solución N°	1	2	3	4
Concentración de Cr^{3+}				
Absorbancia				

Con los resultados de Absorbancia obtenidos en función de las diferentes concentraciones, se realiza una curva de calibración. A partir del valor de absorbancia de la muestra problema (mezcla sulfocrómica y etanol) a la misma longitud de onda, se calcula la concentración de Cr^{3+} . Considerar los factores de dilución realizados.

7. Resultados de experiencias previas y datos de interés ^{34,35}

Algunos aspectos prácticos a tener en cuenta:

- ✓ El volumen de mezcla sulfocrómica a colocar en el tubo debe ser suficiente para que el destilado barbotee pero no demasiado para que no vuelque al aumentar por el volumen condensado.
- ✓ Asegurarse que el etanol alcance la ebullición (cuando se recogieron vapores sin que el etanol estuviera en ebullición no se consiguió decolorar la mezcla sulfocrómica por lo que se descartó la posibilidad de usar la temperatura como variable independiente y relacionar con la presión de vapor del etanol).
- ✓ Recogiendo el destilado durante 10 minutos se observó que la mezcla sulfocrómica diluida pasó de su color anaranjado original a transparente primero y luego a una leve tonalidad verde. Sin embargo la concentración de Cr^{3+} no pudo ser detectada mediante medidas de absorbancia en el fotocolorímetro empleando alcohol como blanco.
- ✓ Al intentar la determinación de la absorbancia del producto de reacción en el espectrofotómetro, no fue posible encontrar el pico de máxima absorción (se probaron barridos entre 380-450, 400-600 y 500-700 nm). En todos los casos el mayor valor de absorbancia que se obtuvo fue 0.013.
- ✓ Debe lograrse una concentración de Cr^{3+} alta para poder determinar su concentración empleando el espectrofotómetro.

Otros datos de interés ...

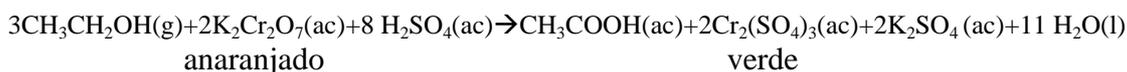
En nuestro país la ley 16585, del 22 de Setiembre de 1994, en su artículo 24 establece que cuando la concentración de alcohol en la sangre sea superior a ocho decigramos de alcohol por litro de sangre o su equivalente en términos de espirometría la persona se encuentra inhabilitada para conducir vehículos de cualquier tipo que se desplacen por la vía pública. Estos niveles se alcanzan con la ingesta de 2 medidas de whisky, 2 copas de vino o poco más de una botella pequeña de cerveza.

³⁵ Alejandro Sosa, *Construcción de un espirómetro*, Organización de Laboratorio, año 2003

Los dispositivos comerciales para determinar si una persona ha ingerido alcohol -que en nuestro país comúnmente se los llama “espirómetros”- se basan en un proceso redox.



Por ejemplo, el etanol presente en el aliento reacciona con dicromato de potasio en medio ácido de acuerdo a una reacción que se representa por la ecuación:



A través de esta SPE se propone construir un símil de estos dispositivos que, basado en la reacción antes señalada, permita medir la concentración de ion Cr^{3+} obtenida como consecuencia de la oxidación del etanol, empleando un método fotométrico. Dicho método se basa en la absorción de energía radiante por parte de una solución ya que, de acuerdo a la ley de Lambert Beer, dicha absorbancia es proporcional a la concentración de la especie que absorbe. Cuando se trabaja en el espectro visible la relación entre el color que se absorbe, la longitud de onda y el color que se observa es:

color que se absorbe	λ (nm)	color que se observa
violeta	380-450	amarillo-verdoso
azul	450-495	amarillo
verde	495-570	violeta - rojo violáceo
amarillo	570-590	azul
naranja	590-620	verde azulado
rojo	620-750	azul verdoso

Por mayor información sobre el uso y los principios del espectrofotómetro, se puede consultar la actividad 25.

Con los espirómetros o analizadores de aliento alcohólico comerciales, se mide la absorbancia (en nuestro caso es proporcional a la concentración de $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ formado) y mediante una curva de calibración se determina la cantidad de alcohol que reaccionó. El instrumento expresa directamente el contenido de alcohol en sangre.

En términos cotidianos, cuando hablamos de alcohol nos referimos al alcohol etílico (etanol) de fórmula $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Otros alcoholes como el metílico tienen alta toxicidad y en caso de ingerirse pueden causar la muerte. El alcohol etílico se obtiene por fermentación de frutas, cereales y caña de azúcar entre otros. La graduación de las bebidas alcohólicas corresponde al % m/v de etanol que contienen.

Hasta el siglo X se disponía de tecnología para producir bebidas alcohólicas de baja concentración (menos de 15° como la cerveza y vino). Los alquimistas árabes introdujeron en Europa el proceso de destilación de los productos obtenidos de la fermentación, permitiendo así la elaboración de bebidas con mayor contenido de alcohol (30 a 55° como el aguardiente, el coñac, el pisco, el whisky).

Una vez ingerido, el alcohol sufre los siguientes procesos en el organismo:

a. Absorción: el alcohol es absorbido directamente a través de la mucosa del estómago y del intestino delgado. La absorción es rápida, pudiendo alcanzar en algunos casos concentración máxima en la sangre en sólo 10 a 20 minutos, aunque habitualmente dicha concentración máxima en la sangre se obtiene después de 30 a 60 minutos. El factor de mayor influencia sobre la velocidad de absorción es la cantidad de alimento que se encuentra en el estómago en el momento que llega el alcohol a él. De este modo, los aperitivos y otras formas de ingestión en ayunas permiten un rápido paso del alcohol al torrente sanguíneo, mientras que el beber inmediatamente después de una comida abundante (sobre todo si es rica en grasa) hacen que el alcohol llegue a la sangre más lentamente y que por lo tanto alcance un nivel de alcoholemia menor.

b. Distribución: El alcohol es transportado por la sangre a todos los lugares del organismo, difundiéndose fácilmente hacia las células de los distintos órganos y tejidos. La cantidad de alcohol que pasa a las células, y por ende su efecto en el organismo, dependen de su concentración en la sangre o alcoholemia. De gran significado es el hecho que el alcohol se distribuya con facilidad hacia el sistema nervioso central, donde ejerce un efecto depresor de sus funciones.

c. Metabolización: Alrededor del 90% del alcohol absorbido es metabolizado en el hígado, gracias a la acción de enzimas que lo transforman en acetaldehído, ácido acético y finalmente en anhídrido carbónico y agua. La velocidad de desintoxicación del alcohol depende en gran medida de esa función hepática. Se estima que en el hígado de una persona adulta, de sexo masculino, sana, de 70 Kg. de peso, puede metabolizar aproximadamente 15 mL de alcohol absoluto por hora. En la mujer, este proceso es más lento y solamente se metaboliza el 10 a 12 mL de alcohol por hora.

d. Eliminación: el 10% del alcohol restante es eliminado directamente, sin transformación, a través del aire expirado y la orina. Cantidades pequeñas son eliminadas también por la transpiración, las lágrimas y la leche materna. El hecho que el alcohol sea eliminado en esta forma ha permitido desarrollar métodos que posibilitan su detección en el aire expirado, la orina y las lágrimas y así poder estimar de manera bastante aproximada el nivel de alcoholemia.

El alcohol provoca diferentes efectos según la cantidad consumida, la frecuencia y la sensibilidad del sistema nervioso central.

La ingesta de pequeñas cantidades puede:

- perturbar la razón y el juicio
- retardar los reflejos
- dificultar el habla y el control muscular
- provocar la pérdida del equilibrio
- disminuir la agudeza visual y auditiva
- relajar y disminuir la ansiedad
- dificultar la capacidad de reacción
- desinhibir, provocar sensación de euforia, locuacidad
- irritar las paredes del estómago e intestino
- provocar náuseas y vómitos por irritación de las paredes del estómago
- alterar la absorción de sustancias nutritivas, especialmente las vitaminas B
- dilatar o expandir los capilares de la piel.

En grandes cantidades puede:

- provocar pérdida de conocimiento
- dificultar la respiración
- producir gastritis crónica
- alterar el funcionamiento general del hígado provocando un daño celular que se traduce, finalmente, en cirrosis hepática
- provocar una hepatitis aguda, que eventualmente puede llevar a la muerte
- provocar hemorragia digestiva
- causar la muerte por parálisis respiratoria y compromiso cardiovascular

El cerebro es influenciado por el alcohol mucho más que otros órganos del cuerpo. Las capacidades de reacción, de coordinación y de atención también se ven afectadas por pequeñas cantidades de alcohol. Éste disminuye la velocidad de procesamiento de información en el cerebro: si hay dos o más estímulos con varias respuestas posibles, el tiempo de reacción se prolonga significativamente. Los conductores afectados por el alcohol necesitan más tiempo para leer una señal de tránsito o para reconocer y actuar frente a una luz de semáforo; en consecuencia, cuentan con menos fuentes de información y por ende adquieren, en comparación con un conductor sobrio, una información total mucho menor. Conducir un vehículo es una tarea relativamente difícil: el conductor debe ser capaz de mantenerlo al interior de su vía de circulación y en la dirección correcta además de, en forma simultánea, dividir su atención y percatarse de otras informaciones importantes como la presencia, dirección y velocidad de otros vehículos, la presencia de peatones y de señales.

Por otra parte, la mayoría de las personas puede no notar reducción de la visión después de tomar alcohol y eso puede ser así en lo que se refiere a la visión directa o concéntrica. Sin embargo, lo que los conductores que han bebido alcohol muchas veces no notan, es que la visión periférica disminuye, siendo ésta la que permite mantener la orientación espacial, detectar movimientos, luminosidad, estimación de distancias y la señalización para el conductor.

A mayores concentraciones de alcohol el empeoramiento de la visión es evidente, sobre todo en forma de visión doble. Los músculos de cada ojo trabajan peor juntos y los músculos del cristalino funcionan en forma deficiente, lo que dificulta enfocar la mirada.

La visión periférica, la atención y la capacidad de interpretación y decisión se ven influidas antes que la parte motriz; es decir, las funciones verdaderamente decisivas a la hora de conducir un vehículo se ven afectadas antes de que el sujeto empiece a darse cuenta de lo afectado que se encuentra.

8.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la actividad práctica:

- ✓ Ajustar las concentraciones óptimas de oxidante y reductor a los efectos de obtener valores de absorbancia adecuados.
- ✓ Procurar un soporte absorbente de la mezcla sulfocrómica de modo que sea inerte y permita la reacción con el etanol en fase sólida.

- ✓ Construir una escala de comparación con diferentes cantidades de Cr^{3+} en fase sólida inerte, de modo de poder determinar al cantidad de esta sal producida cuando el etanol reacciona con el $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ en forma directa.

Con relación a la SPE:

Podría promoverse una campaña de difusión entre los estudiantes acerca de los daños que produce la ingesta de alcohol, ideada por ellos. Esto implicaría creación de canciones, pósteres, presentaciones mediáticas, entrevistas o encuestas, exposiciones, entre otros recursos de difusión posibles. Asimismo se trataría de una actividad multidisciplinar en tanto involucraría a docentes de diversas disciplinas. Además sería una actividad integradora en cuanto vincularía diferentes actores: estudiantes, docentes, autoridades institucionales y comunidad local.

9.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Se ha propuesto³⁴ una actividad introductoria trabajando con los afiches de publicidad existentes (o recreaciones de los mismos) que determine la búsqueda de información acerca de los efectos del alcohol en el organismo. Se propone estudiar a qué se deben esos efectos, cuáles son las ingestas de alcohol que los provocan, cuáles las que impiden conducir de acuerdo a lo que establece nuestra legislación y como se puede determinar si un conductor ha bebido alcohol. En caso de existir equipos multidisciplinarios en la Institución o en la comunidad educativa podría abordarse el tema desde una perspectiva más amplia.

Se trata de una actividad que promueve el abordaje de múltiples contenidos así como de valores éticos y morales: conceptuales (función alcohol, reacciones de alcoholes, reacciones redox, determinaciones cuantitativas espectrofotométricas, efectos del alcohol en el organismo, etc), procedimentales (realización de actividades de laboratorio) y actitudinales (prevención del consumo de alcohol, respeto por la vida propia y ajena, etc). Sería recomendable abordarlo desde un enfoque de *temas transversales* en forma multidimensional.

10.- Bibliografía³⁴

- ✓ Alegría, M. et al.; (1999); *Química II*; Santillana S.A; Argentina.
- ✓ Burns, R.A.;(1996);Fundamentos de Química;2ª Edición; Pearson Education; México.
- ✓ Chang, R.; (1999); *Química* ; 6ª Edición; Mc Graw Hill; México.
- ✓ Fritz,J.ySchenk,G; (1989); *Química Analítica Cuantitativa*;Ed.Limusa; México.
- ✓ Garritz, A. y Chamizo, J.A.; (1994); *Química*; Addison-Wesley Iberoamericana, S.A; U.S.A.
- ✓ Lazzerini, S. y Sulé, P. (2001); *Guía Básica*; Laboratorio de Química en Educación Media; Departamento de Proveeduría de Educación Secundaria; Uruguay.
- ✓ Skoog, D. y Leary, J.; (1994); *Análisis Instrumental*; 4a. Edición; Mc Graw Hill; España.
- ✓ Sosa, A.; (2002); *Construcción de un espirómetro*; Trabajo final del Curso Organización de Laboratorio; Instituto de Profesores Artigas; Uruguay.

Páginas Consultadas:

- Intendencia Municipal de Colonia. Si bebe no conduzca y si conduce no beba. Uruguay. <http://www.imc.gub.uy/transito.htm> consultada el 12.5.2003.
- Universidad de Barcelona. Programa alcohol. España. <http://www.ub.es/sacu/alcohol/contingut> consultada el 18.10.2004
- CONACE. Chile. http://www.conacedrogas.cl/inicio/alcohol/inicio/alcohol_efectos1.php consultada el 17.10.2004.
- Pontificia Universidad Católica. Chile. http://www.puc.cl/ucsaludable/hm/articulos_tabaco_otras/tabaco_y_otras2.htm consultada el 18.10.2004.
- Poder Legislativo. Uruguay. Ley 16585. <http://www.parlamento.gub.uy/Leyes/Ley16585.htm> consultada el 20.10.2004
- Ministerio de Salud y Consumo. España. http://www.msc.es/Diseno/proteccionSalud/proteccion_adolescencia.htm consultada el 17.10.2004.
- Martínez Irujo, J.J. Curso de Seguridad en el Laboratorio. Universidad de Navarra. España. <http://www.unav.es/seglab/pquimicos.htm> consultada el 25.6.2004.
- Merck Base de datos químicos. Alemania. <http://chemdat.merck.de> consultada el 25.6.2004.
- Ministerio de Educación. Chile. <http://www.mineduc.cl/prevencion/efectos/alcohol.htm> consultada el 17.10.2004.

¿ Reciclamos el papel ? Una alternativa a la contaminación ambiental

Actividad 23



El papel es una estructura obtenida en base a fibras de celulosa, las cuales se entrecruzan formando una lámina resistente que es la hoja propiamente dicha. La fibra de celulosa es un glúcido presente en las membranas de las células vegetales. La forma más común de obtener celulosa en la industria del papel es a través de maderas. Esta madera es extraída de los árboles. Esto representa un gran problema: la creciente deforestación que ha venido sufriendo nuestro planeta.

En la madera las fibras de celulosa se encuentran fuertemente unidas por la lignina. Para poder producir el papel es necesario separarlas y producir de esta forma la *pasta de celulosa*.³⁶

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

- ✓ Podremos interiorizarnos acerca de los diferentes procesos industriales de fabricación de papel a partir de madera y aprenderemos una forma de reciclarlo.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Cuáles son las diferentes fuentes de materia prima en la fabricación de papel a nivel mundial ?
- ✓ ¿ Porqué ha sido tan controvertida la instalación de fábricas de pasta de celulosa en nuestro país ?
- ✓ ¿ Cuáles son los efectos más nocivos para el ambiente en relación a la fabricación de papel ?
- ✓ ¿ Qué procesos químicos sufre la celulosa hasta llegar al papel y qué impacto ambiental puede tener ?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ La actividad práctica en sí misma, no requiere conocimientos previos.
- ✓ Si se desea abordar la SPE desde el proceso que sufre la celulosa, entonces serían necesarias nociones de biomoléculas (glúcidos).
- ✓ Si se desea realizar un enfoque crítico con relación al proceso de contaminación asociado a la fabricación de papel, sería conveniente una familiarización previa con la problemática socio-económico-ambiental generada en torno al funcionamiento de las fábricas de producción de celulosa.

³⁶ Victoria Valdés, *El papel del papel en la sociedad*, Organización de Laboratorio IPA, 2004

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

- ✓ 50g de papel (más o menos 10 hojas)
- ✓ 6 litros de agua tibia
- ✓ 2 cucharadas de cola de madera
- ✓ 1 balde y 1 jarra
- ✓ Batidora de mano
- ✓ Bastidor
- ✓ Un trozo de tela absorbente
- ✓ Dos trozos de madera o de metal y pesas, _____ para prensar



4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Utilizar túnica, gafas y guantes.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

- ✓ Cortar los 50g de papel en trozos pequeños y colocarlos en el balde junto con los 6 litros de agua tibia. Mezclar con las manos y dejar reposar la mezcla un rato.
- ✓ Desmenuzar el papel haciendo uso de la batidora. La mezcla obtenida es la pasta de celulosa. Agregarle a la pasta 2 cucharadas de cola de carpintero.
- ✓ Introducir en el balde el bastidor, ponerlo horizontal y procurar que se coloque sobre la tela del bastidor suficiente pasta como para cubrirlo por completo. De acuerdo a la cantidad de pasta que se coloque va a ser el grosor de la hoja de papel que se obtenga.
- ✓ Colocar sobre la tela absorbente la pasta recogida con el bastidor. Dar vuelta el bastidor sobre la tela, dejando caer la hoja y retirando el bastidor.
- ✓ Repetir el procedimiento tantas veces como hojas se deseen obtener. Luego de tener todas las deseadas, se colocan una arriba de la otra todas las telas absorbentes con la hoja encima. Este conjunto se coloca entre las dos superficies de madera y encima se colocan las pesas. Este es el prensado del papel, que tiene como finalidad eliminar el agua sobrante de la hoja de papel.
- ✓ El prensado debe realizarse durante 24 horas. Transcurridas las 24 horas, sacar las hojas de papel de la prensa y sacarles la tela.

Si luego de prensada la hoja permanece un poco húmeda se la puede colgar hasta que esté totalmente seca. De esta forma se puede obtener papel sin producir ningún tipo de contaminación y sin la utilización de madera. Este proceso que se ha realizado en forma artesanal y en pequeña escala, puede producirse en forma industrial y de esa forma producir papel a gran escala.

6.- Datos de interés...

Aspectos vinculados a la producción de pasta de celulosa

Existen tres fuentes de obtención de celulosa, estas son:

- de la paja de cereales, algodón, caña de azúcar, tejidos textiles, etc.
- de maderas de distintos árboles
- de residuos de papel y cartón, esto sería el reciclado

Asimismo, existen dos procesos para producir la pasta de celulosa, estos son:

- 1.- proceso físico
- 2.- proceso químico

1.- Proceso físico

En este tipo de procesos la madera es triturada y empastada con agua. La pasta producida de esta forma recibe el nombre de pasta mecánica de celulosa. El papel producido con este tipo de pasta es de baja calidad principalmente por dos motivos:

- a.- como la madera es triturada, las fibras que se obtienen son cortas y esto produce que el papel sea poco resistente;
- b.- esta pasta tiene un color amarillento provocado por la presencia de resina y lignina de la madera que quedan en la misma.

Esta baja calidad de la pasta mecánica conduce a que el papel que se produce con ella no sea utilizado para cualquier fin (es utilizado para envolver y para imprimir los diarios). Este no es el papel que se utiliza para escribir ni para realizar otro tipo de impresiones aparte del diario, por lo cual es el papel menos consumido y por lo tanto producido en proporción muy pequeña.

2.- Proceso químico

Consiste en el tratamiento de la madera con distintos reactivos (NaOH ; NaOH y Na_2SO_4 , $\text{Ca}(\text{SO}_3\text{H})_2$, etc.). Luego de haber pasado por el tratamiento con alguno de estos reactivos, la pasta es sometida al proceso de blanqueo. Este proceso es el que produce la mayor contaminación. Es por este motivo que se tratará en un apartado específico a continuación. Antes de continuar es preciso mencionar que mediante este proceso se produce una pasta de celulosa con fibras largas y muy resistentes, es por esto que es el proceso más utilizado. El papel producido a partir de estas pastas es el papel que se utiliza para escribir y para imprenta (es el papel más consumido). Además de ser muy resistente, luego de ser sometido al proceso de blanqueo, es un papel muy blanco.

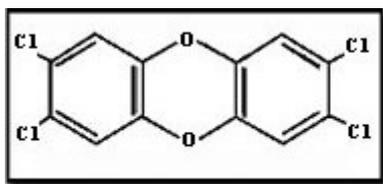
2.1.-Proceso de blanqueo

En este proceso la pasta de celulosa es tratada con el fin de extraerle toda la lignina y resina residual que pudiera permanecer en ella (en el proceso químico parte de estos compuestos son eliminados). Dado que son estas las sustancias que conducen a que la pasta tenga un color amarillento, al extraérselas la pasta queda de color blanco. Para poder realizar este blanqueo la pasta es tratada con Cloro. Son justamente los compuestos organoclorados derivados de este tratamiento con cloro (principalmente

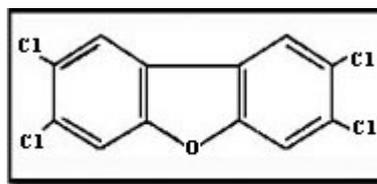
dioxinas y furanos) los que son muy tóxicos. Los compuestos organoclorados tienen un grado de toxicidad comparable con el del cianuro.³⁷

Sumado a su toxicidad, se encuentra el hecho de que son muy estables. Esto implica que una vez en el agua, en el aire o en el suelo permanecen sin ser alterados (ni química ni físicamente) durante muchos años. Este hecho es el que lleva a las organizaciones sociales a luchar para que las fábricas de papel usen procesos que no produzcan compuestos organoclorados como desechos. Si bien los compuestos organoclorados son derivados de muchos procesos - por ejemplo, al quemar plástico producimos dioxinas - las papeleras son las principales fuentes de producción de los mismos en los cursos de agua.

2.2.- Daños biológicos de los compuestos organoclorados



Dioxinas



Furanos

La Agencia del Medio Ambiente de EEUU en el año 1994 realizó un estudio sobre los efectos biológicos que producen las dioxinas. Estos son:

- ✓ son potenciales cancerígenos³⁸
- ✓ en dosis inferiores a las asociadas con el cáncer ocasionan alteraciones en los sistemas inmunitario, reproductor y endocrino
- ✓ los fetos y embriones de peces, aves, mamíferos y seres humanos son muy sensibles a sus efectos tóxicos
- ✓ no existe un nivel seguro de exposición a las dioxinas

Como ya se ha mencionado, las fábricas de pasta de celulosa vierten mucha cantidad de compuestos organoclorados en las aguas. Respecto a esto se han realizado estudios los cuales demuestran que las personas que consumen pescados contaminados capturados río abajo de la descarga de una papelería que blanquea con cloro, tienen un riesgo de contraer cáncer de 1 en 50 personas (Odriozola V.).³⁹

2.3.- Tipos de procesos de blanqueo

Se puede usar directamente Cl_2 para blanquear la pasta de celulosa. En este caso la cantidad de compuestos organoclorados que se eliminan es muy grande, por lo tanto el uso de este blanqueador es sumamente contaminante. Por este motivo, y debido a los grandes daños producidos, se han ideado nuevas formas de blanqueo donde la cantidad

³⁷ Informe sobre dioxinas. Extraído de la página www.mipagina.euskaltel.es

³⁸ En relación a esto es importante mencionar un artículo del semanario Brecha editado el 26 de Diciembre del año 2003. Dicho artículo, de título "La frivolidad ambiental del Uruguay", consta de una entrevista realizada al Prof. Daniel Panario (docente grado 5 de la Facultad de Ciencias).

³⁹ Greenpeace, informe elaborado por Verónica Odriozola. "Impactos de la producción de papel" www.greenpeace.org.ar/media/informes/2391.pdf

de cloro presente no es tan elevada o donde directamente no hay cloro (con estos nuevos procesos se produce papel con la misma calidad que el producido cuando se blanquea con Cl₂).

En este momento existen básicamente tres procesos de blanqueo, los cuales difieren entre sí en la contaminación producida. Estos procesos son: **ECF**, **TCF** y **ciclo cerrado**. El **proceso ECF** (libre de cloro elemental) es, como su nombre lo dice, libre de Cl₂, lo que no quiere decir que el proceso no implique la presencia del elemento cloro. De hecho el blanqueador en este caso es Dióxido de cloro (ClO₂). La utilización de este proceso es muy controversial ya que se han detectado en varias oportunidades la presencia de dioxinas y de furanos en los desechos provenientes de este proceso⁴⁰. A través de diversas investigaciones se ha llegado a la conclusión de que en este proceso los compuestos organoclorados no han sido eliminados sino que se ha reducido su cantidad. Por este motivo este proceso no es satisfactorio ya que se continúan produciendo y eliminando compuestos organoclorados.

Teniendo en cuenta que el blanqueo con cloro es una de las partes más perjudiciales del proceso de producción de papel, no hay duda de que es imprescindible eliminar los daños ambientales producidos en esta etapa. La manera de obtener esto es eliminando toda presencia de cloro del proceso, para que de esta forma no haya posibilidad de organoclorados en los desechos.

Esta es la gran importancia del **proceso TCF** (totalmente libre de cloro) ya que, al contrario que en el caso anterior, en este proceso la pasta de celulosa es tratada con productos que no contienen el elemento Cloro. En este tipo de procesos se trata la pasta con oxígeno y con un agente quelante (EDTA o DTPA) y luego se le extrae peróxido de hidrógeno. De esta forma ninguno de los desechos de este proceso contiene cloro, y por lo tanto la contaminación es mucho más baja que en el proceso ECF.

El siguiente párrafo extraído del informe sobre las plantas de celulosa elaborado por el grupo Guayubira⁵, expresa esta diferencia entre los dos procesos: “*De acuerdo a un estudio de 1995 realizado en una planta finlandesa en el que se compararon los efluentes de pulpa blanqueada con procesos TCF y ECF, los niveles de toxicidad en los efluentes TCF fueron sin excepción más bajos que los de los efluentes ECF (Kovacs et al., 1995)*”.

Como fue mencionado anteriormente los compuestos organoclorados son muy estables y por lo tanto muy difíciles de eliminar una vez formados. Tomando en cuenta este hecho se puede apreciar la gran importancia que tiene el proceso TCF ya que elimina casi por completo la presencia de estos compuestos en los desechos de las fábricas de papel. Es importante mencionar que el proceso TCF se ha mejorado mucho y al día de hoy la calidad del papel producida por este método es la misma que la producida por el método ECF.

Otro gran beneficio del uso del proceso TCF es que esto permitiría a las fábricas cerrar el ciclo de producción del papel. El **ciclo cerrado** implica que las fábricas puedan reutilizar el agua. Si se libera de cloro el proceso de producción, las fábricas pueden lograr reciclar el agua usada y reutilizarla. De esta forma disminuiría la cantidad de

⁴⁰ Esto es expresado en un informe sobre las plantas de celulosa elaborado por el grupo Guayubira: “Estudios científicos escandinavos han detectado dioxinas y furanos en las descargas de las fábricas ECF (Rappe & Wagman, 1995)”. En este artículo el Prof. D. Panario denuncia, entre otras cosas, que la ciudad de Juan Lacaze se encuentra especialmente afectada por el cáncer debido a que en esa ciudad se encuentra FANAPEL.

agua vertida desde las fábricas a los cursos de agua dulce (y por lo tanto disminuiría la contaminación de dichos cursos de agua) y también disminuiría la cantidad de agua utilizada por las fábricas de papel.

En el informe ya mencionado del grupo Guayubira se trata el tema de la disminución del consumo de agua en el ciclo cerrado, y expresan lo siguiente: “*Si las plantas de celulosa eliminan los compuestos químicos clorados y cierran el ciclo, se puede reducir el uso de agua dulce algo así como un 88 %*”.

2.4.- El proceso ECF es ilegal

No solo es realmente negativo para el medio ambiente y la salud humana el uso del proceso ECF (ya que produce como desechos compuestos organoclorados) sino que también es ilegal. El 18 de Febrero del 2004 fue aprobado como ley internacional el Convenio de Estocolmo. Este convenio es un tratado internacional para la protección de la salud humana y del medio ambiente de los contaminantes orgánicos persistentes (POPs). Se considera como POPs a las dioxinas y furanos liberados en el proceso ECF. Por lo cual quedaría prohibido, a través del Convenio de Estocolmo, el uso del proceso ECF en la fabricación de pasta de celulosa en cualquier país del mundo. Son los gobiernos los que quedan obligados a través de esta ley, a proteger la salud de los ciudadanos de su país.

Una alternativa posible: el reciclaje

El reciclaje de papel como proceso viable, tiene dos ventajas fundamentales, estas son:

a.- No producen contaminación ya que no requieren del proceso de blanqueo, por lo cual los desechos no contienen compuestos organoclorados.

b.- La materia prima es papel usado y no maderas. Esta es una ventaja fundamental ya que al no requerirse madera para el reciclaje de papel, si este método de producción tomara importancia disminuiría en forma radical la deforestación sufrida por nuestro planeta en estos momentos.

7.- ¿Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Es posible ensayar los diferentes usos que se les puede dar al papel reciclado obtenido: tipos de tintas con las que es posible escribir, tipos de pinturas a aplicar, etc.
- ✓ Puede probarse la adición de colorantes para obtener hojas de diferentes colores.
- ✓ Pueden ensayarse las diferentes calidades de papel reciclado obtenido a partir de diversos tipos de materias primas utilizadas (papeles brillantes, con colores diversos, etc).

Con relación a la SPE:

- ✓ Es posible abordar el análisis de la instalación de una nueva fábrica de pasta de celulosa desde diversas posturas: económica, ecológica, social, política, educativa, etc. Ese análisis admite muchas metodologías posibles dentro de cada enfoque. Es una temática ideal para el “juego de roles” adonde cada grupo o cada persona adopte su propia postura en relación a la instalación o no de la

fábrica con la debida justificación y se promueva un debate adonde se discutan los pro y los contra de dicha industria .

- ✓ Con relación al proceso de reciclaje, es una actividad que permite llevar a la práctica un ejemplo del mismo y aportar una posible alternativa a un proceso muy contaminante como lo es la fabricación de papel. Además, indirectamente está incidiendo en otros efectos nocivos para el medio ambiente como lo es el incremento del efecto invernadero registrado en los últimos años como consecuencia, entre otros factores, de la deforestación masiva de bosques.
- ✓ Es interesante realizar un estudio retrospectivo con relación a los usos que se el han dado al papel en las diversas épocas históricas y a sus procesos de fabricación. Asimismo analizar de que forma ha incidido el desarrollo tecnológico en esas aplicaciones.

8.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Se trata de una actividad muy amplia, vinculada a la *Química de los Productos Naturales*, que conlleva el desarrollo del espíritu crítico y a la reflexión de los diferentes actores involucrados en su abordaje. Puede ser realizada desde el nivel primario al terciario, con el enfoque adecuado a cada nivel o puede ser llevada a cabo en la enseñanza informal, en clubes o ferias de ciencias.

Desde el punto de vista de la enseñanza formal puede ser un ejemplo o aplicación de:

- ✓ materiales de uso diario,
- ✓ agua,
- ✓ reciclaje,
- ✓ acción contra la contaminación ambiental: disminución de la deforestación y de los organoclorados.

Es una actividad de abordaje interdisciplinar, algunos ejemplos son:

- ✓ considerando los potenciales daños biológicos de los desechos, con Biología.
- ✓ teniendo en cuenta aspectos legales en relación a los contaminantes, con Derecho.
- ✓ analizando los diversos procesos de fabricación y los usos posibles, con Historia o Dibujo.
- ✓ advirtiendo la importancia comercial que puede tener para el país, la producción de papel, con Economía.
- ✓ visualizando los efectos en el suelo producidos por los plantíos de árboles (eucaliptus) para la producción de materia prima para la fabricación de pasta de celulosa, con Geología o Botánica.

9.- Bibliografía

- ✓ Brecha, 26 de Diciembre de 2003. Artículo: “*La frivolidad ambiental del Uruguay*”, entrevista realizada al Prof. Daniel Panario (docente de Facultad de Ciencias)
- ✓ DINAMA, comunicado de prensa del día 29 de Julio de 2003
- ✓ Grupo Guayubira. Enero de 2004. “*Argumentos del grupo Guayubira a favor de una política forestal generadora de empleo y contra la instalación de plantas de celulosa en territorio uruguayo*”. Informe: “Plantas de celulosa”

- ✓ Redes-Amigos de la tierra. “Programa Uruguay sustentable: Presentación del Diagnóstico Socioambiental del Uruguay”.

Paginas Consultadas:

- ✓ Informe sobre dioxinas. Extraído de la página www.mipagina.euskaltel.es
- ✓ www.icarito.latercera.cl consultado 28/7/05
- ✓ Greenpeace, informe elaborado por Verónica Odriozola. “Impactos de la producción de papel”, www.greenpeace.org.ar

¿ Aguas contaminadas con cromo ? Actividad 24



Entre los contaminantes encontrados en cursos de agua hoy, se encuentran los metales pesados como cromo, mercurio, plomo, cadmio y cinc. Todos ellos provocan daños en la salud, incluyendo distintos tipos de cáncer, problemas renales, disminución de la capacidad de aprendizaje y alteraciones del sistema nervioso. Las curtiembres trabajan con cromo para curtir el cuero y lo desechan a las aguas de ríos utilizadas en consumo humano o riego.

Esta ha sido una de las fuentes de contaminación que ha llamado la atención de las autoridades sanitarias y medioambientalistas así como a grupos ecologistas en el país.⁴¹

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

- ✓ Podremos realizar el reconocimiento de cromo en diferentes muestras de agua en forma cualitativa. También podremos recopilar información sobre los efectos ambientales y sociológicos en los alrededores de las industrias que trabajan con el metal analizado.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Cuáles son los daños al organismo que puede provocar la ingesta de agua contaminada por cromo ?
- ✓ ¿ Son todas las formas químicas en que se presenta el cromo, igualmente peligrosas?
- ✓ ¿ Cuáles son las principales fuentes de contaminación por el metal en el país?
- ✓ ¿Cuál es la legislación vigente al respecto de los límites tolerables de cromo en agua ?
- ✓ ¿ Cuáles organismos son los que controlan los niveles de cromo en agua a nivel nacional e internacional ?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Manejo de productos químicos a nivel de laboratorio.
- ✓ Nociones de contaminación ambiental.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

⁴¹ María Cecilia Froz, *Cromo: efectos ambientales y sociológicos*, IPA, Organización de Laboratorio, año 2002

Materiales	Sustancias
Centrifugadora	Muestras de agua problema
Tubos centrífuga	Na ₂ CO ₃ 1,5M
Mechero Bunsen	NH ₄ OH 15N
Vaso de bohemia	CaCl ₂ 1N
Cuentagotas	BaCl ₂ 1N
	HCl 6N
Centrifugadora	H ₂ O ₂ 3%
	Agua destilada

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

En la siguiente tabla se resumen las principales características de los productos utilizados en la actividad práctica:

Producto	Frases R	Frases S	Eliminación	Grado de peligrosidad
BaCl ₂	20 -22	28.1	14	La incorporación de esta sustancia por el organismo produce efectos nocivos de menor trascendencia.
CaCl ₂	36	22 -24	14	Puede producir acción irritante sobre la piel, en los ojos y sobre los órganos respiratorios.
H ₂ SO ₄	35	2 -26 -30	12	Peligro por contacto con estas sustancias, se destruye tejido vivo y también otros materiales
HCl	34 -37	2 -26	12	Peligro por contacto con estas sustancias, se destruye tejido vivo y también otros materiales.
Na ₂ CO ₃	36	22 -26	14	Puede producir acción irritante sobre la piel, en los ojos y sobre los órganos respiratorios.
HClO ₄	34	23 .2 -26 -36	12	Peligro por contacto con estas sustancias, se destruye tejido vivo y también otros materiales. Compuestos comburentes pueden inflamar sustancias combustibles o favorecer la amplitud de incendios ya declarados, dificultando su extinción.
H ₂ O ₂	34	1 -39	22	Peligro por contacto con estas sustancias, se destruye tejido vivo y también otros materiales.

Debe trabajarse con protección personal: gafas y túnica.

Eliminación:

Código	Características	Colector
12	Los ácidos inorgánicos se diluyen con agua cuidadosamente usando guantes y gafas, en campana. Seguidamente se neutraliza con solución de NaOH.	Recipiente colector D
14	Sales inorgánicas Soluciones de estas sales	Recipiente colector I Recipiente colector D
22	Los peróxidos inorgánicos se reducen a sus derivados exentos de peligro con solución de tiosulfato sódico.	Recipiente colector D

Recipiente colector D: Soluciones salinas; en este recipiente hay que ajustar un valor de pH de 6 a 8.

Recipiente colector I: Sólidos inorgánicos.

5.- ¿Cómo debemos proceder en la práctica ?

Preparación de solución para aniones:

Es necesario preparar la solución para investigar aniones ya que deben eliminarse los “cationes pesados” y ser sustituidos por “cationes no pesados” como ser: K^+ , Na^+ .

Para ello se hierve la solución de agua problema con 5 mL de Na_2CO_3 1,5M, hasta que el volumen se reduzca a 5 mL. Ésto efectuará una doble descomposición (parcial o totalmente) con producción de los carbonatos insolubles de los metales no alcalinos y las sales solubles de sodio que pasan a la solución.

Para eliminar cationes *no puede* usarse:

- Ácidos fuertes: aumentan la concentración hidrogeniónica, produciendo un incremento de las incompatibilidades entre ácidos oxidantes y ácidos reductores.
- Bases fuertes: los que precipitan como hidróxido, pueden tener carácter anfótero como por ejemplo: Zn, Al, Pb, etc.

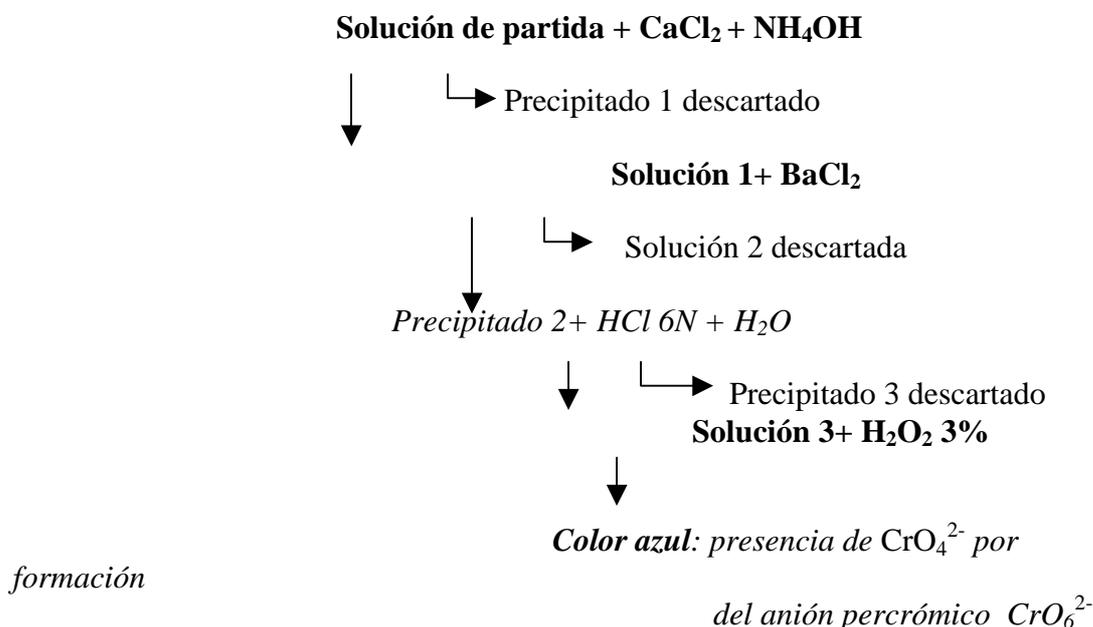
Importante: Na_2CO_3 da un medio alcalino débil, por lo tanto debe partirse de una solución neutra. Si la solución es básica, debe utilizarse $HClO_4$ para neutralizarla.

Reconocimiento de CrO_4^{2-}

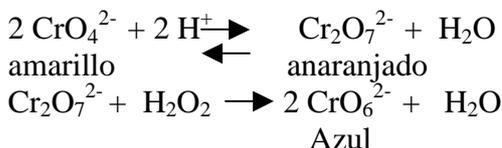
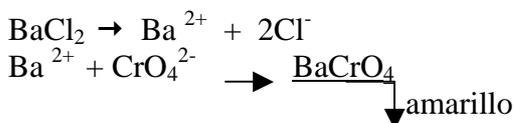
- 1- Agregar 3 gotas de $CaCl_2$ y 2 gotas de NH_4OH 15N a 1 mL de la solución problema tratada. Centrifugar. Desechar el precipitado.
- 2- A la solución 1 obtenida, agregar 2 gotas de $BaCl_2$ 1N. Centrifugar. Se obtiene un precipitado 2 y una solución 2. Descartar la solución.
- 3- Al precipitado 2 obtenido, agregar 0,5 mL de agua destilada y 4 gotas de HCl 6N. Agitar y centrifugar. Se obtiene una solución 3 y un precipitado 3. Se desecha el precipitado.
- 4- A la solución 3 obtenida, agregar 1 gota de H_2O_2 3%. Un color azul en capa etérea indica la presencia de cromato. El color azul desaparece en un tiempo

muy corto. Una solución verde indica también presencia de cromo bajo forma de Cr^{+3} .

Un esquema del proceso sería:

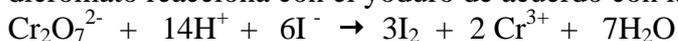


7.- ¿Cómo podemos analizar los datos ?



La reacción es sensible y selectiva, solo perturban cantidades importantes de Ti y V.

- Una forma de análisis alternativa puede ser por yodometría: en medio ácido, el dicromato reacciona con el yoduro de acuerdo con la ecuación:



Esta reacción no tiene lugar en forma instantánea, pero la velocidad se incrementa con el aumento de la concentración de iones hidrógeno de la solución.

- Otra forma es usando EDTA. La reacción de Cr (III) con EDTA es muy lenta, por lo tanto debe utilizarse la titulación por retorno. Aún a 100°C la reacción no es lo suficientemente rápida.

8.- Resultado de experiencias previas

En la práctica realizada⁴¹, se trabajó con una muestra del acuífero Raigón. Se tomaron varias muestras de agua para ser analizadas según el procedimiento señalado. El

muestreo se realizó tomando varias muestras del agua en botellas de vidrio, previamente lavadas con H_2SO_4 .

No se detectó la presencia de cromo en la muestra analizada por este método. Es probable que existieran trazas de este metal en dicha muestra y la poca cantidad no permitiera realizar la identificación a través de esta técnica. Debería de aplicarse un método más sensible.

y datos de interés ...

Con relación al efecto del cromo en el medio ambiente, en la editorial de “*Uruguay en la coyuntura*” del mes de noviembre de 2000 se expresaba que el gobierno debería exigir el monitoreo ambiental ciudadano y el parlamento legislar en materia de residuos. Aseguraba que se ha insistido en la necesidad de impulsar desde el gobierno nacional y los gobiernos locales la participación preventiva ambiental mediante al monitoreo ciudadano en el marco de la estrategia de *Atención Primaria Ambiental (APA)* que promueve a nivel mundial la Organización Panamericana de la salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Establecía que el gobierno, los políticos, los técnicos y los empresarios deberían entender de una vez por todas que no es suficiente conformar grupos interdisciplinarios e interinstitucionales sino que cualquier propuesta será creíble y fiable en la medida en que también participen activamente y en pie de igualdad los integrantes de organizaciones vecinales, de consumidores, de usuarios, etc; según el tipo de emprendimiento que estemos considerando (planta de tratamiento de residuos, industria manufacturera, empresa generadora de energía u otra). Son varios los problemas de contaminación que se nos presentan hoy en el país por diversas razones y con diferentes consecuencias, el cromo es solo uno de ellos.

Algunas fuentes de contaminación por cromo: las curtiembres

Las curtiembres son los lugares adonde se procesa el cuero desde que se lo saca del animal hasta que está pronto para su manufacturación. Luego que el cuero permanece un tiempo al sol para desecarse y atravesar el proceso llamado “operaciones de ribera”, recibe un tratamiento con cromo: el curtido inorgánico o curtido mineral. Dos son las sales inorgánicas que curten la piel: el alumbre de cromo: $KCr(SO_4)_2$ (sulfato doble de cromo y de potasio), y el alumbre común: $KAl(SO_4)_2$ (sulfato doble de aluminio y de potasio). El curtido al cromo es relativamente rápido: demanda de 12 horas a varios días, dando cuero flexible de color verdoso, utilizado en tapicería, zapatería, confección de carteras y artículos para vestimenta. Existen también otros tipos de curtido que permiten obtener distintos tipos de cueros, como ser: el curtido vegetal y el curtido al aceite. Son habituales además, los curtidos combinados, de carácter mixto: el semicromo es un curtido iniciado con tanino y finalizado al cromo; en el curtido cromovegetal, ocurre lo opuesto: comenzando con cromo, se concluye con tanino; y los gamuzados son al aceite, tras previo curtido inorgánico. Posteriormente, el cuero experimenta diversas terminaciones.

A los efectos de minimizar los riesgos de contaminación por los desechos con cromo vertidos a las corrientes de agua, habría que aplicar métodos alternativos para los mismos. Según estudios realizados, lo mejor es tenerlos en un lugar adecuadamente controlados y monitoreados, realizándoles el tratamiento químico necesario para que puedan ser eliminados en forma segura.

Las autoridades nacionales y locales deben exigir a los empresarios de dichas industrias que cumplan con sus obligaciones debiendo éstos garantizar las condiciones de seguridad para el normal desempeño de los trabajadores en la misma, así como la protección del medio ambiente y de la salud de los vecinos de la zona afectada.

Proyecciones:

En el país existe el proyecto de instalación de una planta que estaría en construcción en Pavón a la altura del km 30 de la ruta 11.

Existe ya una infraestructura en el lugar compuesta por galpones donde hay una *unidad de acondicionamiento*, una *celda de disposición final de residuos*, es una celda enterrada que tiene varias barreras de protección y va a haber una *celda para residuos orgánicos*.

Las instalaciones están totalmente techadas, no hay contacto de los residuos sólidos con agua de lluvia ni con otros tipos de líquidos. La unidad de acondicionamiento es para que los residuos industriales entren en las condiciones de seguridad necesarias a la celda de disposición final. No hay residuos radiactivos, son residuos comunes del departamento de San José y sus industrias. Se está ajustando aún lo relativo a las cantidades de residuos y que el tratamiento de los mismos sea seguro, además de contar con todos los planes de contingencia para atender cualquier tipo de accidente que se presente.

Debe hacerse también una barrera natural que asegure que se va a quedar confinado para la seguridad de las personas y del medio ambiente. Es clave en ese confinamiento de residuos, seleccionar un suelo de baja permeabilidad, compactada.

El centro debe estar en un radio mayor de 4 Km alrededor de los centros poblados, no puede estar en humedales o zonas inundables, tiene que estar alejado de cursos de agua principales. Las zonas de recarga de acuíferos también tienen que ser excluidas y debe estar lo más lejano posible a tomas de agua subterráneas que alimentan poblaciones.

Los residuos deben mantenerse aislados del medio ambiente en forma duradera, en un plan de 15 años con una posible extensión a 30. Pero no desaparecen, se quedan allí, por eso esta obra se proyecta para durar en el orden de 300 a 400 años. Pero como en ese tiempo vivirán generaciones alejadas a la nuestra, es necesario ubicarlos en un lugar geológicamente seguro.

El cromo es un oligoelemento en nuestra dieta, por lo que los niveles de consumo diario, debería de ser:

Lactantes	0,01- 0,04 mg de 0 a 0,5 años
	0,02- 0,06 mg de 0,5 a 1 año
Niños y adolescentes	0,02 – 0,08 mg de 1 a 3 años
	0,03 – 0,12 mg de 4 a 6 años
	0,05 – 0,2 mg de 7 a 10 años
Adultos	0,05 – 0,2 mg de + de 10 años

Extraído de: Goodman A. y otros, *Las bases farmacológicas de la acción terapéutica*, 7ª Edición, Ed. Medica Panamericana, 1988.

Como los niveles tóxicos de muchos oligoelementos pueden ser pocas veces mayores que la ingesta habitual, los niveles antes señalados, no deben ser superados. La escala anterior corresponde a las características de la población de Estados Unidos.

9.- ¿Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Es posible realizar el análisis en muestras de agua de diversos orígenes, concentrándolas previamente, de zonas que se consideren de riesgo.
- ✓ Sería interesante ajustar las técnicas alternativas que se proponen como una forma de validación del resultado obtenido, no solo de forma cualitativa sino cuantitativamente en forma instrumental.

Con relación a la SPE:

- ✓ Averiguar acerca de los daños a la salud humana, animal o vegetal que produce el contacto externo o la ingesta de cromo.
- ✓ Interiorizarse acerca de la legislación vigente en nuestro país y sobre el organismo oficial encargado de la fiscalización de los niveles de cromo y el estado de oxidación del mismo en aguas vertidas a ríos y arroyos.
- ✓ Investigar en que fase del proceso de construcción se encuentra el centro de desechos de Pavón o si ya está en funcionamiento. Analizar si los efectos sobre el medio ambiente y sobre la sociedad son los esperados.
- ✓ Conocer como es el funcionamiento interno y cuales son los controles de agua de desecho que habitualmente se hacen en una curtiembre, realizando una visita a una de ellas.
- ✓ Conocer a nivel mundial cual es la situación con relación a la contaminación de aguas por este elemento y el efecto producido en el medio así como las medidas adoptadas al respecto.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

En la enseñanza formal, cada vez se hace más hincapié en el estudio de temas relacionados a la ecología y a la contaminación ambiental. Esta es una actividad vinculada a la *Química Ambientalista*, sencilla, que permite abordar el tema desde muchos aspectos, con materiales accesibles. Asimismo se pueden abordar temas tan variados como: agua, soluciones acuosas, expresiones de concentración de un soluto o tabla periódica (TP) si pensamos en las características del cromo y su ubicación en la TP. Es una temática interdisciplinar ya que no solo interesa a la Química como asignatura sino a las Ciencias experimentales, sociales, económicas y políticas en su conjunto en tanto atañe a la seguridad del ser humano como parte constitutiva de un todo.

Con relación al enfoque desde el cual desarrollar esta SPE, por las características que presenta resulta factible un tratamiento como *tema transversal*.

11.- Bibliografía

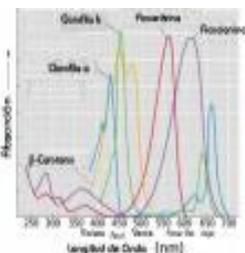
- ✓ Merck, (1990/91), *Reactivo, diagnóstica*. Productos químicos. Alemania.
- ✓ Kolthoff L.,(1985), *Análisis químico cuantitativo*, 6ª edición. Editorial Nigar. Bs. As.
- ✓ Milone J.,(1989), *Merceología*, Editorial V. Ángel Estrada y cía. S. A., Bs. As.

Páginas consultadas:

- ✓ <http://www.uc.org.uy/editorial.htm>
- ✓ <http://www.greenpeace.org.htm>
- ✓ <http://www.educacional.com.br/imagens/reportagens/mataatlantica/floresta/fot05.jpg>, día 29/5/05

¿Cómo reconocer los diferentes tipos de clorofilas presentes en una planta ?

Actividad 25



Las plantas verdes tienen la capacidad de capturar fotones y convertirlos de energía luminosa en energía química. El compuesto químico que absorbe la energía radiante que incide en la planta, es *la clorofila*. Existen diferentes tipos de clorofilas: la clorofila **A** y **B**. Estas son algunos de los productos que en diferente proporción, logran la gama de colores de los organismos fotosintéticos.

1.- ¿Qué podremos averiguar...

- ✓ Se podrá determinar el tipo de clorofila presente en una planta dada utilizando espectroscopia de absorción molecular en el rango de longitudes de onda correspondiente al espectro visible. Utilizando una curva de calibración con diferentes diluciones de clorofila A o B y la absorbancia correspondiente a la solución problema, se podrá dosificar la misma.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué tipos de clorofilas se encuentran en la naturaleza y en que tipo de organismos?
- ✓ ¿ Cómo pueden separarse los diferentes tipos de pigmentos presentes en un producto natural para su posterior reconocimiento en el laboratorio ?
- ✓ ¿Cuál es el rol de la clorofila en la existencia del ser humano? ¿ y en el equilibrio del medio ambiente ?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Nociones de química orgánica (heterociclos).
- ✓ Trabajo con instrumental y productos de laboratorio.
- ✓ Nociones de espectroscopia.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Espectrofotómetro	Acetona
Secador	Etanol
Mortero	Pigmentos vegetales verdes
Papel de filtro	
Matraz erlenmeyer	
Caja de petri	
Pipeta graduada 1mL	
Tijera	

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Solvente	Punto de inflamación (°C)	Indicación del peligro	Frases R	Frases S
acetona	-20	+F extremadamente inflamables	11	9-16-23-2-33
Etanol (100% y 96%)	+12	F fácilmente inflamables	11	7-16

Trabajar con medidas de seguridad:

- ✓ individual: túnica y gafas
- ✓ colectivas: campana c/extracción, extintores, duchas de emergencia.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?⁴²

- 1-Colocar en un mortero hojas verdes de la planta cuyos pigmentos se quiere investigar.
- 2-Verter cuidadosamente acetona y triturar las hojas durante 10 minutos.
- 3-Trasvasar el líquido sobrenadante a una caja de Petri.
- 4-Preparar tirillas de papel de filtro (4 cm x 9 cm aprox.) y plegarlas a la mitad.
- 5-Introducir 2 tirillas de papel en la caja de Petri.
- 6-Esperar que la fase líquida ascienda por ellas hasta lograr la separación de las clorofilas (cromatografía en papel).
- 7-Retirar con pinza las tirillas, secar con secador.
- 8-Recortar la zona correspondiente a los pigmentos verdes.
- 9-Introducir dichas tirillas en un tubo de ensayo y agregar el solvente a utilizar (alcohol o acetona).
- 10-Preparar a partir de la solución anterior diferentes diluciones con el solvente seleccionado.

En la tabla siguiente se muestran las diluciones sugeridas:

Solución N°	Dilución	Solución N°	Dilución
1	1/3	5	1/7
2	1/4	6	1/8
3	1/5	7	1/9
4	1/6	8	1/10

- 11-Calibrar el espectrofotómetro para el rango entre 600 y 700 nm haciendo uso del solvente elegido como blanco.
- 12-Colocar en una celda la sol. 1 (dilución 1/3) y realizar el espectro (entre 600 y 700 nm)

⁴² Alvez, Sandra, Pérez Patricia, Villanueva Luis, *Verificación de la Ley de Beer con pigmentos vegetales*, Taller de Laboratorio, 2001.

13-Leer las Absorbancias y anotar en la tabla el valor de $\lambda_{\text{máx}}$ (correspondiente al máximo de Absorbancia).

14-Repetir los pasos 12 y 13 para cada una de las restantes disoluciones

Precaución: Si se utiliza acetona como solvente tener cuidado de no utilizar celdas de plástico. Utilizar celdas de vidrio.

6.- ¿Cómo podemos recolectar de datos ?

Una opción sería:

Soluciones preparadas utilizando *etanol* o *acetona* como solvente

Longitud de onda (λ)	Absorbancia (A)
600	
...	---
700	

7.- ¿Cómo podemos analizar los datos ?

Al realizar las lecturas de Absorbancia (A) en función de la longitud de onda (λ) para cada dilución, se determina la λ correspondiente al/los máximo/s de absorción ($\lambda_{\text{máx}}$). La curva A vs λ corresponde al espectro de la mezcla de clorofilas presentes en la planta, para diferentes concentraciones de las mismas. Tanto la clorofila A como la B tiene un $\lambda_{\text{máx}}$ de absorción característico que está predeterminado y dentro del rango de λ analizadas. El gráfico obtenido es semejante a la figura de la introducción de la actividad.

8.- Resultado de experiencias previas ...

- ✓ Puede suceder que la extracción por cromatografía de la mezcla de pigmentos de clorofila no sea óptima y se obtengan vestigios de otros productos que absorban a las mismas longitudes de onda que la clorofila. En ese caso conviene realizar una repurificación buscando una fase móvil para la cromatografía, más específica para esos pigmentos.
- ✓ También puede suceder que la cantidad de pigmento extraída sea muy baja y que los picos de absorción sean pequeños (recordar que A es función de la concentración). En tal caso se debe procurar concentrar la solución de partida.

... y datos de interés

Con relación a los pigmentos investigados:

Las clorofilas son pigmentos verdes con estructuras policíclicas planas que funcionan como receptores de energía luminosa. Una molécula de clorofila se compone de una cabeza y una cola. La cabeza contiene cuatro anillos de carbono, hidrógeno y nitrógeno unidos formando un anillo mayor. En el centro de este anillo hay un átomo de magnesio. La cola es una cadena de carbonos e hidrogenos enlazados unidos a la cabeza. Su función es la de absorber la luz visible sobre todo la luz roja, violeta y azul,

reflejando la verde. Esta captación de energía luminosa se realiza en una primera etapa en la fotosíntesis, en la cual se produce energía química en forma de moléculas de adenosintrifosfato (ATP) y se desprende oxígeno proveniente de una molécula de agua. La luz roja es la de mayor eficacia para la fotosíntesis, ya que el espectro de absorción de la clorofila es más amplio en la zona del rojo (600-700 nm). La fotosíntesis es indudablemente, el proceso más importante sobre la tierra, pues suministra directa o indirectamente las sustancias nutritivas esenciales para la mayoría de las formas de vida.

Con relación a la espectroscopia de absorción molecular visible :

En la figura se muestra el espectro electromagnético que comprende a todas las radiaciones electromagnéticas que se propagan a la velocidad c , y se diferencian de su longitud de onda (λ), y por lo tanto de su frecuencia (ν). En el mismo la zona visible comprende un estrecho sector de 400 a 700nm.



Términos empleados en la espectroscopia de absorción:

Transmitancia: a causa de la interacción entre los fotones de la luz incidente y las partículas absorbentes, la potencia del haz se atenúa de P_0 a P . La transmitancia T de la solución es, por tanto, la fracción de radiación incidente transmitida por la solución:

$$T = P/P_0$$

A menudo se expresa la transmitancia como un porcentaje:

$$\% T = P/P_0 \times 100$$

Absorbancia: la absorbancia A de una solución viene definida por la ecuación:

$$A = -\log T = \log(P_0/P)$$

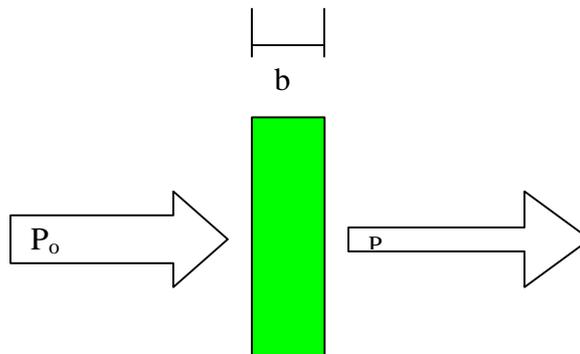
Se observa que así que la absorbancia de una solución aumenta cuanto mayor es la atenuación del haz.

Absortividad y absortividad molar (a): la absorbancia es directamente proporcional a la longitud b de la trayectoria a través de la solución, y a la concentración c de la especie absorbente. Estas relaciones se expresan por:

$$A = abc \text{ (Ley de Beer)}$$

En la que a es una constante de proporcionalidad denominada absortividad. La magnitud de a dependerá de las unidades utilizadas para b y c . A menudo b se expresa

en términos de centímetros, y c en gramos por litro. Entonces, la absorptividad tiene unidades de $Lg^{-1}cm^{-1}$



Cuando la concentración se expresa en moles por litro, y la longitud de la cubeta en centímetros, la absorptividad se denomina absorptividad molar.

Medición de la transmitancia y de la absorbancia:

Los fotómetros y espectrofotómetros manuales suelen ir provistos de una pantalla que tiene una escala lineal que va de 0 a 100% de T. Para que la lectura directa del instrumento se haga en tanto por ciento de transmitancia, se realizan dos ajustes iniciales, denominados ajuste de corriente oscura o del 0% de T, y ajuste del 100% de T. Obviamente en el dispositivo de lectura se puede marcar también una escala de absorbancia. Tal escala no será lineal a menos que la señal de salida se transforme en una función logarítmica mediante un software o hardware adecuados.

9.- ¿Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Se pueden ensayar las muestras más variadas de vegetales con clorofilas. Para ello tal vez se deban ajustar las concentraciones de trabajo así como eliminar posibles interferencias.
- ✓ Conociendo la presencia de otros pigmentos coloreados presentes en las plantas así como sus $\lambda_{m\acute{a}x}$ es posible utilizar la metodología para su identificación a través del espectro correspondiente.

Con relación a la SPE:

- ✓ Es posible complementar esta SPE con la Actividad N° 29 ¿Cómo separar los diferentes pigmentos que contiene una flor ? que plantea otro método de fraccionamiento posible.
- ✓ Otra forma de complementar la SPE planteada consiste en la verificación del cumplimiento de la ley de Beer, haciendo uso de las soluciones coloreadas de partida. Para ello se plantea el fundamento teórico y resultados de experiencias previas.

Aplicación de la ley de Beer

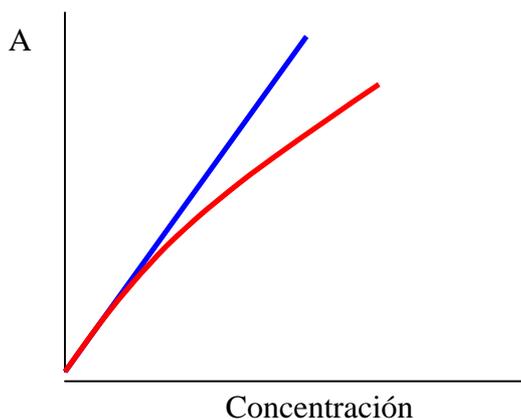
La ley de Beer también se aplica a soluciones que contengan más de una clase de especie absorbente. Suponiendo que no haya interacción entre las distintas especies, la absorbancia total para un sistema multicomponente se expresa como:

$$A_{\text{total}} = A_1 + A_2 + \dots + A_n = a_1bc_1 + a_2bc_2 + \dots + a_nbc_n$$

en la que los subíndices 1,2,...,n se refieren a los componentes absorbentes.

Limitaciones de la ley de Beer

En general existe una relación lineal entre la absorbancia y la longitud de la trayectoria. Cuando b es constante se suelen encontrar desviaciones a la proporcionalidad directa entre la absorbancia y la concentración. Algunas de estas desviaciones son fundamentales y representan limitaciones de dicha ley. Otras limitaciones ocurren como consecuencia de la manera en que se realizan las medidas de absorbancia, o como resultado de los cambios químicos asociados a las variaciones de concentración. Estas dos últimas se conocen respectivamente como *desviaciones instrumentales* y *desviaciones químicas*. En la figura siguiente se observan dos curvas, la azul corresponde al cumplimiento estricto de la ley de Beer y la roja a una desviación típica.



La ley de Beer, es una ley límite en el sentido de que solo describe bien el comportamiento de la absorción en soluciones diluidas. A concentraciones elevadas (en general $>0,01M$), la distancia promedio entre las especies responsables de la absorción disminuye hasta el punto en que cada una afecta a la distribución de cargas de las especies vecinas. Por tanto esta interacción entre especies vecinas puede alterar la capacidad de que las especies absorban a una determinada longitud de onda de radiación. Como el grado de interacción depende de la concentración, dicha variable altera la linealidad de la relación entre la absorbancia y la concentración (*desviación química*). Un ejemplo similar se encuentra en soluciones con baja concentración de absorbente pero con concentraciones elevadas de otras especies, en particular electrolitos. Esto se explica por la gran proximidad de iones al absorbente, los mismos por lo ya expuesto alteran la capacidad de que las especies absorban a una determinada longitud de onda. Este efecto se reduce al diluir.

También se producen *desviaciones químicas* de la ley de Beer cuando un analito se disocia, asocia o reacciona con un disolvente, para dar lugar a un producto que presenta un espectro de absorción diferente que el del analito. Algunos indicadores ácido / base son ejemplos de este tipo de desviación debido a que una dilución altera el equilibrio



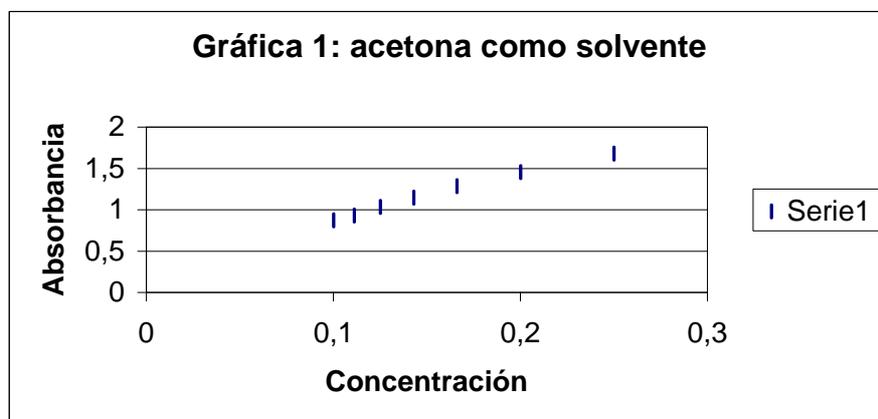
Las *desviaciones instrumentales* pueden ser causadas por radiaciones policromáticas, la presencia de radiación parásita o el ruido instrumental. Respecto a las desviaciones instrumentales con radiaciones policromáticas, rara vez se puede usar de forma práctica una radiación que se limite a una sola longitud de onda. Como el cumplimiento estricto de la ley de Beer sólo se observa verdaderamente con el uso de radiación monocromática, el uso de radiación policromática constituye un factor más a la desviación de dicha ley.

La radiación que sale del monocromador suele estar contaminada con pequeñas cantidades de radiación dispersada o parásita, la cual llega hasta la rendija de salida debido a la dispersión y a las reflexiones en las diversas superficies interiores. Como esta radiación parásita difiere bastante respecto a la radiación principal en cuanto a su longitud de onda, esto ocasiona una desviación debido a que para el cumplimiento de la ley de Beer se debe disponer de una luz monocromática como ya se expresó.

Procesamiento de datos:

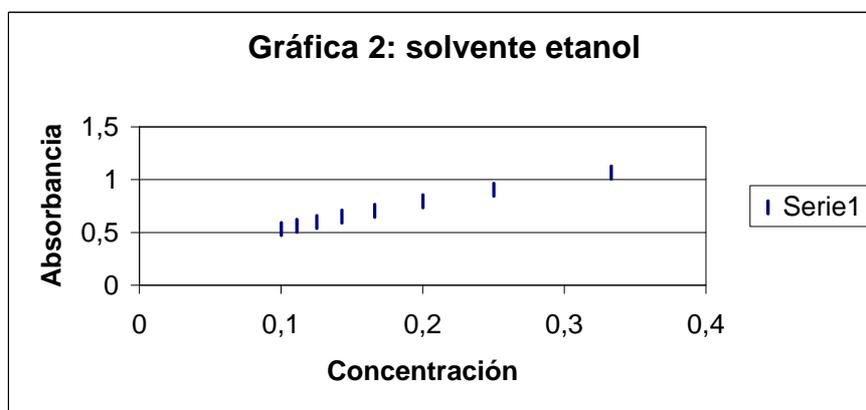
Soluciones preparadas utilizando *acetona* como solvente

$\lambda_{\text{máx.}}=662 \text{ nm}$		
Solución N°	Dilución	A
1	1/3	
2	1/4	1,678
3	1/5	1,454
4	1/6	1,284
5	1/7	1,146
6	1/8	1,036
7	1/9	0,932
8	1/10	0,874



Soluciones preparadas utilizando *etanol* como solvente

$\lambda_{\text{máx.}}=666 \text{ nm}$		
Solución N°	Dilución	A
1	1/3	1,067
2	1/4	0,905
3	1/5	0,796
4	1/6	0,705
5	1/7	0,649
6	1/8	0,600
7	1/9	0,561
8	1/10	0,531



Como se observa a partir del tratamiento de datos, existe una proporcionalidad directa entre la Absorbancia y la concentración de las soluciones de pigmentos de clorofila de partida.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Se trata de una SPE relacionada a la *Química de los Productos Naturales*, adonde se aborda más de una temática. Se trata de un análisis instrumental a través del cual se pueden identificar productos por su espectro característico en el rango del visible, previa extracción y purificación de los productos de interés. Es una actividad que puede coordinarse tanto con Biología a través del papel de la clorofila en el proceso de fotosíntesis como con Física a través de los espectros analizados. Por lo tanto puede ser enfocado desde *temas transversales* o desde *investigación dirigida* si se considera la dedicación de horas de laboratorio que implica la puesta a punto de la misma y la necesidad de un tutorio por parte de expertos.

11.- Bibliografía

- ✓ Benzo, F. ; (1999); *Manual de seguridad en el laboratorio*; 1^{era} Edición; Unidad Académica de Seguridad (Facultad de Química); Montevideo; p. 4, 10, 11, 12, 50, 51.
- ✓ Lehninger, A; Nelson, D., Cox, M.; (1993); *Principios de Bioquímica*; 2da Edición; Ediciones Omega S.A.; Barcelona; p. 575, 576, 577.

- ✓ Skoog, D., Leary, J. ; (1994); *Análisis Instrumental*; 4^{ta} Edición; Mc Graw-Hill; España ; pag. 142 a 149.

Paginas Consultadas:

www.virtual.unal.edu.co/. Consultada 31/7/05

<http://www.monografias.com/trabajos10/clorofa/clorofa.shtml>. Consultada 31/7/05

<http://www.isasaleon.com.mx/productos/oceanoptics/espectrofotometro.jpg>. Consultada 31/7/05

¿ Cómo utilizar la electroforesis en la separación de los componentes de una mezcla? Actividad 26



La electroforesis es un método de separación de mezclas que utiliza un campo eléctrico débil para inducir el movimiento de las moléculas cargadas eléctricamente, logrando el objetivo en razón de su distinta resistencia al movimiento. En general las moléculas mayores tardan más que las pequeñas en atravesar las fibras de papel o del medio soporte.

Así, las moléculas componentes de una mezcla tienden a separarse en razón del tamaño y de la carga, ya que las que portan carga positiva, se desplazan hacia el polo negativo y las que portan carga negativa se desplazan hacia el polo positivo o ánodo.⁴³

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Se podrá visualizar la separación de las moléculas de pigmentos florales en bandas coloreadas al enfrentarlas a un campo eléctrico. También se separarán los componentes de un colorante de repostería.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ En qué consiste el método de separación por electroforesis ?
- ✓ ¿ Se necesita un equipo sofisticado para realizarlo ?
- ✓ ¿ Qué otras mezclas puedo separar por éste método?
- ✓ ¿ En qué características de las moléculas se basa éste metodo de separación ?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Concepto de mezcla y de sustancia pura.
- ✓ Métodos de fraccionamiento
- ✓ Enlace químico.
- ✓ Carga eléctrica / campo eléctrico.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Jabonera.	Solución salina al 1.5%
Papel de aluminio.	Solución de pigmentos florales.
Papel de filtro de café de 1 cm de ancho por 15 cm de largo	Colorante de repostería

⁴³ Reina Daysí Pereyra, *Metodo eléctrico de separación de moléculas: Electroforesis*; Taller de Laboratorio II, IPA, 2001.

Molde dentado de espuma de estireno.	
Cuatro pinzas de conexión dentada (cocodrilos).	
Cable conductor para unir pinzas con fuente de poder.	
Fuente de poder, o cinco baterías de nueve voltios montadas en serie.	
Probeta, dos clavos de acero de 2 o 3 cm	
Matraz, vaso de Bohemia, varilla de vidrio.	
Cuentagotas o dos frascitos con tapón gotero, recipiente de vidrio plano.	
Mechero, balanza, mortero.	

4.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Para separar **una mezcla de pigmentos florales**, en un medio soporte de gel de agar – agar, se deben preparar las siguientes soluciones:



Solución salina de cloruro de sodio al 1,5 % de pH = 7. Si el pH disminuye se decoloran los pigmentos y éstos no se pueden visualizar durante la corrida.

Pigmentos florales: se trituran las flores preferiblemente rojas de distintas especies, por separado. Se sumergen en etanol al 95%, (que puede ser sustituido por alcohol isopropílico), dejando que decanten los sólidos. Se agregan unas gotas de la solución salina. Se guardan en los frascitos con tapón gotero o cuentagotas.

Se prepara una **solución de gelatina** con una cucharadita de agar – agar, (de las de postre al ras), en 140 mL de agua potable. Se calienta y se retira del fuego cuando comienza a espesar, revolviendo constantemente.

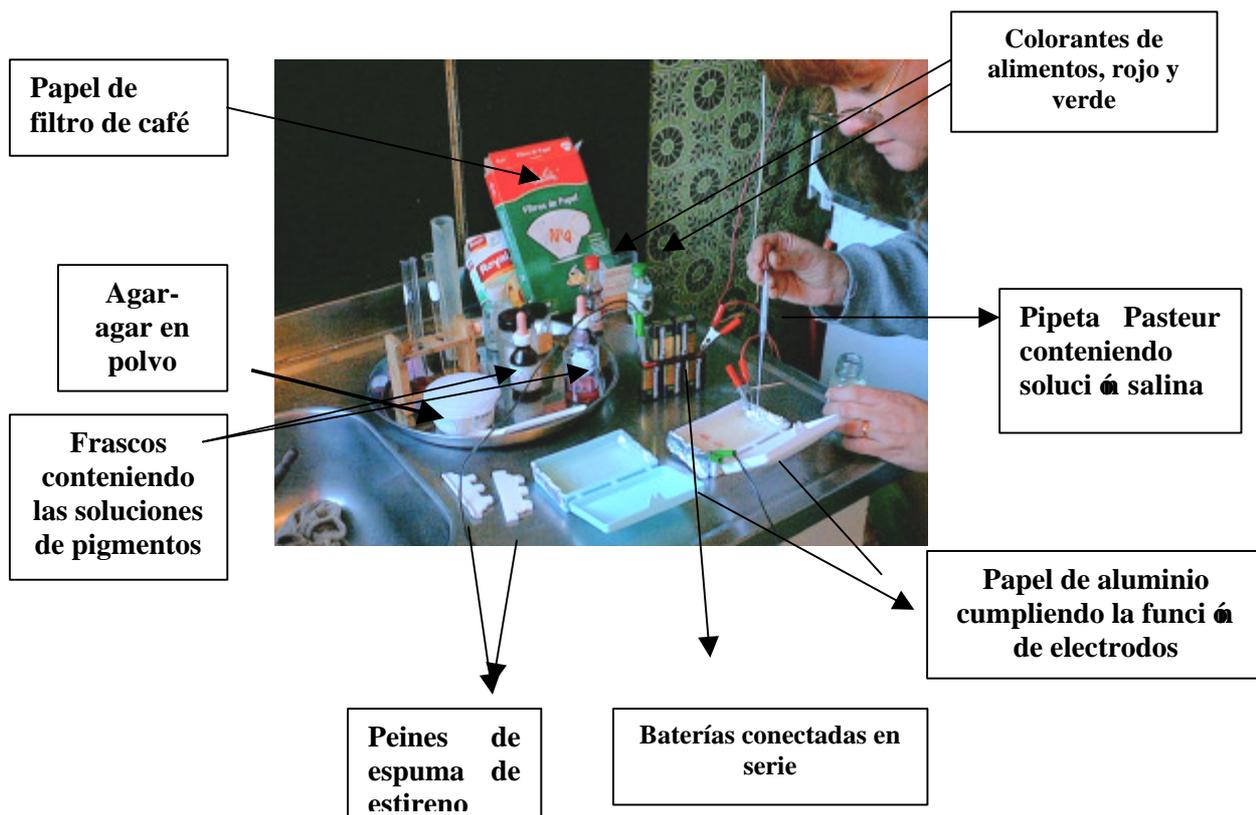
Como proceder a realizar la práctica:

- ✓ Se toma el recipiente, en este caso la jabonera y se le colocan en los extremos más cortos, trozos de papel de aluminio doblados en los bordes del recipiente. Este papel de aluminio cumple la función de los electrodos.
- ✓ Se vierte dentro de la jabonera el gel de agar-agar líquido y caliente, se le coloca el peine de espuma de estireno, necesario para que queden los huecos donde luego se sembrará la solución de los pigmentos. Se deja enfriar hasta que el gel solidifica.
- ✓ Se retira el peine con mucho cuidado. Se añade la solución salina en cantidad suficiente para cubrir la capa de gel e impedir que se seque.
- ✓ Se introducen las sustancias a ensayar con un cuentagotas, en los pocitos, enjuagando bien el cuentagotas entre muestra y muestra.
- ✓ Para iniciar la corrida basta conectar el aluminio a las baterías con pinzas de conexión dentadas (cocodrilos), con el borne positivo unido al lado opuesto a los pocitos, de modo que las partículas cargadas negativamente dispongan de espacio para moverse. No debe preocupar que se observe algo de burbujeo a lo largo del papel de aluminio cuando las moléculas de agua se dividan por

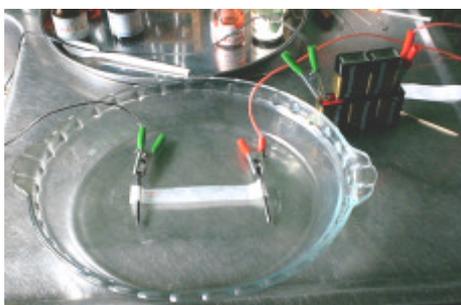
electrólisis, tampoco debe importar que cambie el color de los pigmentos, (situación corriente al alterarse el pH), siempre que éstos permanezcan visible. A causa de la tendencia a oxidarse del aluminio, hay que cambiarlo al renovar el gel tras cada ensayo.

- ✓ Si el voltaje utilizado, es el indicado por el experimento, al cabo de veinte minutos, estarán aisladas las moléculas integrantes de la mezcla, observándose las bandas correspondientes a los pigmentos.

En la imagen siguiente se detallan los materiales y productos a utilizar:



Para realizar la separación de los componentes de **los colorantes por electroforesis en papel:**



Se coloca la tira de papel de filtro en un recipiente de vidrio, ambos extremos del papel se arrollan alrededor de los clavos que se sujetan con las pinzas dentadas, y éstas conectadas a las baterías o fuente de poder de 45 v.

Se empapa el papel y los clavos en la solución salina, pero cuidando de no dejar encharcado el papel.

Con un mondadientes se ponen gotas en forma de puntos, de los distintos colorantes, en un extremo de la tira.

Se conectan los electrodos. Al cabo de 20 minutos se observarán las vetas cuando las moléculas de los pigmentos migren hacia el electrodo positivo.

5.- Resultado de experiencias previas y datos de interés ⁴³

Algunos resultados obtenidos en las **corridas con gel de agar-agar y pigmentos florales** y las condiciones de las mismas, se indican a continuación:



1ª corrida electroforética,
duración 90 min.
Fuente de poder de 33 voltios.



2ª y 3ª corridas electroforéticas,
duración 120 min. 2 fuentes de poder
de 12 voltios c/u conectadas en serie.



Inicio de la corrida electroforética donde se pueden observar los colores amarillo y rojo (soluciones de pigmentos) en las celdas de los extremos y la mezcla de ambos en el centro. Se utilizó gel de agar-agar en una concentración diluida, se colocaron 5,0g de agar-agar (cucharita de postre), en 140ml de agua corriente. El recipiente se conectó a 5 baterías alcalinas de 9 voltios c/u. El gel se mantuvo humedecido con la solución salina de pH = 7. Temperatura ambiente de 16° C.

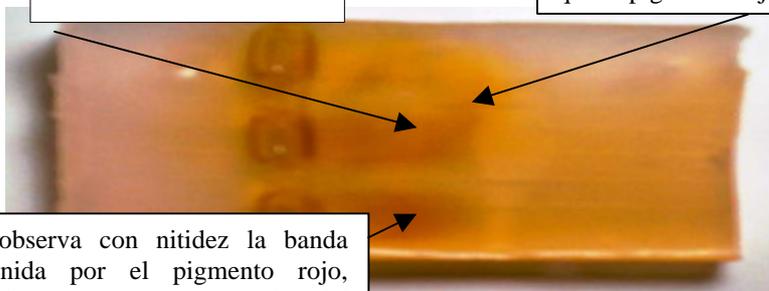
Algunas de las variaciones ensayadas, se resumen a continuación:

Se utilizó gelatina sin sabor, se disminuyó el espesor de la misma a 0,5 cm. Los pigmentos fueron extraídos con alcohol isopropílico, se utilizaron 5 baterías alcalinas de 9 voltios c/u. Tiempo estimado 25 min. Se puede apreciar que el resultado no cae dentro de un rango aceptable.



Desplazamiento de la mezcla y posterior separación. Corrida efectuada en 20 minutos.

El pigmento amarillo recorrió mayor distancia que el pigmento rojo.



Se observa con nitidez la banda obtenida por el pigmento rojo, siendo ésta menor que la del pigmento amarillo, la cual se observa con menor nitidez.



Foto de la corrida anterior en donde se colocó el gel sobre una hoja de papel blanco encima de una fuente de luz, lo cual permite visualizar con mayor claridad la longitud de las bandas obtenidas.

A los resultados obtenidos en la **electroforesis de colorantes en fase papel**, los ilustran las siguientes fotografías y comentarios :



Foto tomada a los 5 minutos de iniciada la corrida, se puede observar el desplazamiento de los pigmentos.

6.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

- ✓ Se podría calcular la movilidad electroforética de las distintas bandas. La movilidad electroforética es lo que permite diferenciar cómo se mueven las moléculas cargadas, influidas por un campo eléctrico en un determinado medio de soporte. La movilidad electroforética a un pH dado, se puede calcular y se expresa normalmente en $\text{cm}^2 \cdot \text{voltios}^{-1} \cdot \text{seg}^{-1}$.

$$\text{Movilidad} = \frac{\text{distancia} \times \text{unidad de tiempo}}{\text{intensidad del campo eléctrico}}$$

$$\text{Unidades} \frac{\text{cm} / \text{s}}{\text{voltios} / \text{cm}}$$

El valor obtenido no es exacto ya que hay que tener en cuenta algunas anomalías como ser: diferente grado de hidratación de los iones, diferente unión de los iones al soporte, etc.

- ✓ Se podría extraer las bandas de los pigmentos y analizar por métodos físicos como el espectrofotómetro, las longitudes de onda de máxima absorción de dichos pigmentos y sus absorbancias, efectuar el mismo ensayo pero para las soluciones de dichos pigmentos y verificar la naturaleza del compuesto. Ver *Actividad 26 ¿ Cómo reconocer los diferentes tipos de clorofilas presentes en una planta .*
- ✓ Podrían ensayarse otras mezclas de diferente naturaleza, por ejemplo de proteínas o de aminoácidos.

7.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Se puede aplicar en primer y segundo ciclo de enseñanza secundaria, en aquellas materias que involucren la separación de mezclas de moléculas. Es un método novedoso cuyo única dificultad podría ser la adquisición del agar-agar, y la obtención de una fuente de poder de 45 voltios .

Al ser una actividad eminentemente práctica, que requiere mucha manipulación a nivel de laboratorio con diversos controles de variables, se sugiere trabajarlo en el marco de una *investigación dirigida*.

8.- Bibliografía

- ✓ Benzo, F.(1999) *Manual de Seguridad en el Laboratorio*. Unidad Académica de Seguridad. Facultad de Química. Montevideo.
- ✓ Carlson, S.(1999) *Método eléctrico de clasificar las moléculas*. Investigación y Ciencia,(S.A.Edición española). No.269. Pág.84-85.
- ✓ Segel, I.H.,(1982) *Cálculos de Bioquímica*. 2^{da} Edición. Editorial Acribia. España.

¿ Común o light ? Actividad 27



A diario a través de los distintos medios de comunicación se nos bombardea con el estereotipo actual de belleza: mujeres y hombres delgados, esbeltos. En muchas de estas publicidades se muestra, o se insinúa al azúcar como causante de los problemas de obesidad, por lo que se la sustituye por tal o cual edulcorante. El azúcar es necesaria para la vida, pero las dosis deben ser moderadas. Para contribuir a esa moderación desde hace algunos años han surgido distintos sustitutos químicos, a veces favorables, otras innecesarios o dañinos.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos saber si una bebida gaseosa tiene o no azúcar (común o dietética) mediante una sencilla reacción química.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Es realmente el azúcar promotor de obesidad?
- ✓ ¿ Qué edulcorantes se consumen en el país?
- ✓ ¿ Son todos los edulcorantes inofensivos para el organismo?,
- ✓ ¿Qué organismo nacional se encarga de controlar los edulcorantes que se consumen en el país?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Nociones de biomoléculas (glúcidos)
- ✓ Habilidades manipulativas en laboratorio

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
tubos de ensayo	solución de fructosa
vaso de bohemia	solución problema A (SPRITE común)
gradilla	solución problema B (SPRITE light)
mechero	reactivo de Tollens.

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Trabajar con gafas y túnica.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

1. Etiquetar tres tubos (1 a 3) y colocarlos en un vaso de bohemia con agua hasta la mitad del mismo. Calentar.
2. Colocar en cada tubo, 10 gotas de reactivo de Tollens.

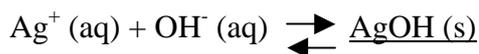
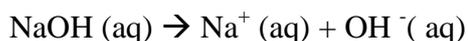
- Entibiar los tubos con el reactivo en el baño de agua. Retirarlos y ponerlos en la gradilla cuidando de no agitar.
- Agregar al tubo 1, 10 gotas de solución de fructosa. Anotar los resultados.
- Proceder del mismo modo en el tubo 2 pero agregando solución problema A y en el tubo 3 solución problema B.
- Observar y registrar resultados.

6.- ¿ Cómo podemos recolectar de datos ?

Tubo n°	Observaciones
1	
2	
3	

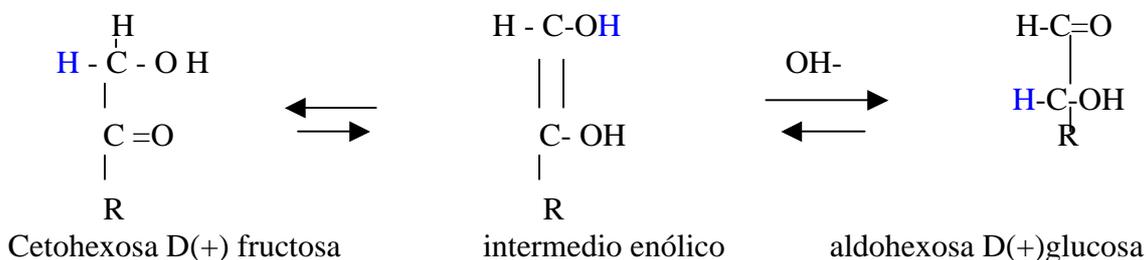
7.- ¿ Cómo podemos analizar los datos ?

Reactivo de Tollens:

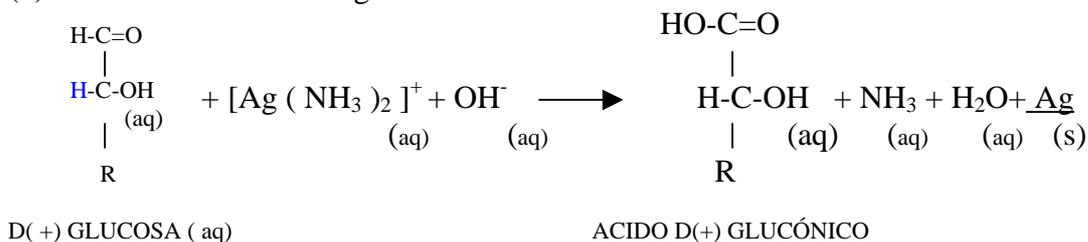


A pesar de que los aldehídos son reductores y las cetonas no, las aldosas y cetosas si lo son. Las aldosas son reductoras debido a la presencia de un grupo funcional aldehído y las cetosas lo son por presentar un grupo OH⁻ en el carbono alfa que les permite convertirse en una aldosa, mediante un equilibrio tautomérico, con una forma enólica (1). Este equilibrio se desplaza a la forma aldehído en medio básico y como la reacción con Tollens se produce en medio alcalino, cuando ponemos a reaccionar la fructosa con Tollens, quién en realidad ejerce la acción reductora es la glucosa (2).

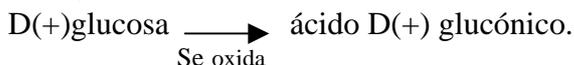
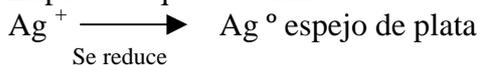
(1) Equilibrio tautomérico de la Fructosa con la Glucosa.



(2) Acción reductora de la glucosa sobre el reactivo de Tollens.



El proceso que se verifica es:



8.- Resultado de experiencias previas ...

Tubo n°	Observaciones
Fructosa	Formación de espejo de plata
Sprite común	Formación de espejo de plata
Spreite light	Sin cambios

...y datos de interés ⁴⁴

Orígenes del azúcar:

Su historia se remonta a varios siglos atrás, hace 2500 años los persas dejaron constancia en sus escritos de una caña que proporcionaba “miel” sin la laboriosa acción de las abejas. Con la conquista de Alejandro Magno, el cultivo se diseminó hacia otras regiones. También los egipcios extraían azúcar de caña, aunque en la época faraónica se descubrieron las propiedades azucareras de otro vegetal: la remolacha. Por este motivo la remolacha cobró un carácter sagrado para esta civilización.

El azúcar fue durante la Edad Media una rareza, poco accesible y extremadamente caro. Por este motivo Venecia prosperó, debido al azúcar que recibía de Asia y que luego revendía como artículo de lujo a las clases nobles europeas. Como resultado de uno de los viajes de Marco Polo, la caña de azúcar se introdujo en el litoral mediterráneo español, Islas Canarias y Madeira.

En 1511 fue llevada a las Antillas y el Caribe, donde el clima tropical resultó ser muy propicio para este cultivo. Desde ese momento hasta aproximadamente 1800, las Antillas, Brasil y las Indias Holandesas fueron los principales productores, abasteciendo el mercado americano y europeo. Recién en el siglo XIX comenzó a extraerse en Europa azúcar de la remolacha, llegando a superar en producción a la de caña. Esto permitió bajar los costos y que este producto dejara de ser un lujo para convertirse en un artículo de uso diario.

¿Qué es el azúcar?

Químicamente se la clasifica como biomolécula en el grupo de los glúcidos. Es una sustancia cristalina, de sabor dulce, poco soluble en alcohol y soluble en agua.

Los glúcidos son sustancias muy abundantes en la naturaleza y que poseen una doble importancia:

- ✓ Son la fuente de energía que utilizan los seres vivos para realizar sus procesos vitales
- ✓ Constituyen parte del tejido de sostén de algunas plantas y animales.

Los glúcidos pueden clasificarse en 2 grandes grupos:

- ✓ Simples o no hidrolizables
- ✓ Compuestos o hidrolizables.

Dentro de los compuestos se encuentran los disacáridos, de los que forma parte la sacarosa, o como se llama vulgarmente azúcar.

⁴⁴ Coral Tosi, ¿Azúcar o edulcorante para nuestros alimentos?, Organización de Laboratorio, 2004

Diferentes tipos de azúcar:

Existen diversas formas de comercializar el azúcar, dependiendo de su elaboración:

- ✓ Azúcar cande: se obtiene por evaporación lenta, en cristales grandes cuyo color varía desde el blanco transparente al pardo debido al agregado de melaza u otros colorantes. Se utiliza en golosinas.
- ✓ Azúcar comprimido: al refinarlo se comprime y moldea en centrifugadoras para darle forma de terrones, que se embalan en cajas.
- ✓ Azúcar de flor: es de primera clase, se obtiene en polvo muy tamizado. También se llama azúcar blanca o impalpable y es usada en repostería.
- ✓ Azúcar de uva: glucosa que forma el propio dulce de la uva y otras frutas.
- ✓ Azúcar granulado: azúcar común
- ✓ Azúcar moreno: no tan refinado como el azúcar común, suele ser más dulce que la misma y de color amarronado.
- ✓ También existen azúcares pertenecientes a otras sustancias como ser la fructosa (frutas), lactosa (leche), xilosa (madera), maltosa (malta).

¿Qué son los aditivos ?

Son productos agregados a la sustancia base, que se encuentran presentes en la misma debido a algún aspecto de su producción, procesamiento o empaclado y que le modifican algunas de sus propiedades, potenciando, inhibiendo o aportando otras cualidades.

Los aditivos están presentes en todos los ámbitos de nuestra vida:

- ✓ Cosméticos: cremas faciales y corporales con vitaminas, cobre, oro, perfumes.
- ✓ Limpieza del hogar: detergentes de vajilla con perfumes y proteínas para las manos. Jabón en polvo con espuma controlada y perfumes.
- ✓ Ceras de piso con colores.
- ✓ Combustibles: naftas con y sin plomo.

La lista es interminable, sin embargo es en la alimentación donde más variedad de productos encontramos, aunando dos factores muy importantes para nuestra sociedad actual: la salud y la estética.

A lo largo de la historia de la humanidad, la búsqueda y conservación de los alimentos ha sido algo fundamental, no solo para la supervivencia de la especie, sino también para su evolución. Ya en la antigüedad se utilizaban aditivos como la sal para conservar las carnes y pescados o las especias para darles sabor. En la actualidad se busca además agregarle propiedades nutritivas esenciales para la vida.

Esta última necesidad se debe a distintos factores:

- ✓ El aumento de la población mundial y la escasez de alimentos hace necesario que estos contengan más propiedades nutritivas o de conservación.
- ✓ Avances médicos que han relacionado ciertas enfermedades con la carencia o sobredosis de determinadas sustancias en los alimentos.
- ✓ Favorecer la venta de determinado producto: cuantos más aditivos tiene, mejor.

¿Por qué usar aditivos ?

El aumento de la población mundial ha incrementado la necesidad del uso de aditivos para conservar los alimentos. Algunos aditivos se colocan a propósito para mejorar la salud, como el yoduro de potasio en la sal de mesa para disminuir el bocio en las poblaciones alejadas del mar, o el fluor en las aguas y cremas dentales para prevenir las caries. Los edulcorantes también son aditivos.

Toda vida, tanto animal como vegetal, requiere un aporte de energía en forma continua para su correcto funcionamiento. La energía proviene de los alimentos que ingiere. De los azúcares que ingerimos, el organismo obtiene la glucosa que utiliza como energía o que guarda en forma de glucógeno. Este proceso se transforma en problema cuando el consumo de glúcidos es muy elevado, más de lo necesario.

La mayor parte de estos azúcares se ingieren en las bebidas gaseosas, golosinas etc. Estos alimentos no aportan casi ningún valor nutritivo y contribuyen a distintos tipos de problemas como: obesidad, diabetes y caries dental. En muchos países desarrollados la obesidad es un problema importante y se cree que sustituyendo parte de los azúcares de la dieta por edulcorantes bajos en calorías se puede disminuir el índice de obesidad.

¿ Qué tipos de edulcorantes existen ?

- ✓ Sacarina y ciclamato: durante mucho tiempo fueron los principales edulcorantes utilizados. Actualmente están siendo sustituidos por otros de mayor poder endulzante.
- ✓ Aspartamo: es un éster metílico del aspartilfenilalanina y es unas 160 veces más dulce que la sacarosa.
- ✓ Acesulfame K: es utilizado en repostería ya que resiste altas temperaturas sin descomponerse, lo que no ocurre con el aspartamo.
- ✓ Sorbitol: es un alcohol polihidroxílico muy utilizado en gomas de mascar ya que no se descompone con las enzimas de la saliva y no contribuye a la caries dental.

Control y contraindicaciones de los edulcorantes

En Estados Unidos todos los aditivos para la alimentación son regulados por la Food and Drug Administration (FDA), la cual se encarga de realizar los estudios correspondientes. En nuestro país este control es realizado por el Ministerio de Salud Pública (MSP), el cual toma como base de datos los estudios realizados en otros países. Como a nivel mundial se ha generalizado el uso de edulcorantes, la producción de los mismos se ha vuelto un negocio redituable, con lo cual no siempre se prioriza como primer punto, la salud de la población.

Los medio de comunicación muestran a los edulcorantes como sustancias mágicas que permiten perder kilos sin ningún esfuerzo. En realidad, existen pocas pruebas de que los edulcorantes ayuden a adelgazar o disminuyan el problema de la obesidad.

Muchos de ellos tienen contraindicaciones importantes, como el ciclamato, el cual fue prohibido hace algunos años en EEUU cuando ciertos estudios probaron que produce cáncer en animales de laboratorio. El aspartamo, está contraindicado para las personas que padecen fenilcetonuria, debido a que no pueden metabolizar la fenilalanina.

De los restantes edulcorantes aún no se conocen sus efectos secundarios, debido a que son de uso reciente. En nuestro país todavía se venden edulcorantes con ciclamato a pesar de conocerse sus inconvenientes.

9.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la actividad práctica:

- ✓ Puede complementarse con la determinación de azúcar en la muestra con otras reacciones como la empleada en la Actividad 12 *¿ Nos comemos un caramelo? o por polarimetría como en la Actividad 2 ¿ Cómo construir y calibrar un polarímetro casero?*

Con relación a la SPE:

- ✓ Conocer características de la población consumidora de edulcorante, tales como:
- ¿Cuál es el porcentaje de consumidores de edulcorantes en el total de pobladores del país?
- Género: ¿ las mujeres consumen más edulcorantes que los hombres ?
- Razón por la cual los consumen: ¿ estética o salud ?
- ¿En qué edades el consumo es mayor ?
- ¿Existe alguna relación entre el nivel de formación de la persona y su tendencia al uso de edulcorantes?
- ✓ Conocer como se realiza la elaboración de golosinas en general: caramelos, chupetines, chicles u otras, con edulcorante.
- ✓ Realizar un análisis económico que de cuenta de la relación azúcares/edulcorantes en el consumo de la población.
- ✓ ¿Cuál es el edulcorante más consumido en el país y por qué ?
- ✓ Investigar cual o cuales de los edulcorantes utilizados en el país son de fabricación nacional y cuales importados. En cada caso conocer que tipo de controles se les realiza antes de salir al mercado.

10.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Es una actividad relacionada a la *Química de la Salud o de los Alimentos*, que puede ser discutida cuando se aborda el tema de biomoléculas, en particular en glúcidos.

Sin embargo es analizable desde muchos aspectos como ser :

- ✓ Temas vinculados a la salud : obesidad, fenilcetonuria, diabetes, etc
- ✓ Temas vinculados a la economía: rentabilidad de su producción
- ✓ Temas relacionados a la ciencia y la tecnología: nuevos productos edulcorantes, nuevas formas de presentación, nuevas aplicaciones, etc.
- ✓ Temas vinculados a la sociedad: consumo por razones estéticas, por enfermedades, etc.

Por eso puede ser realizada desde un enfoque de *temas transversales* o dentro de una modalidad *CTS*.

11.- Bibliografía

- ✓ Brown, T.L., LeMay, H.E. y Bursten, B., (1998), *Química La Ciencia Central*, 7ª . Edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A, México.
- ✓ Arthur Guyton, *Fisiología Humana*, 3º ed.
- ✓ Robert Bohinski, *Bioquímica*, 5º ed., Ed. Adisson Wesley, Iberoamérica.
- ✓ Diccionario Enciclopédico Salvat, Salvat Editores, España.
- ✓ Hill, Kolb, *Química para el nuevo milenio*, 8º ed. De. Pearson

Paginas consultadas:

<http://html.rincondelvago.com/aspartame.html> Consultada 1/8/05

¿ Qué procesos se dan en la fabricación del pan?

Actividad 28



El pan es un alimento que ha complementado la alimentación de las personas desde tiempos remotos. Existe constancia de la fabricación de pan y de la utilización de levaduras desde el año 2300 a. C. en que los egipcios descubrieron de forma casual el proceso de la fermentación. Desde entonces la preparación del pan se ha dado básicamente en tres fases que son: preparación de la masa, esponjado de la misma y proceso de cocción. Son fases enlazadas en el tiempo pero que implican procesos físicos, químicos y biológicos diferentes.

1.- ¿ Qué podremos averiguar...

Podremos conocer una forma de preparar pan y los diferentes cambios producidos en cada etapa del proceso.

... y qué preguntas podemos responder al realizar esta SPE ?

- ✓ ¿ Qué tipo de procesos físicos, químicos y biológicos acompañan la producción del pan ?
- ✓ ¿ De qué formas diferentes puede producirse ?
- ✓ ¿ Qué componentes son esenciales y cuáles prescindibles?
- ✓ ¿ Qué procesos de descomposición pueden sufrir ?

2.- Conocimientos previos necesarios para trabajar la SPE

- ✓ Nociones de biomoléculas y química orgánica.
- ✓ Concepto de fermentación.

3.- ¿ De qué materiales y de qué productos necesitaremos disponer para llevar a cabo la actividad propuesta ?

<i>Materiales</i>	<i>Sustancias</i>
Bols	Levadura fresca o seca
Espátula	Azúcar
Asadera	Harina
Horno	Sal de mesa (NaCl)
	Grasa animal Agua tibia

4.- ¿ Qué medidas de seguridad y qué precauciones debemos adoptar para trabajar seguro ?

Se debe trabajar con túnica, tapaboca, cabello recogido y gorro. En tanto se manipula el producto directamente con las manos, éstas deben estar limpias. Las uñas deben estar cortas y sin residuo acumulado ni pintura. No trabajar con anillos.

Se debe disponer de protección al manipular la apertura del horno caliente así como al retirar la asadera del mismo.

5.- ¿ Cómo debemos proceder en la práctica ?

Preparación de la levadura:

Deshacer la levadura (1 pancito si es fresca o 1 cucharada si es seca) en 125 mL de agua tibia ($\frac{1}{2}$ taza). Adicionarles $\frac{1}{2}$ cucharada de azúcar y dejar reposar 15 minutos a temperatura ambiente.

Preparación de la masa:

1.- Poner sobre una superficie limpia, la harina (500g) mezclada con la sal ($\frac{1}{2}$ cucharadita) en forma de corona. En el centro adicionar la grasa (50g) y la levadura preparada.



2.- Unir todo agregándole agua tibia hasta formar una masa de la consistencia adecuada.



3.- Amasar el producto obtenido. Dejarlo en un lugar templado durante un tiempo aproximado de 20 minutos.



4.- Cocinarlo en horno a temperatura media. Retirarlo una vez cocido.



6.- Resultado de experiencias previas y datos de interés

Las fotografías anteriores corresponden a una actividad realizada previamente⁴⁵. Se podría considerar que el pan es el producto de cocción de la harina fermentada por la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en presencia de agua y sal. Actualmente se reportan más de trescientos tipos diferentes de panes siendo los suplementos más comunes azúcar, miel, leche, germen de trigo, gluten, pasas, higos, entre otros.

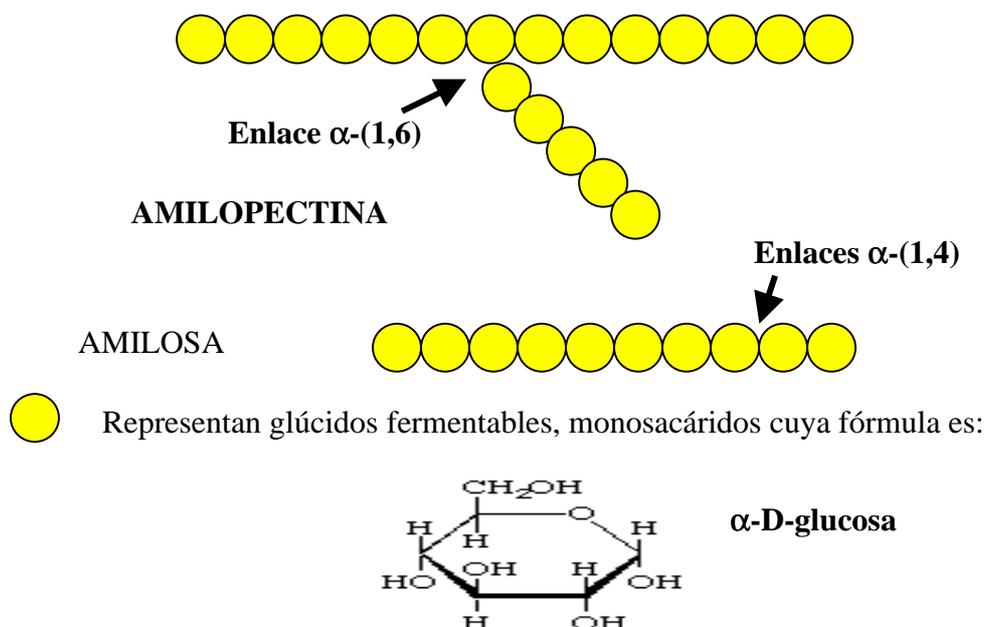
La **harina** es el producto más importante derivado de la molturación de los cereales, especialmente del trigo maduro, sin impurezas. La harina, tiene como principales componentes, glúcidos (polisacáridos, di y monosacáridos) y proteínas (gluten) con gran capacidad de absorción de agua.

Existen diferentes calidades de harina en el mercado. Algunos de los parámetros que dan cuenta de la calidad de las mismas son: contenido de gluten, humedad, cenizas, grasas y acidez. Las propiedades plásticas o reológicas importan desde el punto de vista de su aplicación en panadería.

También interesa a los efectos de la calidad panadera sus *características fermentativas*: producción y retención de gas (CO₂) durante la fermentación. La fermentación de la harina tiene por expresión cuantitativa, la producción de gas que se relaciona con la cantidad de glúcidos presentes en la misma y que es producido por la levadura actuando sobre esos glúcidos (proceso de fermentación).

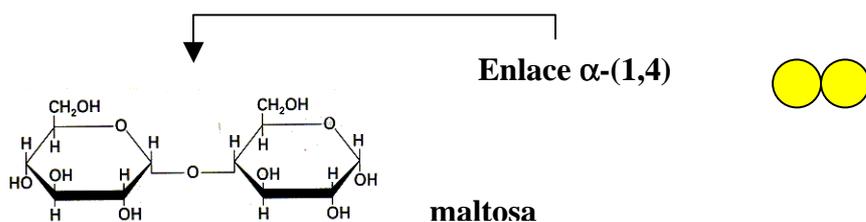
El azúcar fácilmente fermentable presente en la harina (mono y disacáridos) es tan solo del 1 al 2 % de la misma. Por esta razón deben haber enzimas presentes que permitan la degradación del almidón (polisacáridos) a glúcidos fermentables.

Estructura del almidón:



⁴⁵ *Elaboración del pan*, E. Moris, G. García, P. Galván, W. Castillos, IAVA, 2001.

En la harina también pueden haber disacáridos fermentables del tipo:



Las **enzimas**, son catalizadores biológicos de naturaleza proteica, capaces de acelerar o inhibir reacciones químicas. Cada tipo de enzima tiene su propio sustrato (molécula/s con la/s que interactúa), por ejemplo las amilasas pueden desdoblarse sobre el almidón, y la actividad enzimática depende de otros parámetros tales como temperatura, acidez del medio, etc. En el caso de la panificación, las enzimas sufren cambios durante la cocción que las tornan inactivas, razón por la cual no cumplen con las características de los catalizadores de conservar su acción catalítica al finalizar la reacción.

Las enzimas presentes en la harina son:

- *Alfa (a) amilasa*, procede del embrión del germen, actúa sobre los enlaces 1-4 de ambas cadenas del almidón, produciendo azúcares variables denominados dextrinas, capaces de retener la humedad. Cuando el grano de trigo ha germinado el contenido de α amilasa es elevado, esto explica que las harinas procedentes de trigos germinados produzcan panes húmedos de miga pegajosa, de color rojizo. Por el contrario cuando no hay suficiente α amilasa en la harina, el pan es seco y sin color. La temperatura de inhibición de la α amilasa es de 75°C .
- *Beta (b) amilasa*, procedente del endospermo del grano de trigo, convierte el almidón en maltosa y se inactiva entre los 52 y 63°C .

Procesos en la elaboración del pan:

Con relación a los procesos que se producen en la elaboración del pan, se considerarán las tres siguientes etapas:

1. Preparación de la masa
2. Esponjado de la masa
3. Proceso de cocción

Para la preparación de la masa, lo importante es la adecuada relación harina /agua. La proporción de esa mezcla está predeterminada por la naturaleza coloidal de la harina y de su capacidad de hincharse. La escasez de agua provoca una hinchazón incompleta y el engrudamiento parcial del almidón de la harina, un exceso de agua puede quedar como tal entre las partículas de masa. Se trata de un proceso de ensayo y error. La preparación de la masa en la antigüedad se realizaba a mano y aún hoy a nivel de hogares se realiza el amasado manual. A nivel de fábricas o panaderías se realiza con máquinas amasadoras que han variado mucho con el avance tecnológico, encontrándose diversos modelos en plaza.

El esponjado de la masa es el proceso responsable de impedir un producto seco y duro como consecuencia de la cocción de la masa. Se consigue con la distribución homogénea de gas en la masa en forma de pequeñas burbujas el tiempo suficiente como para que la masa originalmente plástica, adquiera una estructura tal que ya no sufra

variación. El gas responsable de este proceso es el anhídrido carbónico (CO₂), inodoro, insípido y sencillo de obtener a través de la fermentación alcohólica producida por la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (hongo), actuando sobre los glúcidos de la harina.

La **levadura** es un organismo unicelular de forma redondeada, anaeróbico, de dimensiones microscópicas, divisible por gemación,. La concentración de azúcares óptimo para el proceso de fermentación por parte de la levadura es del orden de 10-12%. La actividad de fermentación depende de su contenido en enzimas y coenzimas. En la siguiente tabla se da cuenta de algunas de las *enzimas* presentes en la levadura junto a su sustrato y al producto resultante.

Enzima	Sustrato	Producto de hidrólisis
Maltasa	Maltosa	Glucosa
Invertasa	Sacarosa	Glucosa y fructosa
Zimasa y co-zimasa	Glucosa o fructosa	Alcohol (etanol) +anhídrido carbónico
Proteínasa	Proteínas	Proteosas, peptonas, péptidos

La temperatura óptima de trabajo de la levadura está entre los 22 y 29°C, a los fines de la panificación es más estrecho el intervalo, concretamente entre 24,5 y 27,8°C, siendo la fermentación un proceso exotérmico.

La fermentación alcohólica, producida mayoritariamente en la fermentación panaria se puede definir como el proceso de transformación de azúcares en alcohol y anhídrido carbónico. Tiene lugar en el interior de las células de levadura presentes en la masa panaria. La ecuación que representa el proceso sería:



Por cada 100 partes de azúcar se obtienen 51 partes de alcohol y 49 partes de anhídrido carbónico. El 95% de los azúcares disponibles en la levadura, sufren esta fermentación, el 5% restante hacen otros procesos que conducen a compuestos como ácidos orgánicos.

El proceso de cocción se debe realizar a unos 220°C, en un ambiente húmedo y en ausencia de corrientes de aire. A esa temperatura se “engrudan” los glúcidos en la superficie exterior del pan y luego se transforman en dextrinas con liberación de agua, esto produce el endurecimiento de la superficie y el posterior tostado en un proceso semejante al de caramelización (corteza). La temperatura de trabajo debe ser tal que asegure la formación de productos de tostación y caramelización solamente. Si la temperatura es superior a la indicada se puede producir la transformación de la harina en carbón dándole al pan el color negro del quemado.

Es importante la formación adecuada de la corteza pues retiene el agua en el interior del pan e impide un nuevo incremento de temperatura (de ahí la importancia de la relación harina/agua), formándose así la miga. A la temperatura de cocción se favorece también la vaporización del alcohol (resta un 0.2% en la miga del pan pronto).

El pan como producto final:

Debe presentar buena forma, buen color, buen esponjamiento y sabor agradable.

A la *corteza* se le exige determinado grado de dureza, de fragilidad y de elasticidad. Su color debe ser ligeramente pardo. La miga

7.- ¿ Cómo podemos relevar y analizar el resultado ?

Se podría realizar un análisis tanto de la corteza como de la miga del pan obtenido, de carácter organoléptico, advirtiendo características como: color, sabor, olor. A su vez, se podría realizar un análisis cualitativo y/o cuantitativo advirtiendo aspectos como: humedad, cenizas, ácidos presentes, % de alcohol, etc.

La información puede ser relevada a través de una tabla como la que se plantea que puede ser completada con una escala del tipo: +; +/-; - según el grado de cumplimiento con el aspecto a analizar.

Aspecto analizado:	Parte del pan a analizar: Corteza	
	Calificación	Comentario
Color		
Consistencia		
Fragilidad		
Elasticidad		

Aspecto analizado:	Parte del pan a analizar: Miga	
	Calificación	Comentario
Color		
Esponjamiento		
Sabor		
Olor		
Consistencia		

8.- ¿ Cómo podemos complementar esta actividad ?

Con relación a la práctica:

- ✓ Se pueden fabricar diferentes tipos de panes, variando algunos de los parámetros (tiempos de cocción, temperatura, humedad, etc) antes señalados o su propia composición (diferente relación agua/harina, diferentes calidades de harinas, etc) y con ellos realizar tablas comparativas a los efectos de optimizar la gestión de calidad del productos e independizarlo del sujeto que lo realice.

Con relación a la SPE:

- ✓ Puede realizarse un estudio con énfasis en lo económico y advertir en que países se consume pan, en que proporción en relación a la población total, que importancia en la dieta tiene, etc.
- ✓ Puede realizarse un revisión histórica que complemente la actividad anterior:
 - analizar la evolución en el consumo que ha tenido a nivel mundial, desde sus orígenes

- su importancia en la dieta en las diferentes épocas
- el papel de la tecnología en la producción panadera
- el rol que ha tenido este alimento en la sociedad (ofrendas, etc).
- ✓ Abordar el consumo del pan en relación a la salud de las personas ¿ todos los sujetos pueden consumir pan de harina de trigo?
- ✓ Informarse acerca de las posibles dietas para personas celíacas.
- ✓ Conocer acerca de los avances de la investigación científica sobre la producción de harina de trigo modificada genéticamente para consumo de celíacos.
- ✓ Indagar acerca de las posibles enfermedades del trigo que pueden llegar a afectar a los consumidores.

9.- Aplicaciones a la enseñanza y temas relacionados a abordar a través de la SPE

Se trata de una SPE muy vinculada a la vida diaria, relacionada a la *Química de los Alimentos*. Es una actividad de multiabordaje: desde la química orgánica, la microbiología, la nutrición, la economía, la historia, etc. Desde la enseñanza formal la elaboración del pan resulta motivante en el tratamiento de biomoléculas, se trata de un producto que vincula los glúcidos (mono y disacáridos, polisacáridos), las proteínas (gluten, enzimas) y los lípidos (aditivos como la grasa y otros). Desde la enseñanza informal es realizable en talleres adonde se procure advertir que la ciencia está en la cocina y en particular en nuestros alimentos y de que manera un hecho tan cotidiano como puede ser la elaboración o el consumo de un pan, lleva implícitos tantos proceso de diversa naturaleza.

10.- Bibliografía

- ✓ Revista “ *Panorama*” nº 145, marzo 1993.
- ✓ Revista “ *Molinería y panadería*” Nº 855 junio 1981, Nº 971 febrero 1991, Nº 972 marzo 1991, Nº 973 abril de 1991.

Páginas consultadas:

- ✓ <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/Chef/pan%20historia.htm>. Consultado 2/8/05
- ✓ <http://www.consumaseguridad.com/web/es/investigacion/2004/10/18/14841.php> Consultado 4/8/05
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo2.shtml> Consultado 4/8/05
- ✓ http://www.consumaseguridad.com/web/es/normativa_legal/2001/05/09/158.php Consultado 4/8/05