

Análisis del discurso del profesorado de química en ejercicio y su contribución a la evaluación de competencias de pensamiento científico. Un estudio de caso en Chile

Mario Quintanilla,¹ Cristian Merino,² Luigi Cuellar³

ABSTRACT (Discourse analysis of practicing chemistry teachers and its contribution to the assessment of scientific thinking competences. A case study in Chile)

Under Fondecyt 1095149 project, the Teaching Reflection Workshop (TRD) on "Science communication in the classroom and promotion of Scientific Thinking Skills" (CPC) was designed and conducted with four chemistry teachers of Middle School. During the workshop, the teachers designed and planned teaching and learning sequences (SEA) for the chemical bond, emphasizing argumentation and explanation. The speeches of one of the two teachers who participated in the activity following the methodological guidelines by Boulter (2000) are characterized and analyzed in this paper. The results indicate that the use of different systemic patterns allows us to study the discourses that emerge in chemistry class and are means for explaining the world.

KEYWORDS: evaluation, scientific thinking competences

Resumen

Durante el año 2010 y en el marco del proyecto Fondecyt 1095149 se diseñó y realizó un Taller de Reflexión Docente (TRD) con cuatro profesores de química de Enseñanza Media en torno a la *Comunicación científica en el aula y la promoción de Competencias de Pensamiento Científico (CPC)*. Los docentes diseñaron, planificaron y ejecutaron secuencias didácticas (SDQ) para la enseñanza y el aprendizaje del enlace químico, enfatizando la *argumentación y la explicación científica escolar*. Luego de observar las clases, se transcriben caracterizan y analizan los discursos docentes de dos profesores siguiendo las directrices metodológicas de Boulter (2000). Los resultados indican que el uso de diferentes patrones sistémicos permite estudiar los discursos que emergen en la clase de química y son formas de explicar el mundo.

Palabras clave: competencias de pensamiento científico, evaluación

¹ Facultad de Educación. Laboratorio Grecia. Pontificia Universidad Católica de Chile;

Correo electrónico: mariorqg@gmail.com

² Instituto de Química. Laboratorio de Didáctica de la Química. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso;

Correo electrónico: cristian.merino@ucv.cl

³ Facultad de Educación. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile.

Correo electrónico: lcuellar@ucsc.cl

Orientaciones teóricas

El presente trabajo forma parte de una línea de investigación que se viene desarrollando en el Laboratorio GRECIA (www.laboratoriogrecia.cl) a través de diferentes proyectos de formación e investigación (AKA-04, Fondecyt 1110568, 1070795 y 1095149) vinculados al desarrollo, caracterización y validación de un modelo de evaluación de competencias de pensamiento científico (MECPC) para mejorar la calidad de los aprendizajes científicos (F1095149) donde hemos desarrollado innumerables acciones de investigación, divulgación, formación, gestión y formación orientadas a develar las concepciones teóricas sobre la ciencia y su enseñanza, evaluación y aprendizaje.

Entre las preocupaciones que rodean el docente de ciencias en ejercicio está la necesidad de desarrollar en sus estudiantes el pensamiento científico y habilidades para la vida. La importancia y las implicancias de las investigaciones en la enseñanza de la ciencia, el desarrollo del currículo, en educación científica, radica en su alcance en las reformas educacionales, y en particular el impacto sobre las concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia, y los aspectos multiculturales de la misma que tienen profesores de ciencia servicio (Appleton & Asoko, 1996). Pero para ser coherentes con lo anterior el proceso de evaluación es crucial. Es decir, que el docente cuente con un modelo de evaluación que direcciona las acciones a desarrollar en el aula que promuevan las CPC.

La noción de CPC en Didáctica de las Ciencias es considerada a la vez problemática y potente, entre otras cosas.

Tabla 1. Patrón sistemático reiterativo y que contiene cuatro componentes o posiciones. (Tomado y adaptado de Sinclair y Coulthard, 1975; Cazden, 1991).

Patrón que se repite y tiene tres componentes o posiciones

Patrón	Descripción
(I=Indagación)	Un profesor pregunta algo que el alumno debe conocer y ha de recordar, o sugiere la necesidad de llevar a cabo una acción.
(R=Respuesta)	El estudiante contesta o lleva a cabo esa acción.
(E=Evaluación)	El profesor evalúa lo sucedido.
(F=Feedback)	Asimismo hemos introducido un cuarto componente, que es cuando el docente regula las ideas y proporciona nueva información para que el estudiante reformule sus respuestas o acciones.

Diremos que una competencia científica escolar es cualquier capacidad (cognitiva, discursiva, material, afectiva) de orden superior específica, con capacidad de hacer algo sobre un contenido determinado (proveniente de las ciencias) dentro de un contexto delimitado reconocible (escolar significativo, y por tanto transferible a la vida ciudadana) (Adúriz-Bravo, 2005; Quintanilla, 2006). En consecuencia, nos parece necesario que los docentes de ciencias en el proceso formativo escolar sean capaces de diseñar e implementar instrumentos y estrategias de evaluación de competencias de pensamiento científico (CPC) que den cuenta de cómo el estudiantado aprende a comprender y a interpretar la ciencia al enfrentar auténticos problemas ya sea con su ayuda o independientemente y de forma similar a ensayar las estrategias de solución que contribuyan al aprendizaje y estimulen el desarrollo de la

creatividad y el talento en las diversas áreas del conocimiento científico. La relevancia de desarrollar, caracterizar y validar un modelo de evaluación de competencias de pensamiento científico que permitan al estudiantado afrontar situaciones diversas, sobre la base de un cierto dominio de habilidades y recursos que a buen término le faciliten explicar, argumentar, formular hipótesis, comunicar sus ideas y transferir conocimiento científico en torno al desarrollo de sus estudiantes y de sí mismos como formadores. Se trata de la posibilidad de acceder de manera consciente a los procesos, condiciones y productos que tiene lugar durante la formación de competencias e inscribirlos en una corriente sistemática de juicios valorativos y evaluativos que permitan ejecutar adecuadamente su labor de formación del pensamiento científico de sus estudiantes, facilitando a la vez un aprendizaje de alto orden (Quintanilla, *et al.* 2010).

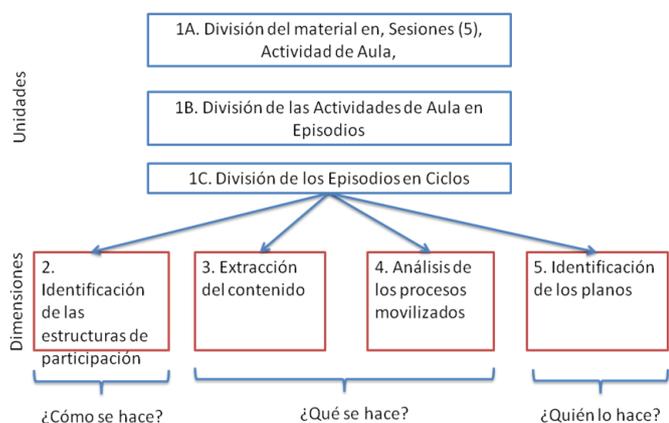
En esta oportunidad presentamos el análisis de una secuencia didáctica de química (SDQ), para ejemplificar modos de observar la realidad y de relacionarse con ella; lo que implica y supone modos de *pensar, hablar y actuar*, pero sobre todo la capacidad de integrar estos aspectos en diferentes instantes del proceso de enseñanza, evaluación y aprendizaje (Arca, Guidoni, P. & Mazzoli, 1990).

Metodología, instrumentos y técnicas de análisis

De acuerdo a lo anterior y bajo una "lógica" para mirar las aulas, una primera aproximación en el análisis de las clases consiste en comparar los diseños de los docentes *versus* los eventos que ocurren en el aula. Un segundo nivel de análisis busca dar cuenta de las interacciones mediante un *patrón sistemático* que se repite una y otra vez y que tiene tres componentes o posiciones (tabla 1): Un profesor pregunta algo que el alumno debe conocer y ha de recordar, o sugiere la necesidad de llevar a cabo una acción (I = Indagación). Un alumno, elegido por el propio profesor, contesta o lleva a cabo esa acción (R = Respuesta) y, finalmente, el mismo profesor evalúa lo sucedido (E = Evaluación). Es la denominada estructura tripartita Indagación / Respuesta / Evaluación – IRE para resumir. Asimismo, hemos introducido un cuarto componente (F = *Feedback*), que es cuando el docente regula las ideas y proporciona nueva información para que el estudiante reformule su respuesta. Los ciclos IRE, o IRFE no sólo son útiles para analizar la interacción educativa sino también para desarrollarla; mejor aún, son sus elementos constituyentes (Sánchez, *et al.*, 2008, p. 112). A continuación ejemplificamos esta idea, a través de una clase de química con estudiantes de 14 años, de la docente Macarena en un colegio secundario de Chile.

Macarena y el enlace químico: fuerza que une a los átomos

Macarena es una profesora joven con 15 años de servicio docente. Inicia su sesión realizando preguntas abiertas sobre el interacción entre dos átomos, guardando relación con la planificación de la UD en etapa 1. La noción que aborda MS en



(*Esquema sugerido y adaptado de Sánchez et al. 2008)

Figura 1. Esquema de análisis de discurso. (Tomado y adaptado de Sánchez et al., 2008).

Tabla 2. Ejemplificación del análisis del patrón sistémico I-R-F-E.

Líneas	Transcripción	Interacción
71 72	A. Son no metales porque no tienen la carga (???), los electrones de valencia no tienen la carga (????).	Respuesta
73 74	P. Bien, (???) en esas cortinas que están ahí. Argumente qué tipo de enlaces hay.	Indagación
75	A. Enlace covalente.	Respuesta
76 77 78 79 80 81 82	P. Porque ¿? Argumente, explique. Las (¿afirmaciones?) que hay en esa cortina. Ya sus compañeros dicen que ...- vamos a hablarlo entre todos. Felipe, dijo que en las cortinas habían enlaces covalentes. Mario, dice que son covalentes porque si no hay metales entonces hay sólo metálicos o sea perdón si no hay metales hay sólo no metales y por lo tanto son covalentes. Alguno puede aportar alguna otra fundamentación ¿?.	Feedback
83	A. (Habla muy bajo no se le entiende).	Respuesta
84 85 86	P. Aquí hay dos argumentaciones más, si fuera metal no podría pasar la luz y si fuera iónico sería un sólido cristalino. (No se entiende porque los alumnos se ríen y dicen bromas).	Evaluación
87	A. Un metal tiene más peso (???).	Respuesta
88 89 90	P. (???) Serían más pesados, por eso la ropa no tiene metal. A ver, silencio. Hay duda acá, sus compañeros preguntan por qué las cortinas de baño se pegan al agua.	Evaluación / Indagación

Simbología: A: Alumno; P: Profesor.

la clase guarda relación en todo momento con la enunciada en su UD “el enlace químico es la fuerza que mantiene unidos a dos o más átomos que intercambian o comparten pares de electrones externos”. El patrón de interacción recae constantemente por parte de la docente en la Indagación de las ideas de sus estudiantes sobre los contenidos conceptuales átomos, configuración electrónica, del modo que sus estudiantes puedan proporcionar la respuesta que gravita durante toda la sesión: ¿Cómo es que están unidos los átomos para formar diferentes sustancias/materiales? Por parte de los estudiantes, éstos se centran en desarrollar la tarea proporcionada por la docente y a responder a sus preguntas. Por el momento no se aprecia el uso de atributos e indicadores del modelo de evaluación de competencias (MECPC), pese a que la docente los declara en el instrumento de evaluación. Es necesario destacar el uso de mediadores didácticos por parte de Macarena como lo son las analogías, y los propios recursos que se encuentran en el aula. Esta idea se aprecia cuando proyecta los ejemplos de sus estudiantes al usar el ejemplo de las cortinas como recurso. Cuando del mismo ejemplo se pasa de un primer plano instrumental (qué tipo de enlace está presente en la cortina de la ventana del aula) a un segundo plano personal-significativo (la cortina del baño y su interacción con el agua, del baño de sus casas). Véase ejemplo secuencia de análisis, líneas 71-87 (tabla 2).

La diferenciación entre los *tipos de enlace* química está presente durante toda la sesión. A modo de actividad se reitera en la elaboración y producción de textos argumentativos (historietas, narraciones, etc.) No obstante, tras la lectura de los ciclos IRE, IRFE, los hechos del mundo seleccionados para dar cuenta de los enlaces se centran en aquellos que se pueden observar en una práctica experimental. En esta sesión el conjunto de intercambios necesarios para que dos o más personas lleguen a un acuerdo o, al menos, crean haber llegado a un acuerdo respecto del desarrollo de alguna meta (o submeta), se concentra en establecer una idea clave: que los estudiantes se empoderen de la noción de enlace químico. A modo de síntesis la revisión de las *cinco sesiones de clases analizadas* (SCQ) (figura 2), es digno de mencionar que en varios turnos de intervención no se logra apreciar de forma clara la preocupación de los estudiantes por exponer sus ideas, buscando expresiones que se aproximen al lenguaje científico.

Conclusiones

Al comparar SCQ1, SCQ2, SCQ3, SCQ4, SCQ5, la nobleza de la transcripción no permite dar cuenta del proceso de construcción del lenguaje (discurso) por parte de los alumnos, observándose sólo la apropiación de la voz del docente (argumentos), que se ha convertido en la voz de los estudiantes, sobre ‘enlace químico’. A modo de síntesis de la SCQ2, cerca

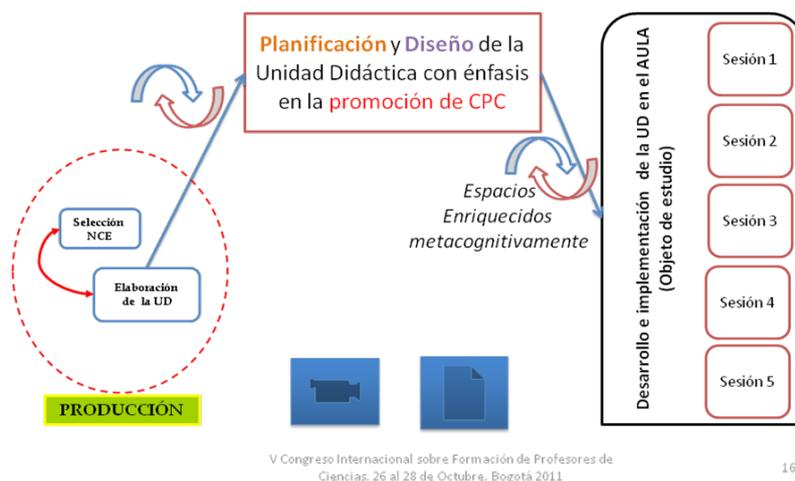


Figura 2. Sesiones de clase en las que se desarrolla la unidad diseñada por el docente.

del 50% del discurso que se socializa en el aula proviene de las explicaciones de la docente sobre los contenidos. El patrón sistémico que gravita durante la sesión esencialmente es la indagación (I) y el *Feedback* (F).

Tras hacer la lectura de las 5 SCQ, correspondientes a la docente MS, se aprecia un desarrollo del MECPC a través de las actividades diseñadas por la docente para promover CPC específicas. La docente desde su experticia diseñó, planificó y seleccionó actividades desde las cuales verter las ideas abordadas en los TDR realizados en el contexto del FONDECYT.

- El uso de patrones sistémicos permiten estudiar los discursos que emerge en la clase y son formas de explicar el mundo, un mundo que en el caso de MS se centró en hechos reales, de laboratorio y simbólicos, incentivando a sus estudiantes a cambiar de escala para poder en sus términos argumentar lo micro y lo macro del enlace químico.
- En referencia a la riqueza de los datos colectados, se hace necesario para una mejor interpretación de los discursos de los estudiantes en caso de réplica, actividades grupales y sobre éstos disponer de instrumentos de captura de datos, como también en la calidad de las transcripciones que permita identificar de mejor forma que estudiantes responde de manera efectiva al MECPC.

Agradecimientos

A Macarena por participar en el proyecto Fondecyt 1095149 y permitirnos obtener registros de su aula. Al proyecto AKA-04, Fondecyt 1095149y Fondecyt 1110568, por financiar la gestión científica de este estudio.

Bibliografía

- Adúriz-Bravo, A. *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2005.
- Appleton, K. & Asoko, H. A case study of teacher's progress toward using a constructivist view of learning to inform teaching in elementary science, *Science Education*, 80(2), 165–180, 1996.
- Arcá, M., Guidoni, P. & Mazzoli, P. *Enseñar ciencia: cómo empezar*. Barcelona: Paidós, 1990.
- Boulter, C. Lenguaje, modelos and modelling in the primary science classroom. En: J. K Gilbert y C. J. Boulter (eds.), *Developing Models in Science Education*, pp. 289–305. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- Cazden, C. *El discurso en el aula. El lenguaje de la enseñanza y del aprendizaje*. España: Paidós, 1991.
- Quintanilla, M. Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: Quintanilla, M. & Adúriz-Bravo, A. (eds.), *Enseñar Ciencias en el nuevo milenio. En Retos y propuestas*, pp. 17–42). Santiago de Chile: Ediciones PUC, 2006.
- Quintanilla, M., Joglar, C., Jara, R., Camacho, J., Ravanal, E., Labarrere, A., Cuéllar, L., Izquierdo, M. y Chamizo, J. A., Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio?, *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 185–198, 2010.
- Sánchez, E., García, J., Rosales, J., de Sixte, R., Castellano, N., Elementos para analizar la interacción entre estudiantes y profesores: ¿qué ocurre cuando se consideran diferentes dimensiones y diferentes unidades de análisis?, *Revista de Educación*, 346, mayo-agosto, 105–136, 2008.
- Sinclair, J. & Coulthard, M. *Towards an analysis of discourse: The English used by teachers and pupils*. Londres: Oxford University Press, 1975.