

Textos argumentativos en los informes de trabajos prácticos de laboratorio

Argumentative texts in laboratory practical work reports

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

María Belén Sabaini¹, Ana Fleisner¹

¹Departamento de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Quilmes. Roque Sáenz Peña 352, Bernal, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: msabaini@unq.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo analizamos y comparamos la estructura argumentativa de los informes que los estudiantes elaboraron de dos prácticas de laboratorio distintas. Nos proponemos analizar la relación entre el tipo de práctica experimental desarrollada y el texto argumentativo que los estudiantes construyen al informarla. En la primera de las prácticas se propone a los estudiantes -de manera muy guiada- hacer mediciones directas y evaluar las incertezas asociadas a dicho proceso. En la segunda se les propone diseñar una experiencia que permita determinar el valor de la aceleración de la gravedad, evaluar las incertezas asociadas a la medición y, dados los primeros resultados, ajustar el método experimental utilizado.

Se analizaron los informes grupales de trabajos prácticos de laboratorio de dos cursos de Física I de la Universidad Nacional de Quilmes dictados durante el segundo cuatrimestre de 2017. Se observa una mejora significativa en la construcción de textos argumentativos en el desarrollo de los informes correspondientes a la práctica de laboratorio que deben diseñar.

Palabras clave: Trabajos prácticos de laboratorio; Informes de laboratorio; Física I; Universidad.

Abstract

In this work, we propose to analyze and compare the results of the reports that the students elaborated of two different laboratory practices. We propose to analyze the relationship between the type of experimental practice proposed and the argumentative text that students construct when they inform it. In the first of the practices students are proposed -in a very guided way- to make direct measurements and evaluate the uncertainties associated with this process. In the second one, it is proposed to design an experience that allows to determine the value of the acceleration of gravity, to evaluate the uncertainties associated with the measurement and, given the first results, to adjust the experimental method used. We analyzed laboratory practices reports of two courses of Physics I of the UNQ dictated during the second semester of 2017. There is a significant improvement in the construction of argumentative texts in the development of the reports corresponding to the laboratory practice that they must design.

Keywords: Laboratory practices; Laboratory practices reports; Physics I; University.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la investigación en enseñanza de las ciencias se ha escrito mucho acerca de la importancia de las actividades experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Existe consenso acerca de: el poco valor de las actividades experimentales de laboratorio solamente para la adquisición de habilidades o destrezas de laboratorio en sí mismas (Hodson, 1990 y 1994); la inutilidad de “seguir recetas” (Moreira, 1980); la importancia de reflexionar -antes de proponer a los estudiantes un trabajo en el laboratorio- acerca de si dicho trabajo los motivará, si los ayudará a comprender mejor algunos conceptos, si brindará una adecuada visión de la práctica científica y si favorecerá las denominadas actitudes científicas. En definitiva, existe consenso acerca de la poderosa herramienta que pueden resultar las prácticas de laboratorio en cuanto a potenciar el conocimiento conceptual y procedimental, la metodología científica, las capacidades de razonamiento fundadas en el pensamiento crítico y reflexivo (Hodson, 1990; Wellington, 1989; Carrascosa y otros, 2006; Salinas, 1994; Salinas y Cudmani, 1992).

Sin embargo, se sabe, desde hace mucho tiempo (Gil y Payá, 1988) que los trabajos prácticos tradicionales no familiarizan a los alumnos con el quehacer científico, encontrándose tanto en los textos como

en la forma en que los profesores los plantean, la ausencia de aspectos fundamentales, como el planteo de hipótesis o el diseño experimental a realizar. Así, la capacidad motivadora que los trabajos prácticos tienen para los estudiantes se transforma en decepción luego de realizarlos.

En carreras científico-tecnológicas, las asignaturas correspondientes a las ciencias básicas están orientadas a que el alumno obtenga conocimientos disciplinares específicos y habilidades necesarias para los procesos de abstracción y modelización, mientras aprende habilidades generales necesarias para su desempeño como estudiante universitario y su posterior desempeño profesional (trabajo en equipo, expresión oral y escrita, gestión de la información, etc.). Una de estas asignaturas es Física I. Esta materia se dicta en la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes bajo la modalidad presencial y cuatrimestral. Se cursa en el primer año de las carreras: Ingeniería en Automatización y Control Industrial, Ingeniería en Alimentos, Licenciatura en Biotecnología y Arquitectura Naval.

Desde nuestra experiencia como docentes, el poco interés que tienen la mayoría de los estudiantes de estas carreras por la física, obstaculiza el aprendizaje comprensivo y provoca la adquisición mecánica, poco durable y escasamente transferible de los contenidos. Esta situación nos lleva a elaborar y utilizar alternativas de enseñanza que generen interés, curiosidad y gusto por aprender. De todos modos, para poder proponer actividades prácticas en las que los estudiantes puedan diseñar una experiencia, resulta necesario trabajar previamente contenidos relacionados con el proceso de medición e incertezas asociadas a dicho proceso. Estos contenidos los abordamos en el laboratorio a través de una práctica bastante tradicional en el siguiente sentido: si bien se pide a cada paso una toma de decisiones respecto a cómo medir y cómo evaluar las incertezas, los estudiantes deben seguir una guía para efectuar dichas mediciones.

Centrando nuestra atención en los trabajos experimentales con enfoque de enseñanza tradicional de Física I, nos encontramos con distintos tipos de inconvenientes. Por una parte, vemos que muchas veces los estudiantes están desorientados en el laboratorio y, aun habiendo leído la guía para desarrollar la práctica, no terminan de entender qué es lo que deben hacer, qué se pretende que logren con esas actividades y qué vínculo existe entre la actividad que se está desarrollando y los contenidos trabajados en las clases teóricas y de problemas. Muchas veces en las prácticas los alumnos se centran en obtener datos que son arrojados por distintos instrumentos de medición, pero no pueden hacer una interpretación de los mismos, es decir no le pueden asignar significado físico.

Por otro lado, al analizar los informes de laboratorio elaborados por los estudiantes -aun cuando logran hacer las mediciones que debían- se encuentra que no logran articular y estructurar un discurso que les permita comunicar correctamente aquello que hicieron.

De modo general se evidencia que los estudiantes no siempre identifican variables a medir y no explicitan con claridad el marco teórico que da sustento a las mediciones: consignan herramientas teóricas en las introducciones que luego no usan para el análisis de los resultados y/o usan herramientas que no fueron consignadas en la introducción.

Creemos -de acuerdo a lo expuesto en Fleisner (2016a)- que, tanto el problema de la desvinculación del trabajo experimental con los contenidos teóricos, como el relacionado con la comunicación, pueden deberse al modo en el que habitualmente los docentes presentamos los conceptos físicos y a las características de las actividades propuestas.

Atendiendo a la problemática descrita y teniendo como objetivo mejorar el aprendizaje, se ha elaborado y llevado a cabo una propuesta didáctica de trabajo práctico de laboratorio de Física I, desde un enfoque constructivista (detallada en Fleisner (2016b)). En el presente trabajo comparamos los resultados de la puesta en práctica de la propuesta con los obtenidos en otras prácticas de laboratorio.

II. INFORMES Y ARGUMENTACIÓN

La organización y expresión de un conjunto de ideas en un escrito riguroso, preciso, bien estructurado y coherente -dentro del nivel del aprendizaje que se pretende para cada asignatura- no es tarea sencilla para la mayoría de los estudiantes universitarios. Este problema parece deberse, entre otras cuestiones, a la falta de comprensión de los conceptos necesarios para construir el texto, o la falta de dominio del género lingüístico correspondiente. Como señala Lemke (1997), muchos de los problemas de aprendizaje se deben a un desconocimiento tanto del «patrón temático» como del «patrón estructural» propio del tipo de texto científico solicitado y de las interrelaciones entre ellos.

Los informes de laboratorio tienen la estructura de comunicación del trabajo científico y engloban las distintas representaciones que la ciencia utiliza. Por ello, analizar los informes que realizan los estudiantes nos permite conocer su discurso, algo que resulta potencialmente útil para generar propuestas superadoras que favorezcan el aprendizaje comprensivo de la física.

En los informes realizados por los estudiantes hemos analizado: el uso del lenguaje técnico disciplinar específico, de acuerdo con las dificultades señaladas por Campanario y Otero (2000) y Lemke (1998); la

presencia de representaciones inadecuadas, y la pertinencia del contenido y la estructura lógica de los textos de acuerdo a los modelos argumentativos de Toulmin (1993), Van Dijk (1978) y Adam (1992).

De acuerdo con Toulmin (1993) existen normas universales para construir y evaluar argumentaciones, que están sujetas a la lógica formal. Este autor describe los elementos que constituyen a la estructura del discurso argumentativo, representa las relaciones funcionales entre ellos y especifica los componentes del razonamiento desde los datos hasta las conclusiones. El esquema argumentativo de Toulmin (TAP) contiene los siguientes componentes: *datos* (son hechos o informaciones factuales, que se citan para justificar y validar la afirmación); *conclusión* (es la tesis que se establece); *justificación* (son razones –reglas, principios...– que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión); *fundamentos* (es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación); *cualificadores modales* (aportan un comentario implícito de la justificación, son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación); *refutadores* (también aportan un comentario implícito de la justificación, señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas).

Según el modelo de Van Dijk (1978), desde el ámbito de lingüística textual, lo que define a un texto argumentativo es su finalidad: convencer a otra persona. En este modelo los componentes fundamentales son la justificación y la conclusión. La justificación se construye a partir de un marco general, en el contexto del cual toman sentido las circunstancias que se aportan para justificar las conclusiones. Estas circunstancias se refieren a hechos y a condiciones iniciales (puntos de partida) que el emisor considera que son compartidos por el receptor. Este autor caracteriza tres niveles de organización: la superestructura, la macroestructura y la microestructura de un texto argumentativo. Las superestructuras son las estructuras globales que caracterizan al tipo de texto. La macroestructura es el contenido del texto. Tanto las superestructuras como las macroestructuras semánticas se definen para el texto en su conjunto o para determinados fragmentos de éste. Las microestructuras están al nivel de las oraciones del texto, y se las denomina estructuras locales.

Adam (1992) propone un modelo de secuencia textual y de prototipo de texto argumentativo, incorpora el concepto de función persuasiva propia del tipo de texto. Según este autor, un texto argumentativo puede estar estructurado en diferentes secuencias de base: premisas, inferencias y conclusión. Siempre hay un tipo de secuencia que destaca y que define la estructura dominante del texto. Así, por ejemplo, en un texto argumentativo, pueden aparecer secuencias descriptivas, narrativas o de otros tipos, pero domina la secuencia argumentativa. Todo texto que se aproxime a este prototipo se podrá considerar argumentativo. Adam utiliza el modelo de Toulmin como base de la estructura argumentativa, pero analiza los textos en términos de secuencias argumentativas encadenadas, de este modo, la conclusión de una secuencia podría ser una premisa de la siguiente.

En el caso particular de los informes de laboratorio hemos considerado “datos” los resultados del TP, “justificación” el análisis de los resultados, “fundamentación” la vinculación de los datos y la justificación con el marco teórico que los estudiantes consignan en la introducción teórica, “conclusión” al apartado correspondiente, “premisas” a los resultados obtenidos en el TP y a las leyes y conceptos consignados en la introducción teórica e “inferencias” a las relaciones causales que establecen los estudiantes entre los resultados y los conceptos consignados en la introducción teórica. En el caso de las inferencias se ha considerado que son *completas* cuando el estudiante relaciona correctamente los resultados con los conceptos consignados en la introducción teórica en una relación de causa lógica; *incompletas* cuando la relación arriba mencionada es parcial o cuando en la relación faltan datos o conceptos básicos e *incorrectas* cuando el estudiante relaciona incorrectamente los resultados con los conceptos consignados en la introducción teórica en una relación de causa lógica. Los calificadores modales (M) y los refutadores (R) son necesarios cuando las justificaciones no permiten aceptar una afirmación de manera inequívoca, sino provisional, en función de las condiciones bajo las cuales se hace la afirmación. Cabe señalar que no se evidenciaron en los informes de los estudiantes comentarios acerca de las condiciones de validez de las justificaciones.

III. METODOLOGÍA

Se realizó un análisis de informes grupales de dos trabajos prácticos de laboratorio (TPL) correspondientes a dos grupos de estudiantes de Física I (grupos 1 y 2) de la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes, durante el segundo cuatrimestre del año 2017. Durante el cursado de la asignatura Física I se desarrollan 5 trabajos prácticos de laboratorio. Los informes de TPL que comparamos en el presente trabajo son los correspondientes a los TP1 y TP3.

Se analizó tanto el uso del lenguaje técnico disciplinar específico –especialmente en relación con el significado de los términos que utilizan–, la presencia de representaciones inadecuadas, y la pertinencia

del contenido y la estructura lógica de los textos de acuerdo a los modelos argumentativos mencionados en el apartado II.

La muestra de informes del TP1 estuvo conformada de la siguiente forma: 10 informes correspondientes al grupo 1 de Física I (8 grupos de 3 integrantes, 1 grupo de 2 integrantes y 1 informe redactado por un solo estudiante) y 6 informes del grupo 2 (5 grupos de 3 integrantes y 1 de 4 integrantes). Debido al desgranamiento que, de manera habitual, hay en los cursos de Física I de nuestra universidad, el número de informes del TP3 con el que trabajamos es menor: 14 informes, 8 del grupo 1 (7 grupos de 3 integrantes y 1 grupo de 4 integrantes) y 6 del grupo 2 (todos de 3 integrantes).

En el primero de los prácticos se propuso a los estudiantes -de manera muy guiada- hacer mediciones directas y evaluar las incertezas asociadas a dicho proceso. Ver anexo 1. En el segundo se les propuso diseñar una experiencia que les permitiera determinar el valor de la aceleración de la gravedad, evaluar las incertezas asociadas a la medición y, dados los primeros resultados, ajustar el método experimental utilizado. Ver anexo 2.

Desde el comienzo de la cursada de Física I está disponible en el sitio web de la materia una guía para la estructuración y redacción de los informes de TP de laboratorio. Ver anexo 3.

Se construyó una planilla de análisis de informes de laboratorio para cada grupo de alumnos en la que el docente evaluador consignó los datos propios de la cursada (docente a cargo, horario, nota final de cada integrante del grupo y número de integrantes por grupo) y las respuestas a preguntas en torno a la utilidad y estructura de un informe de laboratorio, al lenguaje técnico utilizado por los estudiantes, al manejo de herramientas teóricas para cálculo de incertezas y manejo de cifras significativas, a la construcción de gráficos y tablas y a los criterios de comparación entre valores experimentales de magnitudes físicas.

El conjunto de preguntas consignadas en la planilla surgió al listar el tipo de inconvenientes e incorrecciones que encontramos (de modo sistemático) al corregir informes de laboratorio. Sistema de planilla *Google Forms* que se carga en línea.

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Las siguientes tablas contienen los datos comparativos de las resoluciones de los TP 1 y 3 en relación con la planilla de análisis. No adjuntamos una comparación entre los dos cursos de Física I dado que los resultados no difieren significativamente.

En la tabla I se presentan los resultados obtenidos en relación con la estructura de los informes. Todos los resultados están expresados como proporciones.

TABLA I. Estructura de los informes de TPL.

<i>Pregunta</i>	<i>Respuestas</i>	<i>TP1</i>	<i>TP3</i>
¿Reconocen los estudiantes la utilidad del informe de laboratorio?	Si	0.63	0.83
	No	0.37	0.17
¿Respetan la estructura del informe?	Si	0.69	0.92
	No	0.31	0.08
Respecto al resumen	Correcto	0.19	0.83
	Incorrecto	0.81	0.17
Respecto a la Introducción	Correcta	0.44	1
	Consignan herramientas teóricas que luego no utilizan	0.38	0
	Utilizan herramientas que no fueron consignadas en la introducción ni aparecen en el apéndice	0.18	0
Análisis de datos	Correcto	0.63	1
	Incorrecto	0.37	0
Identificación de variables a medir	Correcta	1	1
	Incorrecta	0	0
Conclusiones	Correcta	0.12	0.59
	Incorrecta. No hay argumento.	0.38	0.08
	Incorrecta. El argumento es inválido.	0.50	0.33

Puede observarse que, de modo general, los informes correspondientes al TP3 muestran mejores resultados, es decir, están mejor contruidos en cuanto a la estructura. Ver tabla I.

La utilidad del informe de TPL parece quedar más clara cuando es el estudiante quien debe diseñar una experiencia para medir una magnitud física y luego informar de modo claro aquello en lo que ha trabajado. Se considera *entendida* la utilidad del informe cuando los estudiantes logran identificar los componentes fundamentales de un informe, presentar los resultados obtenidos y analizarlos de acuerdo a la teoría consignada en la introducción teórica.

En los resúmenes del TP3 se observa una menor dificultad de los estudiantes para confeccionar un breve párrafo que sintetice el trabajo efectuado y se constata que en las introducciones los estudiantes consignan sólo aquellas herramientas teóricas que luego usan en el desarrollo de la práctica, explicitando de manera clara qué fenómeno observaron, qué magnitudes midieron, cuáles de ellas directamente y cuáles indirectamente y a través de qué herramientas calcularon las incertezas asociadas a dicha medición.

El mismo grupo de estudiantes redactó los siguientes resúmenes. Para el TP1 *“En el siguiente informe se compararon diferentes medidas antropométricas (palmo, codo y media braza) de diferentes sujetos con el fin de determinar su fiabilidad.”* En este resumen no queda claro si los estudiantes entienden la diferencia entre una unidad antropométrica de medida y la medición que puede hacerse ella. No adelantan ninguna conclusión ni se explicita el criterio de comparación que utilizaron. Para el TP3

En este trabajo se determinó el valor de la aceleración de caída de los cuerpos mediante el análisis del movimiento de caída libre de dos pelotas distintas. Por medio de las leyes que describen el movimiento de caída libre y analizando los datos obtenidos se obtuvo un resultado con una incerteza relativa del 8% que contiene al valor $9,8 \text{ m/s}^2$ con el que trabajamos habitualmente.

Contrariamente a lo que sucede con el resumen del TP1, en el resumen del TP3 los alumnos cuentan lo que midieron, cómo lo midieron, a través de qué leyes de la física construyeron y evaluaron los resultados de las mediciones y adelantan alguna conclusión.

Se observa además una mejor relación entre el marco teórico explicitado en la introducción y el análisis que los estudiantes hacen en función de los datos obtenidos.

Se observa en las conclusiones de los informes del TP3 un número mayor de argumentos válidos que en los informes del TP1, contruidos de modo correcto, usando los datos obtenidos como premisas y estableciendo inferencias -también de modo correcto- en función del marco teórico consignado en la introducción.

Creemos que la mejora en la calidad de los informes del TP3 puede deberse – además de a que ya han tenido instancias de evaluación de informes anteriores en las que se trabaja sobre la estructura y utilidad de los mismos – a varias cuestiones vinculadas con el tipo de práctica propuesta:

- a) Los estudiantes, además de necesitar entender aquello que la aceleración es por definición, deben establecer una relación con los contenidos desarrollados en clase para encontrar un fenómeno en el que la aceleración esté involucrada, identificar y vincular las magnitudes físicas que ya conocen con distintos fenómenos que forman parte del objeto de estudio de la física. Esto implica poder relacionar un concepto físico (el de aceleración de la gravedad) con un contexto natural determinado, es decir, comprender el concepto de “g” más allá de su mera definición ontológica, atendiendo también a la característica contextual de la definición completa.
- b) Deben elegir, además, el modo en el que van a pensar dicho fenómeno. Esta elección acerca al alumno a la idea de que no se estudia “el mundo” o “la naturaleza” en el laboratorio, sino una de las posibles representaciones que del mundo o la naturaleza hace el hombre. A su vez, “recortar” un objeto de estudio, permite entender que cualquiera sea el modelo elegido, éste tendrá límites de validez.
- c) Relacionar a través de leyes y definiciones a la aceleración de la gravedad con otras magnitudes permite vincular el marco teórico estudiado hasta el momento con el experimento que se pretende realizar, es decir, establecer un vínculo posible entre las definiciones de los conceptos métricos y el montaje experimental que permite la atribución de cantidades al concepto.
- d) Por último, la formalización de las relaciones entre magnitudes permite comprender, además de las definiciones ontológicas de los conceptos, las definiciones formales (matemáticas y lógicas) de los mismos.

En la tabla II se presentan los resultados en relación con el lenguaje técnico disciplinar.

TABLA II. Lenguaje en los informes de TPL.

<i>Pregunta</i>	<i>Respuestas</i>	<i>TP1</i>	<i>TP3</i>
Uso de términos técnicos	Correcto	0.25	0.92
	Incorrecto	0.75	0.08
Construcción de oraciones	Correcta	0.56	1
	Incorrecta	0.44	0

Respecto al lenguaje se observa una mejora en el uso de los términos técnicos que puede deberse no sólo a la necesidad de producir de modo autónomo un texto explicativo de la práctica a desarrollar sino también a que el tercer TP se realiza al menos un mes después que el primero y se ha seguido avanzando en el desarrollo de las clases teóricas y de problemas, en las que se utiliza el vocabulario propio de la disciplina.

Los estudiantes deben, en el TP3, diseñar una propuesta que les permita asignar un valor numérico a una propiedad a través de un proceso de medida que incluye otras magnitudes. Esto implica tener en cuenta, además de la definición ontológica de cada magnitud otros aspectos que hacen al significado físico de las mismas y que determina el lenguaje técnico en el cual expresar dicho significado. El uso del lenguaje técnico incluye al aspecto “experimental” de la definición de una magnitud -que debe dar cuenta de la relación entre la magnitud a medir y el montaje experimental mediante el cual se la mide-; al aspecto “formal o matemático” -expresable mediante una estructura matemática (o fórmula) que la represente- y el aspecto contextual, ya que la definición de aceleración de la gravedad involucra otras magnitudes y relaciones con ellas en el marco de la mecánica clásica.

En la tabla III se presentan los resultados obtenidos con relación al cálculo de incertezas y a la interpretación de estos.

TABLA III. Cálculo e interpretación de incertezas en los informes de TPL

<i>Pregunta</i>	<i>Respuestas</i>	<i>TP1</i>	<i>TP3</i>
Usan correctamente unidades métricas	Si	0.56	0.92
	No	0.44	0.08
Usan correctamente cifras significativas	Si	0.69	0.67
	No	0.31	0.33
Usan correctamente criterios de comparación entre valores experimentales de magnitudes	Si	0.56	0.58
	No	0.44	0.42
Existe un correcto cálculo de las incertezas asociadas a las mediciones	Si	0.88	0.83
	No	0.12	0.17

Contrariamente a las mejoras observadas en otros aspectos, se observa que a los estudiantes les cuesta más el cálculo de las incertezas asociadas a la medición (se trata de una magnitud medida de modo indirecto a través de al menos dos magnitudes medidas directamente).

También les cuesta más en el informe del TP3 que en el informe del TP1, utilizar un criterio de comparación válido entre resultados de mediciones de magnitudes. En el primero de los casos los estudiantes comparan resultados obtenidos por ellos y en el segundo deben comparar resultados de una magnitud medida por ellos y otra que es un “dato” que se utiliza en el desarrollo de las clases de Física I.

V. CONCLUSIONES

Todos los tipos de trabajos prácticos de laboratorio -que comparten los objetivos de mejorar el rendimiento académico y lograr un aprendizaje constructivo, problematizador, comprensivo- resultan necesarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes universitarios de carreras científico-tecnológicas. Es igualmente importante aprender las técnicas que deben utilizarse en el laboratorio como poder vincular los resultados obtenidos en él con el marco teórico de la asignatura que corresponde, o comprender los modos de analizar las incertezas asociadas al proceso de medición y comparar los resultados obtenidos. Distintos tipos de propuestas de laboratorio pueden servir para uno o varios de estos objetivos.

Sostenemos que cuando los estudiantes desarrollan actividades prácticas de laboratorio en las que deben elegir qué fenómeno físico observar, construir una representación física del fenómeno en relación con

las definiciones y leyes que estudiaron, y diseñar el montaje experimental, se ve favorecida la comprensión del significado físico contenido en los enunciados formales y ecuaciones. Asimismo, con este tipo de experiencias de laboratorio y la posterior producción escrita de un informe, se promueve la gestión de la información, el análisis y la discusión de los resultados, la elaboración de conclusiones y el trabajo en equipo.

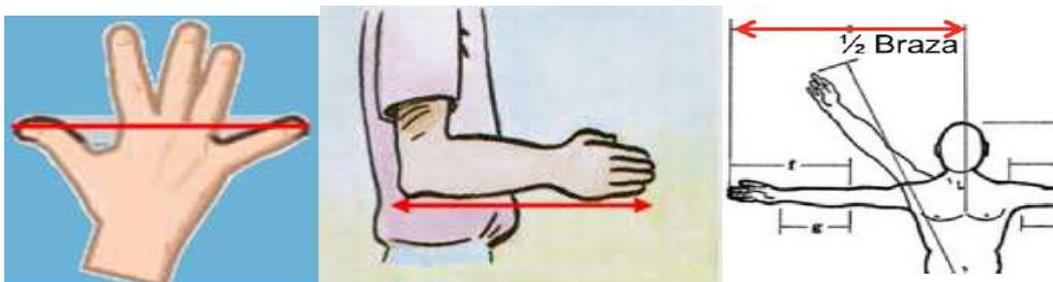
REFERENCIAS

- Adam, J. M. (1992). *Les textes: types et prototypes*. París: Nathan.
- Campanario, J. M. y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169.
- Carrascosa, J., Gil Pérez, D., Vilches, V. y Valdez, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.
- Fleisner, A., Ramírez, S. y Viera, L. (2016a). El lenguaje de la física: la importancia de la información contenida en los conceptos métricos. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(4), 43061-43068.
- Fleisner, A., Ramírez, S. y Sabaini, M. B. (2016b). Determinación de “g”: una propuesta de trabajo experimental. Presentado en *1er Congreso Internacional de la Enseñanza de las Ciencias Básicas (CIECIBA)*, 24-26 agosto, Concordia.
- Gil Pérez, D. y Payà, J. (1988). Los trabajos prácticos de Física y Química y la metodología científica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2(2), 73-79.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 70, 33-40.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Investigación y experiencias didácticas. Enseñanza de las Ciencias*, 3, 299-313.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Paidós.
- Lemke, J. L. (1998). Multiplying Meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. En Martin, J. R. y Veal, R. (Eds.), *Reading Science*. Londres: Routledge.
- Moreira, M.A. (1980). A non-traditional approach to the evaluation of a laboratory in general physics courses. *European Journal of Science Education*, 2, 441-448.
- Salinas, J. (1994). Las prácticas de Física básica en laboratorios universitarios. Tesis para optar al grado de doctor. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals, Universitat de València, Valencia, España.
- Salinas, J. y Cudmani, L. (1992). Los laboratorios de Física de ciclos básicos universitarios instrumentados como procesos colectivos de investigación dirigida. *Revista de Enseñanza de la Física*, 5(2), 10-17.
- Toulmin, S. E. (1993). *Les usages de l'argumentation*. París: PUF.
- Van Dijk, T. A. (1978). *La ciencia del texto*. Barcelona: Paidós.
- Wellington, J. (1989). Skills and processes in science education: an introduction. En J. Wellington, (Ed.), *Skills and Processes in Science Education*. Londres: Routledge.

Anexo 1: Guía TP1

TRABAJO PRÁCTICO N° 1 UNIDADES ANTROPOMÉTRICAS Introducción: unidades antropométricas

Desde los orígenes de la humanidad venimos desarrollando unidades de medida cada vez mejores. En el caso de la longitud, las primeras unidades de medida correspondían a diferentes partes del cuerpo humano (unidades antropométricas): palmo, codo, braza. La pregunta que guiará esta práctica es la siguiente: ¿cuán confiables son estas unidades de medida?



Actividades

1. Cada grupo deberá medir el palmo, el codo y la media braza de dos de sus integrantes.
2. Para cada unidad antropométrica, decidir cómo será medida (por ejemplo, de dónde hasta dónde).
3. Realizar 50 mediciones para cada unidad antropométrica de cada sujeto medido. Cada medición debe realizarse en forma independiente de las demás, retirando la regla y volviendo a comenzar en cada caso.
4. Para cada unidad antropométrica de cada sujeto, calcular el valor medio, la desviación estándar y el error estadístico de los 50 datos.
5. Calcular la incerteza total y la incerteza relativa porcentual de cada valor medio.
6. Para cada unidad antropométrica de cada sujeto medida realizar un histograma. En cada histograma graficar superpuestos el valor medio y la desviación estándar.
7. Para cada unidad antropométrica, comparar entre sujetos los valores obtenidos.
8. Para cada sujeto, comparar la incerteza relativa porcentual de las unidades antropométricas.

Anexo 2: Guía TP3

TRABAJO PRÁCTICO N° 3 DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL VALOR DE “g”

Primera parte

El objetivo de este trabajo experimental es determinar el valor de “g”. Cada grupo de alumnos diseñará una experiencia que les permita determinar el valor de la aceleración de la gravedad y evaluar las incertezas asociadas a la medición. Harán las mediciones que correspondan y, dados los primeros resultados, ajustarán el método experimental utilizado.

Segunda parte

Discusión de los resultados obtenidos y comparación con los resultados de otros grupos.

Actividades:

Primera parte

- a) Pensar en un fenómeno físico en el que la aceleración de la gravedad “g” esté presente.
- b) Elegir el modo en el que se va a estudiar el fenómeno: establecer un modelo y los supuestos y las limitaciones del modelo elegido.
- c) Señalar las magnitudes a través de las cuales estudiará el fenómeno y seleccionar las herramientas teóricas (leyes, definiciones, relaciones entre magnitudes) que le permitirán establecer relaciones entre dichas magnitudes.
- d) Encontrar las ecuaciones matemáticas que le permitan vincular las magnitudes seleccionadas con el valor de “g” y “despejar” su valor de dichas ecuaciones.
- e) Discutir acerca del tipo de errores que estarán presentes en la medida de “g” y establecer el método más adecuado para valorarlos y calcularlos.

Segunda parte

Comparar los resultados (valores de “g” e incertezas) de los distintos grupos de alumnos.

Anexo 3: Organización del informe de laboratorio. Guía para estudiantes.

ORGANIZACIÓN DEL INFORME

El informe debe contar con secciones bien diferenciadas, que garanticen orden y cohesión. Se sugiere el siguiente esquema para el texto del informe, que es usualmente empleado en publicaciones científicas y técnicas.

Un informe contiene un encabezamiento y un cuerpo:

* **Encabezamiento del informe:** Título, Autor/a, Resumen.

* **Cuerpo del informe:** Introducción, Método experimental, Resultados, Discusión, Conclusiones, Referencias y Apéndices.

Encabezamiento del informe

Título: El título del trabajo debe ser específico e informativo; y, en lo posible, agudo y provocador. Con él debemos dar una idea clara del tema estudiado.

Autor/a: Nombres de los autores incluyendo alguna vía de comunicación, por ejemplo, e-mail.

Resumen: El resumen del informe debe dar un adelanto de lo que se leerá en el cuerpo del mismo, en lo posible en no más de 100 palabras. Aquí debemos indicar de manera concisa el tema del trabajo, referirnos sucintamente a la metodología seguida y destacar los resultados y conclusiones.

Cuerpo del informe

Introducción: En esta sección debemos orientar al lector hacia el tema de estudio y la motivación por haberlo elegido. Para esto es aconsejable que incluyamos un marco teórico-experimental del tema que estudiamos, con referencias adecuadas (ver Referencias) que lleven rápidamente a los antecedentes del problema y que destaquen la conexión de esas ideas con el trabajo realizado. Estas referencias deben orientar al lector hacia el estado del arte del tema. Asimismo, debemos enunciar claramente el propósito u objetivo del experimento.

Método experimental: En esta sección describimos los procedimientos seguidos y el instrumental usado. Es útil incluir un esquema del diseño experimental elegido. Para esto puede recurrirse a diagramas que muestren las características más importantes del arreglo experimental y la disposición relativa de los instrumentos. Es una buena práctica indicar también cuáles variables se miden directamente, cuáles se obtienen indirectamente y a cuáles tomamos como datos de otras fuentes (parámetros físicos, constantes, etc.). También es aconsejable describir las virtudes y limitaciones del diseño experimental, analizar las fuentes de errores e individualizar las que aparezcan como las más críticas.

Resultados: Los resultados deben presentarse preferiblemente en forma de gráficos. En lo posible evitemos la inclusión de tablas de datos, a menos que sean sustanciales. Los datos del experimento deben estar diferenciados de otros datos que puedan incluirse para comparación y tomados de otras fuentes (se sugiere ver el apunte sobre análisis gráfico, donde se dan pautas para hacer gráficos). Como práctica invariante, debemos expresar resultados con sus incertidumbres, especificando cómo las calculamos.

Discusión: En esta parte debemos explicitar el análisis de los datos obtenidos. Aquí se analizan, por ejemplo, las dependencias observadas entre las variables, la comparación de los datos con un modelo propuesto, o las similitudes y discrepancias observadas con otros resultados. Si el trabajo además propone un modelo que trate de dar cuenta de los datos obtenidos, es decir, si el modelo es original del trabajo, su descripción debe quedar lo más clara posible; o bien, si se usó un modelo tomado de otros trabajos, debe citarse la fuente consultada. Si fuera necesaria una comparación de nuestros resultados con otros resultados previos, resaltemos similitudes y diferencias de los materiales, métodos y procedimientos empleados, para así poner en mejor contexto tal comparación.

Conclusiones: En esta sección tenemos que comentar objetivamente qué hemos aprendido del experimento realizado, y sintetizar las consecuencias e implicancias que encontramos asociadas a nuestros resultados. Podemos decir que un buen informe es aquel que demuestra el mayor número de conclusiones (correctas) alcanzadas a partir de los datos obtenidos.

Referencias: Las referencias bibliográficas se ordenan al final del informe. Deben contener el nombre de los autores de las publicaciones (artículos en revistas o libros) citados en el texto, el título de los trabajos; el nombre de la revista o editorial que los publicó; además se debe incluir los datos que ayuden a la identificación de los mismos: volumen donde están incluidos, capítulo, página, fecha de publicación, etc.

Apéndices: Algunas veces son necesarios para la mejor comprensión de alguna parte del informe. Por lo general no es conveniente distraer al lector con muchos cálculos, despejes de términos y propagaciones de errores en la mitad del texto, de esta manera, un apéndice puede ser propicio para estas consideraciones. En el texto principal deberemos orientar al lector para que consulte estos apéndices.

Comentarios finales

Nuestra experiencia nos enseña que no es fácil congeniar de primera con la literatura científica, más aún si actuamos como escritores. Es cuestión de práctica lograr que nuestra "narrativa descriptiva" sea desenvuelta y precisa. No se debe confundir el informe con la bitácora de laboratorio. Esta última es donde se registraron todos los datos y detalles de experimento. La bitácora es principalmente un cuaderno de uso personal donde en lo posible están documentados todos los detalles del experimento. El informe es una versión final depurada y tiene como destinatario un lector que no necesariamente realizó el experimento. Una buena costumbre es pedir a algún par, un compañero de clase por ejemplo, que lea nuestro informe y nos realice sugerencias y comentarios. De cualquier forma, una vez redactado el informe, se debe realizar una atenta lectura antes de presentarlo. Finalmente, queremos llamar la atención sobre el popular dicho "lo breve, si bueno, ¡dos veces bueno!", lo que deberíamos tener en mente a la hora de redactar nuestros informes.