

# LA PRÁCTICA DOCENTE EN EL LABORATORIO UNIVERSITARIO Y EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO DE QUÍMICA INORGÁNICA

Germán Hugo Sánchez

*Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. CONICET.*

Héctor Santiago Odetti

*Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas.*

María Gabriela Lorenzo

*Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica. CONICET.*

**RESUMEN:** La educación universitaria de la química utiliza el laboratorio como un contexto privilegiado de enseñanza. Por ello, conocer el conocimiento didáctico del contenido (CDC) que poseen los docentes universitarios sobre los trabajos prácticos experimentales cobra singular importancia. Comenzamos aquí, el estudio del CDC de cuatro profesores en activo combinando el cuestionario de representación de contenido y el análisis del discurso. Se observó la prevalencia de las exposiciones de los docentes con base en la fundamentación teórica de las experiencias propuestas. La clase de laboratorio presenta particularidades, como el trabajo en equipo de docentes que desempeñan diferentes roles. Por tanto, emerge la necesidad de una revisión de los componentes considerados en el estudio del CDC.

**PALABRAS CLAVE:** conocimiento didáctico del contenido, práctica docente, laboratorio, trabajos prácticos, universidad.

**OBJETIVOS:**

- Documentar el conocimiento didáctico del contenido (CDC) de docentes universitarios sobre la enseñanza experimental en el laboratorio de química.
- Detectar los rasgos característicos de las prácticas de enseñanza en el laboratorio que las diferencian de otros tipos de clases universitarias.

## ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EL LABORATORIO

La enseñanza de la química en la universidad supone la realización de trabajos prácticos en el laboratorio. Así, cada química (inorgánica, orgánica...) suele organizar su currículum en clases denominadas "teóricas", donde se desarrollan los modelos teóricos que sustentan la disciplina, clases de resolución de problemas y ejercicios de lápiz y papel y clases experimentales de laboratorio. El trabajo experimental

presume un trabajo manipulativo por parte de los estudiantes y un desarrollo de sus habilidades sensoriales para percibir, detectar y reconocer los fenómenos que ocurren durante la práctica. Estos dos aspectos, los motores y los sensoriales, claramente los diferencian de otros tipos de clase, y tal vez por ello hayan sido objeto de numerosas descripciones sobre cómo son y para qué deberían servir (Hernández, 2012, Hofstein y Mamlok-Naaman, 2007, Nakhleh, Polles y Malina, 2002, Reid y Shah, 2007).

No obstante, apenas si existen estudios sobre cuáles son las estrategias que emplean los docentes para la enseñanza en el laboratorio, cuáles son sus ideas y concepciones sobre este tipo de clases, qué dificultades deben superar durante sus prácticas en el contexto de laboratorio, qué relación guarda el laboratorio escolar en su versión universitaria, con las prácticas de la investigación científica. Por ende, como parte de un proyecto mayor, se comenzó a describir este particular tipo de clases con la intención de comprenderla, para luego reflexionar sobre las prácticas y contribuir a la formación de los docentes.

Las interacciones entre profesores y estudiantes durante las clases son un sistema complejo y multidimensional sensible a las variaciones del entorno, resistentes a las propuestas provenientes de la investigación en el campo de la didáctica de las ciencias (Vázquez, Jiménez y Mellado, 2007). Precisamente, uno de los rasgos que distingue a la educación universitaria de otros niveles es que sus docentes suelen ser profesionales universitarios sin una formación pedagógica específica (Jackson, 2002). Ésta es una característica importante tanto para el diseño de dispositivos para su capacitación como para la implementación de instrumentos para una investigación educativa.

En este sentido, nuestro grupo ha desarrollado una metodología para documentar el CDC de docentes universitarios a partir de la adaptación del cuestionario Representación del Contenido (ReCo), propuesto por Loughram, Mulhall y Berry (2004), utilizando herramientas del análisis del discurso (Farré y Lorenzo, 2014). Dados los componentes implícitos y las particularidades del vocabulario técnico didáctico, el análisis del discurso en clase mostró las siguientes ventajas:

- Permite analizar *el texto de la clase*, sin límites de tiempo desde diversas aproximaciones metodológicas y por más de un investigador.
- Muestra la forma en que se construye el conocimiento durante la clase sobre un determinado tema y evidencia las estrategias didácticas del docente.
- Facilita la documentación de las teorías en uso que determinan las acciones en la práctica al trascender las respuestas declarativas por aplicación directa de la ReCo
- La aplicación de esta estrategia metodológica para el registro de datos no perturba el desarrollo normal de la clase ni modifica el CDC del docente participante.

El CDC es un conocimiento múltiple, sistémico y dinámico, altamente dependiente del conocimiento disciplinar, cuya representación interna está en permanente redescrición en estrecha relación con la transformación de otros tipos de conocimiento (Abell, 2008), por lo que su captura complica la investigación. Luego de la propuesta de Shulman (1986), y de un importante desarrollo en el mundo angloparlante (Berry, Loughran y van Driel, 2008, Bertram y Loughran, 2012, Gess-Newsome y Lederman, 1999, Park y Oliver, 2008), la documentación del CDC se ha convertido en un recurso invaluable en el contexto iberoamericano (Bolívar, 2005, Garritz, Daza y Lorenzo, 2014, Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas, 2013) para el estudio y la comprensión de las prácticas educativas.

## METODOLOGÍA

Se visitó el laboratorio del Departamento de Química General e Inorgánica de una universidad pública argentina, donde se desarrollan las clases de Química Inorgánica. La asignatura corresponde al primer año de estudios de las carreras de Bioquímica, Licenciatura en Biotecnología, Licenciatura en Saneamiento Ambiental, Tecnicatura y Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo. Las clases de

laboratorio tienen una frecuencia de dos veces por semana con una duración aproximada de tres horas, a cargo de un profesor responsable y docentes colaboradores para atender grupos de alrededor de cuarenta estudiantes. Son denominadas por los docentes como *clases integradas*. En ellas, los estudiantes realizaban actividades de lápiz y papel que recuperaban contenidos teóricos y de ejercitación numérica; y actividades experimentales de manipulación de sustancias químicas y material de laboratorio, trabajando en parejas. En este trabajo participaron cuatro docentes en actividad con diferente trayectoria profesional, que desarrollaban sus clases en el contexto del laboratorio (tabla 1).

Tabla 1.  
Perfil general de los docentes participantes

Docente	Nivel de la categoría docente	Género	Años de ejercicio	Formación de grado	Formación posgrado	Capacitación en docencia	Investiga
D1	1	M	≥ 30	Completa	Sí	Sí	Sí
D2	1	F	≥ 30	Completa	Sí	Sí	Sí
D3	2	F	≤ 2	Incompleta	No	No	No
D4	2	F	≤ 2	Incompleta	No	Sí	No

Se analizaron los datos de diez clases de dos grupos de clases de 2015 (tabla 2). Los audios obtenidos fueron transcritos y enriquecidos con la información registrada durante la observación no participante (pizarra, utilización de material de laboratorio, proyección con cañón multimedia, entre otros) (Fig. 1).

Tabla 2.  
Distribución de docentes en los grupos de clases observadas

Grupos observados	Docentes participantes
I	D1, D2, D4 y otros
II	D3 y otros

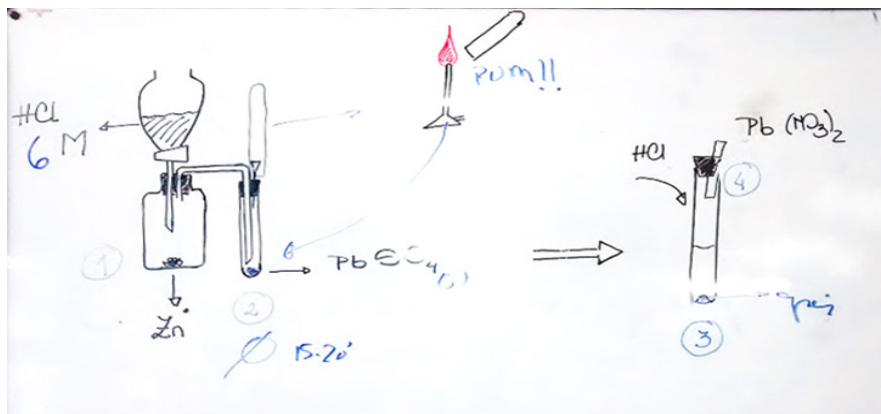


Fig. 1. Una imagen de la pizarra, donde D1 esquematizó el equipo a armar como apoyo visual a sus explicaciones (uso de representaciones externas)

Inicialmente se trabajó sobre cuatro preguntas correspondientes al cuestionario ReCo (tabla 3), que hacen referencia a la mirada del docente sobre la naturaleza de los TP, su importancia y diferentes perspectivas que aluden a su propio rol como docente y a la enseñanza.

Tabla 3.  
Preguntas de la ReCo

Sobre los trabajos prácticos de química inorgánica.	
1.	¿Qué intenta el docente que sus estudiantes aprendan al concurrir a esas clases de TP?
2.	¿Por qué resulta importante para los estudiantes aprender sobre los aspectos desarrollados en los TP?
3.	¿Qué otra cosa sabe el docente sobre los TP?
4.	¿Qué dificultades están relacionadas con la enseñanza de los TP?

El cuestionario fue completado a partir del análisis del discurso de cada uno de los docentes siguiendo la metodología propuesta por Lorenzo y Farré (2009). De este modo, el corpus de datos quedó conformado por las respuestas a dicho cuestionario. El análisis fue llevado a cabo de manera independiente por dos investigadores, los resultados obtenidos fueron contrastados y los desacuerdos fueron discutidos y argumentados hasta llegar a consenso.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el trabajo práctico, los estudiantes reproducían la técnica presentada paso a paso tipo receta, empleando la guía de actividades elaborada por un grupo de docentes. La mayoría de las actividades prácticas observadas, consistieron en la manipulación de sustancias químicas y materiales de laboratorio, que en los casos de mayor peligrosidad, en lugar de los estudiantes, fueron realizadas por los docentes más nuevos.

Cada grupo de clase contaba con más de un docente simultáneamente conformando *equipos docentes* (tabla 2) donde existían distintos roles y distintas actividades a cargo según su jerarquía. Esto implicaría que para el desempeño docente en el contexto de las actividades prácticas de laboratorio resulte necesario considerar un nuevo componente para el estudio de su CDC vinculado al conocimiento para el trabajo en equipo y colaboración con otros docentes, que suele estar ausente en otros tipos de clases.

En la tabla 4 se presentan algunas de las características detectadas a partir del análisis de las frases de los docentes sobre la enseñanza en el laboratorio.

Tabla 4.  
Características detectadas a partir del análisis de las frases de los docentes

CARACTERÍSTICAS DE LA ENSEÑANZA EN EL LABORATORIO	FRASES DE LOS DOCENTES
Planificación previa del TP	D2: <i>“en los otros grupos ya se rompieron varios tubos”</i> D4: <i>“dejen todo limpio y ordenado que luego viene otro grupo”</i>
Relación docente/alumno	D1: <i>“yo no voy a perder tiempo haciendo balances, lo estudian en su casa. En los exámenes tienen que trabajar con balances completos”</i> (asimétrica) D2: <i>“una sugerencia, ustedes cuentan con un resumen de la introducción teórica, léanlo, subrayenlo, ténganlo en cuenta”</i> D3: <i>“para llevar la asignatura al día, vayan haciendo los planteos todas las semanas”</i> (menos asimétrica)
Referencias explícitas al trabajo de laboratorio propiamente dicho	D1: <i>“si no limpio bien el tubo puede ocurrir que no obtuviera lo que tenía que dar porque estaba sucio”</i> (explicación a resultados alternativos) D2: <i>“por favor no huelan los tubos”</i> (seguridad en el laboratorio); <i>“pensemos antes en qué se puede obtener en cada tubo”</i> (planteo de hipótesis); <i>“Hay que tener cuidado de no interrumpir el calentamiento porque se produce un vacío y el líquido pasa y rompe el tubo por diferencia de temperatura. Veremos qué cosas cambian”</i> D3: <i>“llenen todos los tubos con agua corriente”</i> (recomendación práctica); <i>“lo que vamos a generar en esta reacción es el gas sulfuro de hidrógeno, que va a burbujear aquí”</i> (anticipación de resultados); <i>“a esto lo hacemos hasta que el color cambie de violeta hasta su desaparición”</i> (anticipación de resultados) D4: <i>“no apaguen el mechero sin sacar la manguera del tubo”</i> (recomendación práctica) <i>“y obtendremos un color cobrizo”</i> (anticipación de resultados)
Orientación hacia la práctica profesional	D1: <i>“esto es importante porque lo van a usar en su futuro”</i> (orientación práctica profesional). D2: <i>“ustedes tienen que poder diferenciar los métodos industriales de los de los usados en el laboratorio”</i> <i>“¿para qué les parece que puede servir esto?”</i> <i>“les estamos preguntando lo que les cuesta o no tienen claro, para que vayan viendo qué les vamos a preguntar en los exámenes. Es lo que tienen que saber si quieren aprobar”</i> (visión hacia adentro de la asignatura)
Trabajo en equipo docentes	D2: <i>“todos los docentes estamos a su disposición”</i> <i>“escuchen lo que dice D4...”</i> <i>“a esta actividad la va a hacer D4”</i>

Otro rasgo propio de la práctica de enseñanza del laboratorio es la planificación previa del TP, evidenciada a partir de algunos dichos de D2 con relación al cuidado del material del laboratorio. La preparación del TP exige que el equipo docente desempeñe una serie de tareas tales como la compra de reactivos, la preparación de soluciones, la organización de las mesadas en donde se desarrollarán las actividades prácticas, entre otras. Además, aquí también entran en juego las jerarquías ya que estas tareas son desempeñadas de manera diferencial según el rol adjudicado dentro del plantel docente. Tanto la preparación de la práctica experimental como la participación dentro del equipo docente, serían dos factores importantes a considerar en el estudio del CDC.

D1 desplegaba un rol de autoridad frente a los estudiantes en una relación netamente asimétrica; mostraba preocupación tanto por el desarrollo de la clase a través de preguntas muletillas como por el trabajo de los alumnos en las mesas de laboratorio ofreciéndoles explicaciones a los resultados no esperados, orientando sus clases hacia un trabajo profesional, ponderando tareas que otorgaran a los estudiantes un rol autónomo.

También se observaron diferencias de actitud durante las explicaciones. Mientras los docentes de mayor experiencia orientaban a sus estudiantes sobre la actividad práctica, los noveles adelantaban los resultados experimentales a sus alumnos, lo que podría interpretarse como una mayor inseguridad de su parte o como una necesidad de diferenciarse de los estudiantes mostrando su propio conocimiento (dado que ocupan el escalón más bajo de las categorías docentes).

Asimismo, se detectó una variación en los turnos de habla del discurso de los docentes según el rol desempeñado durante la clase. Los de categoría más alta, hacían mayor uso de la palabra, tanto para dar explicaciones sobre procedimientos, consejos prácticos, normas de seguridad y fundamentalmente

al momento de explicar los resultados de las experiencias realizadas, dejando a cargo de los más nuevos ciertos detalles técnicos de la práctica.

Este trabajo mostró una diferenciación entre los docentes formados (con muchos años de ejercicio profesional docente, y formación de posgrado -disciplinar y pedagógica- y experiencia como investigadores) y los docentes en formación (hasta dos años de ejercicio, sin formación de posgrado o en tareas de investigación) tanto respecto a las funciones que desempeñaban en la clase de laboratorio, y en cuanto a su CDC.

## CONCLUSIONES

Los casos analizados revelaron que las clases de laboratorio además de ser un espacio físico diferente en donde se desarrolla la práctica educativa, presenta algunas singularidades que obligan a profundizar y diversificar su estudio. La presencia de un equipo docente y los diferentes roles que cada uno desempeña, y a su vez éstos asociados a las actividades que realizan o a los turnos de habla, merecen una reflexión particular a la hora de indagar sobre los componentes del CDC.

De los resultados obtenidos, surge la necesidad de una profundización en el estudio de los tiempos utilizados en cada una de las actividades desarrolladas en el laboratorio que permita responder interrogantes como ¿cuánto tiempo de la clase se destina al desarrollo de actividades de lápiz y papel o de recuperación de los contenidos teóricos? ¿cuánto al de las actividades experimentales? ¿qué tiempo se dedica a la explicación, a la ejecución o a la justificación, dentro de la actividad experimental?

En esta primera aproximación, se evidenció una vez más, el carácter dinámico y versátil del CDC. En lo que a clases de laboratorio se refiere, parece construirse en conjunto en la propia interacción entre los docentes del equipo. Estos resultados mostraron además un nuevo sendero a transitar para lo cual se propone la ampliación y diversificación de los casos de estudio a fin de responder las nuevas preguntas planteadas.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en el marco del Proyecto de Investigación del CONICET PIP N° 11220130100609CO (2014-2016).

## BIBLIOGRAFÍA

- ABELL, S.K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- BERRY, A., LOUGHRAN, J. y VAN DRIEL, J.H. (2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1271-1279.
- BERTRAM, A. y LOUGHRAN, J. (2012). Science Teachers' Views on CoRes and PaP-eRs as a Framework for Articulating and Developing Pedagogical Content Knowledge. *Research in Science Education*, 42(6), 1027-1047.
- BOLÍVAR, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-39.
- FARRÉ, A.S. y LORENZO M.G. (2014). Para no seguir reinventando la rueda: El conocimiento didáctico en uso sobre los compuestos aromáticos. *Educación química*, 25(3), 304-311.
- GARRITZ, A., DAZA, S. y LORENZO, M.G. (2014). *Conocimiento didáctico del contenido: Una perspectiva iberoamericana*. Saarbrücken: Editorial Académica Española.

- GESS-NEWSOME, J. y LEDERMAN, N.G. (Eds.) (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- HERNÁNDEZ, G. (2012). Enseñanza experimental. ¿Cómo y para qué?, *Educación Química*, 23(núm. extraordinario 1), 92-95.
- HOFSTEIN, A. y MAMLOK-NAAMAN, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education: Research and Practice*, 8(2), 105-107.
- JACKSON, P. W. (2002). *Práctica de la Enseñanza*. Avellaneda: Amorrurtu.
- LORENZO, M. y FARRÉ, A. (2009). El análisis del discurso como metodología para reconstruir el conocimiento didáctico del contenido. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra 2009, 342-345.
- LOUGHRAN, J., MULHALL, P. y BERRY, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- MELLADO, V., BLANCO, L.J., BORRACHERO, A.B. y CÁRDENAS, J.A. (Eds.) (2013). *Las Emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*. Badajoz: DEPROFE.
- NAKHLEH, M., POLLES, J. y MALINA, E. (2002). Learning chemistry in a laboratory environment. En: J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust. (Eds). *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Dordrecht: Kluger Academic Publishers.
- PARK, S. y OLIVER, S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge: PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- REID, N. y SHAH, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172-185.
- SHULMAN, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- VÁZQUEZ, B., JIMÉNEZ, R. y MELLADO, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad, *Revista Eureka. Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 4(3), 372-393.

