

## Una experiencia de revisión de productos escritos entre estudiantes de Formación Profesional

*An experience of written products review among vocational training students*



**Dr. Carlos Emilio Reigosa Castro** es Profesor de Secundaria en el IES Lucus Augusti de Lugo · carlosreigosa@edu.xunta.es · <https://orcid.org/0000-0002-2137-1471>

### Cómo citar este artículo

Reigosa Castro, C. E. (2019). Una experiencia de revisión de productos escritos entre estudiantes de Formación Profesional. *Investigación en la Escuela*, 102, 165-177. doi: <http://doi.org/10.12795/IE.2020.i102.12>

**Resumen.** En este trabajo se presenta una experiencia de investigación-acción en torno a la redacción y revisión de un informe de laboratorio escrito en un formato técnico específico llamado «Procedimiento Normalizado de Laboratorio» por estudiantes del ciclo formativo de formación profesional (FP) de grado medio «Laboratorio», perteneciente a la familia profesional química, siendo el profesor participante el autor de este artículo. Tras escribir el informe, los estudiantes realizaron un proceso de revisión entre pares, leyendo los de sus compañeros y dándoles a continuación retroalimentación para mejorarlos. Como se explica más adelante, los propósitos de la intervención eran tanto aumentar la competencia técnica del alumnado como permitirles progresar en términos de su alfabetización científica y de avanzar en su desarrollo como ciudadanos activos y responsables. En cuanto al análisis que se muestra en este trabajo, se orientó a estudiar la evolución de las características de dichos informes, en particular si aumentan su coherencia y la calidad de la información plasmada en ellos. Como resultados, se hallan mejoras en algunas dimensiones de los informes de los estudiantes después de haber participado en el proceso de revisión entre pares, así como una percepción positiva entre los estudiantes del proceso. Finalmente, los resultados son discutidos proponiéndose algunas implicaciones educativas.

**Abstract.** Here is presented an action-research experience about the writing and review processes of a laboratory report written in a specific technical format called “Standard Operating Procedure” by a group students of the vocational training degree “Laboratory”, which belongs to the professional family of Chemistry. The participant teacher was the author of this paper. Following to write the report, the students followed a peer review process, reading reports written by their partners and giving them some feedback in order to improve the written products. As it is explained later, the aims of the intervention were to help the students to increase their technical competence and also to try to allow them to progress in terms of their scientific literacy and in the progress in their development as active and responsible citizens. About the research analysis shown here, it was focused in studying the evolution of the features of those reports, in particular asking if their coherence and the quality of the information presented in them increase. As results, we founded improvements in some dimensions of the students reports after participating in the peer review process, and also a positive perception of the process among the students. Finally, the results are discussed and used to pose some educative implications.

### Palabras clave · Keywords

Informe, formación profesional, investigación acción, evaluación, laboratorio, química.  
Report, vocational training, action research, evaluation, laboratory, chemistry.



Recibido: 2020-07-30 | Revisado: 2020-10-14 | Aceptado: 2020-11-16 | Publicado: 2020-12-24

DOI: <https://doi.org/10.12795/IE.2020.i102.12> | Páginas: 165-177

<https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/index>

## 1. Introducción y estado de la cuestión

Una línea activa en la investigación sobre didáctica de las ciencias es la orientada al análisis y a la mejora de las prácticas de laboratorio, y en ese sentido se plantea este trabajo, concebido en torno a aspectos sociales y discursivos de tales actividades, en concreto en torno a los relacionados con la escritura usando géneros propios de la ciencia. Como Cañal (2007) indica, las investigaciones referentes a los distintos aspectos relacionados con las actividades prácticas están justificadas, puesto que esas actividades se consideran centrales en la ciencia escolar y hay trabajos que señalan que reciben un apoyo generalizado por parte del profesorado de ciencias (Hodson, 1994), pero, sin embargo, como muestran Gil et al. (1991), los profesores de ciencias también somos capaces de criticar las deficiencias de las prácticas de laboratorio tradicionales, en particular el carácter que suelen tener de simple «receta manipulativa», en la que no se proporciona la oportunidad de emitir hipótesis, concebir diseños experimentales, analizar los resultados o reflexionar. Además, existen estudios que muestran el acuerdo entre el profesorado de ciencias acerca de que los diferentes propósitos a los que pueden servir las tareas prácticas en el laboratorio escolar han de ser buscados específicamente al diseñarlas (Wei y Li, 2017). De todas formas, cabe indicar además que las carencias de las actividades prácticas escolares no sólo las denunciamos los profesores en activo, sino que hay una amplia bibliografía al respecto (Akuma y Callaghan, 2019).

Las actividades prácticas en el laboratorio escolar han jugado un papel importante en la enseñanza de la ciencia en el nivel secundario en los países industrializados (Hofstein y Lunetta, 1982). Se ha considerado frecuentemente que el currículum de las asignaturas científicas debe incluir cantidades significativas de actividades en el laboratorio, y que la provisión de los recursos necesarios para ello está plenamente justificada (Thair y Treagust, 1999) y que, además, la capacidad de implementarlas forma parte del conocimiento profesional de los docentes de ciencias (Porlán y Martín, 1994). De todas formas, a pesar del apoyo que reciben las actividades prácticas, se ha señalado que las investigaciones orientadas a la obtención de pruebas convincentes que puedan corroborar su eficacia y justificar así la inversión de tiempo, energía y recursos que requieren son inconcluyentes (Hodson, 1994) y hay autores que indican que los resultados de su implementación distan de ser satisfactorios (Osborne, 2015).

En relación con las actividades prácticas, merecen atención los procesos de escritura relacionados con ellas. En la actualidad existe un consenso acerca de la importancia de la escritura en la actividad científica (Yore y Treagust, 2006). Pero esta importancia no sólo existe para los científicos dedicados a la investigación básica orientada a aumentar nuestros conocimientos sobre el mundo o el universo o los dedicados a la investigación aplicada orientada a desarrollar objetos, materiales o procesos útiles. También la escritura ocupa un papel central en la actividad para los profesionales que trabajan en los laboratorios y que no se dedican a lo que habitualmente se considera como investigación, sino a tareas más rutinarias, como son los técnicos de laboratorio que han estudiado formación profesional, que es lo que cursa el alumnado participante en este estudio. En mi experiencia laboral como profesor de formación profesional de la rama química me he encontrado que las investigaciones educativas hechas con alumnado de este nivel no son las más frecuentes, pero ello no significa que esos estudiantes no merezcan la debida atención. Por ejemplo, como otros, también tienen que aprender ciencia de una forma global, entendiéndola no solo como un conjunto de procedimientos y de saberes teóricos, sino como una cultura en términos de Geertz (1973), con sus formas propias de interpretación y de crear significados. Nuestra perspectiva es que muchas de las investigaciones sobre educación en general son relevantes para los estudiantes de formación profesional aunque no se hayan hecho específicamente con ellos, y, además, muchos estudios hechos en particular en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales son relevantes para el alumnado de formación profesional, sobre todo para determinadas familias profesionales, entre las que se cuenta la química. De forma recíproca, sostengo que las investigaciones hechas con alumnado de formación profesional pueden ser relevantes para otros niveles educativos.

La relevancia de la cultura científica para el alumnado de formación profesional se relaciona con que es importante tener en cuenta que la comprensión de los procesos de comunicación científica compete también a la ciudadanía en general. Desde esta perspectiva, la alfabetización científica completa debería servir para dar entrada a un cierto dominio de los modos de construir conocimiento de la ciencia (Moje, 2007), dentro de las cuales hay que prestar atención a los distintos formatos escritos de la ciencia. Por ello, sería bueno que todos los estudiantes dispusieran de situaciones en las que realizaran tareas adecuadas para el uso de los modos múltiples de escritura usados para la representación del conocimiento usados por la comunidad científica. Esto incluye, desde nuestro punto de vista, a los estudiantes de formación profesional ya que consideramos que su desarrollo personal como ciudadanos responsables no debe dejarse de lado, tratando así de no caer en una visión reduccionista de su formación que la limite a la adquisición de destrezas técnicas.

Como McDermott y Hand (2013) nos indican, muchas formulaciones de la alfabetización científica hacen hincapié en el papel de las capacidades de lectura y escritura, por lo cual resulta adecuado otorgar la importancia debida a los diferentes formatos de escritura usados en la actividad científica. En la historia educativa, atendiendo a las acuciantes necesidades sociales de otras épocas, ha existido una priorización de la alfabetización básica lecto-escritora frente a otras más específicas, como la científica (Acevedo et al., 2003), pero actualmente ésta última ocupa un rol importante, por lo menos en los países económicamente más desarrollados. La alfabetización científica está en relación con la participación democrática de la ciudadanía (Hecht et al., 2019), haciendo crecer, entre otros aspectos, la posibilidad de transferir conocimientos (Chase et al., 2019) o buscando promover la interiorización del lenguaje de la comunidad científica, visto éste no solo como un vocabulario, sino como algo más complejo y que se relaciona con el dominio de las formas de creación de significado y conocimiento.

La importancia de la escritura en la actividad científica implica la importancia de aprender a escribir usando géneros científicos, y lo mismo cabe decir de la actividad técnica con respecto al uso de géneros técnicos. Brown et al. (2005) conciben la alfabetización científica en relación con el dominio de discursos científicos, idea en la que coinciden McGinn y Roth (1999), quienes proponen ver el conocimiento en términos más orientados a la competencia en el uso de discursos que basados en el dominio de hechos y teorías. Dar importancia a que los estudiantes aprendan a usar géneros propios de la materia que están estudiando no es ajena a la noción de aprendizaje como «legitimate peripheral participate» (Lave y Wenger, 1991), según la cual gran parte del aprendizaje se produce mediante la participación en la actividad social real adquiriendo un papel cada vez más central en ella. Esta propuesta es, además, coherente con la teoría de la «cognición situada» (Brown et al., 1989), que considera que, dado que el conocimiento es un producto específico del contexto en que se crea y usa, del cual no es posible abstraerlo, sería conveniente que los marcos en los que se desarrolla el aprendizaje fueran coherentes con las prácticas sociales reales.

A pesar de aceptar la importancia de la escritura para la formación de los estudiantes, no existe un consenso acerca de cuál debe ser la orientación de las tareas de escritura. Hay perspectivas que defienden que los estudiantes practiquen formas de escrituras correspondientes a géneros científicos o técnicos reales, mientras que otras visiones proponen formas de escribir como la escritura expresiva, que sería una forma de escritura informal parecida al lenguaje cotidiano, debate sobre el cual Prain (2006) realizó una revisión. Siguiendo a Keys (1999), quien justifica que la escritura usando géneros científicos, como los informes de investigación, es importante para el aprendizaje, nosotros creemos que la escritura usando distintos formatos de uso en los laboratorios reales puede favorecer el aprendizaje. En otro trabajo (Reigosa y Blanco, 2020), hemos analizado la elaboración de presentaciones de estudiantes para presentar contenidos científicos.

Dentro de los formatos escritos de la ciencia, habitualmente se ha prestado atención a los informes o artículos de investigación, pero hay otros, como protocolos, manuales, formularios de recogida de datos, etc., los cuales han sido generalmente olvidados. La planificación y el registro de los resultados de los análisis y ensayos es básico en el trabajo en los laboratorios de ensayos y análisis, y es un tipo de escritura que desempeña un papel central en la labor cotidiana de los profesionales de dichos laboratorios. Consideramos que son relevantes para el alumnado de formación profesional (y también para el de otros niveles educativos) los llamados «Principios de las Buenas Prácticas de Laboratorio», promovidos desde la Comisión Europea (1999), que recogen aspectos relevantes para la comunicación de procedimientos científicos; en ellos se especifican requisitos de los productos escritos a manejar y elaborar por los profesionales de los laboratorios. Con el fin de prevenir una exagerada diversificación de formatos de presentación de los métodos de análisis y ensayos que pudiera dificultar el intercambio internacional de productos y servicios, los distintos países han buscado la armonización internacional de los métodos de laboratorio. Por ello, se diseñaron los Principios de las Buenas Prácticas de Laboratorio como un sistema de estandarización para la planificación, realización, control, registro, archivo e información de los estudios de laboratorio.

El formato en concreto en que nos centramos son los «Procedimientos Normalizados de Trabajo» (PNT), término usado en los Principios de las Buenas Prácticas de Laboratorio, que son procedimientos documentados que describen como detallar ensayos o actividades normalmente no detalladas en los protocolos o guías (Real Decreto 1369/2000). Todo laboratorio debe contar con PNTs, responsabilidad de la dirección del laboratorio, dirigidos a garantizar la calidad e integridad de los datos obtenidos. La estructura y los apartados de los PNTs dependen de la clase o tipo de procedimiento o actividad en cuestión, pero, en general, constan de los apartados que se muestran a continuación (Martí, 2008):

- Introducción: optativa y breve.
- Objeto: descripción clara del propósito del PNT.
- Campo de aplicación: establecimiento del ámbito en que se aplica el PNT.
- Referencias: cualquier documento relacionado o usado.
- Definiciones: el significado de los términos no comunes usados.

- Responsabilidades: referencia al responsable de la implantación del PNT y a las personas que deben ejecutarlo.
- Procedimiento: descripción detallada de las acciones del PNT.
- Anexos: tablas, esquemas, figuras... (si son necesarias).

En la experiencia que aquí se muestra, esos apartados fueron concretados en el esquema que se muestra en la tabla 1.

La escritura de informes de prácticas de laboratorio usando formato de PNT pensamos que promueve la producción de conocimiento creando un entorno reflexivo en el que los estudiantes tienen motivos para valorar el campo de aplicación de lo que han hecho, aclarar el significado de términos relevantes, dejar constancia de procedimientos y datos o reflejar la calidad de los diseños. Por ello, hemos propuesto a los estudiantes su redacción tras las distintas prácticas que realizaron a lo largo del curso escolar.

Es interesante hacer notar que una de las capacidades que se espera que desarrollen los estudiantes es la de trabajar en grupo. Para el nivel educativo del alumnado participante en este estudio, eso forma parte explícitamente del currículo oficial del Ciclo Formativo de Formación Profesional de Grado Medio «Laboratorio» (Real Decreto 817/1993), y se considera una competencia fundamental para favorecer su inserción laboral. En un contexto de trabajo real, la revisión en equipo de los PNTs en una tarea que puede tener lugar en cualquier momento y que puede deberse a distintas razones: avances técnicos para realizar un ensayo o análisis determinado, variaciones en la legislación que susciten la necesidad de hacer un ensayo o análisis en condiciones distintas, etc. Esto nos parece una razón más para realizar actividades entre los estudiantes de revisión entre pares de los informes redactados con formato de PNT. Consideramos además que la revisión de instrucciones de trabajo es una tarea que también podría ser útil para alumnado de otros niveles educativos, a los que les puede acercar a un formato de escritura propio de la actividad del trabajo experimental y a ayudar a entender mejor la planificación de los experimentos.

Finalmente, otra razón para optar por una actividad de revisión entre pares de un producto escrito es que la revisión de los productos escritos propios de la actividad científica es fundamental en el trabajo científico real, lo cual la hace relevante para la alfabetización científica. Como es sabido, los artículos de investigación, antes de ser aceptados por una revista, pasan un proceso de revisión, y lo mismo cabe decir para los PNTs, en cuya primera página aparece el nombre y firma no sólo de quien lo ha elaborado, sino también de las personas que lo han revisado y que han autorizado su uso (Compañó y Ríos, 2010). Las actividades de revisión entre pares de productos escritos en las clases de ciencias han recibido atención en diversas investigaciones, mostrándose en general resultados positivos en su implementación (Nelson y Schunn, 2009); estos resultados positivos, pueden, encima, mejorarse más si los estudiantes reciben formación acerca de cómo realizar la revisión entre pares (Wärnsby et al., 2018). Además, la mejora de la escritura debida a las revisiones es mayor si los estudiantes no solo reciben información sobre sus productos escritos, sino si también elaboran revisiones sobre los productos de sus compañeros (Cho y Macarthur, 2011). Sin embargo, la mayor parte de las investigaciones existentes sobre las actividades de revisión entre compañeros de productos escritos en la clase de ciencias son sobre géneros de escritura tales como artículos e informes de investigación (Chaktsiris y Southworth, 2019), muchas veces en el marco de estudios sobre la investigación escolar (Cano, 2009), por lo que nos parece interesante analizar también situaciones en las que los estudiantes escriben usando otros formatos como los PNTs.

En concreto, la pregunta de investigación que nos planteamos en este estudio es: ¿Mejora la calidad de los PNTs elaborados por el alumnado en términos de su coherencia y de la calidad de la información plasmada en ellos como consecuencia de actividades de revisión entre pares?

## 2. Material y métodos

### 2.1. Contexto

La experiencia se llevó a cabo en un instituto de una ciudad de España con un grupo del Ciclo Formativo de Formación Profesional de Grado Medio «Laboratorio», en el módulo profesional (asignatura) «Química y Análisis Químico», de 11 horas semanales, siendo el profesor el autor de este trabajo. El grupo estaba compuesto por 10 estudiantes, con edades que oscilaban entre los 17 y los 33 años.

El planteamiento de esta experiencia se realizó con intereses tanto intrínsecos de mejora del contexto educativo particular como extrínsecos de creación de significados útiles para la comunidad educativa (McKernan, 1999) desde la perspectiva de la formación profesional y desde la de la didáctica de las ciencias experimentales.

Los estudiantes, a lo largo del curso, realizaron tareas prácticas que se relacionaban con los distintos bloques de contenidos de la programación del módulo profesional, que iban desde técnicas básicas de laboratorio hasta la realización de análisis por métodos instrumentales, pasando por análisis por métodos clásicos, ensayos termoquímicos o experimentos de química orgánica. Después de cada una de las prácticas, elaboraban un informe con formato de PNT, con el esquema que les proporcioné y que se muestra en la tabla 1 y que concreta más los apartados indicados por Martí (2008) que presentamos en el capítulo anterior de este artículo.

**Tabla 1**

*Apartados de los informes del alumnado*

Apartados
1. Objeto y campo de aplicación
2. Referencia a la norma, código, instrucción...
3. Definiciones
4. Fundamentos
5. Identificación de la muestra
6. Condiciones del ensayo o análisis
7. Reactivos y medios de cultivo
8. Aparatos
9. Procedimiento
10. Cálculo y expresión de resultados
11. Incidencias y desviaciones del procedimiento
12. Normas de seguridad
13. Tratamiento de residuos
14. Anexos

Cabe destacar que el procedimiento (apartado 9) era presentado en formato de diagrama de flujo, gráfica de uso habitual en los laboratorios y en los documentos relacionados con el control de calidad.

Los PNTs elaborados por los estudiantes eran recogidos y corregidos por mí, tras lo cual les eran devueltos a los estudiantes para que les sirvieran de retroalimentación. Por las razones ya explicadas, el informe de una de las tareas fue evaluado por otro estudiante, proceso que es el objeto de análisis de este artículo.

Al revisar el PNT de un compañero, cada estudiante debía señalar en él:

- Puntos débiles a corregir
- Puntos fuertes a potenciar

En la tarea escogida determinaban la concentración de calcio de una muestra usando la técnica de la absorción atómica.

## 2.2. Metodología

Los informes en formato de PNT realizados en la práctica en cuestión (P I) fueron comparados con los de la siguiente, referente a una valoración usando un pH-metro (P II). El PNT de la P I fue hecho, por lo tanto, antes de implicarse en una actividad de revisión entre pares, mientras que el de la P II fue realizado después. Las dos tareas tenían la importante similitud de que implicaban el uso de equipos de análisis instrumental, que debían ser calibrados ambos con patrones, y que debían ser descritos en el informe con formato de PNT.

Para hacer la comparación se valoró la coherencia y la calidad de la información plasmada en cada uno de sus apartados, conforme a unas herramientas diseñadas en este estudio con ese fin. En cuanto a la coherencia, no nos planteamos únicamente si el informe en formato de PNT contenía sus elementos correspondientes, sino si las distintas partes estaban relacionadas entre sí y con el interés de la tarea en cuestión. Para valorar esto, se diseñó la herramienta que mostramos en la tabla 2. En esa herramienta se puntuaban diversas dimensiones con respecto al problema investigado y la puntuación global se halló sumando las de esos apartados individuales.

Consideramos que la tabla 2 puede permitir valorar el grado de integración de la información plasmada en el PNT, ya que presta atención a si la información de unos apartados está relacionada con la de otros o

bien si dicha información se presenta formulada en compartimentos estancos. Los distintos apartados de la tabla 2 se seleccionaron por los siguientes motivos:

-Justificación de la tarea en base a una aplicación práctica: un procedimiento de laboratorio se diseña por servir a unos fines particulares con un fin concreto, por lo que es conveniente entender para qué se puede emplear.

-Selección de términos a definir relevantes para el procedimiento: saber cuáles son los términos científico-técnicos cuyo significado es necesario explicar implica un grado notable de comprensión del procedimiento.

-Fundamentación del procedimiento: la comprensión satisfactoria de los fundamentos físico-químicos del procedimiento se debería plasmar en distintas partes del PNT, ya que afectan a distintos apartados: fundamentos, condiciones del ensayo o análisis, procedimiento, cálculo y expresión de resultados...

-Identificación de los aspectos que pueden afectar al resultado: tener en cuenta esto satisfactoriamente implica tener en cuenta tanto aspectos teóricos como prácticos relevantes.

-Coherencia con el modelo de PNT: si el informe estaba ajustado al modelo que se les daba a los estudiantes, eso implicaba que se trataban todos los apartados, lo cual implica en muchos casos conexiones entre apartados, por ejemplo entre definiciones y fundamento.

En cuanto a la calidad de la información plasmada en los distintos apartados de los informes con formato de PNT, se les daba un total de 30 puntos, repartidos de la forma que se muestra en la tabla 3. Aquí no se buscaba ver cómo la información de los distintos apartados estaba relacionada sino solo si estaba presente. Los apartados que requieren mayor reflexión y que son de mayor dificultad son los que recibieron mayor nota máxima. La puntuación asignada a cada apartado se daba en comparación con un PNT de referencia elaborado por el profesor.

**Tabla 2**

*Herramienta para valorar la coherencia de los informes con formato de PNT*

Ítems para valorar
<p><b>Justificación de la tarea en base a una aplicación práctica</b></p> <p>0 = no se exponen objetivo ni aplicación de la tarea</p> <p>1 = se exponen objetivo o aplicación de la tarea</p> <p>2 = se exponen objetivo y aplicación de la tarea</p> <p>3 = se exponen objetivo y aplicación de la tarea con alguna relación explícita entre ambos</p> <p>4 = se exponen objetivo y aplicación de la tarea con relación explícita entre ambos plenamente satisfactoria</p>
<p><b>Selección de términos a definir relevantes para el procedimiento</b></p> <p>0 = no se seleccionan términos a definir o no están relacionados con la tarea</p> <p>1 = se escogen términos a definir pero su selección no es satisfactoria</p> <p>2 = se escogen términos a definir y su selección para algunos es adecuada</p> <p>3 = todos los términos relevantes que además son poco comunes están definidos</p> <p>Si además las definiciones estaban formuladas de forma plenamente satisfactoria se daba otro punto</p>
<p><b>Fundamentación del procedimiento</b></p> <p>0 = no se explican los fundamentos físico-químicos del procedimiento empleado, o se explica mal</p> <p>1 = existe una explicación de los fundamentos físico-químicos del procedimiento empleado pero contiene lagunas o errores de relevancia</p> <p>2 = existe una explicación correcta en general pero no totalmente de los fundamentos físico-químicos del procedimiento empleado</p> <p>3 = existe una explicación plenamente satisfactoria de los fundamentos físico-químicos del procedimiento empleado</p>
<p><b>Identificación de los aspectos que pueden afectar al resultado</b></p> <p>0 = no se hacen explícitas condiciones ni desviaciones o incidencias que puedan afectar al resultado</p> <p>1 = se hacen explícitas condiciones o desviaciones/incidencias que puedan afectar al resultado</p> <p>2 = se hacen explícitas condiciones y desviaciones/incidencias que puedan afectar al resultado</p>
<p><b>Coherencia con el modelo de PNT</b></p> <p>Si el informe estaba ajustado al modelo que se les daba a los estudiantes, se le daban 2 puntos más</p>

Las tablas 2 y 3 no fueron utilizadas por los estudiantes al hacer la revisión entre pares, sino que son herramientas analíticas usadas en este estudio con posterioridad a la implementación de la experiencia. Para

la revisión entre pares por parte del alumnado, ellos y ellas sólo valoraban si consideraban satisfactorios los informes en el sentido de si los apartados de la tabla 1 se habían cumplimentado correctamente.

**Tabla 3**

*Puntos dados al contenido de cada apartado de los informes con formato de PNT elaborados por los estudiantes*

Puntaje por apartado	
1. Objeto y campo de aplicación	3
2. Referencia a la norma, código, instrucción	1
3. Definiciones	2
4. Fundamentos	4
5. Identificación de la muestra	1
6. Condiciones del ensayo o análisis	1
7. Reactivos y medios de cultivo	1
8. Aparatos	1
9. Procedimiento	5
10. Cálculo y expresión de resultados	4
11. Incidencias y desviaciones del procedimiento	1
12. Normas de seguridad	2
13. Tratamiento de residuos	2
14. Anexos	2

Se hizo una comparación de los resultados obtenidos antes y después de la actividad de revisión entre pares, es decir, de los informes de las prácticas P I y P II. Esa comparación se hizo usando métodos estadísticos en base a las puntuaciones obtenidas con la aplicación de las herramientas de las tablas 2 y 3 a los informes de los estudiantes. Dado el bajo número de estudiantes participantes en el estudio ( $n = 10$ ) y, al no tratarse de un estudio verdaderamente experimental, no se pretendió llegar con este estudio a conclusiones generalizables desde el punto de vista estadístico, sino que el objetivo de la aplicación de métodos estadísticos era identificar mejor las diferencias entre los productos elaborados por los estudiantes. En este trabajo no se buscó una generalizabilidad estadística, sino que se enmarca en lo que Kvale (1996) llama generalizabilidad analítica, buscando el desarrollo de interpretaciones y constructos que el lector ha de decidir si le resultan útiles para comprender mejor otras situaciones.

Para indagar en las causas de las variaciones, se recogieron las valoraciones de puntos débiles y puntos fuertes realizadas por los estudiantes sobre los informes elaborados por sus compañeros. Esas valoraciones fueron revisadas con el objetivo de hallar regularidades en las mismas. Además, para complementar los datos consistentes en productos escritos con una perspectiva conversacional (Candela, 2020) se grabó en audio, con autorización de los estudiantes, un diálogo del profesor con todo el grupo en el que les preguntaba acerca de lo que consideraban que habían aprendido con la actividad de revisión entre pares. Ese diálogo fue transcrito y revisado asimismo para valorar a qué se podían atribuir las diferencias encontradas.

### 3. Análisis y resultados

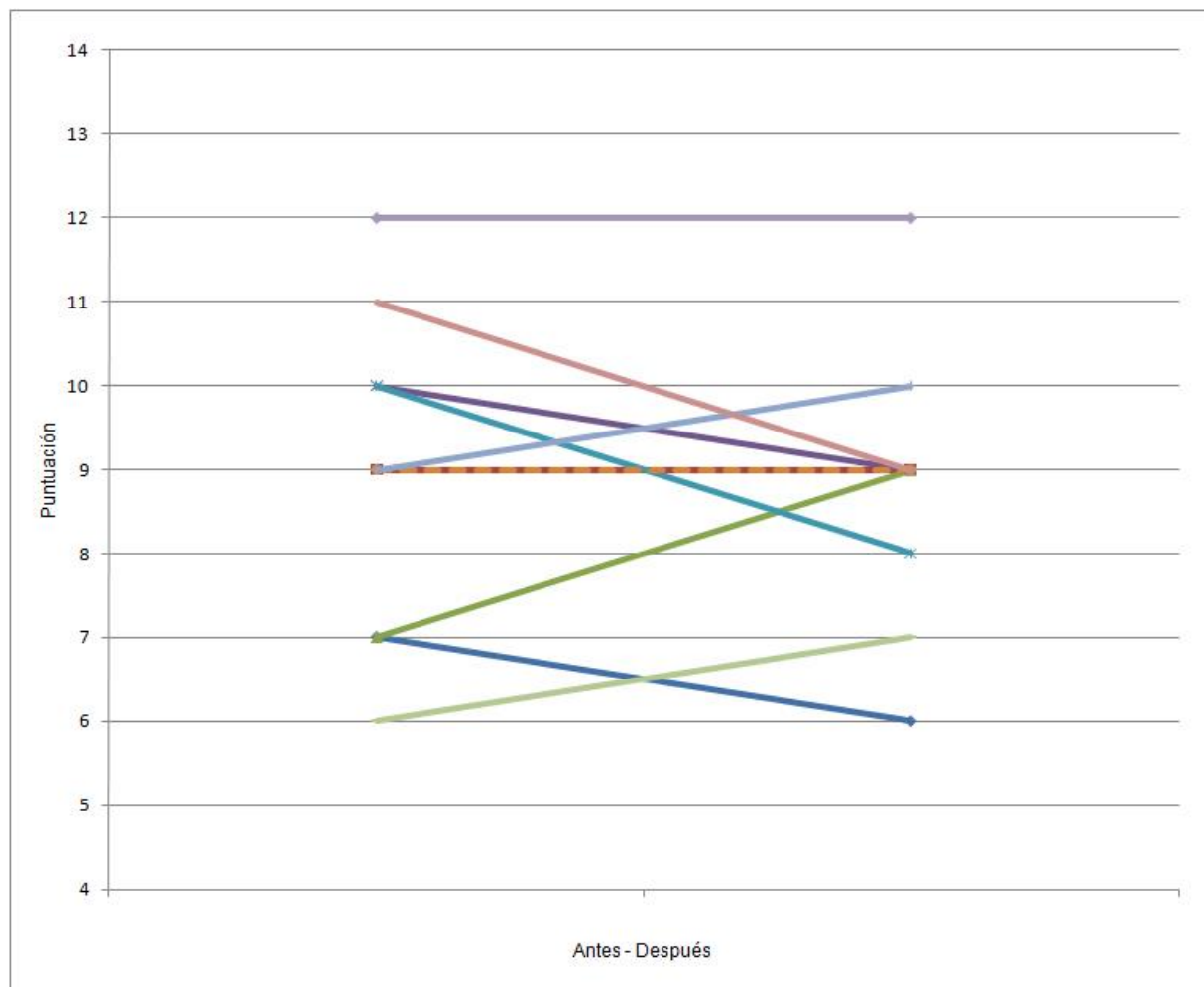
En las figuras 1 y 2 se disponen los datos obtenidos con la aplicación de las herramientas analíticas y en la tabla 4 se muestran los resultados de su análisis estadístico. Se escogió el test no paramétrico de Wilcoxon, el cual se aplicó dos veces, una para cada variable dependiente (coherencia y contenido de los PNTs). Los resultados del test de significación (tabla 4) confirman lo que se intuye examinando a simple vista las figuras 1 y 2. Existe una mejoría significativa para el grupo estudiado en lo que se refiere a los resultados correspondientes a la calidad del contenido de los informes de los estudiantes después de realizar la tarea de revisión entre pares. Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas en los resultados correspondientes a la coherencia de los informes.

Con el fin de profundizar en las diferencias encontradas, se revisaron las valoraciones hechas por parte de los estudiantes de los informes realizados por sus compañeros. Estos documentos fueron leídos repetidamente buscando desarrollar una interpretación en interacción con los mismos (Lincoln y Guba, 1985) y las interpretaciones desarrolladas fueron organizadas en forma de asertos (Stake, 1995), referidos al caso estudiado y que no pretenden ser generalizables a cualquier situación. Al no usar los estudiantes las herramientas de las tablas 2 y 3, la información que obtenemos a partir de sus revisiones de los informes de

sus compañeros no se basa en los aspectos desarrollados en dichas tablas, sino que más bien es complementaria a la que llevamos mostrada hasta el momento.

### Figura 1

*Datos obtenidos en el análisis de la coherencia de los informes de los estudiantes*



**Tabla 4**

*Resultados cuantitativos para el análisis de la coherencia y el contenido de los informes de los estudiantes*

	ANTES		DESPUÉS		Z	p
	M	SD	M	SD		
<b>COHERENCIA</b>	9.00	1.89	8.70	1.64	-0.879	0.380
<b>CONTENIDO</b>	18.20	4.59	20.70	4.79	-2.203	0.028

A continuación mostramos dichos asertos junto con ejemplos de algunos de ellos:

-Aserto A1. Una gran parte de las indicaciones de los estudiantes a sus compañeros se referían a aspectos relacionados con la presentación. En 9 de las 10 valoraciones había algún comentario del tipo «Resaltar más el título de los apartados» o referidas a las flechas o cuadros de los diagramas de flujo. La importancia dada por los estudiantes a la presentación de sus informes fue, pues, significativa. Se presenta un ejemplo correspondiente a una indicación más extensa de lo habitual hecha por una alumna: «Es que al presentar los resultados que se obtienen hay que resaltar el resultado final, con otro color o un cuadro. Así, quien lo vea, puede saber si está bien fácilmente. Si se pone todo igual, es muy difícil saber qué se está calculando».

-Aserto A2. Los estudiantes hicieron con frecuencia indicaciones sobre la estructura de los diagramas de flujo. En 8 de las 10 valoraciones había alguna indicación acerca de si el diagrama de flujo (que se realizaba

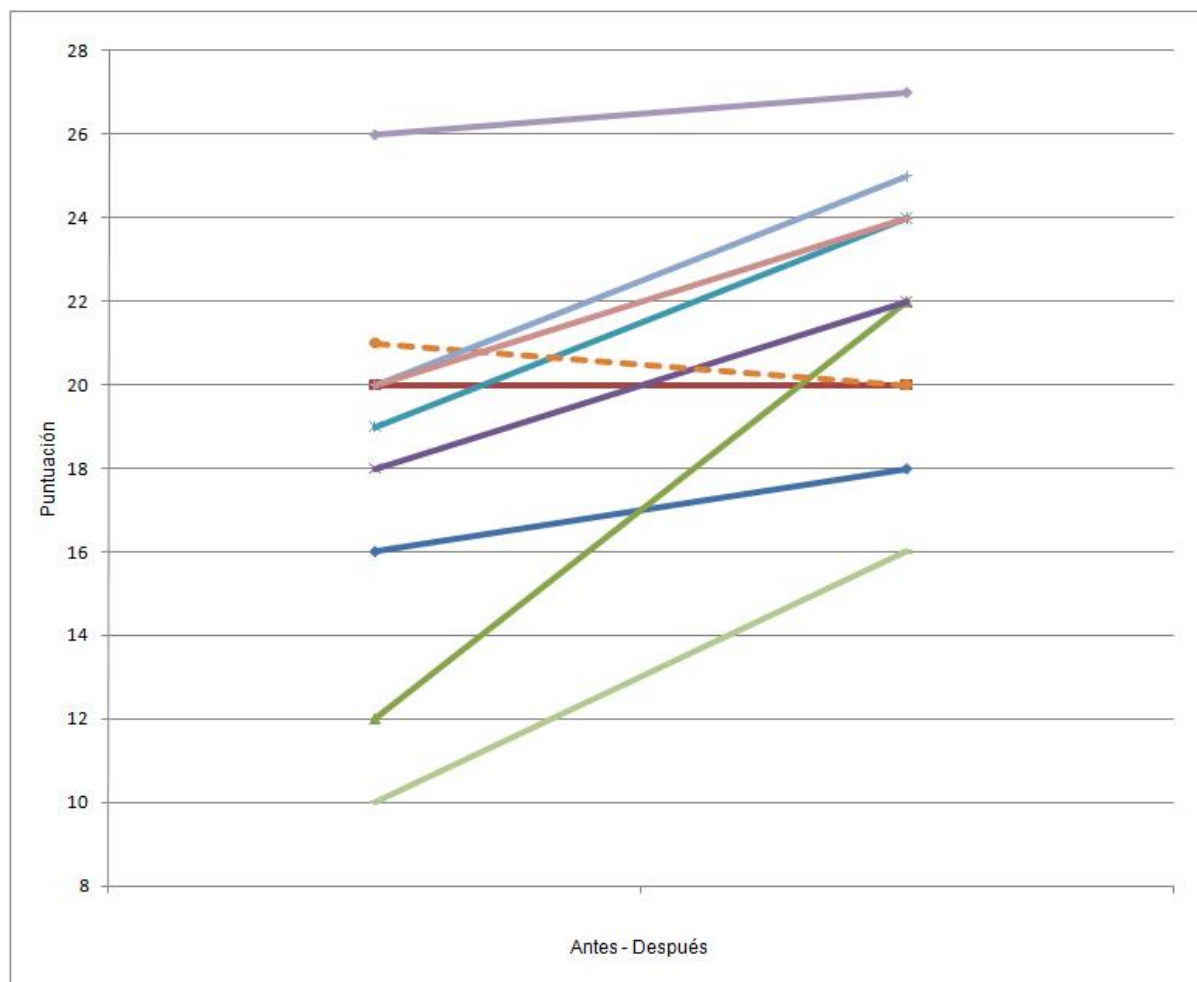


en el apartado 9 del PNT) tenía algún defecto formal, tal como no poner en un rombo un paso que implicaba una toma de decisiones.

-Aserto A3. Las indicaciones sobre el contenido de los distintos apartados no se expresaban en relación con otros apartados. La información que los estudiantes daban a sus compañeros acerca de cada apartado siempre buscaba mejorar aspectos específicos. Un ejemplo es cuando, en el apartado de fundamentos, un alumno indica «no explicas qué es la absorbancia». No se hallaron casos en los que, por ejemplo, señalasen en el apartado de fundamentos qué términos habría que aclarar en el apartado de definiciones.

## Figura 2

*Datos obtenidos en el análisis del contenido de los informes de los estudiantes*



-Aserto A4. Los estudiantes indicaron fundamentalmente puntos débiles. En la mayoría de las valoraciones, los estudiantes incluían una serie de aspectos a mejorar, de apreciaciones de lo que, para ellos, eran errores... Sólo al final se hacía referencia a los puntos fuertes de los informes, planteados en términos genéricos como «bien presentado» o «se ha puesto lo necesario».

Se analizó la correlación entre el número de indicaciones recibido por cada estudiante en la revisión de su PNT y el aumento de la puntuación del análisis del contenido en su siguiente PNT, obteniéndose un valor para la Rho de Spearman de 0.711 ( $p = 0.021$ ). Esto indica una relación entre la retroalimentación recibida en la revisión entre pares y la mejora del contenido de los PNTs.

En cuanto a mi diálogo con los estudiantes acerca del proceso de evaluación entre pares de los informes, fue analizado de la misma manera, desarrollándose los siguientes asertos:

-Aserto B1. Todas las valoraciones acerca del proceso de revisión entre pares fueron positivas. Todas las manifestaciones al respecto fueron de naturaleza positiva, considerando siempre que el proceso de valoración de informes entre compañeros era positivo. Ningún alumno dijo que el proceso fuera inútil o una pérdida de tiempo.

-Aserto B2. En cuanto a qué habían aprendido, los estudiantes señalaron aspectos puntuales de los distintos apartados de los informes. Habitualmente, los estudiantes manifestaron que habían aprendido

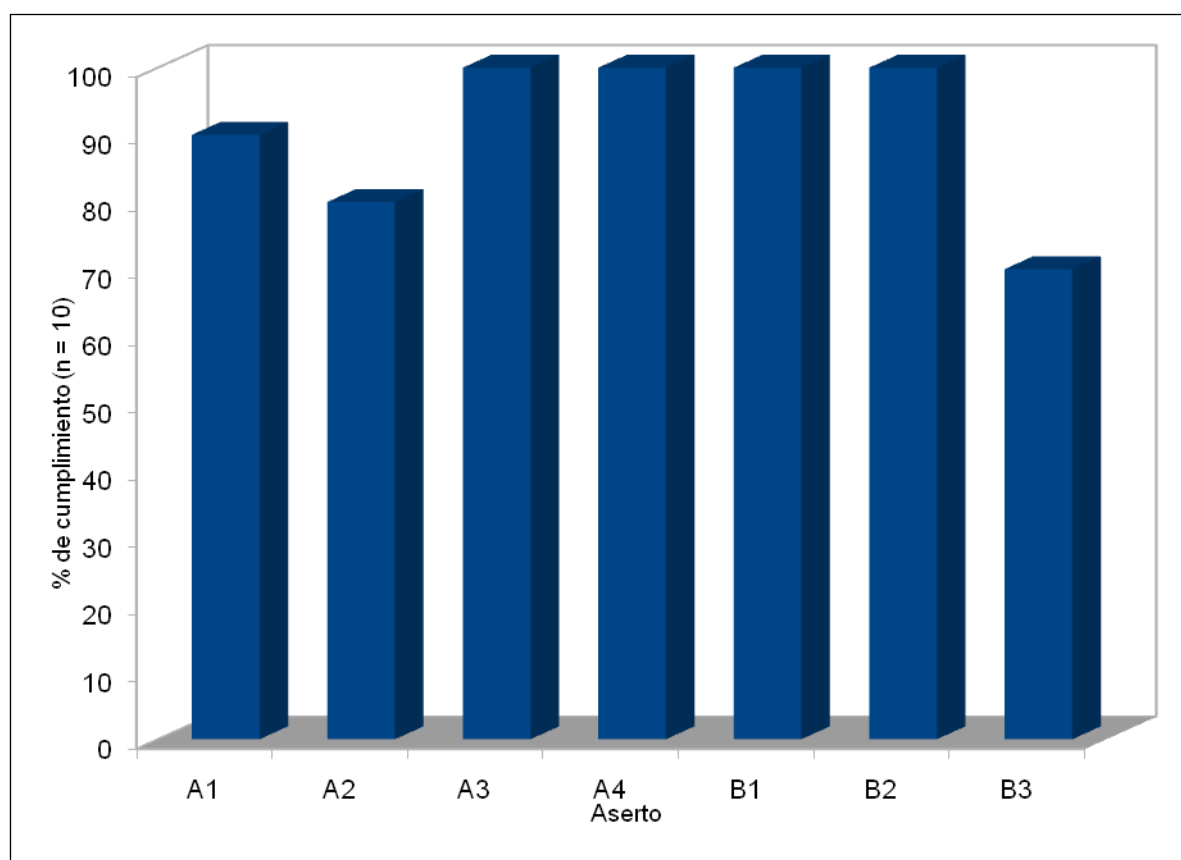
cosas como diseccionar mejor los pasos dados en el diagrama de flujo, no olvidarse de citar ningún equipo en el apartado de aparatos... Los aspectos a mejorar en un apartado determinado, sin embargo, nunca lo relacionaron con otros.

-Aserto B3. Los estudiantes valoraron con agrado que en las revisiones se indicaron aspectos positivos. A pesar de que, como hemos indicado, los participantes indicaban sobre todo puntos débiles en los informes que revisaban, también indicaron algunos aspectos satisfactorios. Esto fue bien recibido por los participantes, lo cual pensamos que muestra que el refuerzo positivo ha tenido buenos efectos desde el punto de vista afectivo, además de dar información a los estudiantes sobre qué aspectos ya están haciendo bien.

En la figura 3 mostramos el porcentaje de cumplimiento por los estudiantes de cada uno de esos 7 asertos. El cumplimiento es alto, lo cual nos informa de que son afirmaciones bien fundamentadas en los datos de este estudio.

**Figura 3**

*Porcentaje de cumplimiento de los asertos desarrollados*



#### 4. Discusión y conclusiones

En este estudio se ha analizado la influencia de actividades de revisión entre pares de informes elaborados con estructura de Procedimiento Normalizado de Laboratorio (PNT) en la coherencia y en la calidad de los distintos apartados de los mismos. Los datos obtenidos indican, en el caso analizado, una mejora de la calidad del contenido los apartados del informe, pero no de la coherencia global del mismo. Se ha hallado también una correlación significativa entre el aumento de la calidad y la cantidad de retroalimentación recibida durante el proceso de revisión entre pares. Consideramos que esto está en consonancia con lo que Bean (2011) indica acerca de que la revisión entre pares de productos escritos de estudiantes hace aumentar la cantidad de información incluida y, por tanto, la cantidad de aspectos tratados.

Eso está de acuerdo con lo que se halló al examinar las valoraciones de los estudiantes de los informes de sus compañeros. En ellas, no había referencia a la necesidad de armonizar apartados o a valorar cómo el contenido de unos puede condicionar el de otros. La misma tendencia se observó en mi diálogo grabado y transcrito con los estudiantes acerca del proceso. La ausencia de acciones instruccionales específicas puede

explicar la falta de interés del alumnado por una mayor coherencia en sus informes, ya que ver la necesidad de dimensiones como el rigor o la coherencia suele necesitar ayuda (Bliss y Askew, 1996). Consideramos que los estudiantes probablemente no percibieron la necesidad de mejorar que la coherencia de sus informes y, por ello, concluimos que se pone de manifiesto que es necesario proporcionar a los estudiantes criterios relevantes para que estén en disposición de mejorar esa dimensión. En ese sentido, podría haber sido útil que los estudiantes conocieran las herramientas de las tablas 2 y 3, con las que se iban a analizar sus trabajos. Sería conveniente, además, que esos criterios fueran dados en un contexto en el cual los estudiantes vieran la conveniencia de su aplicación para que su aprendizaje se pudiera hacer de forma intencional y significativa, de acuerdo con lo que señalan Cho et al. (2006).

A pesar de no haberse alcanzado el éxito en las dos dimensiones analizadas, valoramos positivamente el proceso, puesto que la información dada por los estudiantes participantes a sus compañeros ha sido seguida por mejoras en los informes en los aspectos que señalaban. Este trabajo sigue la tendencia habitual, ya que, en general, las investigaciones hallan algún resultado positivo en el aprendizaje de los estudiantes como consecuencia de las experiencias de revisión entre pares (Nelson y Schunn, 2009). Además, haber establecido explícitamente que los estudiantes indicasen en sus revisiones también aspectos satisfactorios tuvo resultados positivos que pueden favorecer la motivación e implicación del alumnado.

En definitiva, consideramos que en este trabajo se ha puesto de manifiesto que las tareas de elaboración de Procedimientos Normalizados de Laboratorio, puede permitir la mejora de las destrezas de escritura científico-técnica de los estudiantes, lo cual, como se ha explicado, redundará en avanzar en su alfabetización científica y en su capacidad de participación ciudadana en la vida social. Cabe indicar que, aunque esta experiencia se ha llevado a cabo con alumnado de formación profesional, no hay nada que indique que no pueda llevarse a cabo con estudiantes de otros niveles educativos. Aquí se ha analizado la realización de PNTs para presentar resultados de prácticas de laboratorio, y pensamos que un tema de interés para futuras experiencias de investigación-acción puede ser el estudio de su redacción de forma previa a la realización de las tareas de laboratorio, para usarlos como instrucciones.

## Referencias

- Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M.A. y Acevedo, P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.
- Akuma, F.V. y Callaghan, R. (2019). Characterising Extrinsic Challenges Linked to the Design and Implementation of Inquiry-Based Practical Work. *Research in Science Education*, 49, 1677-1706. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9671-x>
- Bean, J. C. (2011). *Engaging ideas: The professor's guide to integrating writing, critical thinking, and active learning in the classroom*. Jossey-Bass.
- Bliss, J., & Askew, M. (1996). Effective teaching and learning: Scaffolding revisited. *Oxford Review of Education*, 22(1), 37-61. <https://doi.org/10.1080/0305498960220103>
- Brown, B.A., Reveles, J.M. y Kelly, G.J. (2005). Scientific literacy and discursive identity: a theoretical framework for understanding science learning. *Science Education*, 89(5), 779-802. <https://doi.org/10.1002/sce.20069>
- Brown, J.S., Collins, A. y Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42. <https://doi.org/10.3102/0013189X018001032>
- Candela, A. (2020). 30 años de investigación sobre ciencia en el aula. *Investigación en la Escuela*, 100, 23-36. DOI: <https://doi.org/10.12795/IE.2020.i100.0>
- Cano, M.I. (2009). La investigación escolar: un asunto de enseñanza y aprendizaje en la educación secundaria. *Investigación en la Escuela*, 67, 63-79. <http://doi.org/10.12795/IE.2009.i67.05>
- Cañal, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 9-19.
- Chaktsiris, M. G. y Southworth, J. (2019). Thinking beyond writing development in peer review. *The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 10(1). <https://doi.org/10.5206/cjsotl-rcacea.2019.1.8005>
- Chase, C.C., Malkiewich, L. y Kumar, A.S. (2019). Learning to notice science concepts in engineering activities and transfer situations. *Science Education*, 103(2), 440-471. <https://doi.org/10.1002/sce.21496>
- Cho, K. y Macarthur, C. (2011). Learning by reviewing. *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 73-84. <https://doi.org/10.1037/a0021950>
- Cho, K., Schunn, C. D. y Charney, D. (2006). Commenting on writing: Typology and perceived helpfulness of comments from novice peer reviewers and subject matter experts. *Written Communication*, 23(3), 260-294. <https://doi.org/10.1177/0741088306289261>

- Comisión Europea (1999). Directiva 1999/11/CE de la Comisión, de 8 de marzo de 1999, por la que se adaptan al progreso técnico los principios de buenas prácticas de laboratorio que se especifican en la Directiva 87/18/CEE del Consejo sobre la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas relativas a la aplicación de los principios de prácticas correctas de laboratorio y al control de su aplicación para las pruebas sobre las sustancias químicas. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* (23/3/1999).
- Compañó, R. y Ríos, A. (2010). *Garantía de la Calidad en los Laboratorios Analíticos*. Síntesis.
- Geertz, C. (1973). *La interpretación de las culturas*. Gedisa.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Planteamientos didácticos generales y ejemplos de aplicación en las ciencias físico-químicas*. ICE-Horsori.
- Hetch, M., Knutsen, K. y Crowley, K. (2019). Becoming a naturalist: interest development across the learning ecology. *Science Education*, 109(3), 691-713 <https://doi.org/10.1002/sce.21503>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hofstein, A. y Lunetta, V. (1982). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217. <https://doi.org/10.3102/00346543052002201>
- Keys, C.W. (1999). Revitalizing instruction in scientific genres: connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83(2), 115-130. <https://doi.org/10.1002/291098-237X>
- Kvale, S. (1996). *Interview Views: An Introduction to Qualitative Research Interviewing*. Sage Publications.
- Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Lincoln, Y.S. y Guba, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage.
- Martí, A. (2008). *Nota Técnica de Prevención 508: Aseguramiento de la calidad en los laboratorios de higiene industrial: procedimientos normalizados de trabajo (PNT)*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- McDermott, M. y Hand, B. (2013). The impact of embedding multiple modes of representation within writing tasks on high school students' chemistry understanding. *Instructional Science*, 41(1), 217-246. <https://doi.org/10.1007/s11251-012-9225-6>
- McGinn, M.K. y Roth, W.-M. (1999). Preparing students for competent scientific practice: implications of recent research in science and technology studies. *Educational Researcher*, 28(3), 14-24. <https://doi.org/10.3102/0013189X028003014>
- McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y currículum*. Morata.
- Moje, E. (2007). Developing socially just subject-matter instruction: A review of the literature on disciplinary literacy learning. *Review of Research in Education*, 31(1), 1-44. <https://doi.org/10.3102/0091732X07300046001>
- Nelson, M. M. y Schunn, C. D. (2009). The nature of feedback: How different types of peer feedback affect writing performance. *Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences*, 37(4), 375-401. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9053-x>
- Osborne, J. (2015). Practical Work in Science: Misunderstood and Badly Used? *School Science Review*, 96(357), 16-24.
- Porlán, R. y Martín, J. (1994). El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela*, 24, 49-58.
- Prain, V. (2006). Learning from writing in secondary science: some theoretical and practical implications. *International Journal of Science Education*, 28(2&3), 179-201. <https://doi.org/10.1080/09500690500336643>
- Real Decreto 1369/2000, de 19 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 822/1993, de 28 de mayo, por el que se establecen los principios de las buenas prácticas de laboratorio y su aplicación en la realización de estudios no clínicos sobre sustancias y productos químicos. *Boletín Oficial del Estado* (20/7/2000).
- Real Decreto 817/1993, de 28 de mayo, por el que se establece el título de Técnico de Laboratorio y las correspondientes enseñanzas mínimas. *Boletín Oficial del Estado* (29/7/1993).
- Reigosa C. y Blanco A. (2020). Un papel del uso de modos no textuales de representación del conocimiento científico en exposiciones de estudiantes de formación profesional. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 2102. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i2.2102](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2102)
- Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Morata.
- Thair, M. y Tregust, D.F. (1999). Teacher training reforms in Indonesian secondary science: the importance of practical work in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(3), 357-371. <https://doi.org/10.1002291098-2736>

- Wärnsby, A., Kauppinen, A, Aull, L., Leijen, D. y Moxley, J. (2018). Affective language in student peer reviews: Exploring data from three institutional contexts. *Journal of Academic Writing*, 8(1), 28-53. <https://doi.org/10.18552/joaw.v8i1.429>
- Wei, B. y Li, X. (2017) Exploring science teachers' perceptions of experimentation: implications for restructuring school practical work, *International Journal of Science Education*, 39(13), 1775-1794. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1351650>
- Yore, L.D. y Treagust, D.F. (2006). Current realities and future possibilities: language and science literacy - empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28(2&3), 291-314. <https://doi.org/10.1080/09500690500336973>