

# El Cuaderno de Laboratorio

(Dr. Ricardo Hernández (Ph.D, M.Sc), Profesor Agregado, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Laboratorio de Electroquímica)

## Introducción

Una de las características de “el método científico” es la reproducibilidad o posibilidad de reproducción y verificación del trabajo realizado por un científico. Así, para que cualquier persona del mundo, con los conocimientos y recursos adecuados, tenga la posibilidad de confirmar los hallazgos reportados y, finalmente, contribuir al incremento del conocimiento humano, es necesario un acopio preciso del método empleado y de las observaciones realizadas. Este acopio comienza a ser realizado incluso antes de efectuar los experimentos, mediante el planteamiento del problema, antecedentes, la hipótesis, los objetivos y los fundamentos y deficiencias del método a emplear; los cuales, aunque su práctica no es frecuente, conviene sean asentados en el cuaderno de laboratorio, a modo de un anteproyecto de investigación.

De esta manera, un cuaderno de laboratorio en el que se vayan anotando con precisión las experiencias realizadas es esencial en cualquier trabajo experimental. El mismo debe constituir un registro *completo* de todo el trabajo práctico realizado. Debe contener toda la información necesaria para que cualquier experimentalista sea capaz de reproducir el experimento exactamente de la misma forma en que lo ha realizado el autor del cuaderno, incluyendo los hechos observados y las conclusiones que se derivan de todo ello.

Tanto en el trabajo de investigación científica como en el realizado en un laboratorio industrial, el químico que no es capaz de llevar un registro adecuado de sus experimentos está perdiendo el tiempo. Por ejemplo, cuando se discute sobre la validez de una patente industrial, la prueba esencial la constituyen siempre los cuadernos de laboratorio correspondientes, y cualquier indeterminación en los mismos puede conducir a la anulación de la patente con grandes pérdidas económicas para la empresa que la propuso, y las consecuencias subsiguientes para el químico que realizó los experimentos.

**Caso real:** En diciembre de 1923 el Premio Nobel en Medicina y Fisiología se entregó para recompensar al descubrimiento de la insulina, realizado dos años antes. Sin embargo, no todos los descubridores (Frederick Grant Banting, Charles Best, James Collip, y John James Richard Macleod Universidad de Toronto, Canadá) fueron designados por el Comité para recibirlo. Sólo Frederick G. Banting y John J. R. Macleod fueron distinguidos con la nominación; no lo fue así Charles H. Best.

¿Por qué no fue reconocido Best por el Comité Nobel como codescubridor de la hormona, a pesar de haber participado en tal evento?

Simplemente porque no fue capaz de reproducir el aislamiento y caracterización del polipéptido, ya que no contaba con las notas del procedimiento que previamente había ensayado de forma positiva. Había cometido el pecado capital de cualquier profesional dedicado a la ciencia o a la tecnología.

Abundando en la misma idea se encuentra la historieta publicada por T. G. Waddell y T.R. Rybolt sobre las aventuras químicas de Sherlock Holmes [J. Chem. Ed., 1990, 67, 1006], titulada “Sherlock Holmes y la cetona fraudulenta” (Ver anexo al final de esta monografía).

Aprender a escribir de forma adecuada un cuaderno de laboratorio es un aspecto importante en la formación práctica de todo experimentalista y en particular de un alumno de Química. Las notas deben tomarse inmediatamente para **no dejar nada a la memoria** (que puede fallar) en un cuaderno, libro o libreta seleccionada exclusivamente para este fin. El “cuaderno de laboratorio” es, pues, el “diario de trabajo” donde se describen las acciones cotidianas de la investigación. Es necesario insistir que resulta útil anotar todos los detalles; ya que transcurrido un cierto tiempo, al intentar repetir el experimento pudieran faltar datos imprescindibles. Cuando se repite una tarea consuetudinariamente es fácil menospreciar algunos detalles importantes y quizás imprescindibles, pero transcurrido un cierto tiempo, es frecuente que esos detalles caigan en el olvido.

¿Con cuánto detalle se deben realizar las anotaciones? La respuesta a esta pregunta es: Si alguien con los conocimientos necesarios puede repetir el experimento utilizando únicamente las anotaciones que figuran en el cuaderno, entonces tiene las anotaciones necesarias; por esta razón, ya sea que se está trabajando en el laboratorio, en el campo o en la biblioteca, siempre se debe tener a la mano el cuaderno de laboratorio.

## Características del cuaderno de laboratorio

El cuaderno de laboratorio es “el diario de trabajo”, y debe llevarse consigo al lugar de trabajo. Por lo tanto, es de suponer que se le dará un uso constante. En el laboratorio se podrá colocar sobre la mesa de trabajo, por lo que estaría expuesto a que se derramen sobre el reactivos puros o disoluciones de ellos y si se trabaja con fuego, puede llegar a quemarse. Es por esto que resulta imprescindible tener cuidado y seleccionar el mejor cuaderno, libro o libreta que vaya a utilizarse.

El cuaderno de laboratorio debe tener una encuadernación permanente, es decir, ser de tapa dura y hojas cosidas, ya que de esta manera la única forma de quitar una hoja es cortándola. Un auténtico cuaderno de laboratorio no puede ser de espira, y debe tener las hojas numeradas. En él se pueden anexar notas o recortes, gráficas milimétricas u otras ilustraciones, como fotografías o gráficas impresas por los aparatos del laboratorio, cuando sea necesario; por esto, se debe usar un papel resistente al rasgado, poco poroso y absorbente, preferentemente blanco (sin color), ya sea rayado, cuadrículado o liso. El rayado y el cuadrículado pueden ser útiles para la organización de las notas o para la elaboración de tablas o gráficas preliminares. El tamaño suele ser totalmente al gusto del usuario; aunque conviene un formato grande (DIN-A4, o el DIN-A5), de forma que permita la inclusión de tablas y gráficas suficientemente amplias para poder observar claramente sus detalles. El uso de cuadernos de pastas blanda de anillas o espiral, tiene el inconveniente de que las hojas se desprenden fácilmente y esto puede tener consecuencias negativas para el trabajo, ya que se está expuesto al extravío de notas que pueden ser importantes. Una regla de oro de los cuadernos de laboratorio es “**no arrancar hojas**”.

Debe utilizarse un instrumento de escritura indeleble; es decir, la escritura debe hacerse en tinta, preferiblemente de bolígrafo, ya que suelen ser más duraderas y dejan menos borrones. La tinta negra suele ser más duradera que la azul, siendo la roja la que menos dura de todas, aunque existen marcas que proporcionan tintas duraderas de todos los colores.

**Jamás se borra o se tacha completamente.** Cuando se considere necesario, sólo se traza una línea sobre el escrito deseado; nunca se sabe si la idea o expresión indeseada podrá ser útil o correcta en un momento posterior. Asimismo, si se cometen errores, deben tacharse únicamente con una línea por encima, de forma que aún puedan leerse. El trabajo se debe poder reproducir en todos sus detalles, es decir, se debe poder averiguar lo que ocurrió e, incluso, cuando y por qué se decidió abandonar un método o procedimiento.

Las primeras páginas del cuaderno deben reservarse para hacer una tabla de contenidos que se actualiza a medida que se efectúa el trabajo de laboratorio. Si las páginas no están numeradas, estas se deben numerar antes de comenzar a usar el cuaderno.

## Las anotaciones en el cuaderno de laboratorio

1. Se debe evitar el manejar hojas sueltas, aunque sea para adherir al cuaderno con posterioridad. Es mucho más seguro usar un cuaderno con las hojas unidas permanentemente y con las páginas numeradas. La única excepción es cuando se trata de datos suministrados en papel por un aparato de laboratorio, por ejemplo un espectrómetro. En este caso, el papel obtenido se adhiere al cuaderno, bien mediante engrapado o engomado.
2. Escribir lo que **realmente se ha hecho** en el experimento y no lo que se supone que se debería haber hecho. No se trata de escribir lo que dice la guía o guión de la práctica que se debe hacer (para eso es suficiente con hacer referencia a la página pertinente del guión). Si queremos que un experimento que se ha realizado con éxito, sea reproducible, es esencial ser fiel a la realidad. Si por el contrario, el resultado de nuestra experiencia es negativo, el disponer de una información veraz y pormenorizada, será la única forma de corregir los errores.
3. Se debe escribir en hojas consecutivas (sin saltos) e introducir la fecha en los que se ha realizado el experimento. El dejar hojas en blanco puede conducir a errores, o incluso a falsificaciones posteriores. Sin embargo, se pueden dejar hojas en blanco, alternativamente, para hacer anotaciones posteriores relativas al análisis de los datos y resultados recabados. El cuaderno de laboratorio es un instrumento de trabajo y por tanto de uso constante. Si hay que introducir notas adicionales u observaciones, hacer correcciones etc. no debe ser problema

4. Al desarrollar los procedimientos, se debe procurar usar un estilo conciso y claro, empleando preferentemente formas impersonales. Resulta más adecuado emplear expresiones como
  - Se disuelve el producto A..... en lugar de disolví el producto A...
  - Se procede a separar la mezcla..... en lugar de para separa la mezcla realicé tal o cual procedimiento..
  - El rendimiento de la reacción es .... en lugar de me salió un rendimiento de...
5. El trabajo que se anota en el cuaderno es el propio trabajo. En el caso de realizar algún experimento en pareja, los datos son comunes, pero no la redacción de los mismos. Cuando se escribe en el cuaderno de laboratorio debe pensarse que lo va a leer un químico competente, pero que no está familiarizado con el experimento en concreto. Es decir, no se deben explicar cosas generales que todo químico debe saber, pero si se debe explicar el experimento en particular. No deben omitirse datos necesarios, pero debe hacerse de forma concisa y exacta, con frases completas y de gramática correcta.
6. Antes de comenzar la realización de una experiencia de laboratorio es conveniente incluir en el cuaderno la información necesaria para llevarla a cabo de forma correcta y segura. La naturaleza de esta información varía, como es lógico, en función de las características del experimento a realizar, pero habitualmente suele incluir los aspectos siguientes:

**Título del experimento**

**Fecha de realización**

**Nombre de la persona o personas que lo realizan**

**Resumen:** Consiste en un breve escrito en el que se pretende informar al lector, cualquiera que este pudiera ser, del contenido de la sección a la que precede. Por esta razón, debe ser suficientemente conciso y no mayor a un párrafo de 200 a 300 palabras. Aunque resulte obvio debe indicarse el propósito de la práctica y el método utilizado. Como regla es la última sección a escribir; para ello se debe dejar una hoja en limpio para su posterior elaboración.

**Objetivos del experimento:** Incluye una breve descripción de la utilidad del trabajo que se va a realizar y las conclusiones que se pretenden obtener (por ejemplo, aprender a medir un punto de fusión y a utilizarlo para la identificación o la determinación de la pureza de los compuestos orgánicos).

**Fundamentos del método y reacciones implicadas:** Se debe establecer con claridad la relación entre la(s) variable(s) dependiente y la(s) variable(s) independiente(s) y el fundamento fisicoquímico que soporta esta relación, incluyendo las posibles limitaciones. Deben dibujarse las estructuras moleculares, desarrolladas o semi-desarrolladas de los compuestos que intervienen. Las reacciones debieran estar balanceadas. Si el alumno es principiante, es conveniente incluir las fórmulas de todos los compuestos orgánicos utilizados aunque no intervengan en los esquemas de reacción (disolventes, etc.)

**Esquema sinóptico** sencillo pero completo; es decir, que incluya todos los pasos o etapas que deben cumplirse para alcanzar los objetivos.

**Datos relevantes de los materiales de partida utilizados:** masas moleculares, densidades, puntos de fusión o ebullición, estado sólido o líquido, peligrosidad y precauciones a tomar en su utilización. También debe incluirse el detalle del montaje experimental utilizado indicando cualquier detalle que se haya modificado sobre el esquema incluido en el guión de la práctica que se está siguiendo.

**Cantidades a utilizar de los compuestos de partida:** en gramos (densidad y mililitros, si son líquidos) y moles. Este apartado y el anterior pueden presentarse conjuntamente en forma tabulada para una mayor claridad. P. ej:

Reactivo	Estado	Masa molecular (g/mol)	Volumen utilizado (mL)	Densidad (g/mL)	Cantidad utilizada (g)	Moles utilizados (g/mol)	PF/PE (° C)	Peligrosidad
Ciclohexanol	L	100,16	21,0	0,963	20,22	0,20	161,1	Irritante Higroscópico.
Acetona	L	58,08	10,0	0,818	8,18	0,14	56,5	Inflamable Irritante.
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Se debe incluir aquí una sección con los cálculos pertinentes. En caso de que los cálculos sean múltiples pero repetidos basta con una muestra del cálculo pertinente. Aquí se presentan todos los cálculos previos necesarios para la realización de la práctica. Cálculos de concentraciones, pesadas, etc. Todos los valores teóricos que involucran la realización de la práctica.

**Recolección de datos:** Para esta sección conviene pre-diseñar una tabla que contenga las variables a ser observadas (dependientes o independientes), siempre tomando en cuenta las unidades correspondientes. Deben comprender todos los valores recolectados a lo largo de la experimentación. Comprende tabla de valores y todas

las observaciones cualitativas realizadas, así como las posibles diferencias que puedan presentarse con respecto al procedimiento experimental ya enunciado.

**Tratamiento de datos y resultados:** a objeto de hacer las transformaciones necesarias para facilitar la obtención y discusión de los resultados.

**Discusión de resultados:** Aquí se deben comparar los resultados obtenidos con los reportados en la literatura o en su defecto con los esperados, a la luz de los antecedentes y fundamentos plenamente establecidos.

**Conclusiones:** Exponer las principales conclusiones del experimento: qué se ha logrado con él y qué se ha aprendido. En el caso de un informe sobre una práctica, puede también relacionarse con otros conceptos o reacciones estudiadas en la asignatura teórica correspondiente.

**Bibliografía:** En caso de haber empleado fuentes bibliográficas para llevar a cabo la experiencia, deben señalarse. En caso contrario es suficiente indicar el título y la página del manual o libro de prácticas que se ha seguido.

## Apéndice

**Historieta publicada por T. G. Waddell y T.R. Rybolt [J. Chem. Ed., 1990, 67, 1006] sobre un relato, realizado por el amigo inseparable Sherlock Holmes, el famoso Dr. Watson, y titulada “Sherlock Holmes y la cetona fraudulenta”.**

*...Una fresca mañana la señora Hudson anunció la llegada del Dr. H. Douglas Fagin, distinguido profesor y director del departamento de Ciencias Naturales en la Universidad. El profesor, un hombre fornido de sobria apariencia, acababa de sentarse en nuestro sillón para las visitas cuando Holmes se dio la vuelta desde la ventana y lo miró fijamente.*

*“Noto con interés, profesor, que alguna nueva crisis ha llevado la preocupación a su departamento. Una crisis, me atrevo a decir, en la que se encuentra involucrado un eminente profesor”.*

*El profesor se enderezó con sobresalto juntando sus manos. “¿Han llegado estas noticias hasta Vd, Sr Holmes?. Tenía la esperanza de haber mantenido este asunto dentro de nuestro círculo”.*

*“No, no, mi buen hombre” dijo Holmes riendo entre dientes. “He sabido la situación por su apariencia, no menos claramente que si la llevara impresa en un papel”.*

*El profesor Fagin bajó la mirada hacia su traje. “...Pero ¿qué...?”*

*“¡Ah, ah, profesor!” exclamó Holmes ingeniosamente. “He notado sus uñas perfectamente manicuradas, perfectas en todos los aspectos excepto por dos dedos de la mano derecha, en los que se ha mordido las uñas al máximo; incluso continúan sangrando. Seguramente debido a una crisis reciente”.*

*“Pero lo del profesor importante, Holmes, de su propio departamento”, puntalicé yo (Watson), “seguramente es una simple suposición”.*

*“Piense, Watson”, me contestó. “Ninguna crisis relativa a otros personajes llevaría aparejada tanta inseguridad ni tanto pánico. ¿Un profesor importante?, ¿por qué no?. Un escándalo promovido por un estudiante o la corrupción por parte de un profesor ayudante ¿sería tan preocupante?. Yo creo que no”.*

*“Desde luego, tiene razón en todo” dijo el profesor balanceándose atrás y adelante con desesperación. “Pero los detalles son de lo más chocante. Sr. Holmes. ¡Hemos recibido graves acusaciones de fraude científico contra dos de nuestros más distinguidos y bien conocidos químicos!”.*

*“Un momento. ¿Quién los acusa?” interrumpió Holmes.*

*“Se acusan mutuamente”, dijo, comenzando a morderse la uña de un tercer dedo mientras continuaba balanceándose atrás y adelante en el borde de su silla.*

*“Algún hecho ha debido desencadenar esta crisis. ¿Qué es exactamente lo que le ha traído hoy aquí?”. La evidente ligereza de Holmes había sido sustituida por el fervor del cazador.*

*“La Universidad está a punto de conceder un premio de considerable valor monetario a uno de ellos. Ambos han contribuido considerablemente al desarrollo de la química, y por desgracia, son fieros oponentes y amargos competidores”.*

*“Me gustaría saber, Dr. Fagin, tanto la naturaleza exacta de sus investigaciones como su forma de trabajar” dijo Holmes, mientras giraba lentamente la pipa en sus manos. “Tengo suficientes conocimientos de química, por lo que puede emplear términos técnicos.”*

*El profesor suspiró, se recostó en el asiento, y comenzó a hablar. “El Dr. Mayer Wells es un científico brillante, pero bastante excéntrico, y es difícil trabajar con él. Su laboratorio presenta un tremendo desorden y sus archivos están atestados y manchados con productos químicos y manchas de té”.*

*No pude evitar mirar de reojo la zona de trabajo del propio Holmes, una mirada que no pasó desapercibida a Holmes, quien, a su vez, me miró con cierto enojo.*

*El profesor Fagin continuó. “...Las investigaciones de Wells se realizan en el área de los mecanismos de reacción, en la que ha establecido principios importantes relacionados con la adición a cetonas”... “Está tan excitado con su trabajo actual que es imposible conseguir que se calle. Yo diría que resulta bastante fastidioso, ya que, después de todo, no es el único que trabaja en ese tema”.*

*“¿Y que hay de su rival?” preguntó Holmes.*

*“El Dr. Floyd Grounder, igualmente brillante, es el polo opuesto de Wells en todos los aspectos. El Dr. Grounder es un colega amable y un profesor popular entre los alumnos. Parece estar siempre rodeado de estudiantes entusiastas que le adoran. Es una persona pulcra y muy sistemática en su trabajo sobre elucidación estructural de productos naturales de forma novedosa y creativa. Sus maravillosos seminarios departamentales suelen mantenernos al día, pero de forma bastante comprensible, durante los últimos meses ha estado tan ocupado que no ha tenido tiempo de discutir sus últimos resultados”.*

*“Bien, ¿Qué puede decirme sobre su trabajo más reciente?”, preguntó Holmes.*

*“La jabonera de flores-araña, Sr. Holmes, es una planta de gran valor medicinal. El Dr. Grounder trabaja actualmente en la identificación de un componente minoritario que puede ser útil para el tratamiento de diversas enfermedades”... “Estos dos gigantes de la ciencia no pueden ni verse y, como le he dicho, se han acusado mutuamente de fraude y estafa”.*

*“Dr. Fagin”, respondió Holmes de la forma más amable posible, “Le estaría muy agradecido si me permitiera estudiar este interesante incidente. Pero considere, si le parece, que hay aguas oscuras en todo este asunto, y dudo mucho que su solución final pueda aliviar su aflicción”.*

*“Todo lo contrario, señor” Replicó el Dr. Fagin. “El poner en claro este asunto es lo único que pido en estos momentos”.*

*“¡Perfecto!” exclamó Holmes. “Por favor, disponga que el Dr. Watson y yo visitemos su departamento lo más pronto posible, mientras ambos químicos se encuentren ausentes”.*

*“Venga mañana, Sr. Holmes. Tanto Wells como Grounder se encuentran asistiendo a un congreso en París, que dura hasta la semana que viene”.*

*“De acuerdo”, dijo Holmes, juntando las palmas de sus manos y acompañando a nuestro nuevo cliente hasta la puerta.*

*Una vez que éste hubo salido y Holmes se hallaba rellenando su pipa con tabaco en hebras, le pregunté a mi amigo, “Holmes, ¿puede resolverse este asunto únicamente con una visita a los laboratorios?”*

*Mientras miraba abstraído por la ventana abierta a un brillante día primaveral, Holmes replicó, “En temas de este tipo, Watson, el culpable acaba saliendo a la luz. **Al contrario de lo que ocurre en otros empeños del hombre, un fraude importante en ciencia no puede permanecer sin ser finalmente descubierto”.***

*A la mañana siguiente, Holmes y yo fuimos en un carruaje tirado por caballos, estrepitosamente por Bond Street, en nuestro camino hacia la Universidad y el exuberante aspecto campestre de su gran campus. Holmes habló poco durante el trayecto, pero de vez en cuando garabateaba con una pluma negra alguna fórmula o alguna nota en el puño de su camisa blanca.*

*A la llegada, fuimos recibidos inmediatamente por el profesor Fagin que nos llevó al laboratorio del ausente Dr. Floyd Grounder. Como había esperado, el laboratorio estaba impecable y bien organizado. Holmes dio un rápido vistazo general y se dirigió con celeridad a la mesa del Dr. Grounder. Allí comenzó a pasar las páginas del cuaderno de laboratorio en el que se recogía por escrito lo relativo a las últimas investigaciones de Grounder. Las páginas estaban escritas en tinta negra, de forma clara y proporcionando una narración continua que ocupaba el lado derecho de todas las páginas del volumen abierto. La parte izquierda estaba siempre en blanco. El volumen se encontraba lleno aproximadamente en sus tres cuartas partes con datos químicos que no tenían ningún significado para mí. Me preguntaba que sería lo que Holmes estaba viendo en ellas. Mirando por encima de su hombro, distinguí una lista detallada del contenido al principio del volumen, con los títulos y números de página de cada experimento, cubriendo las 200 páginas del volumen.*

*Después de un momento, Holmes se levantó y caminó lentamente a lo largo de la mesa de laboratorio, olfateando las*

*largas filas de envases abiertos y sin identificar, recordándome a un sabueso con sus grandes y profundos resoplidos.*

*Aunque no lo señalé en aquel momento, siempre me asombró y preocupó el estilo de vida y los hábitos de Holmes que frecuentemente violaban las buenas prácticas de seguridad. El rincón de sus investigaciones, en el 221B de Baker Street, carecía de campana de gases y las manchas de productos químicos o los vapores nocivos contaminaban periódicamente nuestro entorno, habitualmente acogedor. Además, su uso continuo del tabaco demostraba aún más su desprecio por su seguridad personal. Debía acordarme de regañarle más tarde por oler productos químicos sin identificar, lo que me parecía una práctica de lo más insensata.*

*“El laboratorio del Dr. Meyer Wells está al otro lado del vestíbulo”, dijo nuestro cliente, anticipándose al siguiente movimiento de Holmes.*

*Habiendo vivido con Sherlock Holmes durante varios años, no me preocupaba tanto como al Dr. Fagin el hecho de entrar en el laboratorio tipo mazmorra del Dr. Wells; nuestro cliente estaba visiblemente embarazado y a disgusto.*

*Como antes, Holmes se dirigió directamente al escritorio y comenzó a hojear las páginas del diario de laboratorio de Wells. En esta ocasión hasta yo me encontraba asqueado por lo que veía. Las páginas del diario estaban desfiguradas debido a las manchas de te y en partes de ellas había quemaduras o salpicaduras de productos químicos. Muchas fórmulas estaban tachadas y en todas las páginas había anotaciones emborronadas en lápiz o en tinta roja. Contemplé a Holmes mientras recorría la mesa de laboratorio cubierta de envases tapados. Cada uno tenía una etiqueta colocada sin ningún cuidado, muchas incluso estropeadas con borrones. Holmes volvió a mirar el cuaderno de Wells y, después de examinar las páginas unos minutos, lo cerró de golpe y llamó al profesor Fagin para que se acercara.*

*“Su infractor ha sido identificado, Doctor. Puede esperar noticias sobre mis honorarios en uno o dos días”.*

*El profesor Fagin estaba turbado. “Entonces, ¿es un fraude, Sr. Holmes?. ¡Oh!. ¡Me lo temía!. ¡Qué escándalo!”.*

*“Tómeselo con calma, profesor, y emprenda las acciones pertinentes en la universidad contra el Dr. Floyd Grounder, que no debe recibir el premio en dinero”.*

*“¡Grounder, Holmes!”, exclamé. “¡No puede ser!”.*

*“¡Lo es, Watson!” replicó Holmes con el mismo entusiasmo. “El querido y popular Dr. Grounder es culpable sin ninguna duda. Como debe saber, amigo mío, yo mismo llevo una vida bastante desordenada. Sin embargo, en la investigación científica, el que uno sea ordenado o desordenado importa poco, siempre que se sigan las normas. Así, cuando examiné el cuaderno de laboratorio y el laboratorio, vi la situación totalmente clara. De hecho, ningún cuaderno de laboratorio legítimo puede estar escrito en tinta permanente sin que aparezca tachada alguna fórmula, algún cálculo o frase, aquí y allá. En una investigación honesta siempre hay algún error. Más aún, en los cuadernos de laboratorio se suele dejar las páginas de la izquierda en blanco para poder incluir diversas anotaciones, pensamientos y valoraciones. Aunque Grounder había dejado en blanco las páginas de la izquierda, no había anotaciones en ellas. Ninguna, Watson, ¡Ninguna!”.*

*El cuaderno de laboratorio del Dr. Grounder gritaba ‘¡Culpable!’, y lo más ilustrativo era el índice. Vd., Dr. Watson, se dio cuenta indudablemente. El índice señalaba experimentos de todo el cuaderno, pero sólo se había completado parte del mismo. ¡Los resultados de su investigación se planearon antes de llevar a cabo los experimentos! ¡El fraude es visible!. Además de estos hechos, la aparente reluctancia de Grounder a hablar sobre su investigación en curso resulta de lo más sospechoso; en agudo contraste con el franco y entusiástico deseo de Wells de hablar y discutir sobre sus experimentos. **El progreso científico requiere el intercambio libre de ideas e información tanto oral como escrita.** Grounder también estaba escondiendo la naturaleza de su trabajo. Incluso los matraces de su laboratorio estaban sin tapar y sin etiquetar. No puede decirse que sea éste un método adecuado para mantener un registro apropiado de las complejidades de la investigación sobre productos naturales.”*

*“Debo decir, Holmes, que debería tener cuidado y no inhalar productos químicos, como le vi hacer en el laboratorio del Dr. Grounder”.*

*“Oh, desde luego, Watson, lo admito. Siempre será Ud un médico, mi buen amigo. Debo tener en cuenta su advertencia”.*

*“Pero Holmes”, dije, “¿Qué tiene todo esto que ver con las investigaciones que están llevando a cabo actualmente Wells y Grounder? ¿Cómo puede decidir si fue el mecanismo de reacción de Wells o la elucidación del producto natural de Grounder la investigación falsa? ¿Cuál era la cetona fraudulenta?”.*

*“Watson querido amigo, en este caso la clave no está en el QUÉ sino en el CÓMO. En este momento, no podemos decir que la jabonera de flores-araña no contenga una cetona de valor medicinal; pero si la tiene, sólo se la encontrará aplicando el método científico de trabajo, no sólo por intenciones y ensayos fraudulentos”.*

“Bien, Holmes”, continué, “¿había también algo que aprender en el laboratorio de Mayer Wells?”.

“Desde luego, Watson”, contestó Holmes. “El cuaderno de laboratorio del desagradable Dr. Wells era un completo panorama de ciencia honesta. Las anotaciones, aunque bastante embarulladas, estaban organizadas de forma apropiada. Sus pensamientos, errores y progresos estaban claramente documentados. Sus matraces estaban tapados y etiquetados de forma apropiada con anotaciones cuidadosas. Excelente práctica. Esto es definitivo, Wells debe conseguir el premio”.

Esa noche, en nuestros aposentos de Baker Street, volví a sacar el tema. “Holmes, ¿condena esto el estilo pulcro y ordenado de investigar?”.

Holmes sonrió ampliamente y dejó un puñado de recortes de crímenes del Times. “En absoluto, Watson, en absoluto. **Es el procedimiento y la práctica honesta lo que importa. Tanto si el cuaderno de laboratorio está limpio o desordenado, si se lleva adecuadamente, demostrará siempre el progreso, la validez y la honestidad de la investigación científica**”.

## **Bibliografía**

1. *Química Analítica*, D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch, 7<sup>ma</sup> Edición, McGraw-Hill, Caracas, 2000.
2. *Preparación de Informes y Cuadernos de Laboratorio*, F. García C., Proyecto de Innovación de Recursos Educativos de Química Orgánica, Universidad de Granada, España, 25 Jun 2002. [http://www.ugr.es/local/quioered/doc/cuaderno\\_lab.pdf](http://www.ugr.es/local/quioered/doc/cuaderno_lab.pdf)
3. *El Cuaderno de Laboratorio*. Manual. María Josefa Rodríguez Yunta. Universidad Complutense, Madrid, 18 Sep 2008. [http://eprints.ucm.es/8078/1/el\\_cuaderno\\_de\\_laboratorio-manual.pdf](http://eprints.ucm.es/8078/1/el_cuaderno_de_laboratorio-manual.pdf)