

REPORTES Y BITÁCORAS



Erick Barrios Barocio; Arnaldo Hernández Cardona; Roxette Ramírez Arvidez.
(2024)

La redacción de reportes y bitácoras es esencial en la experimentación; en particular cuando se realizan investigaciones que pueden llevar a nuevos descubrimientos. Su importancia radica en que permite a otras personas conocer los detalles sobre la actividad experimental y sus resultados, con la idea de poder reproducirla. De ahí que deba ser un texto claro, conciso y preciso. Su uso es indispensable para una buena formación académica.

Contenido

1	¿QUÉ SE DEBE HACER ANTES DE REDACTAR UN REPORTE?.....	1
2	¿CÓMO ESCRIBIR UN REPORTE?	2
2.1	La Introducción.....	2
2.2	El Procedimiento.....	3
2.3	Resultados y Análisis	4
2.4	Discusión y Conclusión.....	5
3	LA BITÁCORA DE ACTIVIDADES.....	6
4	REFERENCIAS.....	7

Tanto el profesor como el estudiante son parte de la comunidad científica la cual tiene la responsabilidad de *compartir sus estudios y descubrimientos, independientemente de si estos dan mayor soporte o contradicen ideas previas*. Mientras atendamos este principio, nuestra forma de redactar cumplirá con las expectativas de nuestra audiencia y ellos podrán comprobar si nuestros resultados son legítimos.

Así, es muy importante transmitir de forma adecuada la información generada por nuestros resultados experimentales, de ahí la importancia de redactar reportes de forma adecuada.

1 ¿QUÉ SE DEBE HACER ANTES DE REDACTAR UN REPORTE?

La mejor forma de preparar un reporte de laboratorio es asegurar que se entiende la teoría detrás del experimento, que se conoce el diseño y realización del mismo, y que se tenemos idea de cómo procesar los datos obtenidos para extraer conclusiones de algún principio. Si faltamos en alguno de estos puntos, será difícil explicarle el experimento de forma satisfactoria a una persona que no presenció su realización. Así, se deben atender las siguientes consideraciones:

- I. Leer la bibliografía relacionada al experimento y resolver las siguientes preguntas:
 - ¿Qué es lo que se va a realizar (procedimiento) en este experimento?
 - ¿Por qué de esa forma?
 - ¿Qué es lo que se espera encontrar/aprender? y ¿Por qué es importante?
- II. En caso de tener dudas importantes, aclararlas con ayuda de alguien que sepa del tema.
- III. Planear el procedimiento a seguir en el experimento junto con los integrantes del equipo de trabajo. Pensar en las mejores condiciones para la toma de datos (lugar, tiempo, organización).
- IV. Mantener la comunicación con los compañeros de equipo sobre todo lo que se hace. Evitar que solo algunos miembros hagan ciertas partes del trabajo. Plantearse y resolver las siguientes cuestiones:
 - ¿Todos observaron lo mismo?
 - ¿Todos piensan que la hipótesis es válida?
 - ¿Todos concuerdan con los resultados obtenidos?
- V. Tener en mente el tipo de audiencia que leerá el reporte. Evitar asumir que el lector conoce a detalle el tema, ya que lleva a omitir información crucial y que un público más amplio no entienda el reporte. Siempre es recomendable escribir pensando en que nuestra audiencia será tal que cuente con un conocimiento científico básico.

2 ¿CÓMO ESCRIBIR UN REPORTE?

El formato básico es: Introducción – Procedimiento – Resultados y Análisis – Discusión y Conclusiones. Este formato puede cambiar un poco dependiendo del escritor y su estilo, en ocasiones es común incluir un *resumen* del reporte de no más de 10 renglones al inicio del texto. Sin embargo, *el reporte debe estar estructurado a manera de representar el método científico*, el cual involucra desarrollar una hipótesis, probarla, y decidir si lo que se encontró apoya la hipótesis.

En esencia, un reporte refleja el método científico, dando mayor atención al procedimiento y resultados. En la Tabla 1 se muestra cómo se adecúa el método a cada sección de un reporte y que tipo de información ofrece al lector. Es importante entender que dicha estructura sugerida es general, pudiendo encontrarse variaciones en otros formatos. A continuación, se dan detalles y sugerencias para cada sección ^[1,2].

2.1 LA INTRODUCCIÓN

En esta sección consideramos cuatro elementos: propósito, literatura relevante (antecedentes), hipótesis, y razones por las que se cree que la hipótesis es viable.

A) PROPÓSITO.

Es el objetivo del experimento y no se debe confundir con la hipótesis. Incluye lo que esperamos aprender del experimento. Como ejemplo, en un experimento de solubilidad, la hipótesis puede ser sobre la relación entre temperatura y la tasa de solubilidad, pero el propósito probablemente sea aprender sobre algún principio específico detrás del proceso. Luego, es muy importante tener en cuenta la diferencia entre hipótesis y propósito.

B) HIPÓTESIS.

La hipótesis da cuenta del porqué de algún fenómeno basado en nuestras suposiciones, el cual se va a comprobar o refutar mediante la aplicación del método científico. Es recomendable anotar los cambios que sufre durante el desarrollo del experimento y mantener identificadas, en todo momento, las variables involucradas. Debe ser concreta y clara.

Incorrecto: “Hay una relación entre la temperatura de un solvente y la tasa a la cual un soluto se disuelve.”

Correcto: “Conforme la temperatura de un solvente se incrementa, la tasa a la cual un soluto se disuelve en dicho solvente se incrementa”.

Hay que asegurarse de que la hipótesis indica las variables independientes y dependientes.

Tabla 1. Estructura general de un Reporte.

Sección	Paso del Método Científico	Aporte.
Introducción	Planteamiento de la Hipótesis	Se explica el origen de la hipótesis y su relación con investigaciones previas. Se plantea el propósito del experimento y presenta la teoría básica para entenderlo.
Procedimiento	Detalla cómo se probó la hipótesis	Clarifica cómo se llevó a cabo el experimento de una forma en particular.
Resultados y Análisis	Proporciona los datos recabados y su estudio.	Se presentan los datos en forma de tablas, gráficas o histogramas. Estos se procesan para generar una conclusión sobre la hipótesis.
Discusión y Conclusión	Considera si los datos obtenidos soportan la hipótesis	Se mencionan las implicaciones de los resultados y las potenciales limitaciones del diseño experimental. Se concluye si la hipótesis es válida o no.

C) JUSTIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Es necesario mostrar o aclarar que la hipótesis es razonable, dadas las circunstancias. La introducción sirve para explicar de dónde surge la hipótesis. ¿Qué es lo que nos hace creer que la hipótesis será confirmada por la evidencia? Esto es parte de los antecedentes, pero también puede ser motivada por nuestra lógica u observaciones. Retomando el ejemplo de los solutos, podríamos presentar como justificación la experiencia en la cual: *“hemos notado que el azúcar se disuelve más fácilmente en café caliente que en un té helado”*.

D) ANTECEDENTES.

Esta parte muestra que estamos al tanto de trabajos científicos previos y sus resultados, así como de la teoría detrás de ellos. De igual forma, ponen al lector al tanto del contexto del experimento. Deben incluir las ecuaciones relevantes que modelan el fenómeno. Retomando el ejemplo de los solutos:

“El propósito del experimento es probar las ideas convencionales sobre solubilidad en el laboratorio... De acuerdo con Whitecoat y Labart [Ref. A], a mayores temperaturas las moléculas de un solvente se mueven más rápidamente... Sabemos de los cursos teóricos que cuando las moléculas se mueven a una mayor velocidad colisionan entre ellas con mayor frecuencia y, por tanto, se rompen más fácilmente... Así, nuestra hipótesis es que conforme la temperatura de un solvente se incrementa, la tasa a la cual el soluto se disolverá en un solvente se incrementa”.

Es de notar que, en muchas ocasiones, los resultados experimentales necesitan ser comparados respecto de referencias establecidas. Por lo común, la descripción o cita de dichas referencias se hace en esta sección.

2.2 EL PROCEDIMIENTO

Esta sección describe en detalle cómo se puso a prueba la hipótesis y clarifica el razonamiento seguido en el procedimiento (no solamente su diseño), ya que otras personas deben ser capaces de verificar nuestros hallazgos, por lo que nuestro experimento debe ser reproducible de manera que se obtenga el mismo (dentro de la incertidumbre) resultado. Cuando se redacta esta sección hay que tener en mente que debemos describir el experimento de forma que otros puedan replicarlo para corroborar nuestros resultados.

A) CONTENIDO.

El principal problema que se enfrenta al redactar esta sección no solo reside sobre qué debemos mencionar; también radica en lo que no debemos mencionar. No se deben incluir los datos obtenidos del experimento, pero si se pueden mencionar las características numéricas de los instrumentos utilizados (escalas e incertidumbres). Esta sección simplemente menciona cómo se llevó a cabo el experimento.

B) ¿QUÉ TAN DETALLADO?

Hay que ser preciso y puntual al dar detalles, manteniendo la relevancia. Es conveniente hacernos preguntas como: “¿Haría alguna diferencia si esta pieza fuera de otro tamaño o de otro material?”. Si la respuesta es negativa no es necesario ser específico, de lo contrario habría que dar detalles. Hay que ser racionales en la explicación de las acciones realizadas en el procedimiento, ya que los detalles sobre nuestras acciones proveen información sobre nuestros protocolos de experimentación y es indicativo de que se entiende el experimento.

Debido a que hacer una descripción detallada del montaje y procedimiento experimental puede llegar a ser extensa, es recomendable utilizar diagramas o fotografías ilustrativas para reducir el texto. Sin embargo, estos recursos deben ir acompañados de una breve descripción (pie de figura), de lo contrario pueden llegar a ser confusos y no transmitir la información adecuada.

Los detalles más cruciales siempre tienen que ver con cómo se realizaron las mediciones.

C) ESTRUCTURA Y ESTILO.

La organización del procedimiento es de especial importancia, ya que los lectores deben entenderlo completamente. Existen ciertas convenciones de estilo que se pueden utilizar como guía en la redacción.

- **Narrativa.** Describir lo que se hizo en el orden en que se hizo (narrativa histórica), evitando darle la forma de una receta.
- **Tiempo pasado.** Se está describiendo algo que ya ocurrió, por lo que se debe usar el tiempo pasado evitando utilizar el imperativo.
- **Subsecciones o Apéndices.** Se utilizan cuando el procedimiento tiene detalles extra que pueden ser interesantes, pero no indispensables, se puede ver como “información extra”.

¿Voz pasiva o primera persona? Debido a que redactar en primera persona daría la impresión de que el experimento no puede ser repetido sin la persona que lo hizo originalmente, este tipo de conjugación es evitado. En la voz pasiva el sujeto de una oración no realiza la acción descrita por el verbo. Como ejemplos: 1) voz activa: “nosotros calentamos la solución a 80°C” (el sujeto nosotros, realiza la acción); 2) Pasiva: “La solución se calentó a 80°C” (el sujeto, la solución, no realiza la acción, sino que se actúa sobre el).

2.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Esta es la sección más importante del reporte. Presenta los datos que permiten discutir cómo es que la hipótesis es confirmada y donde se analiza matemáticamente cómo se relacionan con ella. Solo se incluyen los datos que son relevantes, es decir, no es necesario poner tablas con cientos de datos; en todo caso sólo se presenta una muestra de ellos, pudiendo utilizar un apéndice para colocar las tablas completas. Es conveniente tomar en cuenta lo siguiente:

A) TEXTO.

Cuenta con un párrafo corto que proporciona una descripción de los resultados obtenidos en el experimento. En esta parte se hace referencia a tablas o gráficas, pero teniendo cuidado de no repetir la información presentada en ellas. Se pueden comentar tendencias de los datos.

B) TABLAS.

La información de una tabla debe complementar el texto y no repetir lo que se dice ahí; además, debe contener información relevante. Las tablas son útiles para mostrar alguna variación de los datos, de lo contrario son redundantes, por lo que es conveniente solo incluir el rango donde hay variaciones relevantes en la variable dependiente. Al insertar una tabla se tienen las siguientes recomendaciones:

- **Numerar las tablas.** Facilita su referencia en el texto.
- **Dar un título.** Debe ser corto y dar una idea del contenido de la tabla.
- **Lectura vertical,** evitar tablas horizontales. Esto facilita su lectura y comparación de datos.
- Incluir unidades de mediciones e incertidumbres.

En caso de que las tablas de datos sean extensas, y sea imprescindible mostrarlas, es recomendable incluirlas en un apéndice. Esto con el objetivo de no entorpecer el flujo de la lectura del reporte.

C) GRÁFICAS.

A pesar de que las tablas son útiles, las gráficas pueden mostrar de forma más clara las tendencias, por lo que tienen mayor ventaja. Dado que es más fácil identificar y examinar tendencias lineales, es recomendable presentar los datos utilizando transformaciones y tendencias lineales. Algunos consejos para insertar gráficas son:

- **No saturar la gráfica.** Mantener la simplicidad contribuye a su lectura e interpretación. Lo recomendable es no superponer más de 3 conjuntos de datos y diferenciarlos apropiadamente.
- **Graficar la variable independiente en el eje horizontal** y la dependiente en el vertical.
- **Nombrar apropiadamente los ejes** e indicar unidades de medición.
- **Numerar y titular las gráficas.** La numeración ayuda a referenciar las gráficas o figuras en el texto.
- Hacer graficas de tamaño tal que sus características sean apreciables, pero evitando que ocupen más de media hoja.
- Utilizar las escalas apropiadas para los intervalos de datos en ambos ejes.
- En caso de tener múltiples gráficas, siempre utilizar el mismo formato.

Recabar los datos con cuidado, si los datos presentan un error los lectores del reporte comenzará a desconfiar de las conclusiones.

D) ANÁLISIS.

En esta subsección se mencionan los cálculos (e incertidumbres) relevantes para la obtención de algún resultado que permita evaluar la hipótesis. Es muy importante mantener la relevancia y evitar la saturación del texto con muchos pasos de cálculos. En caso de ser necesario mostrar detalles, es recomendable usar apéndices, especialmente para el manejo de incertidumbres.

2.4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Esta sección menciona como interpretar los resultados obtenidos. Al llegar a esta sección, el lector ya tendrá una idea de si la hipótesis se corroboró o no. Se recomienda lo siguiente:

A) EXPLICAR SI LOS DATOS SOPORTAN LA HIPÓTESIS.

Se puntualiza la relación o correlación de los datos y con base en esto se concluye porqué la hipótesis se corroboró o no. La explicación de esta correlación debe ser clara para asegurar al lector que nuestra conclusión está basada en la evidencia. Se pueden mencionar estudios previos que soporten estas aseveraciones.

B) RECONOCER CUALQUIER ANOMALÍA EN LOS DATOS.

El lector dudará de las conclusiones si deliberadamente no hacemos comentarios sobre datos que no se ajusten a la tendencia o correlación. En este caso, si estas anomalías son consecuencia de fallas en el método experimental, se debe mencionar cómo éstas pueden afectar los resultados y sugerir cómo evitarlas en futuras realizaciones del experimento. Lo anterior implica analizar, interpretar y justificar adecuadamente las incertidumbres de los resultados.

- Se deben deducir las conclusiones con base en los resultados e incertidumbres.
- Relacionar lo encontrado a trabajos anteriores (bibliografía) para dar mayor soporte al resultado.
- Comentar sobre las implicaciones prácticas o teóricas de lo que se encontró.

La mejor forma de terminar la discusión y el reporte es con una frase conclusiva, que ayude al lector a comprender la relevancia del trabajo y la razón por la que se escribió. V.g. *“Esta información puede ser utilizada para realizar las*

siguientes acciones... ”. Es una buena estrategia terminar el reporte de la misma forma en que se estableció la hipótesis principal.

3 LA BITÁCORA DE ACTIVIDADES

La bitácora de trabajo es el documento que contiene las pruebas del trabajo realizado en el laboratorio. Contiene toda la información recabada y necesaria para redactar un reporte, y permite que cualquier persona pueda reproducir el experimento con detalles de implementación del experimento que pudieran haber sido omitidos en el reporte. Debe escribirse dejando claros todos los pasos realizados (documentar), mostrando todos los datos y resultados recopilados, incluidos los erróneos.

En caso de una disputa sobre los resultados, la bitácora tendrá la evidencia para resolver la disputa. Por esto, mantener dicho documento bajo control, ordenado, limpio, actualizado y con una secuencia coherente es indispensable. Debido a este carácter legal, es sugerido, que las hojas de la bitácora estén foliadas a fin de evitar su omisión o sustitución. De igual forma, la bitácora debe contener incluso información (procedimientos, datos, cálculos y resultados) que estén incorrectos a manera de que, posteriormente, se puedan analizar y encontrar las causas de un experimento fallido.

Debido a que el reporte se construye basado en la bitácora, lo mas recomendable es darle una estructura igual a la de un reporte, sin embargo, es importante recordar que los detalles del procedimiento y análisis de datos son mayores, por lo que estas secciones serán más grandes que en un reporte.

Para cumplir con lo anterior, la bitácora debe estar lista para usarse antes de comenzar el trabajo de laboratorio. Se sugiere la siguiente estructura, la cual sigue la misma lógica que la de un reporte:

- I. **Fecha, hora y lugar** en que se lleva a cabo el experimento o parte del experimento.
- II. **Título del experimento.**
- III. **Objetivos.** Menciona la hipótesis por comprobar, se incluyen ecuaciones y variables involucradas. No debe exceder media página.
- IV. **Equipo y materiales necesarios.** Ordenados en una tabla, incluyendo incertidumbres asociadas a cada instrumento.
- V. **Procedimiento de implementación del experimento y toma de datos.** Es una descripción detallada con observaciones y/o diagramas sobre la forma en que se montó el arreglo experimental y la forma en que se recabaron los datos, incluyendo sus incertidumbres. Se incluyen **Comentarios** relevantes sobre cambios hechos al procedimiento y/o en los equipos utilizados, así como anotaciones sobre las condiciones ambientales bajo las que se realizó el experimento y que se crea que pueden influenciar el resultado.
- VI. **Resultados de mediciones.** De preferencia en forma de tablas y con anotaciones de incertidumbres. Es posible incluir la liga a hojas de datos en línea (v.g. Google sheets) siempre y cuando se asegure de que se compartan los permisos apropiados.
- VII. **Procesamiento de datos.** Se muestra la forma en que se procesaron los datos e incertidumbres para obtener los resultados. En caso de ser conveniente, se mencionan las fórmulas, algoritmos o programas necesarios para este procesamiento. Solo se presenta el procesamiento aplicado a un dato como ejemplo. Esta parte es importante ya que ayuda a identificar posibles errores humanos debido al uso equivocado de una fórmula.
- VIII. **Comentarios y Declaración final.** Se describen peculiaridades observadas en el experimento y relevantes para la conclusión. Se da un resumen del resultado del experimento (con incertidumbre) respecto del objetivo y usualmente consta de un par de líneas. Por ejemplo: “*El pH de la muestra de agua tomada del*

Río de los Remedios, tomada mediante el método de potenciometría, es de 7.31 ± 0.02 al 95% de confianza”.

La declaración final es de importancia dado que resume lo que se hizo y qué se obtuvo.

La bitácora tiene toda la información que ayuda a demostrar que los objetivos se cumplieron (o porque no se cumplieron) de la forma más clara posible. Esto será útil posteriormente para hacer el reporte de laboratorio, escribir una tesis, escribir un artículo o un libro, además de que revela el nivel de profesionalismo del experimentador.

4 REFERENCIAS.

- [1] *Scientific Reports, The Writing Center.* UNC Chapel Hill (2012)
<https://writingcenter.unc.edu/tips-and-tools/scientific-reports/>
- [2] *How to Write a Scientific Report, Step – by Step Guide.* Matrix Education (2020).
<https://www.matrix.edu.au/how-to-write-a-scientific-report/>