

EL CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO Y LA ENSEÑANZA DEL ENLACE QUÍMICO EN EL BACHILLERATO

Ana Isabel Lincoln Strange Castro, Kira Padilla
Facultad de Química, UNAM

RESUMEN: Se documentó el conocimiento pedagógico del contenido de dos profesores en activo, en el tema del enlace químico; el cual es considerado un tema fundamental dentro de la química de su correcta comprensión depende el aprendizaje de temas posteriores. Se determinaron los diferentes componentes del conocimiento pedagógico del contenido y se evaluaron varios aspectos del Protocolo Reformado de Observación a la Enseñanza.

PALABRAS CLAVE: conocimiento pedagógico del contenido, enlace químico, profesores de bachillerato.

OBJETIVOS: Documentar el conocimiento pedagógico del contenido (CPC) con el que cuentan dos profesores en activo en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), sobre el tema del enlace químico; además de determinar sus componentes. Mediante la asistencia y observación al número de sesiones en las que impartieron el tema del enlace químico valorar la práctica docente de cada caso según el Protocolo Reformado de Observación a la Enseñanza (o RTOP por sus siglas en inglés, Piburn y Sawada (2000)).

MARCO TEÓRICO

I.- La enseñanza del enlace químico sigue una secuencia de contenidos que normalmente dan prioridad a los modelos y no a las causas que llevaron a su construcción. De tal forma que, generalmente, en la introducción se menciona la regla del octeto, después se aborda el modelo del enlace iónico, seguido del covalente y se cierra el tema con el estudio de la electronegatividad y la polaridad. En todos los casos se relacionan las propiedades de las sustancias con el enlace, ya sea al inicio del tema o a lo largo del mismo; éstas al igual que la electronegatividad y la polaridad son empleadas como criterios para la clasificación del enlace en iónico, covalente o covalente polar. Invariablemente al final de la secuencia mencionada y en algunos casos, se presenta el enlace metálico

II.- El conocimiento pedagógico del contenido. Desde que Shulman planteó la primera definición de CPC, se han realizado diversos estudios para caracterizarlo y establecer las relaciones entre los diferentes conocimientos que lo forman como el disciplinar. En este trabajo se usa el modelo propuesto por Magnusson et al. (1999), en donde se proponen cinco componentes (ver tabla 1), los

cuales dependen del conocimiento y creencias que poseen los docentes sobre los diferentes aspectos del quehacer docente. En cualquiera de estos modelos, el conocimiento disciplinar es una fuente importante de conocimiento que debe ser considerada en el estudio del CPC (Padilla et al., 2011), a pesar de que por sí solo no contribuye en su desarrollo.

Talanquer (2004) señala que el CPC es alimentado iterativamente de cada una de las categorías que lo componen, por lo que es difícil determinarlas y evaluarlas, sin embargo, su influencia se ve directamente reflejada en la toma de decisiones y en las acciones en el aula.

Tabla 1.
Componentes del CPC, propuestos por Magnusson *et al.* (1999)

<i>Componente</i>	<i>Aspectos generales</i>
A. Orientación hacia la enseñanza de la ciencia	Guía la toma de decisiones relativas a la planificación, promulgación y la reflexión sobre la enseñanza.
B. Conocimiento del curriculum científico	Permite la articulación entre las metas y los objetivos que sirven de directriz para la enseñanza de los temas.
C. Conocimiento del entendimiento científico de los estudiantes	Ayuda a los estudiantes a desarrollar un conocimiento científico en específico.
D. Conocimiento de la evaluación en ciencias	Evaluación del entendimiento conceptual, de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento científico.
E. Conocimiento de las estrategias instruccionales	Dichas estrategias coinciden con los aspectos relativos al componente A.

METODOLOGÍA

Muestra

Se realizó una entrevista semi-estructurada a dos profesores (Aureliano y Laudelino; se utilizan nombres ficticios para ocultar la identidad de los docentes) del bachillerato conocido como CCH de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ambos docentes son egresados de una licenciatura relacionada con la química y una maestría en la enseñanza de las ciencias; también imparten la asignatura de química en los primeros semestres y cuentan con más de diez años de experiencia docente. Para conservar el anonimato se utilizarán pseudónimos masculinos para referirse a ellos, independientemente de su género.

Método

Para documentar y retratar el CPC de los profesores mencionados, se utilizaron dos instrumentos: una entrevista semiestructurada y un protocolo de observación de clase. El guión de la entrevista fue tomada de Padilla (2014), la cual consta de 12 preguntas básicas (ver tabla 2). Ambas entrevistas tuvieron una duración aproximada de 30 minutos y fueron grabadas, transcritas y analizadas.

Tabla 2.

Cuestionario para documentar y retratar el CPC de profesores en activo (Padilla, 2014)

1. ¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?
2. ¿Qué intentas que aprendan con esa idea?
3. ¿Qué más sabes sobre esta idea que no les enseñes a tus estudiantes?
4. ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones conectadas al aprendizaje de este concepto? (estudiantes)
5. ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de este concepto? (profesor)
6. ¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de este concepto?
7. ¿Qué procedimientos empleas para que los estudiantes se comprometan con este concepto (analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, etc.)?
8. ¿Qué formas específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los estudiantes sobre este concepto?
9. ¿Consideras que esta evaluación le permite reflexionar sobre lo que ha aprendido y como lo ha hecho?
10. ¿Cómo espera que el aprendizaje de este concepto impacte en la vida cotidiana de sus estudiantes?

Posterior a la entrevista y previo consentimiento de los profesores se asistió al número de clases en que ellos impartieron el tema del enlace químico: el profesor Aureliano en 2 sesiones cada una de una duración aprox. de 120 min.; mientras que Laudelino expone el tema en 8 sesiones cada una de aprox. 90 min. En ambos casos, los grupos contaban con la asistencia promedio de 25 alumnos de características socioeconómicas similares. Dichas sesiones se grabaron, se transcribieron, analizaron y se estableció la secuencia de los contenidos y el discurso didáctico empleado por el profesor para la enseñanza del enlace químico.

Durante la observación se utilizó el RTOP desarrollado por Piburn- Sawada (2000),

el cual se evaluó asignando un valor a cada ítem del protocolo empleado (ver tabla 3). Al finalizar el seguimiento, se promedió el valor obtenido en cada clase para cada uno de los ítems evaluados. Dichos valores fueron graficados al asignarle una letra a cada ítem de los apartados III, IV y V, esto con la finalidad de poder comparar y analizar la presencia y distribución de los aspectos evaluados.

El RTOP consta de cinco apartados. El primero recoge los datos generales del profesor, de los estudiantes y otros relacionados al lugar donde se llevará a cabo la sesión; mientras que el segundo cuenta con espacio suficiente para realizar las notas que el observador considere pertinentes. En el apartado III "*Diseño e implementación de la lección*", se evalúan aspectos que pueden relacionarse principalmente con algunas características del componente A del CPC, como puede ser la participación activa de los estudiantes en el aula o si en una actividad experimental no existe un único método de solución. La siguiente sección "*Contenido*" se divide a su vez en dos: el conocimiento proposicional y el procedimental. Ambas subsecciones comparten aspectos relativos al nivel de abstracción empleado por el profesor en la presentación de los conceptos y/o la relación entre ellos en el curriculum. El último apartado, (V) "*Cultura de Clases*", examina dos aspectos: las interacciones comunicativas y las relaciones profesor-alumno. Las cuales, según indican los autores, no son mutuamente excluyentes.

Tabla 3.
Adaptación y reproducción de algunos ítems destacados del RTOP.

APARTADO	ÍTEM
III. Diseño e implementación de la lección	¿La estrategia de enseñanza y las actividades respetan el conocimiento previo y las concepciones alternativas de los estudiantes al respecto?
IV. Contenido	Conocimiento proposicional ¿Los elementos de abstracción (representaciones simbólicas, construcciones teóricas) son fomentados cuando es importante hacerlo? Conocimiento procedimental ¿Los estudiantes usan una variedad de recursos (modelos, dibujos, gráficos, materiales, etc.) para representar el fenómeno?
V. Cultura de clases	Interacciones comunicativas ¿Hubo un clima de respeto a las ideas de los demás? Relaciones Alumno/Profesor ¿La participación activa de los estudiantes es fomentada y valorada?

RESULTADOS

El profesor Aureliano afirmó conocer las concepciones alternativas más frecuentes asociadas a los conceptos que considera centrales para la enseñanza del tema de enlace. Dichos conceptos son: reacción química, energía, cambios de estado y el octeto de Lewis. Sin embargo, durante la observación de las clases esto se vio escasamente reflejado. Adicionalmente manifestó sus emociones relativas a algunos tópicos en el tema como: el octeto de Lewis, (*"Lewis me cae mal"*), al que considera un modelo limitado y que no siempre incluye en su secuencia de enseñanza. Reconoce emplear analogías antropomórficas a lo largo del tema, así mismo ha introducido el uso de los modelos y del modelaje en diversas actividades con sus estudiantes aunque desconoce cuáles son sus alcances o resultados.

El profesor Laudelino considera que dos de los principales problemas en la enseñanza del enlace son: la dicotomía existente que se traduce en la clasificación del enlace en iónico o covalente, (o la omisión del enlace metálico) y el poco entendimiento de los alumnos del carácter discreto de la naturaleza. Considera que es necesario manejar el uso de los modelos para introducir al alumno no sólo en el quehacer científico, sino en la comprensión de las limitaciones que los modelos (de enlace) presentan. Entonces, estructura su secuencia de enseñanza alrededor del entendimiento de las diversas estructuras químicas (átomos, moléculas y redes), de las propiedades macroscópicas de la materia y de las relaciones que existen entre ambas. También presenta el tetraedro de las sustancias como un esfuerzo por explicar *"la escala de grises presente en el enlace"* (enlaces intermedios) y emplea una variedad más amplia de analogías, demostraciones, animaciones, ejemplos y ejercicios.

Es importante destacar que Laudelino ha diseñado una serie de ejercicios que denomina *"ejercicios mentales"*, en los cuales les solicita a sus alumnos que imaginen una situación hipotética y que a partir de la información que se les otorga logren resolver la interrogante planteada. Adicionalmente, fomenta la imaginación y la creatividad en sus alumnos al pedirles que escriban un cuento corto en el que la trama gire en torno a algún tema químico. Se sabe que este tipo de ejercicios pueden favorecer la memoria y la asimilación de conceptos abstractos (Gilbert, 2000).

En cuanto a la identificación de los componentes del CPC de cada profesor, fueron designados de acuerdo al criterio de las autoras. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4. En el caso del Laudelino se observa que éste presenta una mayor puntuación en cada uno de los apartados del RTOP y un mayor número de fragmentos identificados con los componentes del CPC, que los resultados del profesor Aureliano.

Tabla 4.
Número de fragmentos
identificados con los componentes del CPC

Componente del CPC	Laudelino	Aureliano
A	15	22
B	17	20
C	19	28
D	7	9
E	10	12

En la figura 1 se muestran, de manera general, los resultados obtenidos en el RTOP. Cada uno de los apartados evaluaban diferentes aspectos del aula con una escala tipo Likert de 0 a 4 (dónde 0 es nunca ocurrió y el 4 es muy descriptivo). Con esto en mente, en las gráficas se puede observar que ambos docentes obtienen la misma puntuación en varios aspectos de la cultura de clases como son: la generación de un ambiente de respeto en el aula, la escucha atenta por parte del profesor y la promoción de la comunicación de las ideas de los estudiantes; aunque difieren significativamente en los aspectos restantes, en dónde el profesor Laudelino consigue una mejor evaluación que el profesor Aureliano.

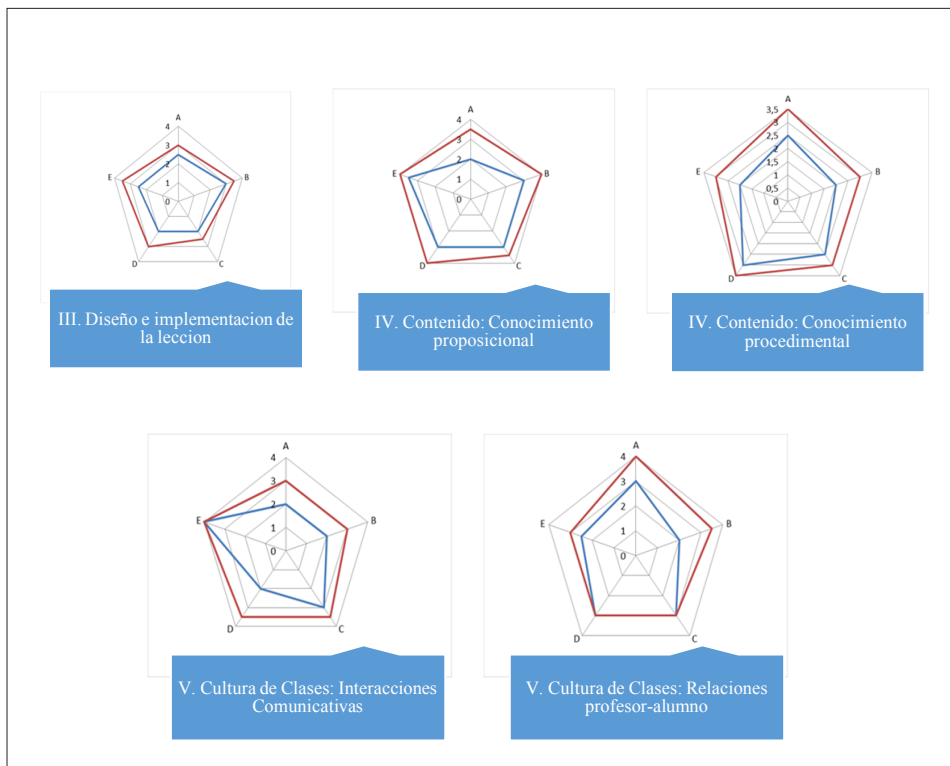


Fig. 1. Gráficas de los componentes III, IV y V del RTOP que fueron evaluados según una escala tipo Linket (donde 0= nunca y 4=siempre). Las líneas azules corresponden a los resultados asignados al profesor Aureliano mientras que las rojas a Laudelino.

Todas las acciones que un profesor realiza son resultado de una planeación y reflexión previa, por lo que al observar y evaluar las sesiones que se imparten sobre un tema en particular es posible relacionar estos resultados con el CPC. Por ejemplo, en el RTOP, se evalúa si la estrategia empleada por el profesor respeta el conocimiento previo y las concepciones alternativas de los estudiantes. Esto indica que el profesor debe conocer dichos aspectos y en consecuencia seleccionar y/o diseñar una serie de actividades que faciliten el aprendizaje, características que sugieren la presencia de los componentes A y C del CPC. Adicionalmente, si el profesor manifiesta conocer las metas de enseñanza (por ejemplo a través de la entrevista) se percibe la presencia del componente B.

CONCLUSIONES

En el caso de los profesores estudiados, los componentes del CPC en el tema de enlace y las relaciones que existen entre ellos: la instrucción, el currículo y el aprendizaje de los estudiantes, guardan una ligera semejanza con un modelo tradicional de enseñanza; con excepción de la evaluación la cual se rige por la realización de exámenes, reportes de laboratorio y tareas. También se pudieron establecer correlaciones entre los aspectos evaluados por el RTOP y los componentes del CPC; por lo que el uso de ambos instrumentos enriquece la discusión, reflexión y análisis de los resultados obtenidos.

En la actualidad los profesores de ciencia poseen una fuerte formación disciplinar, pero es necesario trabajar en un modelo de formación y/o actualización docente, donde no sólo reflexionen sobre su práctica sino también en aspectos relacionados con la historia, la naturaleza y la filosofía de la ciencia, sin descuidar las cuestiones pedagógicas. De esta manera el profesor podría integrar estos aspectos a sus actividades de manera efectiva y enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, es necesario que se realice más investigación para dilucidar de qué forma las creencias o emociones que los profesores experimentan afectan su práctica docente y el desarrollo del CPC.

REFERENCIAS

- GILBERT, J. K. (2000) Thought experiments in science education: potential and current realization, *International Journal of Science Education*, 22, (3), 265-283
- MAGNUSSON, S., KRAJCIK, J. BORKO, H. (1999) Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching, en J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (eds.), *Examining pedagogical content knowledge*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 95-132.
- PADILLA, K. (2014). El CDC y la formación de profesores, en A. Garritz, G. Lorenzo, S. Daza (eds.) *Conocimiento Didáctico del Contenido: Una perspectiva Iberoamericana*, Editorial Académica Española, pp. 175-208,
- PADILLA, K., VAN DRIEL J., (2011), The relationships between PCK components: the case of quantum chemistry professors, *Chemistry Education Research and Practice.*, 12, 367-378
- PIBURN, M., SAWADA, D. (2000). RTOP: Reformed Teaching Observation Protocol: Reference Manual, University of Arizona.
- TALANQUER, V. (2004) Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?, *Educación Química*, 15 (1), 52-58