

Apéndice A

Pautas y sugerencias para la redacción de informes científico - técnicos

En este apéndice discutimos algunas pautas para confeccionar un informe de laboratorio o informe técnico-científico. Se proporcionan algunas sugerencias de cómo escribirlo y algunas características de su organización y formato.

Objetivos

- ✓ Informe científico-técnico
- ✓ Sugerencias para redactar un informe
- ✓ Formato de un informe

A.1 Introducción

Un informe o reporte de laboratorio debe intentar comunicar al lector, de la manera clara y concisa, cuáles son los objetivos del trabajo, las hipótesis planteadas y las razones que llevaron al autor a aceptar o rechazar las hipótesis propuestas, a la luz de los datos que se presentan. El informe debe ser de fácil y agradable lectura, y *persuasivo* de puntos centrales que se intentan comunicar.

El informe es una parte intrínseca de un proyecto científico-técnico. En ese sentido, un trabajo no concluye hasta tanto no se haya escrito una cuidadosa reseña en la que se consignan y/o analizan las hipótesis de trabajo, los objetivos planteados, las evidencias acumuladas en los ensayos y observaciones, se discuten las interpretaciones teóricas de los datos obtenidos y se elaboran las conclusiones.

La redacción de informes o reportes es una habilidad de gran importancia para el desarrollo profesional en varias áreas de trabajo. Muchas de sus características son comunes a los reportes técnicos que se realizan en ámbitos empresariales o gubernamentales. Con frecuencia, las reseñas se escriben para informar a supervisores y directores de alguna propuesta o proyecto. Es importante recordar que en general los proyectos son evaluados, en gran medida, por la calidad y claridad de los informes presentados.

El diseño de los reportes no es rígido, pero hay algunos formatos que se han convertido en estándares internacionales, y son utilizados por numerosas revistas y publicaciones de todo el mundo. En particular, subdividir el informe en secciones, cada una con un objetivo bien definido, por lo general contribuye a la claridad del mismo. Algunas de estas partes se describen más abajo.

Redacción: Es importante que las oraciones sean cortas, y que cada una transmita una idea bien definida. La información y resultados deben ser presentados sintéticamente, sin reiteraciones o datos irrelevantes. Se deben evitar oraciones complicadas o que puedan dar lugar a interpretaciones ambiguas. El lector no debe tener que volver sobre lo leído para

comprender las ideas. Recordemos que cuando alguien lea nuestro informe no dispondrá de nuestra presencia, para realizar aclaraciones. El texto debe ser, en la medida de lo posible, auto contenido. Si se introduce un nuevo concepto o término, que el autor considera importante y por razones de brevedad no será explicitado, se debe introducir una referencia bibliográfica, donde el lector interesado o desinformado pueda encontrar la explicación necesaria.

El reporte no debe ser considerado como un documento realizado con el solo fin que el profesor juzgue el trabajo realizado, sino que debe ser un texto capaz de comunicar por escrito nuestras ideas, resultados y persuadir al lector de los argumentos esgrimidos. Un colega que no haya realizado la experiencia, debe ser capaz de comprender y ser persuadido por los argumentos y pruebas esgrimidas.

Una sugerencia útil es, antes de escribir un informe, anotar en un borrador las ideas centrales que se desean comunicar, destacando los puntos más importantes que el trabajo aporta. Luego, se sugiere seleccionar los gráficos y figuras que muestren claramente cómo se obtuvieron los datos y sobre todo aquellos gráficos o datos que dan sustento a las conclusiones que se esgrimen. Los resultados y/o interpretaciones novedosas, raras o sorprendentes, deben ser destacados. Es útil anotar sintéticamente una lista de puntos o ideas fuertes que se desean destacar y transmitir. Una vez que disponemos de este esquema preliminar, estamos en condiciones de comenzar a escribir el informe. Los objetivos del trabajo y sus conclusiones deben articularse y señalarse, tanto en el resumen del trabajo como en sus conclusiones finales.

A continuación se describen las partes principales de un informe. En revistas científicas, como ser *Physics Teacher*¹ *American Journal of Physics*², *European Journal of Physics*,³ *Latin American Journal of Physics Education*⁴, etc. se pueden encontrar artículos con las características que se describen más abajo. Asimismo, en el sitio *Física re-Creativa*,⁵ se encuentran varios ejemplos de informes de experimentos realizados por estudiantes de distintas universidades.

A.2 Organización del informe - Formato

Las secciones que usualmente se utilizan en las publicaciones científicas y técnicas son:

Encabezamiento del informe

- ✓ Título
- ✓ Autoría
- ✓ Resumen

Cuerpo del informe

- | | |
|--|----------------|
| ✓ Introducción | ✓ Discusión |
| ✓ Materiales y método, descripción del experimento | ✓ Conclusiones |
| ✓ Resultados y gráficos | ✓ Bibliografía |
| | ✓ Apéndices |

Encabezamiento del informe

- ✓ **Título:** El título del trabajo debe ser claro y llevar información del contenido del trabajo. En lo posible debe buscar ser agudo y provocador, de modo de atraer al lector a revisar el trabajo. Evitar utilizar como título, por ejemplo “Trabajo Practico N°:5” que no provee ninguna información. En todo caso una acotación como ésta, podría usarse como subtítulo en caso de ser relevante.
- ✓ **Autoría:** Incluir los *nombres de todos los autores* incluyendo su filiación; es decir la institución a la que pertenecen o en la que se realizó el trabajo. Vía de contacto con ellos; por ejemplo *dirección electrónica*, o teléfono, o *dirección postal*. En caso de ser parte de un curso, el nombre del mismo, institución, nombre de los docentes responsables y la fecha de realización de la actividad.
- ✓ **Resumen:** El resumen es en cierto modo el informe en miniatura. Debe dar un adelanto de lo que se leerá en el cuerpo del mismo y motivar su lectura completa. En lo posible no debe exceder unas 200 palabras aproximadamente. Se debe indicar concisamente el tema del trabajo, la metodología seguida y destacar los resultados más importantes o novedosos que se obtuvieron. No debe hacer referencias a figuras, tablas o ecuaciones que figuran en el cuerpo del informe. Debe dar un adelanto de las conclusiones, y articularse lógicamente y armónicamente con éstas.

Cuerpo del informe

- ✓ **Introducción:** En esta sección debemos introducir y orientar al lector hacia el tema de estudio. Presentar la motivación del trabajo. Un objetivo adicional de esta parte, es que un lector interesado, pero nuevo en la temática del estudio pueda, con ayuda de la bibliografía, comprender el trabajo realizado. En esta parte se deben comentar los antecedentes de la investigación y destacar la conexión con otros trabajos anteriores y cuál es el aporte novedoso o la contribución que se realiza. Asimismo es útil, en esta parte, presentar una breve síntesis del “estado del arte” en el tema en discusión.

Desde evitarse repetir lo que regularmente está expuesto en los textos habituales de la materia en cuestión. El propósito u objetivo del trabajo debe quedar claramente expuesto. Dentro de esta sección o en otra contigua, se sugiere realizar una descripción del marco teórico–experimental del problema en estudio, incluyendo las referencias pertinentes (ver Referencias o Bibliografía). Esto es, la descripción del marco o modelo conceptual que se utilizará para interpretar los resultados o resolver el enigma planteado. La construcción del modelo debe incluir la justificación de cómo se realizó la observación o experimento. También debe quedar claro cuáles son los parámetros relevantes que se deben medir.

- ✓ **Materiales y método, descripción del experimento:** Aquí describimos los procedimientos seguidos y el instrumental usado. Es útil incluir un esquema del arreglo experimental usado. Para esto se puede recurrir a diagramas esquemáticos o croquis del experimento, que debe estar bien rotulado. Deben consignarse las precauciones que se tomaron durante las mediciones. Es importante indicar cuáles variables se midieron

directamente, cuáles se obtuvieron en forma indirecta y qué datos se tomaron de otras fuentes. También es importante analizar las fuentes de errores e individualizar aquellos parámetros que son más críticos, es decir los que más contribuyen a los errores finales. Si el análisis de los errores es muy complejo, conviene trasladarlo a un apéndice.

- ✓ **Resultados:** Los resultados deben presentarse, de ser posible, en forma de gráficos. Recordar que una imagen vale más que mil palabras. Las tablas rara vez tienen la misma elocuencia e impacto, su inclusión en el cuerpo del texto debe limitarse solo a aquellos casos en que sean especiales y no sustituibles por gráficos o cuando el lector puede beneficiarse al conocer fácilmente el dato numérico exacto. Aún en estos casos, pueden incluirse si el número de datos en la tabla es pequeña. En caso de tablas grandes, es preferible incluirlas en un apéndice, solo si es imprescindible. Los datos obtenidos en el trabajo, deben estar diferenciados de datos tomados de otras fuentes que puedan incluirse a fines comparativos. Por ejemplo se pueden diferenciar cambiando el tipo de símbolos en los gráficos e indicando su origen en leyendas bien visibles. Los datos recogidos en un experimento o medición, *deben expresarse con sus respectivas incertidumbres*. En lo posible, se debe indicar cómo fueron calculados o estimados los errores o incertidumbres.
- ✓ Una convención muy extendida en la literatura es utilizar símbolos para representar los datos medidos, sin unir con líneas los mismos. En cambio, las predicciones o interpretaciones teóricas se representan con líneas de trazos continuas, usando un estilo diferente (o color) para distintos modelos.
- ✓ Los gráficos y figuras son una especie de lenguaje universal para la visualización de datos. Si están bien organizados y presentados, pueden ser fácilmente interpretados y entendidos por todo el mundo. Los resultados del experimento deben consignarse con sus correspondientes unidades e incertidumbres.

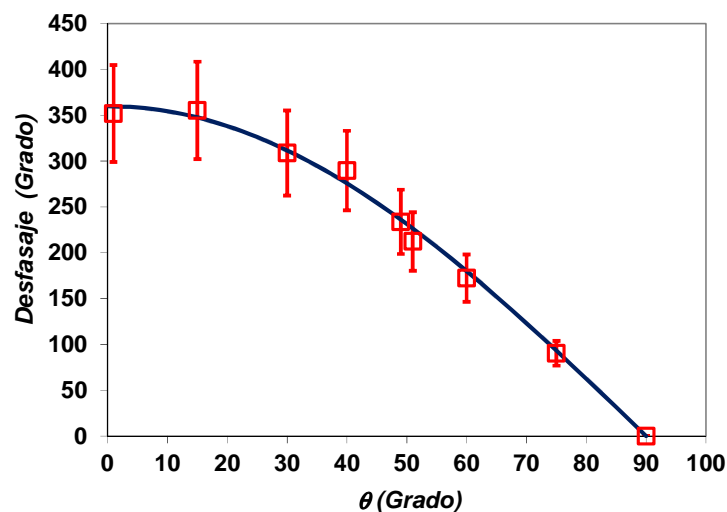


Figura A.1. Representación gráfica de la variable “Desfasaje”, medida en grados, como función de la variable “ θ ”, también medida en grados. Los símbolos cuadrados son los resultados de las mediciones realizadas. Las barras de error verticales, sus correspondientes incertidumbres. La línea continua representa la expectativa teórica de un modelo pertinente, que intenta explicar estos datos.

- ✓ **Discusión:** Esta es una de las partes más importantes del informe, junto a las conclusiones. Aquí se presenta la comprensión conceptual de los resultados obtenidos. Se comparan modelos o teorías alternativas y se selecciona, si la evidencia lo posibilita, aquellas que son más adecuadas o están de acuerdo con los datos obtenidos y/o modelos establecidos. También se descartan teorías o hipótesis que no pasan el ensayo experimental. Es útil comparar los resultados obtenidos con los recogidos por otros autores en experimentos similares. Se analizan las similitudes y discrepancias observadas con los resultados de otras fuentes. Si existen discrepancias, ¿cómo las puede explicar? ¿Cómo se comparan los errores, las precisiones, los costos y dificultades experimentales con otros ensayos similares? Si se utilizan modelos de otros trabajos, deben citarse su origen. ¿Existe alguna aplicación interesante o implicancia práctica de los resultados obtenidos? A veces, por razones de espacio, la discusión se puede combinar en una sola sección con los resultados o las conclusiones.

- ✓ **Conclusiones:** Aquí presentamos lo *que hemos aprendido* del trabajo realizado, y se sintetizan las consecuencias e implicancias asociadas a nuestros resultados. No deben confundirse las conclusiones con los resultados obtenidos. Las conclusiones están asociadas a la pregunta que surge de analizar los datos y las discusiones, se trata de responder: ¿qué hemos aprendido del trabajo realizado?
 Se sugiere enunciar en primer lugar aquellas conclusiones vinculadas a los objetivos enunciados y declarados en la introducción, luego aquellas que surgieron del análisis de manera no prevista. En cierto modo se podría decir que un buen informe es aquél que logra el mayor número de conclusiones (correctas) o falsea el mayor número de hipótesis a partir de los datos obtenidos.

- ✓ **Bibliografía o Referencias:** Las citas bibliográficas se ordenan, preferiblemente, en forma numeral al final del informe, aunque también hay otros esquemas de ordenamiento.
 - ✓ Deben contener el *nombre de los autores* de la publicación (artículos, revistas o libros);
 - ✓ *el título del trabajo*;
 - ✓ *el nombre de la revista o editorial* que los publicó;
 - ✓ *año y ciudad o país* de publicación.
 - ✓ Además se deben incluir los datos que ayuden a la identificación de los mismos: dirección de Internet donde se pueden obtener, capítulo, página, fecha de publicación, etc.

Un ejemplo se describe a continuación:

1. F. Sears, M. Zemansky, H. Young y R. Freedman, *Física universitaria*, vol. II Addison-Wesley Longman, México, 2008.
2. R. Halliday, D. Resnick y M. Krane, *Física para estudiantes de ciencias e ingeniería, Vol. II* - CECSA, México, 2003; (Traducción de *Fundamentals of Physics*, John Wiley & Sons, Inc. New York, 2002).
3. Vernier Software & Technology, Magnetic Field Sensor, www.vernier.com

4. A. P. Schuetze, W. Lewis, C. Brown, and W. J. Geerts “A laboratory on the four-point probe technique,” Am. J. Phys. **72**, 149 (2004) – <http://ajp.aapt.org/>

- ✓ **Apéndices:** Esta parte puede o no estar presente. Se incluye para mejorar la comprensión de alguna parte del informe o incluir información adicional. Por lo general no es conveniente distraer al lector con muchos cálculos, despejes de términos y propagaciones de errores en la mitad del texto, así que este lugar puede ser propicio para estas consideraciones. En el texto principal deberemos orientar al lector para que consulte estos apéndices.

A.3 Comentarios adicionales

La redacción de reportes científico-técnicos, como todo arte, requiere de práctica. En ese sentido la lectura atenta de artículos de este tipo en revistas especializadas, pero accesibles a estudiantes principiantes, como Phys. Teach., Am. J. Phys., Lat. Am. J. Phys. Ed., Eur. J. Phys., etc. pueden contribuir a una mejor comprensión de la estructura descrita previamente.

No se debe confundir el informe con la *bitácora de laboratorio*. Esta última es un cuaderno donde se registraron todos los datos y detalles de un experimento. La bitácora es principalmente un cuaderno de uso personal, donde en lo posible están documentados todos los detalles del experimento. Por ejemplo, día y fecha de realización, el nombre de los archivos donde se encuentran los datos de cada ensayo realizado, etc. El informe es una versión final depurada y tiene como destinatario un lector que *no necesariamente* realizó el experimento. En el informe, los detalles superfluos deben evitarse.

Una buena costumbre es pedir a algún compañero de clase, en lo posible no familiarizado con el estudio descrito en el reporte, que lo lea y realice sugerencias y comentarios. Preguntarle ¿Qué entendió de la lectura? ¿Qué puntos no estaban claros? Esta información nos puede servir para introducir mejoras en el mismo. De cualquier forma, una vez redactado el informe, se debe realizar una atenta lectura antes de presentarlo.

Finalmente, queremos llamar la atención sobre el dicho popular “*lo breve, si bueno, ¡dos veces bueno!*”, Eh aquí un ejemplo paradigmático:

“El francotirador”- *Todos los días, mientras esperaba el ómnibus, un niño me apuntaba desde un, balcón con el dedo, y gatillaba como un rito su arma imaginaria, gritándome “¡bang!, ¡bang!”. Un día, solo por seguirle el rutinario juego, también le apunté con mi dedo, gritándole “¡bang!, ¡bang!”. El niño cayó a la calle como fulminado. Salí corriendo hacia él, y vi que entreabría sus ojitos y me miraba aturdido. Desesperado le dije “pero yo solo repetí lo mismo que tú me hacías a mí”. Entonces me respondió compungido: “ sí señor, pero yo no tiraba a matar”.-*

Con este relato, Armando Macchina, fue galardonado con el Premio Internacional de Microrrelatos 2013, organizado por la Fundación César Egido Serrano, con base en Quero (Toledo), España.

Figuras, gráficos, tablas y ecuaciones: Las figuras y gráficos se deben numerar secuencialmente con una misma denominación, por ejemplo Fig.X.1, Fig.X.2, etc. El número indica su orden de aparición en la sección o capítulo X, si se trata de un informe, donde, en general, no se divide en capítulo, la numeración es secuencial. Cada figura debe tener una breve leyenda explicativa, que haga posible comprender cada una de ellas, como se ilustra a continuación:

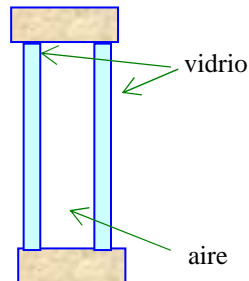


Figura A.2. Ventana de doble panel, dos vidrios y una cámara de aire en el medio. Nota: en este caso la letra A hace referencia a que estamos en el apéndice A.

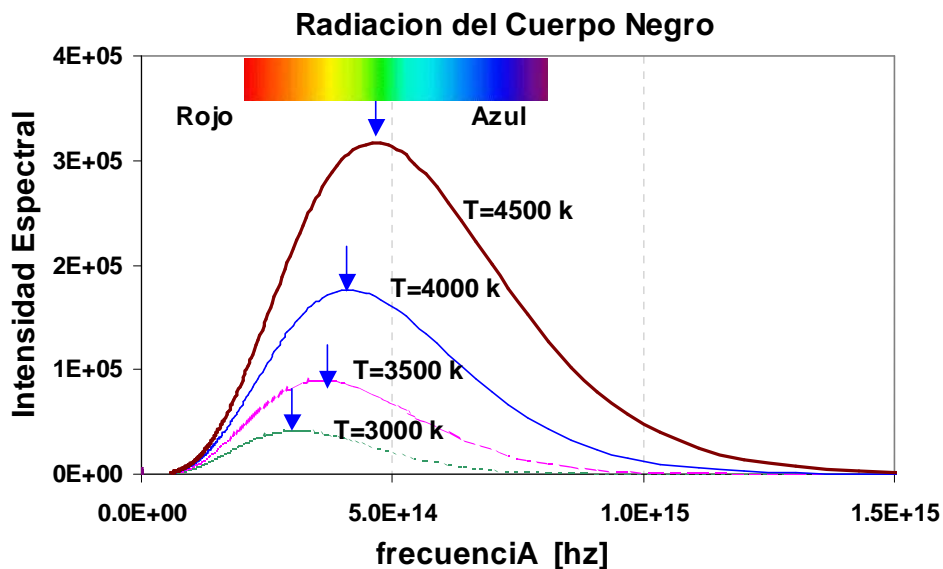


Figura A.3. Espectro de la radiación electromagnética de un cuerpo negro a distintas temperaturas, representadas por la letra T . Las flechas indican la posición del máximo de radiación a cada temperatura. En la parte superior se ilustran los colores de la luz, correspondiente a las frecuencias visibles, indicadas en el eje horizontal.

Los números de cada figura nos ayudan a referirnos a las mismas, cuando necesitemos hacerlo en alguna otra parte del texto. Por las mismas razones, las tablas también se numeran secuencialmente. En el caso de ecuaciones, es deseable usar los editores de ecuaciones, disponibles en casi todos los procesadores de textos. Las ecuaciones se centran en la línea y se coloca una numeración secuencial a la derecha, como se ilustra a continuación.

$$H = \frac{dQ}{dt} = -\frac{k \cdot A}{l} \cdot (T_C - T_F), \quad (\text{A.1})$$

Cuando deseamos referirnos a esta ecuación, podemos hacerlo escribiendo: *utilizando la Ec.(A.1) ...*

Por último, las páginas del informe también deben numerarse.

En publicaciones arriba mencionadas,^{1,2,3,4} se pueden encontrar muchos ejemplos de reportes científicos con el estilo descrito aquí, y son una viva ilustración de este modo de redactar. En lo que sigue se muestra en forma esquemática el estilo de uno de estos informes.

Ejemplo de informe técnico

Julia Uno, Juan Dos y Andrés Tres

uno@unsp.edu.mx, dos@arnet.com, tres@hotmail.com

Universidad de San Pedro – Julio 2013

Curso de Química I - Turno Viernes 8-12 – Cátedra del Prof. J. Dalton

Resumen

El resumen, es un adelanto del reporte en pocas palabras, o también el informe en miniatura. Es un texto breve y claro, que describe sucintamente lo relevante del trabajo. Preferentemente, en no más de 200 palabras.

Introducción

Es un texto con las características indicadas previamente. Para facilitar la lectura es conveniente usar tipos Times New Roman de 12 pts., la separación entre líneas puede ser simple o de 1,5 ptos., con ambos bordes justificados. Destaque con negritas solo los títulos. Evite hacer deducciones extensas y no realice operaciones intermedias, como despeje de términos, etc.

Materiales y método, descripción del experimento

Aquí va la descripción del método experimental. Puede incluir un diagrama del arreglo experimental si se considera pertinente.

Resultados y discusión

En esta sección se muestran los resultados. Los gráficos que se muestren deben estar numerados y contener un epígrafe o leyenda.

Por ejemplo, si se midió la presión como función del tiempo, el gráfico podría ser como el que se muestra en la figura A.3.

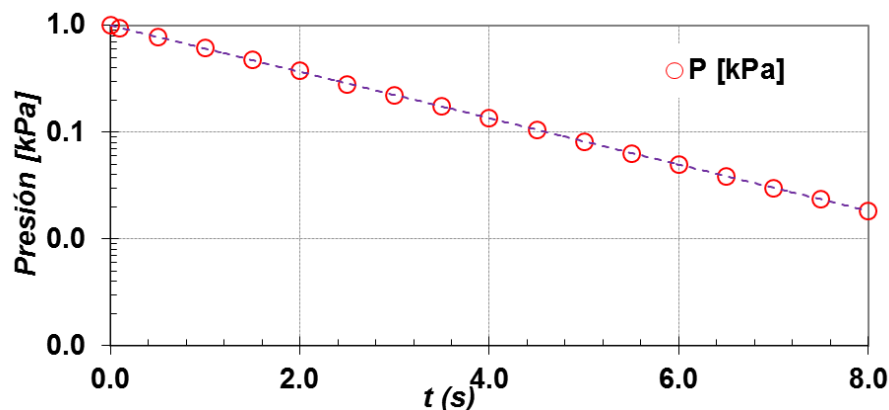


Figura A.3. Esto es el epígrafe o leyenda que siempre debe acompañar todas las figuras, para explicar su significado. El mismo podría ser como sigue: Variación de la presión en función del tiempo en representación semilogarítmica. Los símbolos (círculos) representan los valores medidos de presión, la línea continua de trazos es un ajuste exponencial de los datos.

Las ecuaciones se deben numerar como se indica a continuación:

$$F = Ma . \tag{A.2}$$

Otra ecuación podría ser:

$$v(t) = v_0 + \frac{1}{2} a \cdot t^2 , \tag{A.3}$$

Conclusiones

Aquí se describen las conclusiones del trabajo, según las pautas descritas previamente. Las conclusiones deben referirse fundamentalmente a las evidencias recogidas o encontradas en el estudio en consideración. Debe haber una correspondencia lógica entre el resumen y la conclusión, como así también con el resto del informe. Consultar las referencias [1, 2, 3, 4 y 5] para ver ejemplos de este tipo de reportes.

Referencias

¹ Physics Teacher, publicación de la Asociación Americana de Física (AAPT) <http://tpt.aapt.org/>

² American Journal of Physics, publicación de la Asociación Americana de Física (AAPT) <http://ajp.aapt.org/>

³ European Journal of Physics es una publicación del IOP (Institute of Physics) de Gran Bretaña.

<http://iopscience.iop.org/0143-0807>

⁴ Latin American Journal of Physics Education, publicación del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional del México. <http://www.lajpe.org/>

⁵ Física reCreativa, Sitio de Internet con informes de estudiantes de varias universidades Latinoamericanas.

<http://www.fisicarecreativa.com>