

proyecto final curso  
**Didáctica Universitaria**

---

# IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN LA INTERPRETACIÓN DE DATOS PARA LA ELUCIDACIÓN DE UNA INCÓGNITA

Universidad de Costa Rica, Curso de Didáctica Universitaria, Carolina Cortés Herrera.

## 1. INTRODUCCION

Las estrategias didácticas tienen como fin estimular en los alumnos la participación activa en la construcción del conocimiento, promoviendo en él la investigación, el análisis crítico y la capacidad para utilizar diversas fuentes de información en la solución de problemas, esto con el fin de que genere una relación más activa y motivadora entre los alumnos y el tema de la materia que se esté impartiendo.

En los cursos de laboratorio para ciencias básicas se trata de fomentar el desarrollo del aprendizaje colaborativo a través de actividades grupales presenciales, en las cuales el estudiante recibe una capacitación general acerca del uso de los instrumentos y procedimientos, para luego, en equipos pequeños se realicen las actividades y con la información que se recolecta se elabora un informe.

Uno de los puntos importantes que los profesores de ciencias básicas desean desarrollar en los estudiantes es la capacidad para la resolución de problemas teniendo a su disposición los conocimientos previos adquiridos, ya sean de tipo técnico o intelectual. Para esto es necesario inculcar mediante el uso de incógnitas la destreza en tomar decisiones siguiendo una línea de pensamiento para que con los datos recolectados sea posible resolver la situación dada.

El uso de técnicas didácticas como el Aprendizaje Basado en Problemas (APB) y el Aprendizaje Colaborativo (AC) de forma conjunta, permiten al estudiante desarrollar las destrezas y herramientas necesarias para la resolución de situaciones, y no enfocarse únicamente en la resolución de ejemplos (ya que pedagógicamente existe una gran diferencia entre un ejemplo y un problema) que solo logran respuestas repetitivas hacia una situación simplificada, además el trabajo en grupos inculca en el estudiante los principios de trabajo en equipo, discusión de resultados y análisis de situaciones en conjunto, favoreciendo con ello la interdisciplinariedad, el intercambio de conocimientos y eliminando hábitos como el aislamiento del individuo, permitiendo así un mayor flujo de conocimiento entre los estudiantes.

Desde el punto de vista del docente, la implementación de estrategias didácticas le permite enriquecer y ampliar las posibilidades en cuanto a formas de

Impartir una clase, permitiendo con ello aumentar la atención de los estudiantes y, si se realiza desde el inicio del curso, tener un incremento paulatino en la adquisición de conocimiento que desembocaría en mejores resultados entre el estudiantado al finalizar el curso.

## 2. DESARROLLO Y APLICACION DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

### 2.1 CONTENIDO

La elucidación de la identidad de una incógnita en el laboratorio de química se realiza siguiendo una serie de pasos (Figura 1), los cuales empiezan con una examen físico de la muestra, seguido de la determinación de propiedades físicas y solubilidad, luego se realizan las pruebas químicas confirmatorias de grupos funcionales y por último se analizan los resultados para llegar a establecer tres posibilidades y con los conocimientos adquiridos e intuición se puede concluir que compuesto químico se encuentra en la incógnita.



Figura 1. Esquema de pasos para la elucidación de un compuesto químico presente en una incógnita.

El examen físico empieza antes de abrir el vial, primero se observa el estado de la muestra (líquido o sólido), segundo, el color de la muestra a veces indica el tipo de compuesto que se tiene, los grupos cromóforos absorben la luz en diferentes regiones e imparten un color si absorbe en

la región visible, pero es posible intuir que si se tiene una coloración es debido a impurezas. Por último el olor es diagnóstico de ciertos grupos funcionales, por ejemplo alquenos, aldehídos, alcoholes y ácidos. Pero es importante tener cuidado en este punto ya que la mayoría de los compuestos químicos con nocivos y tóxicos.

Las propiedades físicas son las más importantes para determinar la identidad de un compuesto. Es esencial tomarse el tiempo para medirlos cuidadosamente. Se determina el punto de fusión para aquellas sustancias sólidas, el punto de ebullición e índice de refracción para incógnitas líquidas. Dependiendo de los valores obtenidos se puede inferir sobre la pureza de la muestra así como permitir descartar entre posibilidades al final de la práctica.

La solubilidad es una propiedad con la cual se obtienen tres tipos de información: 1) La presencia o ausencia de un grupo funcional polar, 2) las posibles interacciones ácido/base entre disolvente e incógnita dependiendo del grupo funcional y 3) se podría deducir la masa molar o el posible tamaño de una molécula.

Después de la determinación de las propiedades físicas y solubilidad, se realiza la comprobación de los grupos funcionales generales y específicos mediante diferentes pruebas de tubos de ensayo. Con dichas pruebas se estudia la reactividad de grupos funcionales tales como alcoholes, aldehídos, cetonas y haluros, con las cuales es posible descartar entre ellos y dentro de los mismos (Cuadro I).

**Cuadro 1. Descripción de las pruebas químicas realizadas para la identificación de grupos funcionales.**

Pruebas Químicas	Grupo Funcional	Nombre de la Prueba	Descripción
Generales	Hidrocarburos	Beilstein	Colocar una pequeña muestra en la punta de la espátula, y con la llama azulada del mechero proceder a quemar sustancia. Dependiendo de la forma en que se quema la muestra se puede inferir la presencia de hidrocarburos, oxígeno, nitrógeno.
		Llama	Colocar una pequeña muestra en la punta de un alambre de cobre y con la llama azulada del mechero proceder a quemar sustancia. Dependiendo del color de la llama se puede inferir la presencia de bromo (verde esmeralda), cloro (verdeazulado) o yodo (azul brillante).
	Haluros	AgNO <sub>3</sub> /EtOH	En tubos de ensayo <b>secos</b> se agregar la disolución de AgNO <sub>3</sub> /EtOH y la incógnita. Si hay haluros de tipo terciario se formará un precipitado blanco al instante, si se calienta y se forma el precipitado es un haluro secundario y si no se forma es primario o no es un haluro. El resultado se compara con un patrón
		NaI/ Acetona	En tubos de ensayo <b>secos</b> se agregar la disolución de NaI en acetona y la incógnita. Si hay haluros de tipo primario se formará un precipitado blanco al instante, si se calienta y se forma el precipitado es un haluro secundario y si no se forma es terciario o no es un haluro. El resultado se compara con un patrón
Específicas	Alcoholes	Lucas	En tubos de ensayo <b>secos</b> se agregar la disolución de Lucas y la incógnita. Si hay alcoholes (ROH) de tipo terciario se formará un precipitado blanco al instante, si se calienta y se forma el precipitado es un ROH secundario y si no se forma es terciario o no es un ROH. El resultado se compara con un patrón
		Jones	En tubos de ensayo <b>secos</b> se agregar la disolución de Jones y la incógnita. Si hay alcoholes (ROH) de tipo primario o secundario la disolución se tornará verde esmeralda y si es terciario la disolución permanecerá naranja. El resultado se compara con un patrón
	Aldehídos y Cetona	2,4-DNP	En tubos de ensayo <b>secos</b> se agregar la disolución de 2,4-DNP y la incógnita. Si hay aldehídos o cetonas la disolución será viscosa con un precipitado pronunciado y de color amarillo, naranja o rojo dependiendo de la conjugación. El resultado se compara con un patrón
		Bisulfito	En tubos de ensayo <b>secos</b> se agregar la disolución de bisulfito y la incógnita. Si hay aldehídos o cetonas la disolución presentará un precipitado blanco. El resultado se compara con un patrón
		Tollens	En tubos de ensayo <b>secos</b> se agregar la disolución de Tollens y la incógnita. Si hay aldehídos la disolución presentará un espejo de plata. Dicha prueba es exclusiva para aldehídos El resultado se compara con un patrón

Luego de realizar los pasos correspondientes se escogen entre las posibilidades previamente dadas tres compuestos que cumplan con los resultados obtenidos. Según la intuición y análisis detallado obtenido es posible descartar entre las tres posibilidades y saber el compuesto específico que presenta la incógnita.

## 2.2 CONTEXTO EDUCATIVO

La estrategia didáctica se desarrollará en el curso de Laboratorio de Fundamentos de Química Orgánica (Qu-0211), impartido por la Escuela de Química para estudiantes del área de salud (Medicina, Odontología, Microbiología, Nutrición), educación (Enseñanza de la Ciencias) agroalimentarias (Agronomía, Zootecnia), ciencias naturales (Biología).

Dicho curso consta de una sesión de instrucción de laboratorio, la cual es de una hora y que se lleva a cabo un día antes del laboratorio. En este tiempo se realiza un evaluación de los conocimientos previos y se explica la teoría de la práctica a realizar. Al día siguiente se tiene la sesión de laboratorio la cual tiene una duración promedio de 3 horas por sesión y se realizan dos sesiones por día (mañana y tarde). Cada sesión es de 3 grupos de laboratorio, cada uno de los cuales consta de 12 personas con un asistente. Cada estudiante dentro del grupo trabaja en parejas.

## 2.3 DISEÑO DE LA ESTRATEGIA.

La estrategia didáctica a desarrollar consta de 3 momentos:

**Momento I. Trabajo Previo:** En Mediación virtual se coloca los posibles compuestos que se pueden encontrar de manera incógnita. Con dichos compuestos se realizará la búsqueda tanto de constantes físicas, usos, fuentes y toxicidad.

Se elaborará una serie de casos ficticios tales como se presentan en los programas de televisión CSI y Criminal Minds (Anexo 1 y 2) en los cuales se involucra información de alguno de los compuestos incógnita dados.

**Momento II. Trabajo en el Laboratorio:** Durante la sesión de instrucción se les explicará cómo realizar las pruebas de identificación química, solubilidad, qué resultados son positivos y negativos y el por qué de los mismos. Se repasará los conceptos y técnicas especiales que se utilizan para la determinación de propiedades físicas.

En el laboratorio cada grupo tendrá tres compuestos incógnitas distribuidas como se observa en el Cuadro II.

**Cuadro 2 Distribución de incógnitas entre los grupos de laboratorio**

Grupo	Compuestos	Pareja
1 y 12	Butiraldehído	1 y 3
	<b>1-hexanol</b>	2 y 5
	cloruro de t-butilo	4 y 6
2 y 11	<b>Benzaldehído</b>	1 y 3
	1-butanol	2 y 5
	cloroformo	4 y 6
3 y 10	alcoholbencílico	1 y 3
	acetofenona	2 y 5
	<b>bromuro de butilo</b>	4 y 6
4 y 9	2-pentanol	1 y 3
	<b>acetona</b>	2 y 5
	cloruro de t-butilo	4 y 6
5 y 8	isobutiralehído	1 y 3
	<b>propanol</b>	2 y 5
	cloroformo	4 y 6
6 y 7	<b>ciclohexanona</b>	1 y 3
	bromuro de butilo	2 y 5
	benzaldehído	4 y 6

Durante el laboratorio cada pareja realizará los procedimientos correspondientes y anotará sus observaciones en la libreta. Tanto el asistente como el profesor asesorarán a las parejas durante este tiempo y se discutirá con cada pareja los resultados obtenidos de manera que sea una retroalimentación y ayuda para la elucidación de la incógnita.

**Momento III. Sesión de Discusión:** Después de realizar las pruebas químicas y físicas, cada pareja deberá buscar en su propio grupo, que otra pareja tenía la misma incógnita y discutir los resultados y llegar a un consenso de cual de las posibilidades propuestas es el compuesto incógnita.

Luego de la discusión de las parejas, cada uno de los grupos se reúne y leen el caso correspondiente a cada grupo. Con los datos que ahí se presentan y con la información que ellos buscaron previamente tratarán de averiguar que compuesto (de los tres que le corresponden a cada grupo) es el que corresponde a las características descritas en el caso y exponerlo ante el grupo.

Por último deberán presentar un pequeño informe por pareja con la información recolectada en el laboratorio, así como una pequeña discusión de resultados.

#### **2.4 Papel del Docente en la estrategia empleada.**

Durante el desarrollo de la estrategia el docente realizará las siguientes actividades:

- Elaborar los materiales en la cual se encontrará la información acerca de la incógnita.
- Explicar de forma magistral el objetivo de cada una de las pruebas de identificación así como los debidos procedimientos a seguir.
- Ayudar a los estudiantes con la elucidación de la incógnita junto con el asistente.

#### **2.5 Papel del Estudiante en la estrategia empleada.**

Durante el desarrollo de la estrategia se espera que el estudiante:

- Sea capaz de analizar la información dada y lograr identificar los posibles grupos funcionales presentes en su incógnita.
- Realice de manera adecuada cada una de las pruebas de laboratorio y pueda descartar posibilidades.
- Trabaje en equipo para así discutir los resultados y llegar a elucidar la identidad de la incógnita.
- Deber de presentar de forma concisa, clara y convincente las conclusiones a las cuales llegaron.

#### **2.6 Aplicación de la estrategia.**

Dicha estrategia se aplicará para dos sesiones de laboratorio: lunes y martes, los cuales corresponden a 12 grupos, cada uno con 6 parejas.

Para los grupos del lunes (01-06) se les asignará 1 caso de CSI, en los cuales se detallan los pormenores de la muerte de los personajes. En el caso de los martes será un caso de Mentas Criminales en el cual hay 6 víctimas, vinculadas entre sí mediante un factor común ajeno a las incógnitas.

#### **2.7 Análisis de Resultados**

La estrategia desarrollada posee entre sus bondades que es una metodología diferente a la utilizada normalmente en un curso de laboratorio, es innovadora ya que toma ideas de programas de televisión que se observan diariamente y que de alguna forma coloca al estudiante ante un problema que a pesar de ser ficticio debe de resolverlo utilizando su

conocimiento propio de la materia, fomentando la discusión entre colegas y también utilizando algo de sentido común y análisis.

Dicha estrategia consigue satisfactoriamente que el estudiante vea en la práctica como algo más que un procedimiento a seguir, lo ve como un reto que debe afrontar y en el cual puede poner en práctica sus habilidades para la medición de propiedades físicas, así como la tabulación completa de los resultados, además les permite desarrollar el sentido de discernimiento con el cual descartar entre diferentes opciones y haciendo uso de los conocimientos adquiridos tanto en la teoría como en la sesión de instrucción llegan a la elucidación de la identidad de la incógnita.

Por otro lado como se tiene un espacio de discusión entre pares se pueden presentar resultados y ser críticos a la hora de analizarlos, para llegar a formular una explicación completa y satisfactoria a la vez.

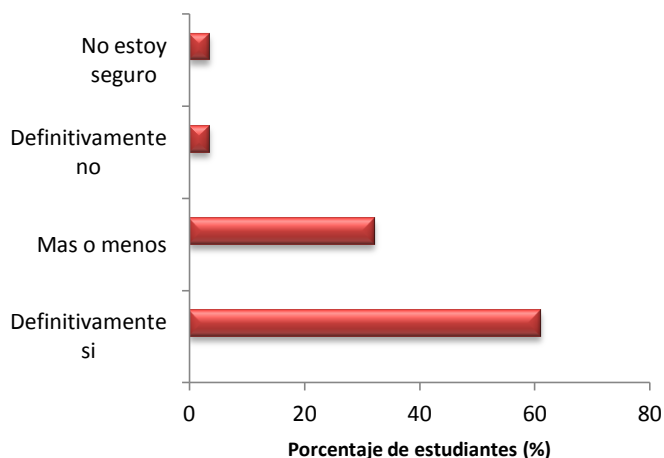
Esta estrategia permite además que los estudiantes interrelacionen información que se les da como marco de referencia con la recopilada y con ello resolver un problema.

Las limitaciones que posee dicha estrategia es que no es posible aplicarla para todas las prácticas de laboratorio, demanda en los estudiantes un esfuerzo un poco mayor en lo que respecta a la investigación previa, además es una estrategia que necesita más tiempo de discusión entre pares por lo que el tiempo efectivo de trabajo en laboratorio se ve reducido.

Dicha estrategia es posible utilizarla en aquellas prácticas en las cuales se necesite que el estudiante deba realizar pruebas de identificación y caracterización de compuestos, en las cuales pueda desarrollar su capacidad de crítica, análisis y discusión.

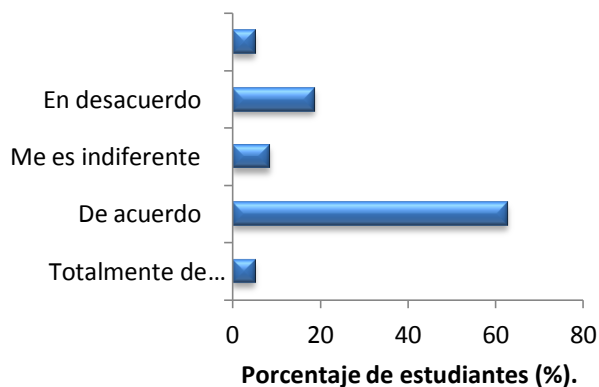
A nivel de la perspectiva docente la implementación de dicha estrategia fue bastante satisfactoria, se lograron los objetivos planteados: que el estudiante captara los conceptos, desarrollara la práctica de manera ordenada comprendiendo cada una de las tareas realizadas y que con la información dada y la discusión realizada pudiera resolver el problema planteado.

Para la valoración de la perspectiva del estudiante se realizó una encuesta con la ayuda de la herramienta de Mediación Virtual. Primero se les preguntó a los estudiantes si ellos consideraban que los conceptos que se desarrollaban a lo largo del curso podrían serles útiles en su futuro como profesionales, las respuestas se pueden observar en la Figura 2. Al parecer la mayoría está consciente de que la química es importante para su carrera.



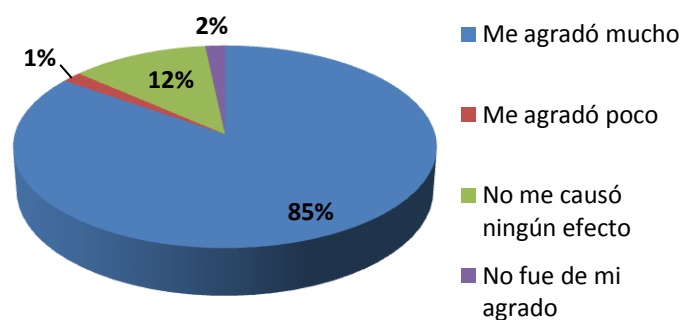
**Figura 2. Criterio de los estudiantes sobre la importancia de los conceptos desarrollados en clase en su futura carrera.**

Luego se les preguntó si estaban de acuerdo con la estrategia que se implementaba, en lo referente a la clase magistral, desarrollo de laboratorio y elaboración de reportes. Como se observa en la Figura 3 la mayoría esta de acuerdo, pero si manifestaban que era mucho trabajo para 1 crédito y que no se tenía el tiempo suficiente para aprovechar y repasar los conocimientos adquiridos.



**Figura 3 Opinión de los estudiantes sobre si estaban de acuerdo con la estrategia normal que se sigue en el curso de Laboratorio Fundamentos de Química Orgánica.**

La implementación de la estrategia fue bien recibida por los estudiantes, como se observa en la Figura 4 un alto porcentaje de estudiantes externó que les agradó mucho la actividad.



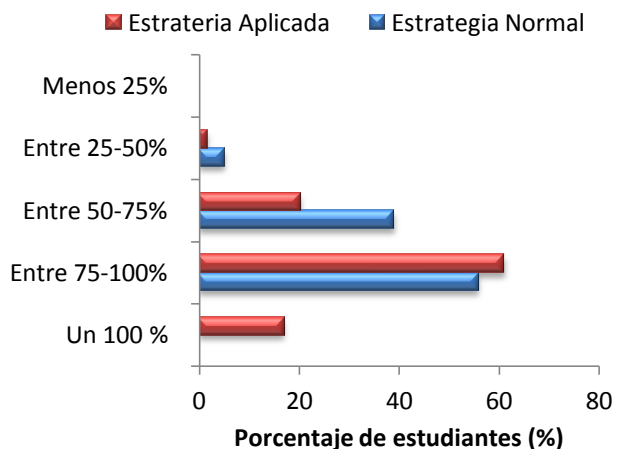
**Figura 4 Porcentaje de agrado entre los estudiantes sobre la estrategia implementada en la elucidación de incógnitas.**

Entre los comentarios que expresaron están:

*“Es interesante porque hay que aplicar los conocimientos que uno tiene de los diferentes tipos de grupos funcionales entonces creo que es muy buena técnica porque hace que uno mantenga la materia fresca y al aplicarla le quede más clara”*

*“Al ser una actividad más dinámica capta la atención de los estudiantes y facilita el aprendizaje de conceptos, así como relacionar los mismos para solucionar un problema. Muy efectivo”.*

Un punto interesante a resaltar es que se les pidió a los estudiantes que estimaran cuál era el porcentaje de aprendizaje que adquirirían con la estrategia normal que se utilizaba durante el curso, la mayoría de ellos consideran que el rango se encuentra entre un 75-100%, otros que entre un 50-75%. Al implementar esta nueva estrategia didáctica se observa en la Figura 5 que existe un aumento en la cantidad de estudiantes que consideran que esta nueva estrategia aumenta su conocimiento de hecho un porcentaje mediano de estudiantes considera que hay un 100% de mejora en la captación de conocimiento.



**Figura 5** Perspectiva de estudiante sobre el nivel de aprendizaje adquirido con las estrategias didácticas aplicadas.

Considero que la estrategia didáctica cumplió con las expectativas planteadas en lo que respecta a la adquisición del conocimiento por parte del estudiante así como el desarrollo de habilidades críticas y de discusión. Por otro lado fue innovadora y permitió la retroalimentación tanto entre estudiantes como con el docente. A raíz de esto sería importante implementar un espacio de discusión luego de cada una de las prácticas con el fin de reforzar los conocimientos adquiridos y que sea más sencillo elaborar un reporte luego de la práctica.

## 2.8 Referencias

Acuña, F. (1996) *Prácticas de Laboratorio Para los Cursos de Química Orgánica*.

Pavia, D.L.; Lampman, G.M.; Kriz, G.S.; Engel, R.G., (1990) *"Introduction to Organic Laboratory Techniques A Microscale Approach"*, Saunders:Philadelphia,

Tobón, S. (2005) *Docencia Estratégica En: Formación Basada en Competencias*. 2a. ed.

Bogotá, Ecoe Ediciones. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo de Sistema. Vicerrectoría Académica (2000) *Las técnicas Didácticas en el Modelo del Tecnológico de Monterrey*. Instituto Tecnológico de Monterrey. Recuperado de: <http://www.uctemuco.cl/cedid/archivos/apoyo/Las%20tecnicas%20didacticas%20del%20modelo%20educativo%20de%20ITESM.pdf>.

## Anexos I. Casos de CSI

### Caso 1

Se encontró Sr. Froggs en su baño muerto. El médico forense en sus notas determinó que la muerte se dio por envenenamiento a causa de la ingestión de una sustancia orgánica presente en el enjuague bucal. El análisis toxicológico de su sangre no fue concluyente, debido al estado avanzado de carbonización en el cual se encontró el cuerpo, pero el análisis espectrómetro reveló que probablemente no fue una mezcla de compuestos sino un compuesto puro.

Tabla 1. Reporte Preliminar Forense

Órganos analizados	Descripción
Piel	Irritación severa grado 4
Ojos	Irritación severa grado 4
Boca	Deshidratación extrema
Garganta	Daño profundo por irritación
Tráquea	Daño profundo por irritación

Es su trabajo, como investigadores profesionales analizar las muestras del líquido aséptico recolectado de la bañera y descartar entre las diferentes posibilidades reportadas en casos anteriores. Esto mediante los usos de las diferentes pruebas químicas que durante su capacitación les fueron explicadas.

### Caso 2

Se encontró al Sr. López muerto en la cocina de un restaurante fino de San José. El médico forense en sus notas determinó que la muerte se dio por envenenamiento a causa de la ingestión de una sustancia orgánica presente en el aderezo de la ensalada, cuyo olor es bastante fuerte y de color amarillo. El análisis toxicológico de su sangre no fue concluyente, debido al estado avanzado de descomposición en el cual se encontró el cuerpo, pero el análisis espectrométrico reveló que probablemente no fue una mezcla de compuestos sino un compuesto puro.

Tabla 2. Reporte Preliminar Forense

Órganos analizados	Descripción
Piel	Salpullido intenso
Ojos	Irritación severa
Boca	Deshidratación extrema
Garganta	Daño profundo por irritación
Tráquea	Daño profundo por asfixia

Es su trabajo, como investigadores profesionales es analizar las muestras extraídas del aderezo recolectados de la cocina y descartar entre las diferentes posibilidades reportadas en casos

anteriores. Esto mediante los usos de las diferentes pruebas químicas que durante su capacitación les fueron explicadas.

### Caso 3

Se encontró a la señora Gonzales muerta en el garaje de su casa, el cual era utilizado por su hijo como un laboratorio improvisado en el cual practicaba los experimentos aprendidos en la Universidad. El médico forense en sus notas determinó que la muerte dio por envenenamiento, y el análisis toxicológico de su sangre mostró que era por la presencia de un alto contenido de un compuesto puro.

Tabla 3. Reporte Preliminar Forense

Órganos analizados	Descripción
Piel	Irritación severa
Ojos	Irritación severa
Boca	Deshidratación extrema
Garganta	Daño profundo por irritación
Tráquea	Daño profundo por irritación

Cerca de cadáver se encuentra una botella de Coca-Cola, la cual se presume fue ingerida por la mujer y que contiene aún rastros del un líquido incoloro con fuerte aroma. En el garaje se encontraba reactivos utilizados como precursores en la síntesis de alcoholes. Es su trabajo, como investigadores profesionales analizar las muestras de líquido aséptico recolectado de la bañera y descartar entre las diferentes posibilidades reportadas en casos anteriores. Esto mediante los usos de las diferentes pruebas químicas que durante su capacitación les fueron explicadas.

### Caso 4

Luego de la derrota de Heredia en una final de futbol, la policía recibe informes de un disturbio en una ferretería. En lugar se encuentra una persona con quemaduras en su cara, en la escena se arresta tres sospechosos, el dueño de la ferretería, un empleado de la tienda y aficionado del equipo contrario. A los tres hombres se les realiza la toma de evidencias particularmente en sus manos y ropa, ya que se presume que la sustancia causante de las quemaduras es un líquido incoloro y volátil.

Es su trabajo, como investigadores profesionales analizar las muestras y descartar entre las diferentes posibilidades reportadas en casos anteriores. Esto mediante los usos de las diferentes pruebas químicas que durante su capacitación les fueron explicadas.



En un bar de mala muerte en las cercanías de la calle de amargura, se reportó un caso de intoxicación severa en un estudiante que celebrara el haber pasado con 67.5 el curso de Laboratorio de Fundamentos de Orgánica. El estudiante tenía en sus bolsillos una botella con rastros de oxidación en la etiqueta y con un 50 mL del líquido remanente. El paciente presentó un cuadro grave de daños en los nervios, riñones, el sistema gastrointestinal y cardiovascular. El análisis de la muestra mostró que el líquido era una mezcla de compuestos, por lo que se realizó una destilación fraccionada para separar los componentes. Se comprobó que el compuesto presente en las primeras fracciones era el responsable de cuadro clínico del joven, por lo que es su trabajo, como investigadores profesionales analizar las fracciones y descartar entre las diferentes posibilidades reportadas en casos anteriores. Esto mediante los usos de las diferentes pruebas químicas que durante su capacitación les fueron explicadas.

**Caso 6**

En una fábrica de textiles se presentó una explosión en el laboratorio de calidad, según el reporte operacional cuando ocurrió la explosión se estaba trabajando en la producción de Nylon 6.6 y Nylon 6. Dichas empresa se encuentra certificada y gerente afirma que se siguen los protocolos pertinentes para el manejo de sustancias, por lo que afirma que la explosión fue un fenómeno premeditado y posiblemente causado por un agente externo. Según el reporte policial en los últimos meses la empresa ha recibido amenazas por parte de un ex empleado, al cual a parecer se le despidió sin razón aparente. Este individuo poseía acceso a la bodega de reactivos y conocimiento sobre la peligrosidad de los mismos. Se encuentran además residuos de un líquido incoloro poco volátil en el suelo del laboratorio, a los cuales se les realizó el análisis toxicológico correspondiente. Como investigadores profesionales analizar las muestras y descartar entre las diferentes posibilidades reportadas en casos anteriores. Esto mediante los usos de las diferentes pruebas químicas que durante su capacitación les fueron explicadas.

**Anexo 2. Caso de Mente Criminal**

Caso #2358-

Octubre 2012

Estado: Inconcluso, en proceso de investigación

Agente encargado: Dtve. Jones

**Resumen del caso**

Estamos en presencia de un caso simple y complejo a la vez, ya que se puede hacer una conexión entre las víctimas y la forma en que murieron, pero aún desconocemos el verdadero causante y los motivos del asesino.

La primera víctima fue un joven de 22 años de apellido López, estudiante de Medicina en una de las Universidades de la zona, el mismo vivía en un departamento modesto, ubicado en las cercanías de la Facultad de Agronomía de la UCR. La causa de su muerte, al igual que en todas las demás víctimas fue por envenenamiento y cerca del cuerpo se encontró una botella plástica vacía y un sobre metalizado sin ninguna marca, escritura o codificación. El joven no presentaba marcas de agresión ni tenía historial delictivo alguno.

La segunda víctima fue una mujer de 17 años de apellido Fernández, estudiante universitaria de primer ingreso de la carrera de Microbiología. Su cuerpo fue encontrado cerca del baño de su casa, dando la impresión de que se dirigía al mismo, la cual esta ubicada en el distrito de Lourdes. El móvil fue el mismo de la víctima anterior, una botella vacía y un sobre metalizado sin marcas. La joven presentaba marcas en el cuello que coinciden con sus propias manos.

El tercer caso fue un joven de 20 años de apellido Quintana, de nacionalidad colombiana. El mismo era estudiante de Odontología de la UCR con residencia en Guadalupe, en las cercanías de la Cruz Roja. El mismo fue encontrado afuera de su casa de habitación. En este caso testigos observaron al joven caminar de forma extraña, moviendo boca y brazos pero sin poder pronunciar palabras, hasta que cayó de frente en la acera. En el interior de la vivienda se encontró un vaso plástico grande y en el basurero de la cocina dos sobres metálicos sin inscripción alguna.

Estos primeros asesinatos ocurrieron en tres días consecutivos. En este momento la información recopilada para las tres víctimas indicaba la presencia de un asesino que envenena a sus víctimas, pero la ausencia de forcejeo o violencia en el interior de las viviendas hace pensar que las víctimas conocían o al menos adquirieron el veneno directamente de manos del asesino. Pensamos que los sobres

sin marcas, así como los contenedores para líquidos son en alguna medida los causantes de las muertes.

La cuarta víctima se presentó una semana después del tercer asesinato. Se trataba de una mujer de apellido Obando de 30 años, que trabajaba como intendente en una farmacia en la zona de Sabanilla. Lo particular al respecto es que la víctima era también estudiante de Nutrición en una universidad privada y asistía a clases de noche por el horario del trabajo. La joven fue encontrada en el baño de la institución de estudios superiores a la que asistía con una botella plástica en la mano que (a diferencia del resto de los casos) contenía un líquido amarillento. En su bolso se encontró la envoltura metálica que lo correlacionaba con las víctimas anteriores.

El último de los casos ocurrió dos días después. Se trató esta vez de dos jóvenes (hombre y mujer) de 24 años, hermanos gemelos de apellido Carranza. Ambos eran estudiantes universitarios de las carreras de Zootecnia y Fitotecnia. Sus cuerpos fueron encontrados sin vida en dos lugares distintos de su hogar, ubicado en Barrio Escalante. El joven yacía en el sofá de la sala mientras que su hermana se encontró en la cocina. Los datos forenses determinaron que murieron cerca de la misma hora. Se encontraron además dos vasos de vidrio con rastros de una sustancia incolora, además de dos sobres metálicos ubicados en la mesa de la cocina.

Con estos dos casos y sumado a la información anterior sabemos que el asesino escogía a sus víctimas de carreras variadas (Medicina, Agronomía, Odontología, Nutrición y Microbiología) y que parecen no tener relación alguna entre sí. Además se sabe que el asesino debe poseer algún conocimiento con respecto a venenos o al menos a sustancias químicas que puedan causar este tipo de efectos. Además la única relación entre las víctimas es que todas padecían de cierto grado de ansiedad, lo cuál creemos que podría tener una relación con los sobres, así como con la facilidad con que el asesino interactuó con ellas.

Debido a que nuestro equipo de análisis químico se encuentra inoperante debido a un problema con fugas de gases en nuestro laboratorio, les solicitamos nos ayuden con la determinación del o los compuestos causantes de la muerte de estas personas. Como información adicional, parece ser que durante la fuga de gases que experimentamos, los sobres metálicos mostraron ciertas inscripciones que desaparecieron rápidamente, lo cuál podría ser información de ayuda para poder resolver el caso. Cabe

mencionar que en el laboratorio se acababa de recibir un contenedor con  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Por lo que es su trabajo identificar mediante pruebas químicas la identidad de las pistas encontradas en cada asesinato, luego con la pista proporcionada elucidar el compuesto involucrado en la muerte y con la toxicidad del mismo dar un informe más claro del escenario y causa de muerte de las víctimas.

### **Anexo 3. Encuesta Realizada a los estudiantes**

#### **1. ¿Piensa Ud. que la Química Orgánica es una materia importante en su carrera?**

Definitivamente si  
Más o menos  
Definitivamente no  
No estoy seguro

#### **2. ¿Cree usted que exista una relación entre las tópicos del Laboratorio de Química Orgánica y su carrera?**

Definitivamente si  
Más o menos  
Definitivamente no  
No estoy seguro

#### **3. ¿Piensa Ud. que los nuevos conocimientos obtenidos en este curso podría utilizarlos en su futuro profesional?**

Definitivamente si.  
Apenas si.  
Más o menos.  
Definitivamente no.

#### **4. ¿Está usted de acuerdo con la forma regular de recibir la clase de Laboratorio (clase magistral, trabajo de laboratorio y evaluación de informe)?**

Totalmente de acuerdo  
De acuerdo  
Me es indiferente  
En desacuerdo  
Totalmente en desacuerdo

#### **5. Con la forma de trabajo mostrada en la pregunta anterior, ¿cuánto cree usted que se logre captar de los conceptos involucrados en la práctica?**

Un 100 %  
Entre 75-100%  
Entre 50-75%  
Entre 25-50%  
Menos 25%

**6. Escriba brevemente su opinión acerca de esta modalidad para el curso de Laboratorio.**

**7. ¿El uso del escenario de resolución de casos para la incógnita fue de su agrado?**

Me agradó mucho

Me agradó poco

No me causó ningún efecto

No fue de mi agrado

**8. Con la forma de trabajo mostrada en la pregunta anterior (clase magistral, trabajo de laboratorio, discusión en parejas, discusión grupal), ¿cuánto cree usted que se logre captar de los conceptos involucrados en la práctica?**

Un 100%

Entre 75-100%

Entre 50-75%

Entre 25-50%

Menos 25%

**9. ¿Qué tan importante cree usted que fue la parte de discusión en parejas y discusión en grupos para el desarrollo de la actividad y la captación de conceptos?**

Muy importante

Importante

Poco importante

No es importante