

La heurística de redacción científica: una herramienta para mejorar la calidad de los informes de laboratorio de Física

The scientific writing heuristic: a tool to improve the quality of Physics laboratory reports

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Matías Román Cadierno^{1,2} e Ignacio Evangelista^{1,2}

¹Departamento de Física, Instituto Politécnico Superior Gral. San Martín, Universidad Nacional de Rosario, Ayacucho 1667, CP 2000 Rosario, Argentina.

²Taller de Investigación en Didáctica de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Avda. Pellegrini 250, CP 2000 Rosario, Argentina.

E-mail: matiasromancadierno@gmail.com

Resumen

Este trabajo describe el diseño y la implementación de una heurística de redacción científica para mejorar la escritura de informes de laboratorio de estudiantes de enseñanza media. Se trata de parte de un programa llevado adelante en todos los cursos de segundo a quinto año de la asignatura de Física con el objetivo de enseñar redacción científica, proceso que se inició con la redacción de los informes de laboratorio. Aquí se muestran los resultados obtenidos por los alumnos de una división durante el cursado de segundo año y el primer cuatrimestre de tercer año. La metodología de investigación utilizada fue la Ingeniería Didáctica y los primeros resultados son prometedores ya que muestran que el dispositivo diseñado orienta a los alumnos en la redacción de informes más ordenados y con una progresiva mejora en la calidad de redacción.

Palabras clave: Escribir para aprender; Heurística de Redacción Científica; Ingeniería Didáctica; Informes de laboratorio.

Abstract

This paper describes the design and implementation of a scientific writing heuristic aimed at improving secondary-school students' laboratory reports. It is part of a program carried out in all the second to fifth year Physics courses with the objective of teaching scientific writing, a process that started with laboratory reports writing. This article shows the results obtained by the students of one class during the second year and the first four-month term of the third year. The research methodology was Didactic Engineering. The first results are promising since they show that the designed device guides students in writing well-ordered reports and with a progressive improvement in the writing quality.

Keywords: Writing for learning; Scientific Writing Heuristic; Didactic Engineering; Laboratory reports.

I. INTRODUCCIÓN

Son conocidas las dificultades de los alumnos para argumentar y expresar sus ideas científicas por escrito (Sardà Jorge y Sanmartí Puig, 2000), esto se manifiesta significativamente en los informes de laboratorio, en particular en nuestro medio donde tradicionalmente no se enseña explícitamente a redactarlos. Con la intención de superar este déficit en la enseñanza y considerando las limitaciones de tiempo disponible iniciamos un proceso de enseñanza de redacción de informes de laboratorio llevado a cabo en una institución de enseñanza media desde segundo a quinto año con etapas que incorporen contenidos de mayor complejidad en los sucesivos años.

Para eso se recurrió a la heurística de redacción científica (HRC) desarrollada por Wallace y otros (2004), y se elaboró una guía heurística con indicaciones que integren un andamiaje para la redacción de informes de laboratorio de física que se envió a los alumnos por correo electrónico. Esta guía y los criterios de evaluación fue consensuada por los docentes del Departamento de Física, por lo que será la misma para todos los cursos y, en consecuencia, las indicaciones y ayudas que recibirán los alumnos serán las mismas a lo largo de cuatro años de cursado.

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación destinada a averiguar la potencialidad didáctica de esta modalidad de implementación de la HRC como andamiaje para la escritura de informes de laboratorio por alumnos de enseñanza media. La investigación se realizó a través del seguimiento de un curso y por medio del análisis de los dos informes de segundo año y uno de tercer año. Se muestran los resultados obtenidos y se describen, además, algunas dificultades encontradas en su implementación y las dificultades que aún se deben superar junto a una breve descripción de la teoría que sostiene la HRC y la metodología de investigación empleada.

II. MARCO TEÓRICO

Desde la década de 1970 se desarrolló dentro de la psicología cognitiva una corriente de investigación sobre el aprendizaje denominada "escribir para aprender" (*writing for learning*). Esta corriente se apoya en las perspectivas socioculturales constructivistas que enfatizan la importancia de la interpretación y el significado para aprender de la experiencia. La interpretación y la significación son procesos semióticos, tal como afirma Halliday (1993): "la característica distintiva del aprendizaje humano es que es un proceso de creación de significado" y este proceso se configura, conceptualiza, transforma y reproduce a través del lenguaje. Por lo tanto, el lenguaje tiene un papel central en ese proceso semiótico y por eso crea aprendizaje. "El lenguaje no es un dominio del conocimiento humano; el lenguaje es la condición esencial del conocimiento, el proceso por el cual la experiencia se convierte en conocimiento" (Halliday, 1993).

En consecuencia, escribir sobre ciencia es un modo de aprender ciencia y, junto con otras formas de aprender ciencia como los trabajos prácticos de laboratorio, la investigación en bibliografía o en Internet, la lectura o el discurso oral, constituyen todas formas de aprendizaje. La escritura es una actividad esencial en la que todos los estudiantes de ciencias deben participar para enfocar completamente sus aprendizajes científicos (Keys, 2000).

La escritura científica implica el uso de habilidades de razonamiento para organizar información, describir fenómenos científicos, hacer afirmaciones de conocimiento y formular argumentos, por lo tanto, su escritura fomenta el aprendizaje de contenidos. Más específicamente, Carlino (2005) sostiene que, como el lenguaje escrito, a diferencia de la oralidad, entabla una comunicación diferida ya que emisor y receptor no comparten ni el espacio ni coinciden temporalmente, se trata de un tipo de comunicación que no permite el diálogo y, en consecuencia, no permite disipar dudas, por lo que el escrito debe contener toda la información necesaria y debe evitar las ambigüedades. El escritor considerará el conocimiento del cual dispone el receptor y argumentará ordenada y progresivamente, justificando cada argumento utilizado.

Si bien la producción de un texto de esta naturaleza tiene las exigencias mencionadas, también carece de la urgencia de la comunicación oral, lo que permite al escritor planificar aquello que se quiere decir, organizar la estructura y buscar las fuentes adecuadas para justificar los argumentos; puede revisar y rehacer varias veces el texto y hasta cambiar la planificación inicial por una más adecuada si considera que con ella logrará una mejor comunicación, y así hasta lograr la calidad deseada. Este proceso no es una síntesis o un resumen de un texto dado, sino que es una producción compleja que requiere la consulta de distintas fuentes y obliga a coordinar información que en principio aparece disgregada y poco coherente y que, en consecuencia, impone un proceso de ordenación, jerarquización y estructuración para lograr una redacción coherente y convincente. Y, a través de este proceso, el alumno aprenderá el tema.

La investigación descubrió que no es cierto que el aprendizaje de la lectura y escritura constituyen un conocimiento separado de las disciplinas que las empleen, el dominio de ambas es contextual con la disciplina que las requiera. En consecuencia, además de la enseñanza convencional de la lectura y escritura, es necesario enseñar a leer y escribir en las disciplinas específicas y en cada una de ellas, ya que aprender a escribir en un género científico implica más que simplemente aprender las convenciones disciplinares, requiere adquirir la cultura de la disciplina y su conocimiento social (Keys, 2000). La conclusión es inmediata, si los alumnos deben escribir buenos informes de laboratorio o explicar por escrito cualquier tema de física, es necesario que los docentes de física se ocupen de enseñarles a escribir textos de física.

Desde otra perspectiva, esto es corroborado por Campbell y otros (2000), que encontraron que los alumnos de primer año de la universidad tenían dificultades para determinar qué incluir en un informe de laboratorio y que, sin instrucciones explícitas por escrito, tenían nociones vagas e incompletas de que debe contener el informe. Además, los alumnos prestaron poca atención a la descripción de los procedimientos específicos de laboratorio, a los procesos de recopilación de datos, y a la elaboración de conclusiones realmente derivadas del trabajo realizado. Esto indica que los estudiantes que no están familiarizados con las características de los informes científicos necesitan ser educados en ellos.

En 1997, Wallace y otros (2004) crearon una herramienta para mejorar el aprendizaje de las actividades de laboratorio a través de la escritura para aprender: la *heurística de redacción científica* (HRC) que promueve actividades metacognitivas para orientar el razonamiento sobre datos y conceptos de laborato-

rio. De modo similar a la heurística de la V de Gowin, la HRC proporciona a los alumnos un esquema para pensar, organizar y escribir y provee actividades y andamios metacognitivos dirigidos a generar un aprendizaje significativo por parte del alumno. Los autores conceptualizan la HRC como un puente entre los modos de escritura informal y expresiva que fomentan los entendimientos científicos idiosincráticos, con los modos más formales y públicos que se centran en las formas canónicas de razonamiento en la ciencia. Estos andamios heurísticos colaboran en que los estudiantes comprendan su propia actividad de laboratorio y la conectan con otras ideas científicas. La guía en forma de plantilla que se entrega a los estudiantes para la escritura puede ser muy abierta o se puede adaptar a contextos de actividad específicos a través de la adecuación a situaciones particulares de los andamios provistos.

En nuestro caso, por ser esta una investigación inicial tanto en el tema como en el marco teórico, la guía HRC se adecuó con la intención de averiguar, por un lado, su potencialidad sólo en algunos aspectos de la elaboración de informes de laboratorio y por el otro, si la modalidad de implementación adoptada (totalmente online) era aceptada por los alumnos de segundo año.

III. METODOLOGÍA

Para esta investigación se decidió emplear la metodología de ingeniería didáctica (ID), desarrollada en el ámbito de la investigación en didáctica de la matemática a comienzos de la década de los ochenta en respuesta a ciertos cuestionamientos sobre la condición de la didáctica y a la necesidad de afirmar su carácter científico. Las discusiones sobre el rol del investigador eran: si trabaja como un científico para física u otras ciencias naturales, o como psicólogos cognitivos o como científicos sociales aplicados, o como ingenieros y demás científicos. Sin embargo, todos ellos están orientados al diseño cuyo trabajo está guiado por la necesidad de resolver problemas reales y, además, elaborar teorías relevantes (Wittman, 1995; Lesh y Sriraman, 2010)

Artigue (1989) sostiene que los resultados de las intervenciones didácticas diseñadas desde una teoría y consideradas como experimentos, ponen a prueba a la teoría por medio de su validación. Esta validación es interna porque se funda en la confrontación entre el análisis a priori y a posteriori y esta es la principal diferencia de otras metodologías de investigación donde la validación es externa, sustentada en la comparación de resultados de grupos experimentales y de control (Artigue, 2011). Afirma, además, que la investigación en didáctica separada de la práctica de aula puede no contemplar la influencia de los contextos sobre la naturaleza compleja del proceso educativo y sus resultados, o puede no identificar adecuadamente las restricciones y factores condicionantes (Godino y otros, 2013). Por esta razón, aunque la ID fue diseñada en el ámbito de la matemática, ninguno de sus presupuestos es ajenos a la física y, aunque su empleo en el ámbito de la didáctica de la física es más reciente, ha probado ser igualmente en eficaz (Fernández y otros, 2018).

La ingeniería didáctica establece las siguientes fases (Artigue, 1989): a) análisis preliminar; b) análisis a priori de situaciones didácticas; c) experimentación; d) análisis a posteriori y evaluación. A continuación, se describen brevemente estas etapas.

El *análisis preliminar* comprende el análisis epistemológico de los contenidos a enseñar, el análisis de la enseñanza tradicional y sus efectos, el de las concepciones de los estudiantes y de las dificultades y obstáculos que determinan su evolución y, finalmente, el análisis del campo de restricciones donde se va a realizar la investigación.

El *análisis a priori* es la concepción de la propuesta, sobre la base del análisis preliminar y la teoría adoptada, se analizan los conocimientos que presuntamente posee el alumno, qué debería hacer para comprender la situación y resolver el problema en función de las posibilidades de acción, decisión, control y validación de las que dispone y qué podría aprender en esta situación. En el análisis a priori, además, se plantea el diseño de la estrategia a implementar, se establecen las variables involucradas y los medios requeridos para el logro de los objetivos, se prevén los comportamientos posibles y se explicita cómo el análisis realizado permitirá controlar su significado y asegurar, que, si se producen los comportamientos esperados, sean resultado de la puesta en práctica del conocimiento pretendido por el aprendizaje. Se especifican los instrumentos de observación y se definen las variables a observar en cada registro.

La *experimentación* o *realización didáctica* se refiere a la aplicación de la alternativa didáctica diseñada. Se describen las condiciones en las que se llevó a la práctica: el lugar, el curso curricular, los alumnos, la duración, los momentos, la organización, la dinámica que se siguió, etcétera.

El *análisis a posteriori* está constituido por el análisis de los registros de las observaciones realizadas durante la experimentación, que incluyen las secuencias de enseñanza, las producciones de los estudiantes, las estrategias utilizadas, el avance logrado, las inconsistencias, la frecuencia de ciertas actitudes, las reflexiones, justificaciones y argumentaciones, entre otras. Estos datos se completan con frecuencia con otros obtenidos mediante cuestionarios, entrevistas individuales o en pequeños grupos, aplicadas en dis-

tintos momentos de la experimentación.

Finalmente, como se trata de un método de investigación cuenta con una fase de *validación*; esta es de carácter interno y consiste en la confrontación del análisis a priori y el análisis a posteriori; es decir, prescinde de confrontaciones entre grupos experimental y de control. Siendo la ID un método de investigación donde el desarrollo de la teoría y la investigación tienen lugar mediante ciclos continuos de diseño, implementación y análisis (Brown, 1992; DiSessa y Cobb, 2004). En este sentido, la validación nunca es final, sino que es el punto de partida para futuras propuestas.

IV. LA INVESTIGACIÓN

A. Análisis Preliminar

A.1. Análisis de la enseñanza tradicional y sus efectos

Son conocidas las dificultades de los estudiantes para redactar informes de laboratorio (Reigosa Castro, 2006; Fleisner y otros, 2017). En el caso particular de la institución donde se llevó a cabo esta investigación, la práctica docente habitual es dar indicaciones de modo verbal, o a lo sumo con un listado escrito en el pizarrón, sobre lo que se espera del informe que los alumnos deben presentar sobre el experimento realizado. Estas indicaciones se dan en el momento en que se realiza el experimento o inmediatamente después, en particular con el primer trabajo práctico del curso; para los siguientes, se repite más brevemente o “ya se dio”. En estas instancias se hace bastante hincapié en la forma del informe y no tanto en el contenido; se invierte tiempo en explicar el formato de presentación de informes por sobre los contenidos propios del experimento que se deben considerar.

En los cursos siguientes se repite la rutina pero, aunque los profesores en general coinciden con lo que debe ser el informe, la manera de expresarlo o los matices que cada uno destaca de ciertos aspectos hace que los alumnos, que carecen de los conocimientos mínimos de qué es un informe de laboratorio de física, perciban que los informes, aunque con características comunes, sean particulares de cada profesor y, así como el objetivo del trabajo práctico es el que puede leerse en la guía y no se discute, cuando se escribe el informe simplemente se transcriben los datos registrados. La consecuencia de esta modalidad de enseñanza es que, al finalizar los cursos de física, los alumnos no aprendieron a redactar informes y sólo lo registraron como una actividad más necesaria para aprobar la asignatura (Sabaini y Fleisner, 2018).

A.2. Análisis de las restricciones

La principal restricción es que los cronogramas no contemplan espacios para la enseñanza de redacción científica, en consecuencia, no se pueden destinar muchas clases a esta, ni antes ni después de la realización de las actividades de laboratorio, para trabajar en la redacción del informe.

Otra posible restricción era la capacidad de respuesta de los alumnos a operar todo en forma digital. Aunque por una indagación previa se sabía que todos tenían acceso a computadoras e Internet, se tenían dudas sobre su capacidad de respuesta al recibir la guía HRC por correo electrónico, elaborar el informe y responder por el mismo medio.

B. Análisis a priori o concepción de la propuesta

Los análisis de la situación descrita nos condujeron a elaborar un diseño didáctico que permita transformar la realización de los trabajos prácticos de una rutina carente de contenido en una instancia de aprendizaje que supere las rutinas tradicionales para ello se recurrió a la estrategia de la HRC ya descrita, adaptada a nuestra situación y consecuentemente se tomaron varias decisiones:

1. Los contenidos de la guía y los criterios de evaluación se consensuaron con los docentes del Departamento de Física para que los alumnos tengan una práctica común a lo largo de todos los años.
2. Se acordó además que determinados contenidos serían considerados prioritarios para los primeros años y, con estos aprendizajes consolidados, se avanzaría con los demás contenidos en los años siguientes.
3. Se decidió que la guía de la heurística para la elaboración del informe se envíe por correo electrónico antes de la realización del trabajo práctico y se sugirió a los alumnos que la leyeran para saber los datos que debían registrar cuando se realizara el trabajo práctico. Se discutió brevemente la guía en la clase previa al laboratorio. El informe también se enviaría en formato *.pdf* por correo electrónico. Además, los alumnos podrían realizar consultas con referencia a la redacción del informe por correo

electrónico.

4. Se acordaron los temas que orientaría la guía y los criterios de evaluación, según se indica en la tabla I. Los temas prioritarios fueron:

- a. Presentación
- b. Secciones del informe
- c. Redacción del informe
- d. Procedimientos
- e. Observaciones
- f. Conclusiones

Los aspectos que no se consideraron, pero que ya están en la guía HRC para tratar progresivamente en los cursos siguientes, fueron: introducción teórica, tratamiento de mediciones, análisis de los resultados, formato matemático, cálculo y expresiones, gráficos y sus análisis.

TABLA I. Aspectos evaluados por informe.

Aspecto	No cumple	Puede mejorar	Cumple
Presentación	La presentación del trabajo no es prolija y se evidencia falta de dedicación. La presentación se hace por el canal incorrecto y con demoras considerables.	La presentación del trabajo es prolija, aunque el formato no es del todo homogéneo (se utilizan dos fuentes tipográficas o la alineación del texto no es consistente). La entrega se presenta por el canal adecuado.	La presentación del trabajo es prolija, con un formato homogéneo y se efectúa en tiempo y forma por el canal adecuado.
Secciones del informe	El informe no contiene todas las secciones o algunas secciones están muy pobremente desarrolladas.	El informe contiene todas las secciones pero no todas se desarrollan en profundidad.	El informe contiene todas las secciones y estas se desarrollan adecuadamente: Objetivos, Introducción Teórica, Materiales, Procedimiento, Observaciones y Conclusiones
Redacción del informe	Hay muchas faltas de ortografía y errores gramaticales. La redacción no es buena y hay frases/párrafos del informe que no se entienden. El informe no fue releído antes de ser entregado.	Hay algunas faltas de ortografía y errores gramaticales. Las oraciones son en su mayoría claras y no hay grandes problemas para comunicar el contenido del informe.	No hay faltas de ortografía ni errores gramaticales. Todas las oraciones son claras y no hay problemas para comunicar los contenidos del informe. Es evidente que el trabajo ha sido releído antes de ser entregado.
Procedimientos	El estilo y redacción del procedimiento no son los correctos (por ejemplo, se utilizan infinitivos). Se describen muchas tareas irrelevantes para el trabajo práctico.	Se describen las actividades más importantes llevadas a cabo, pero también algunas que no son relevantes para el trabajo práctico en particular (por ejemplo "redactamos el informe" o "analizamos las fuentes de error"). El estilo y la redacción son correctos.	El procedimiento describe las actividades más importantes que se llevaron a cabo utilizando una redacción adecuada (es decir, pretérito perfecto simple en primera persona o en forma impersonal). No se presentan acciones que no son relevantes para el TP.
Observaciones	No hay ningún análisis de los resultados. La o las tablas de valores no están acompañadas por observaciones sobre los datos.	El informe incluye algunos comentarios y observaciones sobre los datos recolectados pero no todos son relevantes (o no están presentes los más importantes).	El informe incluye comentarios preliminares (es decir, antes de las conclusiones) sobre las mediciones (por ejemplo, " p aumenta a medida que q disminuye"). Se ponen de manifiesto dificultades encontradas y criterios adoptados.
Conclusiones	Las conclusiones no resumen el desarrollo del TP y los principales resultados. Las conclusiones no tienen relación con los objetivos. No se identifican las fuentes de errores. No se analizan las cuestiones planteadas.	Las conclusiones resumen brevemente el desarrollo del TP y los principales resultados. Se analiza el cumplimiento de los objetivos. No se identifican las principales fuentes de errores ni se proponen formas de mejorar el trabajo práctico.	Las conclusiones resumen brevemente el desarrollo del TP y los principales resultados. Se analiza el cumplimiento de los objetivos. Se identifican las principales fuentes de errores y se propone cómo disminuirlas. Se proponen formas de mejorar el trabajo práctico. Se utilizan las cuestiones planteadas como guía para analizar el experimento.

La investigación consistió en entregar la HRC para un primer trabajo práctico (TP1) de estudiantes de segundo año de una escuela secundaria técnica y hacer el seguimiento de sus producciones en un segundo trabajo práctico del mismo año (TP2) y un trabajo práctico de tercer año (TP3), al año siguiente.

B.1. El diseño

Se diseñó una plantilla en documento *.doc* que contiene cada una de las secciones que integran el informe de laboratorio y en cada una de estas secciones están escritas las indicaciones sobre lo que corresponde escribir en ella. Se incluyeron además preguntas orientadas a guiar a los estudiantes, explicitando que se debían responder en forma indirecta. Las indicaciones se escribieron en tres tipos de fuentes: la fuente *negrita* no debía modificarse porque constituía un título o subtítulo; en *rojo* lo que debía tomar de ejemplo para luego modificar y en *azul* los comentarios, preguntas a responder, características de la sección en desarrollo.

C. La experimentación: la realización didáctica y la dinámica de trabajo

Tal como estaba previsto se envió la plantilla con la guía heurística a todos los alumnos con anterioridad a la realización del trabajo práctico, y se respondieron las consultas de los alumnos en clase y por correo electrónico, los informes se recibieron en su gran mayoría dentro de los siete días previstos para su entrega. Se corrigieron y devolvieron inmediatamente con indicaciones precisas de los errores realizados o de las partes incompletas. No se pidió a los alumnos que rehagan el trabajo práctico, pero, cuando éste tuvo faltas, se pidió que presten atención de los errores o déficits para no repetirlos en el siguiente informe.

Se presentaron algunas dificultades de implementación vinculadas principalmente con la cualidad digital de la modalidad de trabajo. Se encontró que algunos alumnos no sabían operar con el correo electrónico; otros aprovecharon los medios de comunicación electrónicos para preguntar si lo que habían escrito en forma parcial era correcto; hubo estudiantes que no operaron de forma correcta con la heurística, por ejemplo no eliminando aquellos comentarios que se presentaban a modo de guía; algunos; otros no pudieron convertir el informe en *.pdf* y lo enviaron en *.doc* (incluso enviando varias páginas por separado como archivos adjuntos en el correo electrónico). Todas las dificultades quedaron superadas a partir de la realización del primer trabajo práctico. Aun así, resulta evidente que no es del todo acertado suponer que los estudiantes jóvenes manejan con fluidez el correo electrónico y las herramientas digitales y que es necesario educarlos en su uso.

No obstante, las dificultades que se presentaron, es posible afirmar que hubo una instancia de aprendizaje de los procedimientos necesarios para operar con el formato digital, pudiéndose afirmar que hubo estudiantes que maximizaron el potencial de lo digital, trabajando con plataformas de documentos compartidos e incorporando fotos y dibujos en computadora de los dispositivos experimentales utilizados.

D. Análisis *a posteriori*

D.1. Logros observados

Para la investigación se evaluaron los informes asignando los valores 1,2 y 3 a los resultados sobre la primera, segunda y tercera columna de la tabla I. Los resultados obtenidos se muestran a continuación

En la tabla II, en la última columna se observa que Presentación, Redacción y Secciones, los informes obtuvieron un mayor puntaje a medida que realizaban más Trabajos Prácticos. Esto La tabla muestra que la HRC permitió ordenar los aspectos fundamentales de los informes de laboratorio, contribuyendo positivamente a estructurar y enmarcar el proceso de redacción científica. La HRC estimula la redacción de oraciones elaboradas que acompañen tablas y resultados que generalmente aparecen vacíos (sin comentarios, o no analizados en profundidad).

TABLA II. Resultados obtenidos por cada informe por trabajo práctico.

Aspecto Evaluado	TP	GRUPO												Suma Total
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	
Presentación	TP1	2	3	2	2	1	1	3	3	2	2	1	1	23
	TP2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	27
	TP3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	29
Redacción	TP1	2	3	2	2	1	3	2	3	2	3	1	1	25
	TP2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	29
	TP3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	29
Secciones del Informe	TP1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	22
	TP2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	25
	TP3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	1	2	30
Procedimiento	TP1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	26
	TP2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
	TP3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	1	1	2	24
Observaciones	TP1	3	3	3	2	2	1	3	2	2	3	2	2	28
	TP2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	32
	TP3	1	3	1	2	2	3	1	2	3	2	3	1	24
Conclusiones	TP1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	20
	TP2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	27
	TP3	1	3	1	1	2	3	1	1	2	2	2	2	21

D.2. Objetivos no alcanzados

En la tabla II también se puede ver que los menores valores se dan en las Conclusiones, esto es coherente con lo discutido en el Marco Teórico donde se destaca la dificultad que tienen los alumnos para integrar y articular los distintos aspectos del informe con la teoría (Sardà y Sanmartí Puig, 2000) y que será motivo de consideración especial en los cursos siguientes en este proceso de enseñanza de redacción científica.

E. Validación

Los resultados en general son promisorios: se destaca haber uniformado los requerimientos de los informes y los criterios de evaluación en la institución y así disponer de un instrumento de medida común para poder seguir la evolución de los aprendizajes de las distintas cohortes, el nivel de respuesta de los alumnos a pesar de las dificultades iniciales en particular con el formato digital. Se logró transmitir a los alumnos que el informe es una actividad importante en su proceso de aprendizaje.

F. Conclusión

La utilización de la HRC permitió principalmente ordenar la escritura del informe de laboratorio y poner de manifiesto los aspectos fundamentales de la redacción científica. Esto se vio reflejado no solo en las producciones de los estudiantes sino también en su actitud y predisposición para el trabajo luego de las actividades experimentales en el laboratorio. El uso de la HRC permitió a los estudiantes visualizar con claridad la estructura del informe de laboratorio lo cual les facilitó realizar consultas sobre la elaboración de los informes. Se logró también una mayor puntualidad en la entrega y una corrección más significativa para el estudiante, tomando como referencia la plantilla provista. En resumen, no solo respondieron a los puntos fundamentales de la redacción de informes, sino que se involucraron más en el proceso de escritura, realizando observaciones sobre las tablas, introduciendo análisis de resultados (muchas veces inexistentes en los informes previos a la utilización de la HRC).

Los resultados permiten pensar en una construcción a través de los años. Trabajando sobre los informes de años anteriores, se puede utilizar la heurística para revisar los contenidos ya adquiridos en los años previos e incorporar aquellos que son nuevos, tomando como referencia siempre el mismo elemento. El diseño de la guía entre los docentes del Departamento de Física permitió unificar los matices existentes respecto a la redacción de informes y, en principio, facilitará el trabajo año a año.

REFERENCIAS

Artigue M. (1989). Ingeniería didáctica. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3),281-308.

Artigue, M. (2011). L'ingénierie didactique: un essai de synthèse. En C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vandebrouck y F. Wozniak (Eds.), *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (pp. 225-237). Grenoble: La Pensée Sauvage.

Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2),141-178.

Campbell, B., Kaunda, L., Allie, S., Buffler, A. y Lubben, F. (2000). The communication of laboratory investigations by university entrants. *Journal of Research in Science Teaching*, 37,839-853.

Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la Universidad: una introducción a la alfabetización académica*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

DiSessa, A. A. y Cobb, P. (2004). Ontological innovation and the role of theory in design experiments. *Journal of the Learning Sciences*, 13,77-103

Fernández, P., Laura, R., Colombo, G., Farina J. A. y Jardón A. (2018) Ingeniería didáctica en el diseño de trabajos prácticos de laboratorio. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30,73-81.

Fleisner, A., Ramírez, S. y Sabaini, M. B. (2017) Análisis del discurso argumentativo de los estudiantes de un curso universitario de física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29,139-144.

Godino, J. D., Batanero, C., Contreras, A., Estepa, A. Lacasta, E. y Wilhelmi, M. R. (2013). La ingeniería didáctica como investigación basada en el diseño. Versión ampliada en español de la comunicación presentada en el CERME.http://www.ugr.es/~jgodino/eos/JDGodino%20et%20al_2013%20Ingenieria%20didactica.pdfSitio consultado en septiembre de 2016.

Halliday, M. A. K. (1993). Towards a language-based theory of learning. *Linguistics and Education*, 5,93-116.

Keys, C. W. (2000). Investigating the thinking processes of eighth grade writers during the composition of a scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37,676-690.

Lesh, R. y Sriraman, B. (2010). Re-conceptualizing mathematics education as a design science. En B. Sriraman y L. English (Eds.), *Theories of mathematics education: Seeking new frontiers* (pp. 123-146). Heidelberg: Springer Science & Business Media.

Reigosa Castro, E. C.(2006) Una experiencia de investigación acción acerca de la redacción de informes de laboratorio por alumnos de física y química de primero de bachillerato.*Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(3),325-336.

Sabaini, M. B. y Fleisner, A. (2018) Textos argumentativos en los informes de trabajos prácticos de laboratorio *Revista de Enseñanza de la Física*. 30,199-209.

Sardà Jorge, A. y Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de Ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3),405-422.

Wallace, C. S., Hand, B. B., Prain, V. (2004) *Writing and learning in the science classroom*. New York: Springer Science & Business Media.

Wittman, E. C. (1995). Mathematics education as a “design science”. *Educational Studies in Mathematics*, 29(4),355-374.