

PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN QUÍMICA ORGÁNICA CON BASE EN LAS TIC PARA ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Laboratory practices in organic chemistry based on ict for higher education students

Rodríguez Rojas José Antonio*

Universidad de Los Andes.

e-mail: joseantonio8rr@gmail.com

Resumen

El propósito fundamental de esta investigación fue la elaboración de prácticas de laboratorio en química orgánica con base en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para estudiantes de educación superior en la Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (Trujillo – Venezuela). El tipo de investigación fue la proyectiva con un diseño de campo, descriptivo y hermenéutico. Este diseño permitió contextualizar las herramientas necesarias para el desarrollo de las prácticas de química orgánica en este nivel. La población estuvo conformada por cuatro (04) docentes del área de química orgánica, y veinte (20) estudiantes cursantes de dicha asignatura para el semestre A-2016. Los datos fueron colectados a través de dos (02) cuestionarios validados por tres (03) expertos para garantizar el trabajo propuesto y llevar a cabo la investigación. El análisis de los resultados permitió conocer que solo un veinticinco (25) % de los estudiantes tienen al alcance herramientas pedagógicas para el desarrollo de las prácticas de laboratorio y, a su vez se pudieron identificar las estrategias académicas que se pueden aplicar en la elaboración de las prácticas. A partir de los resultados se elaboró un manual para actividades de laboratorio en Química Orgánica que puede utilizarse por distintos medios de la web 2.0. Este manual beneficiará un proceso de enseñanza – aprendizaje dinámico, atractivo y significativo tanto para el estudiante como para el mediador.

Palabras clave: Prácticas, Laboratorio, Enseñanza - Aprendizaje, Química Orgánica, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

Recibido: 11/03/2024 **Aprobado:** 13/05/2024

*Licenciado en Educación mención Biología y Química. MSc en Gerencia de la Educación. Profesor del NURR ULA y Miembro activo del Grupo de Investigación de Productos Naturales (GIPRONA). ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5271-8446>

Abstract

The main purpose of this research was to develop laboratory practices for organic chemistry based on Information and Communication Technology (ICT) for higher education students at Universidad de Los Andes, "Rafael Rangel" Campus (Trujillo – Venezuela). The type of research was projective with a field, descriptive, and hermeneutic design. It allows contextualized information related to the tools needed for the development of organic chemistry practices in college. The population consisted of four (04) professors in the area of organic chemistry, and twenty (20) students attending the course in the semester A-2016. Data were collected through two (02) questionnaires validated by three (03) experts. The analysis of the results revealed that only twenty-five (25) % of the students have pedagogical tools available for the development of laboratory practices and at the same time it was possible to identify the academic strategies that can be applied in the development of the practices. Based on the results, a manual for laboratory activities in organic chemistry was developed. It can be used by different means of the web 2.0. This manual it will benefit a dynamic, engaging and meaningful teaching-learning process for both the student and the mediator.

Keyword: Practices, Laboratory, Teaching - Learning, Organic Chemistry, Information and Communication Technology (ICT).

Introducción

El hombre desde su aparición en el mundo ha sentido gran curiosidad sobre la naturaleza, el universo y sobre sí mismo; lo cual le ha llevado a una experimentación continua permitiendo su avance y superación. Todo ello, en su afán de integrarse como unidad bio-psico-social y, por su constante búsqueda del crecimiento y equilibrio en la sociedad, en la cual la ciencia experimental ha tenido papel preponderante. El proceso histórico de enseñar y aprender ciencia ha evidenciado la complejidad del mismo; aspecto que se aprecia en las biografías de científicos experimentales que han logrado grandes descubrimientos.

Los significativos cambios sociales, económicos y culturales que se producen en la actualidad a nivel mundial han generado una coyuntura social, política y científica que han exigido la conformación de disposiciones y reglamentaciones en el ámbito de las políticas educativas globales. En Venezuela, a pesar de las distintas reformas curriculares persisten problemas educativos que no se han podido solventar; siendo algunos de ellos la masificación, la escasez de recursos didácticos y tecnológicos, la falta de métodos modernos en la enseñanza y poca utilización de la experimentación científica. Estos constituyen debilidades que impiden que la educación cumpla a cabalidad su importante función social.

El sistema educativo en sus diferentes niveles y modalidades (i.e. escuelas, liceos y universidades) se enfrentan al desafío de utilizar nuevas estrategias pedagógicas, con el fin de proveer a los estudiantes de herramientas y conocimientos. Con el paso de los años y a pesar de los nuevos paradigmas que desde la perspectiva sistemática y compleja se han introducido, los problemas se han intensificado y han desmejorado el proceso de enseñanza y aprendizaje tanto en el nivel secundario como en la educación superior. Todo ello, debido a la metodología lineal,

pasiva y rutinaria que se vive en el contexto educativo, basadas en explicaciones magistrales en la pizarra, en libros de textos y resolución de problemas cerrados de aplicación de lo tratado, lo que impide a los estudiantes hacer suyas las nuevas ideas.

Lo antes planteado exige un ambiente de aprendizaje que posibilite al educando el acceso y procesamiento de información, el manejo de una diversidad de medios para el diseño de soluciones, uniendo el saber con el saber hacer en el contexto de la resolución de problemas de su entorno, fomentando la participación y estimulación de actividades para tomar decisiones y contribuir al desarrollo de las competencias fundamentales necesarias para la vida y el trabajo en el mundo de hoy. Para ello, en el caso de la ciencia experimental, es imperioso capacitar y actualizar al personal docente, equipar las instituciones con laboratorios científicos, equipos tecnológicos (i.e. computadoras y conexión a la red); y una vez se haya realizado he instruido a los docentes, comenzar a enseñar a los estudiantes dentro de una praxis de aprender haciendo. En este sentido, Urribarri (2005), argumenta la necesidad de que las instituciones de educación universitaria revisen y elaboren planes de estudio que adecuen y ajusten el perfil profesional de los egresados a los cambios generados por las nuevas tecnologías (i.e. Tecnologías de Información y Comunicación - TIC).

Aprendizaje de la ciencia experimental

A nivel mundial, la educación tiene como finalidad contribuir a desarrollar en el hombre habilidades y capacidades que se consideran básicas para su desenvolvimiento en la sociedad en la que vive (Díaz y Fernández, 2003). Ello se logra a través del proceso de enseñanza y aprendizaje, el cual supone un compromiso de las instituciones educativas con la

vida real. Este proceso está representado en el aprender a aprender; que en sus tantas concepciones podemos interpretar como la reinención del conocimiento o información mediante situaciones que permiten descubrir, crear, inventar y reflexionar con la mediación del docente y los procesos cognitivos de asimilación y acomodación (Piaget, 1918).

Estos planteamientos tienen cabida en cualquier disciplina que se enseñe y en cualquier nivel del sistema educativo. En el caso de las ciencias experimentales, el proceso de enseñanza y aprendizaje está dirigido a dar formación científica a los estudiantes que permitan su desenvolvimiento en el ámbito académico y, posteriormente en el profesional o laboral. Inquieta y preocupa, con palabras de Gilbert (2006), que en el área de la química prevalezca el modelo pasivo de enseñanza y aprendizaje, lo cual hace que en ocasiones el educando considere el aprendizaje de esta ciencia como difícil, debido a la cantidad de fórmulas, reglas y principios complejos que se deben manejar. La experiencia nos ha permitido evidenciar que aun cuando los estudiantes tienen la capacidad de memorizar y razonar el conocimiento teórico de química, se les dificulta la resolución de problemas. Por consiguiente, la representación de los conceptos es imprecisa y, urge complementarlos con experiencias prácticas de laboratorio a fin de lograr el aprendizaje significativo (Ausubel, 1986)

Hoy día, es revelador la importancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza y aprendizaje. Estas constituyen herramientas que sitúan el conocimiento en un contexto atemporal y al alcance de cualquier persona interesada. En el caso de la enseñanza – aprendizaje de la ciencia, no es posible concebir una educación científica completa sin la incorporación de los estudios de campo o las experiencias prácticas de laboratorio,

ya que sin ellas se renuncia al desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes y, por el contrario, se estimula el desinterés del educando por aprender ciencias.

(Urribarri, 2005). Plantea en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la ciencia, en particular de la Química Orgánica, actividades como las prácticas experimentales a través de videos y animaciones donde se exponga diferentes procesos químicos ofrecen amplitud de oportunidades para la apropiación de los conceptos; además de reflejar la capacidad creativa del docente. Por consiguiente, en los contextos educativos, en particular en la universidad, se hace urgente y necesario renunciar al papel de los docentes como simples transmisores de conocimientos, para constituirse en constructores o diseñadores de situaciones de aprendizaje o saberes bajo esquemas innovadores, como lo permiten las TIC.

La integración curricular de las TIC en la enseñanza universitaria

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son, según Escalante (2006; p. 18), “el conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de información contenidas en señales de naturaleza acústica (sonido), óptica (imágenes) o electromagnéticas (datos alfa numéricos)”. Este conjunto de elementos electrónicos, en los cuales están las telecomunicaciones, la informática y la industria de contenidos permiten que las experiencias comunicacionales y los procesos de interrelación alcancen una difusión y una multiplicación en la sociedad globalizada; además, permiten la posibilidad de transmitir mensajes digitales de todo tipo (e.g. texto, imágenes, sonido y video).

Las TIC incluyen la electrónica como tecnología base que soporta el desarrollo de las

telecomunicaciones, la información y el audiovisual. Algunas características de esta integración son:

- Formato electrónico (posibilidad de digitalización). Las TIC convierten la información tradicional sujeta a un método físico en material digitalizado, lo que permite almacenar gran cantidad de información en dispositivos de pequeño tamaño (i.e. discos, CD, memorias, entre otros). A su vez los usuarios pueden acceder a la información ubicadas en dispositivos electrónicos lejanos, que se transmiten utilizando las redes de comunicación, de una forma transparente y digital. Esta característica, ha venido a definir lo que se ha denominado “realidad virtual”; esto es, realidad no real.
- Inmediatez. La información se puede transmitir a la velocidad de la luz por medio de ondas electromagnéticas a diferentes frecuencias en un rango admisible a lugares alejados físicamente, mediante las denominadas “autopistas de información”. Se han acuñado espacios como ciberespacio, para definir el espacio virtual, no real, en el que se sitúa la información.
- Aplicaciones Multimedia. Las aplicaciones o programas multimedia han sido desarrollados como una interfaz amigable y sencilla de la comunicación, para facilitar el acceso a las TIC de todos los usuarios. Una de las características más importantes y posiblemente la más significativa es “La interactividad”. A diferencia de las tecnologías más clásicas (e.g. televisión y radio), las cuales solo permiten una interacción unidireccional, de un emisor a una masa de espectadores pasivos; el ordenador interconectado mediante las redes digitales de comunicación proporcionan una comunicación bidireccional (i.e. sincronizada y asincrónica), persona-persona y persona-grupo.

No obstante sus beneficios, la implementación de las Tic en los contextos educativos, según Valerio y Paredes (2008), ha de enmarcarse en una respuesta teórico-práctico que permita el diseño, análisis, selección, aplicación y evaluación coherente de los recursos tecnológicos aplicados a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por tanto, a juicio de Valerio y Paredes, la integración curricular de las TIC ha de llevarse a cabo desde tres perspectivas: a) como un conjunto de destrezas y competencias que supone el uso de las TIC para profesores y alumnos, b) como potente y eficaz recurso que en manos del profesor constituye permite fomentar los cambios curriculares, y c) como agente de cambio, por el impacto que suponen respecto a los modos de acceder al conocimiento, al intercambio de información y a la metodología de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Ante esto debemos preguntarnos ¿Qué significa, entonces, un entorno de aprendizaje construido con la ayuda de las TIC? Al respecto, estos autores, identifica diversos entornos de aprendizajes y los describe de la siguiente forma:

- Los recursos concretos, hardware y software utilizados en la enseñanza (e.g. aula de ordenadores con acceso a internet).
- Los servicios descentralizados ofrecidos a través de la red de información. (e.g. página web ofreciendo recursos y herramientas de aprendizaje).
- La metáfora de un lugar, de un estudio (i.e. espacio virtual) creado con la ayuda de las TIC, en el que se pretenden ofrecer las mismas actividades de un lugar concreto.

Metodología

En la búsqueda de opciones que permitan optimizar la enseñanza y el aprendizaje en la universidad se desarrolló el presente estudio cuyo objetivo general es: Proponer experiencias de laboratorio en Química Orgánica con base en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), con el fin de mejorar la praxis pedagógica, en Núcleo Universitario “Rafael Rangel” de la Universidad de Los Andes; Municipio Pampanito, estado Trujillo.

El tipo de investigación se enmarcó dentro de la modalidad Proyectiva, definido por la UPEL (2011, p.21) como la “elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema práctico, para satisfacer las necesidades de una institución o grupo social”. En este caso, la propuesta que se presenta intenta mejorar la praxis pedagógica de los actores educativos y el aprendizaje de los estudiantes. El diseño seleccionado es de campo (Hernández, Fernández y Baptista, 2006), ya que los datos se obtuvieron y analizaron directamente en el entorno de los sujetos investigados.

Fases de la investigación

Esta investigación proyectiva comprendió las siguientes fases (UPEL, 2011):

Fase I: Detección de las necesidades: Esta fase tuvo como finalidad diagnosticar el estado actual de los recursos y estrategias empleadas para la enseñanza y aprendizaje en los laboratorios de Química Orgánica en el Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR) de la Universidad de Los Andes (ULA).

Fase II: Elaboración de propuesta: Diseñar experiencias de laboratorio en Química Orgánica,

para estudiantes de educación superior con base en las TIC.

Población y Muestra

Para efectos de esta investigación la población estuvo conformada por cuatro (04) docentes del área de Química Orgánica del NURR - ULA, y veinte (20) estudiantes cursantes de la asignatura Química Orgánica en las carreras de Ciclo Básico de Farmacia y Educación mención Biología y Química del NURR – ULA. Debido a que la población es pequeña y de fácil acceso, no se realizó ningún procedimiento muestral, y se tomó como muestra al total de la población antes descrita.

Técnica e Instrumento de Recolección de Datos

Los datos pertinentes para logro de los objetivos de la investigación se recabaron a través de la técnica de la encuesta (Fidias, 2006), tomando como instrumento el cuestionario. El mismo se aplicó a la población indicada anteriormente. De allí, que se diseñaron dos instrumentos (i.e. cuestionarios A y B) estructurados en formas de juicio con tres (03) alternativas de respuestas tipo Escala de Licker; es decir, solicitando al sujeto su respuesta en base a los puntos de la escala: S (siempre), AV (algunas veces), y N (nunca).

La validez de estos instrumentos (Chávez, 2003) se realizó a través de revisión por tres expertos, quienes evaluaron la claridad, pertinencia y congruencia entre el título, objetivos, variables, dimensión y cada ítem del instrumento. La confiabilidad se determinó a través de la fórmula de Cronbach (1951), a partir de una prueba piloto. La información obtenida por medio de los instrumentos se organizó y tabuló, y posteriormente se analizó

estadísticamente. Los resultados obtenidos y las conclusiones (Rodríguez, 2017) a que se llegó permitieron diseñar la propuesta que a continuación se presenta.

Las tic en la enseñanza – aprendizaje de la química organica (Experiencias de Laboratorio)

La propuesta que se presenta está orientada hacia la actualización de prácticas de laboratorio en Química Orgánica con base en las TIC, para estudiantes de educación superior. El propósito de la misma es auxiliar a los docentes con experiencias de enseñanza y aprendizaje basadas en las nuevas tecnologías y diseñadas a partir de textos, dibujos, animaciones y sonidos. Estas mismas posibilitan la interacción, la reestructuración y la búsqueda de contenido, la distribución de la información, la retroalimentación del usuario; haciendo más activa la participación, reflexión y respuesta.

Asimismo, la enseñanza en los laboratorios de Química Orgánica, en función de la aplicación de medios tecnológicos, debe estar determinado por el desarrollo de la capacidad cognitiva del estudiante, entendida como el subconjunto de posibilidades para pensar de manera crítica, analógica, establecer relaciones, interpretar símbolos y desarrollar la capacidad de abstracción, manipular a nivel lógico los enunciados verbales y proposiciones (pensamiento proposicional), apto además, de interpretar y apreciar las abstracciones simbólicas de la asignatura, el pensamiento lógico y complejo, así como el uso de metáforas. Esto, debe conllevar a que el estudiante, se comprometa constantemente en discusiones espontáneas sobre cualquier tema en particular, en donde exponga sus puntos de vista en función del aprendizaje adquirido, manifestando los conceptos abstractos de justicia y libertad.

Prácticas

Cristalización, sublimación y punto de fusión

Objetivo

Identificar los métodos para separar los componentes de una mezcla y adquirir habilidad en la aplicación de diferentes métodos a través de la experiencia en el laboratorio y determinar constantes físicas como puntos de fusión en sustancias puras y mezclas.

Introducción

Para llevar a cabo la mayor parte de los experimentos que se realizan en el laboratorio de química, es necesario, pesar, manipular y mezclar varios compuestos orgánicos, seguir el desarrollo de la reacción y, por último, separar e identificar los compuestos obtenidos. Aunque pueda parecer algo complejo, normalmente, la mayoría de los experimentos, que se llevan a cabo, se pueden realizar dominando un conjunto de técnicas fácilmente aplicables. Manejar una técnica requiere entender los principios físicos en los que se basa, conocer la forma más eficaz de llevarla a cabo y utilizarla experimentalmente de forma adecuada (Chang, 2007).

En muchas ocasiones el trabajo de laboratorio es necesario purificar un compuesto sólido. Puede tratarse, por ejemplo, de un producto de reacción, de un compuesto de pureza dudosa, de utilizar el producto como fármaco o de obtener un cristal para una determinación estructural por rayos X o cualquier otra técnica espectroscópica. Además, para poder determinar el punto de fusión de un compuesto es necesario que este puro. Las sustancias químicas puras se caracterizan por presentar propiedades físicas definidas (punto de fusión, punto de ebullición,

densidad, rotación óptica, índice de refracción, entre otros) que nos permite evaluar su pureza. La cristalización es uno de los mejores métodos físicos

para purificar compuestos sólidos a temperatura ambiente (Rodríguez y Gómez, 2008).

PARTE EXPERIMENTAL

Materiales y Equipos de Laboratorio.

- 2 vasos de precipitado de 50 mL
- 3 vasos de precipitado de 100 mL
- 2 Matraces Erlenmeyer de 50 mL
- 2 pinzas de tres dedos con nuez
- 1 matraz Erlenmeyer de 100 mL
- 1 trípode
- 1 aparato Fisher
- 1 piseta con agua destilada
- 1 soporte universal
- Agitadores de vidrio
- Placa de calefacción
- Capilares para puntos de fusión
- Espátulas
- 1 matraz kitasato de 250 ml
- 1 embudo buchner
- 1 mortero con pistilo
- 1 tubo thiele
- 1 mechero
- 1 rejilla
- 1 anillo pequeño
- 1 papel de pH
- papel filtro
- Agitadores magnéticos mediano
- Bloque de puntos de fusión
- Capilares de vidrio
- Vidrio de reloj

Reactivos

HEXANO
(C₆H₁₄)
Líquido Volátil Incoloro
Punto de Ebullición 69°C
Punto de Fusión 95°C

Ficha de seguridad



Precaución de Seguridad

Utilizar bata, lentes de seguridad y guantes, evitando todo contacto con la piel y trabajarlo en un lugar ventilado

Peligros para la Salud

En forma de vapor irrita la garganta y la nariz. Como líquido irrita la piel y los ojos.

ACETATO DE ETILO

Líquido Volátil Incoloro

Punto de Ebullición 77°C

Punto de Fusión 83°C

**Precaución de Seguridad**

Utilizar bata, lentes de seguridad y guantes, evitando todo contacto con la piel y trabajarlo en un lugar ventilado. No comer, ni beber, ni fumar. Lávense las manos antes de los descansos y al terminar.

Peligros para la Salud

Irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Somnolencia y vértigo por inhalación. Puede tener efectos sobre el sistema nervioso

ÁCIDO BENZOICO

Punto de Ebullición 249°C

Punto de Fusión 122°C

**Precaución de Seguridad**

Utilizar bata, lentes de seguridad y guantes, evitando todo contacto con la piel, evitar respirar el polvo. En caso de contacto con los ojos, enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos.

Peligros para la Salud

Puede ser nocivo para la salud si es tragado, provoca lesiones oculares graves, puede irritar las vías respiratorias

NAFTALENO

Sólido en diversas formas

Punto de Ebullición 218°C

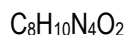
Punto de Fusión 80°C

**Precaución de Seguridad**

Utilizar bata, lentes de seguridad y guantes, evitando todo contacto con la piel. No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer. Evitar las llamas

Peligros para la Salud

Por inhalación produce dolor de cabeza. Debilidad. Náuseas. Vómitos. Sudoración. Confusión mental. Ictericia. Orina oscura. La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos

Precaución de Seguridad**CAFÉINA**

Punto de Ebullición 177°C

Punto de Fusión 226°C



Utilizar bata, lentes de seguridad y guantes, evitando todo contacto con la piel y trabajarlo en un lugar ventilado.

Peligros para la Salud

La sustancia puede causar efecto en el sistema nervioso central cardiovascular, dando lugar a insomnio, excitación y taquicardia.

Nota: Existen otros solventes para cristalizar como el agua y metanol. Además, se puede emplear mezclas de solventes cuando no se encuentra un disolvente adecuado.

Procedimiento**Punto de fusión.**

1. Observe la demostración del funcionamiento de los aparatos Thiel y de Fisher-John para determinar el punto de fusión.
2. Determine el punto de fusión de la sustancia en el laboratorio.
3. Observe cuidadosamente el intervalo de temperatura de fusión y deduzca si se trata de una sustancia pura o impura.
4. Anote el punto de fusión.

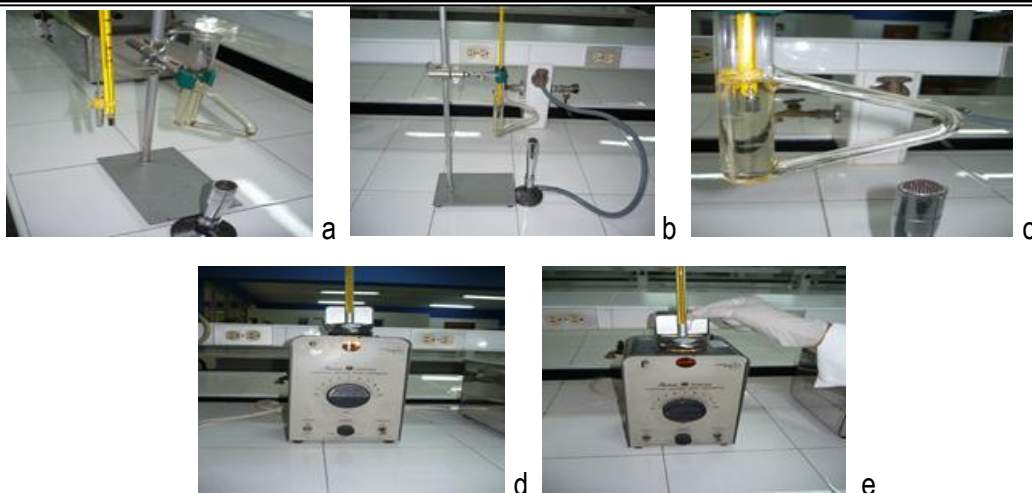
Procedimiento para determinar el punto de fusión de un sólido

Para medir un punto de fusión necesitamos calentar lentamente la muestra sólida de tal forma que sea posible ver cuándo se funde. Para ello, necesitamos un sistema que sea transparente y que se pueda calentar de forma controlada. El método más antiguo es el calentamiento en un aparato de Thiele.

- a. Llenar el tubo de Thiele con aceite u otro líquido de alto punto de ebullición y montarlo en una pinza en su soporte. (Ver figura 1.3)
- b. Preparar un tubo capilar, introducir en él la sustancia sólida que se vaya a medir y sujetarlo al termómetro de tal forma que la muestra quede lo más cercana posible al bulbo de mercurio. (Ver figura 1.3)
- c. Por la abertura superior, mediante un tapón horadado se sujeta el termómetro y el capilar con el sólido. (Ver figura 1.3)
- d. Calentar el tubo Thiele por el extremo lentamente hasta que observe la fusión del sólido. Cuando

esto ocurre, el sólido se hace transparente. (Ver figura 1.3)

- e. Anotar las temperaturas cuando inicia el cambio de estado y cuando el sólido cambia por completo a líquido, para calcular la temperatura de fusión en la bitácora, suspender el calentamiento y retirar cuidadosamente el capilar del termómetro. No olvidar que el aceite puede estar muy caliente. Determine el nombre del compuesto desconocido por comparación entre los puntos de fusión teórico y el experimental.
- f. Es conveniente que la muestra este finamente dividida (pulverizada o molida) y emplear una cantidad apropiada. Usualmente se llena el tubo capilar hasta una altura igual a la del bulbo del termómetro. El tubo capilar se une al termómetro, con el lado cerrado hacia abajo, y se sumerge en un baño de calentamiento. Para preparar el tubo capilar, se debe fundir con la llama del mechero uno de sus extremos, hasta asegurar que el mismo esté completamente cerrado. Para unir el mismo al termómetro, emplear una liga de goma, asegurando que la misma permanezca fuera del baño de calentamiento. El proceso de llenado de los tubos será indicado por el técnico o el profesor. Se recomienda calentar el baño en forma rápida hasta unos 10°C por debajo del punto de fusión de la muestra, y luego calentar más lentamente, unos 2°C por minuto. De esta manera, la temperatura del baño se mantiene uniforme.



- a) Tubo Thiele para la determinación del punto de fusión.
- b) Disposición correcta del tubo de thiele
- c) Disposición correcta del conjunto tubo capilar – termómetro
- d) Aparato electrónico para la determinación del punto de fusión
- e) La muestra se coloca entre cobre – objetos limpios.

Figura 1.3. Instrumentos para medir punto de fusión
Foto: (Rodríguez, 2014)

Sublimación

Métodos de sublimación

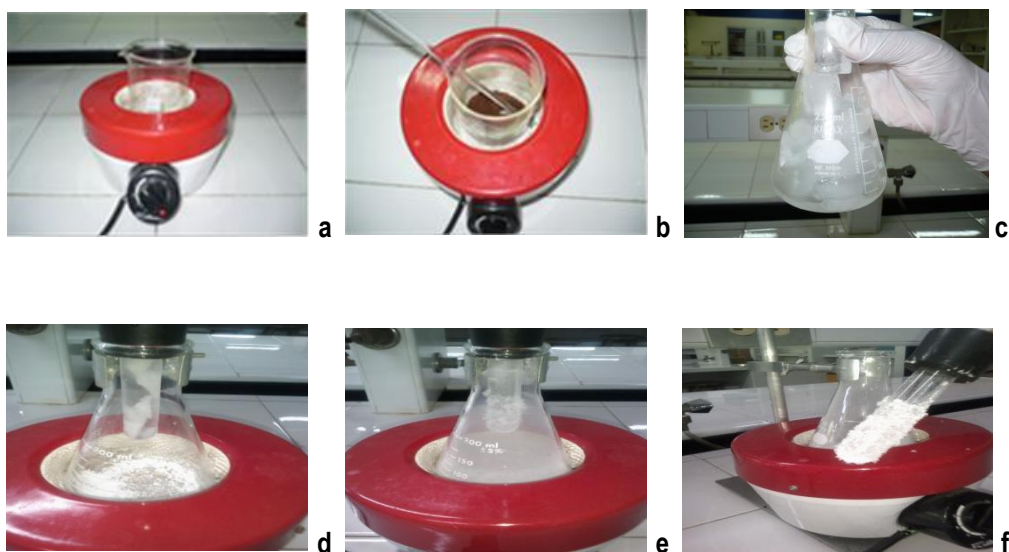
- a. La sublimación puede usarse para purificar sólidos. El sólido se calienta hasta que su presión de vapor se hace suficientemente alta para evaporarlo y condensarlo como un sólido sobre una superficie fría colocada suficientemente cerca por encima de los cristales.
- b. La superficie superior dispuesta para la recolección puede ser enfriada mediante un flujo continuo de agua usando un condensador mediante una mezcla de agua – hielo (hielo seco – acetona) o mediante un flujo de aire dirigido desde una fuente. Las mangueras de agua

deben ser conectadas finalmente a la entrada y salida del condensador frío.

Entre las sustancias que subliman se encuentran el yodo, el naftaleno, el alcanfor, el ácido benzoico, el ácido salicílico y la cafeína, es importante evitar sobrecalentamientos que destruyan la sustancia. En esta práctica se va a sublimar la cafeína.

1. Una vez elegida la sustancia que se va a sublimar, pese medio gramo de cafeína (500 mg), colocándolo en un matraz Erlenmeyer de 250 mL y se procede a calentarlo muy suavemente, bien en la placa calefactora (suavemente) o en baño de agua (Ver figura 1.4)
2. Con este tipo de calentamiento, el ascenso de la temperatura es necesariamente lento, pudiendo

- por ello controlarse frecuentemente. Un termómetro, introducido en el agua, servirá para la indicación de la temperatura alcanzada a fin de evitar sobrecalentamientos (Ver figura 1.4).
3. El matraz se cubre en la punta con un tubo de ensayo lleno de agua fría-hielo (o útil procedimiento similar a los efectos, que le indique el técnico o profesor) que actué como refrigerante en este caso (Ver figura 1.4).
 4. Al calentar, se alcanza la temperatura de sublimación, punto que resulta fácilmente visible por el ascenso de los vapores de la cafeína, vapores que se condensan en la parte inferior del tubo de ensayo (Ver figura 1.4).
 5. Finalizado el proceso, se recogen los cristales puros aldehídos al tubo de ensayo, se pesan y se calcula el rendimiento



- a) Manta calefactora para el proceso de sublimación
- b) Sustancia que se va a sublimar (cafeína)
- c) Agua fría con hielo
- d) Matraz Erlenmeyer con tubo de ensayo y agua fría con hielo
- e) Desprendimiento de los vapores para la sublimación
- f) Proceso culminado

Figura 1.4. Sublimación de la cafeína

Foto: Rodríguez, 2014

Cristalización.

Pasos a seguir en un proceso de cristalización.

1. Elección del disolvente.

La mejor forma de elegir un disolvente para una cristalización es ensayar la solubilidad con distintos solventes, para lo cual se coloca en un tubo de ensayo 0,1 g del sólido finamente pulverizado y se va adicionando disolvente hasta un máximo de 3 mL y se agita continuamente. Si el disolvente frío disuelve todo el sólido, se descarta ya que no es adecuado para la cristalización, si no lo disuelve todo, se calienta suavemente hasta ebullición para favorecer la disolución. El disolvente adecuado será aquel que disuelva totalmente al sólido en caliente, pero muy poco o nada en frío (Rodríguez y Gómez, 2008).

Los disolventes más usados en la cristalización son: agua, alcohol etílico, éter de petróleo, acetona, metanol, cloroformo.

2. Preparación de la solución

La norma general, es disolver la sustancia en la misma cantidad de disolvente a la temperatura de ebullición, con el fin de que la solución quede saturada para que luego, al enfriarse pueda precipitar la sustancia en forma de cristales. Con ese fin, se coloca el sólido finamente pulverizado, en un matraz Erlenmeyer de tamaño adecuado y se le adiciona un volumen del disolvente tal, que se considere todavía insuficiente para disolver todo el sólido. Se calienta adecuadamente agitando constantemente. Luego a la solución en ebullición se le continúa adicionando disolvente en pequeñas proporciones sin dejar de agitar, hasta que todo el sólido se haya disuelto (Rodríguez y Gómez, 2008).

3. Decoloración

En algunos casos es necesario eliminar la coloración de la muestra sólida, cuando esta se

encuentra impurificada con productos de descomposición formados durante el proceso de síntesis, por lo que hay que hervir la solución durante 5 a 10 minutos con una pequeñísima cantidad de carbón activado (Rodríguez y Gómez, 2008).

4. Filtración de la solución en caliente

La solución en ebullición se filtra a través de un papel de filtro plegado, evitando que parte del sólido cristalice en el papel de filtro o en el embudo con mechero sencillo. En este momento de la cristalización se eliminan las impurezas insolubles y el decolorante, si se ha empleado (Rodríguez y Gómez, 2008).

5. Enfriamiento

El objetivo del proceso de enfriado es conseguir la cristalización de la máxima cantidad de la sustancia con el mínimo de impuras (impurezas solubles), las cuales quedan disueltas en el líquido madre. El enfriamiento puede acelerarse colocando el matraz que contiene la solución, en un baño de agua fría o hielo, frotando con una varilla de vidrio, la superficie interior del matraz para inducir la precipitación (Rodríguez y Gómez, 2008).

6. Recolección de los cristales

En este caso se pretende separar los cristales formados, quitándole la mayor cantidad posible de líquido madre. Esto se logra filtrando por gravedad en un embudo de vidrio corriente o filtrando al vacío en un embudo de Büchner. Sobre el mismo embudo se procede al lavado de los cristales con una pequeña porción del disolvente puro y frío, con el fin de eliminar el resto de líquido madre que queda adherido a los cristales.

7. Secado de los cristales

Los cristales obtenidos deben quedar libres del disolvente empleado en su purificación. Para esto se

retiran los cristales del embudo de Büchner con ayuda de una espátula, y se comprimen sobre una hoja de papel de filtro; luego se colocan en un vidrio de reloj o en una capsula de Petri y se deja secar al aire, en un desecador al vacío que contenga un agente desecante apropiado, o en la estufa, cuando se trata de una sustancia estable al calor. En este caso, si es conveniente graduar la estufa a una temperatura entre 15-20°C por debajo del punto de fusión de la sustancia pura (Rodríguez y Gómez, 2008).

Una vez secado los cristales, se procede de nuevo a determinar el punto de fusión con el fin de saber si

la sustancia ha sido purificada; en este caso se puede dar por terminado el proceso. En caso contrario, se le hace una nueva cristalización (Rodríguez y Gómez, 2008).

1. Elija entre agua, hexano y acetato de etilo, el solvente adecuado para la cristalización de las siguientes sustancias: ácido benzoico, Naftaleno, acetaminofén.
2. Pese 0,1 g de cada una de las sustancias indicadas y disuelva en 3 mL del disolvente señalado.

Sustancia	Agua		Hexano		Acetato de Etilo		Solvente adecuado para cristalizar
	Frío	Caliente	Frío	Caliente	Frío	Caliente	
Ácido benzoico							
Naftaleno							
Acetaminofén							

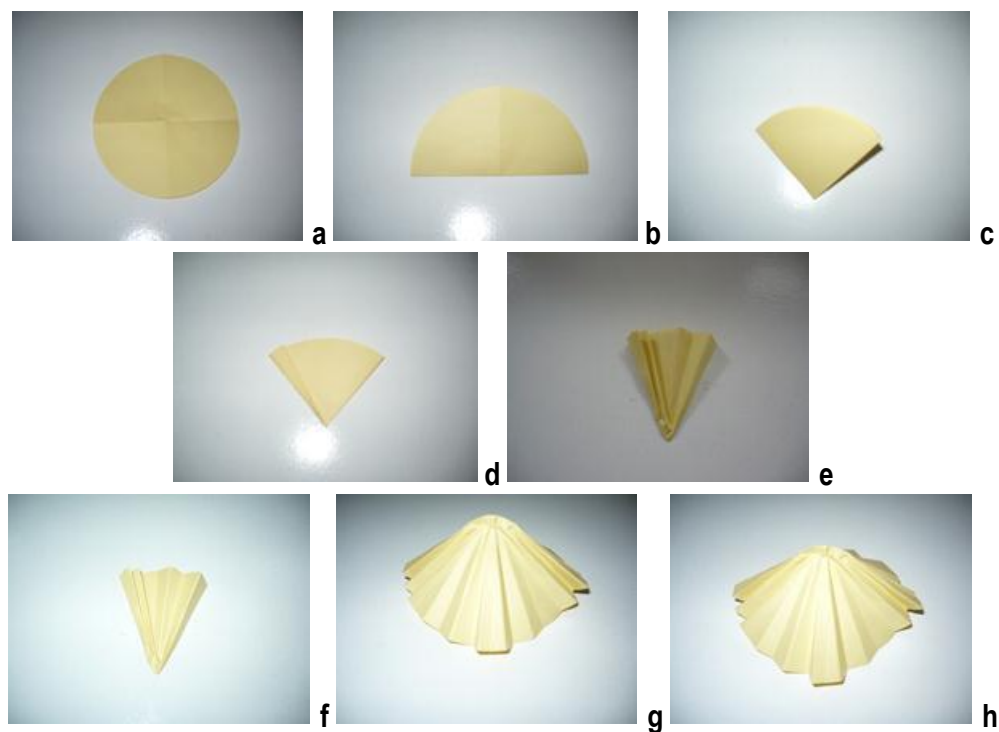
Nota: Indicar la solubilidad con un (+) y la insolubilidad con un (-).

3. Una vez elegido el disolvente adecuado, someta a cristalización la sustancia desconocida, cuyo punto de fusión ya ha sido previamente determinado.

que contenga agua en ebullición. De esta manera, el vapor de agua humedecerá y calentará al mismo tiempo el papel de filtro y el embudo. Una vez logrado esto, agregue parte del agua caliente al embudo, para humedecer completamente el papel. (Ver figura 1.5)

Cristalización de un compuesto orgánico:

- a. Prepare un papel de filtro en pliegues siguiendo las instrucciones del profesor o como se indica en la imagen, colóquelo en un embudo sin talo, y luego sosténgalo sobre un vaso de precipitado



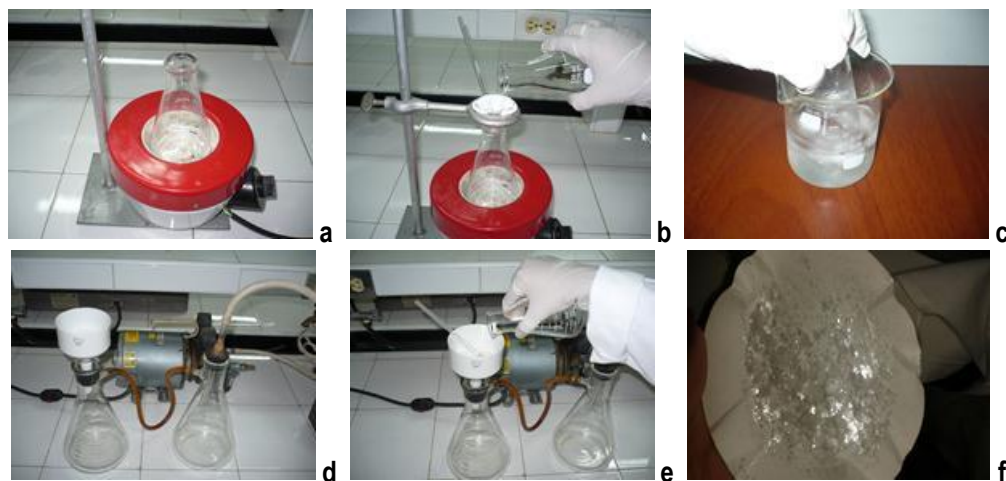
- a) Papel de filtro
- b) Doblarlo por la mitad
- c) Doblarlo otra vez por la mitad
- d) Doblar cada mitad por la mitad, haciendo el pliegue hacia el mismo lado que el ya existente
- e) Continuación de los pliegues
- f) Abrir el papel e ir doblando por la mitad de los pliegues anteriores, pero de forma que los nuevos vayan en sentido contrario
- g) Cortar el papel al tamaño adecuado para el embudo
- h) Abrir el papel filtro

Figura 1.5. Preparación de un papel filtro en pliegues.

Foto: (Rodríguez, 2014).

- b. Coloque un gramo de la sustancia en un vaso de precipitado de 100 mL. Agregue 25 mL de agua y algunas perlas de ebullición. Caliente hasta ebullición, agitando frecuentemente. Si no se obtiene disolución completa agrega unos 2 mL de agua adicional y lleve nuevamente a ebullición. Repita hasta que la disolución sea satisfactoria. En caso de que la solución obtenida presente algún color, consulte al técnico o al profesor. (Ver figura 1.6)
- c. Filtre la solución en un vaso de precipitado limpio. Tape el vaso de precipitado y permita que alcance la temperatura ambiente. Luego introduzca en un baño de agua fría (hielo) hasta lograr la cristalización completa. (Ver figura 1.6)

- d. Prepare el embudo de Buchner. Filtre los cristales, y lavando con dos o tres porciones de 6 mL de agua fría. Mantenga el vacío por unos 10 min. Retire los cristales y deje secar al aire. Pese los cristales y reporte el rendimiento obtenido. (Ver figura 1.6)



- a) Disolución de la sustancia
 b) Filtración en caliente
 c) Formación de los cristales durante el enfriamiento
 d) Equipo para filtración a vacío
 e) Filtración a vacío de la los cristales
 f) Secado de los cristales

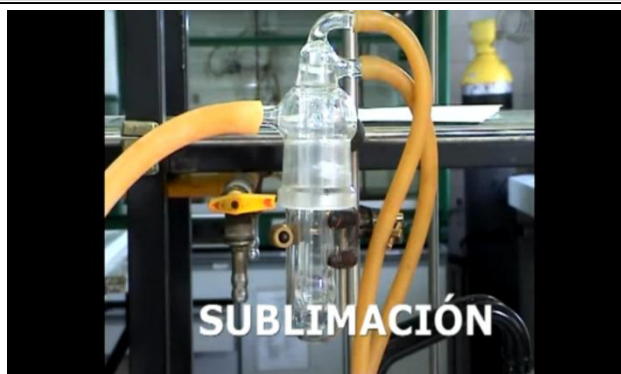
Figura 1.6. Proceso de Cristalización
 Foto: Rodríguez, 2014.

Videos alternativos institucionales

A continuación, se presentan algunas direcciones URL libres, institucionales que permiten observar el proceso:

Punto de Fusión y

Sublimación:



https://www.youtube.com/watch?v=Y7-V_PFgo64

Rodríguez Rojas José Antonio

Prácticas de laboratorio en química orgánica con base en las TIC para estudiantes de educación superior. (págs. 85-102)

Recristalización:



https://www.youtube.com/watch?v=P_v7aYwwATs

Questionario

1. ¿Qué es punto de fusión?
2. ¿Qué son las aguas madres? ¿Qué método utilizó para el secado de los cristales en el proceso de la cristalización?
3. ¿Por qué una sustancia se vuelve más soluble en un disolvente al aumentar la temperatura?
4. ¿Cuándo un disolvente es ideal para efectuar una cristalización?

Referencias

- Ausubel, D. (1986). *Psicología Educativa: un punto de vista cognitivo* (2a ed.). México: Trilla.
- Atkins, P y Jones, L. (2006). *Principios de química*. Madrid-España: Editorial Médica Panamericana.
- Castillo N. y Mendoza (2014). *Manual de prácticas para el laboratorio de Química Orgánica I*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2014 de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Manual dePracticas2014-2_26142.pdf
- Chang, R. (2007). *Química*. Mc Graw-Hill Interamericana. Editores, S.A. DE C.V.
- Chávez, N. (2003). *Investigación Educativa*. Maracaibo: EDILUZ.
- García M. (2002). *Manual de Prácticas de química orgánica I*. Recuperado 09 de Noviembre de 2014 de http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/quimica/GARCIA_SANCHEZ_MIGUEL_ANGEL_Manual_de_practicasquim_orgl.pdf
- Díaz, F. y Hernández, L. (2003), *Estrategias docentes para la enseñanza*. México: Mc Graw Hill.
- Escalante, L. (2006). *Radio comunitaria Alí Primera: expresión y fuerza popular*. *Revista Infobit*, 18. 23-32.
- Fidias, A. (2006). *El proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*. Editorial Episteme. Caracas-Venezuela.
- Gilbert, K. (2006), *La Escuela como Recinto Propio*. Caracas: Editorial Trillas.

- Gilbert, J., & Martin, S. (2010). *Experimental organic chemistry: a miniscale and microscale approach*. Cengage Learning.
- González O. y Colaboradores (2013). *Laboratorio de Química de los Hidrocarburos*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2014 de http://qorganica8.blogspot.com/2013/09/estados-de-la-materia_21.html
- Harris, M. F. & Logan, J. L. (2014). Determination of log K_{ow} Values for Four Drugs. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 915-918.
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (4^a edición), México: Editorial Mc Graw Hill.
- Mayo D., Dike R., Forbes D., *Microscale Organic Laboratory: with Multistep and Multiscale Syntheses*, 5 ed., USA, Wiley, 2011.
- M. Martínez Grau, A. Csaky, "Técnicas experimentales en síntesis Orgánica", Ed. Síntesis, Madrid, 2001
- Piaget, J. (1918). *Recherche. Edition la concorde*.
- Rodríguez, J. (2017) "Actualización De Prácticas De Laboratorio En Química Orgánica Para Estudiantes De Educación Superior" Trabajo especial de grado, para optar al Título de Magister Scientiarum en gerencia educativa. Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel.
- Rodríguez J. y Gómez F. (2008). *Curso experimental en Química Orgánica*. Madrid – España: Editorial SINTESIS, S.A.
- Rodríguez J. y Marino M. (2012). *Química Orgánica I, guía de problemas*. Recuperado el 15 de noviembre de 2014 de <http://www.qo.fcen.uba.ar/quimor/wp-content/uploads/QOI%20Problemas%201C2012.pdf>
- Romero A. (2012) *Manual prácticas de laboratorio ii de química orgánica*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2014 de http://tux.uis.edu.co/quimica/sites/default/files/paginas/archivos/V00Man08OrganII_MFOQ-OR.02_13112012.pdf
- Valerio, C. y Paredes, J. (2008). Evaluación del uso y manejo de las tecnologías de información y comunicación en los docentes universitarios. Un caso mexicano. *Revista latinoamericana de Tecnología Educativa*, vol. 7, N° 1, 13-32. URL: [<http://campusvirtual.unex.es/cala/editio/>]
- UPEL, (2011). *Manual de trabajos de grado, maestría y tesis doctorales*. 4ta Edición. Caracas-Venezuela.
- Urribarri, R. (2005). Formación de maestros y TIC: inventamos o erramos. Universidad de Los Andes - Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Trujillo. En *Educere: La Revista Venezolana de Educación* v.9 N°.28 Mérida – Venezuela.
- Uzcátegui J. (2013). *Teoría de la Sublimación*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2014 de <http://es.scribd.com/doc/140542682/Practica-No-4-Sublimación>.