

La acción docente y los roles de los estudiantes en el contexto de las interacciones comunicativas en la enseñanza de la química a nivel superior

Adriana Soto Zuluaga
Instituto Tecnológico Metropolitano
adrianasoto@itm.edu.co

Fanny Angulo Delgado
Universidad de Antioquia
fany.angulo@udea.edu.co

Carlos Soto Lombana
Universidad de Antioquia
correo: carlos.soto@udea.edu.co

Línea temática: Didáctica de las Ciencias Naturales en la Educación Superior.

Modalidad: Comunicación Oral

Resumen

Tomando en cuenta la Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD) y la Teoría de la Acción Didáctica Conjunta (TADC) se estudió la acción docente y los roles de los estudiantes (movimientos topogénéticos) en el contexto de las interacciones comunicativas, en torno al tema estructura atómica en un aula universitaria. Se utilizó el estudio de caso como método de investigación. Los resultados principales apuntan a que un cambio en la topogénesis de los estudiantes trae como consecuencias modificaciones o avances sustanciales en el avance de la clase que se hacen evidentes en la medida que el alumno se acerca al saber apropiándose de las formas discursivas asociadas a las temáticas de estudio, interpreta correctamente instrucciones de la tarea, usa adecuadamente el modelo teórico correspondiente, formula interrogantes, lo que implica la incorporación de dinámicas metacognitivas y de regulación del aprendizaje por parte del estudiante, que lo lleva a tomar conciencia de su rol dentro de la clase.

Palabras clave

Acción docente, Interacción discursiva, Rol de los estudiantes (topogénesis), Enseñanza de la Química, Educación Superior.

Objetivos

Explorar el potencial que tiene la acción docente centrada en las interacciones discursivas, en particular aquellos momentos que favorecen movimientos topogénéticos de los estudiantes.

Marco Teórico

La enseñanza de las ciencias no consigue los resultados esperados, es un común en los análisis que se realizan periódicamente y en el decir de los profesionales de la docencia, además es frecuente

en las aulas la escasa participación de los estudiantes, que no permite evidenciar una activa apropiación del conocimiento. En nuestro medio, las clases de química se imparten en su gran mayoría desde un formato tradicional y en algunas ocasiones cuando el profesor pregunta, encuentra poca respuesta de los estudiantes. Teniendo en cuenta que educar significa comunicarse, intercambiar y compartir, vemos la importancia de que, en la enseñanza universitaria, al igual que se ha puesto ampliamente de manifiesto para otros niveles educativos, ha de estar centrada en torno a los estudiantes, en estructuras interactivas que potencien su protagonismo, y en promover la conversación entre estudiantes y profesorado.

La revisión de la literatura, mostró que durante la última década diversos equipos de investigación en didáctica de las ciencias se han interesado por el sistema de comunicación en las clases y por el discurso en el aula (Candela, 2006, 2013), Coll y Sánchez (2008), De Longhi et al. (2012), Prados y Cubero (2016), entre otros. Pero son pocos los estudios realizados a nivel de educación superior y en especial sobre el área de química. Es por ello que surgió el interés de realizar un estudio que diera cuenta de prácticas docentes que se producen en las aulas de pregrado.

Esta investigación se sustenta en la Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD) propuesta por Brousseau, (1991, 2007), y Teoría de la Acción Didáctica Conjunta (TADC), desarrollada por Sensevy (2007), para estudiar las prácticas docentes desde la didáctica, centrando la atención en los componentes de la teoría que favorecen y/o promueven las interacciones comunicativas en las clases de ciencias.

La TSD se puede definir como una situación construida intencionalmente con el fin de hacer adquirir a los alumnos un saber determinado. En esta teoría se estudian los procesos de enseñanza y aprendizaje, que se dan en un conjunto de relaciones establecidas en un sistema formado por la triada profesor, estudiante, saber. En este sistema la actividad del profesor y del alumno se determina en función de las acciones que cada uno de ellos realiza sobre el medio didáctico, el cual es representado por aspectos materiales (papel, lápiz, tablero, reglas, calculadoras, ordenadores,...) y simbólicos (contexto cognitivo: los lenguajes formales, los gráficos, los tipos de discursos, etc.).

La TADC permite ubicar la acción didáctica como un proceso comunicativo, en donde la acción del alumno está determinada en gran parte por los conocimientos enseñados y las tareas de aprendizaje que propone el profesor, y por su parte, la acción del docente se orienta y ajusta en función de los comportamientos y acciones del alumno.

Dentro del marco de la TADC, los estudios sobre la acción docente han permitido identificar los conceptos que describen tres tipos de procesos didácticos directamente ligados a la acción conjunta, los cuales ayudan a describir el estado de un sistema didáctico en un momento dado; estos procesos son: la *mesogénesis* la cual está relacionada con la evolución del medio didáctico (contenidos, condiciones y reglas de la tarea) a lo largo de la clase, la *topogénesis* caracterizada por los roles que los agentes profesora y estudiantes, adoptan durante la tarea didáctica y la distancia de estos últimos con el saber a lo largo de la clase, y la *cronogénesis*, que implica los tiempos relacionados con límites que el profesor asigna a la tarea y los avances de la actividad en términos de articulación de contenidos co-construidos (Sensevy, 2007).

Desde un punto de vista descriptivo es posible establecer relaciones de complementariedad entre los tres tipos de procesos didácticos, es decir que se puede establecer que un cambio en la topogénesis de los estudiantes trae como consecuencias modificaciones o avances sustanciales en la mesogénesis y la cronogénesis, por cuanto la topogénesis involucra acciones de aprendizaje que implican interpretación (ej. de gráficos y lecturas), producción (ej. de esquemas, explicaciones, representaciones), transformación (ej. de antiguos saberes a nuevos saberes) y con ello la

incorporación de dinámicas metacognitivas y de regulación del aprendizaje por parte del estudiante, que lo lleva a tomar conciencia de su rol dentro del contexto del juego didáctico.

Metodología

Se eligió la investigación cualitativa-interpretativa con énfasis en estudios de caso (Stake, 1995), como posibilidad para generar información descriptiva. Este enfoque permite indagar, profundizar y describir a partir de una práctica de aula, los intercambios comunicativos entre profesor y estudiantes. El dispositivo metodológico empleado fue la Clínica Didáctica (Schubauer-Leoni, 1998), que han venido desarrollando los grupos de Semiótica – Educación – Desarrollo (SED – Universidad de Ginebra) y GECEM de la Universidad de Antioquia, basada en métodos que se complementan entre sí para obtener “un cuadro clínico” de las situaciones reales de enseñanza y aprendizaje. La unidad básica de observación es la evolución de las relaciones al interior de la terna docente – medio didáctico – alumno/s a lo largo de una unidad temática sobre el tema estructura atómica, dictado a estudiantes de segundo semestre de la carrera de Química de una universidad ubicada en Medellín. Se eligió a una profesora del área de química por la forma en que planea y dicta sus clases, primando en ellas intercambios discursivos con los estudiantes. Del material grabado se analizaron 5 clases de aproximadamente 2 horas cada una. Toda la información se transcribió y se analizó siguiendo las características del enfoque cualitativo. En la siguiente tabla se reúnen las temáticas de las sesiones de clase analizadas.

Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5
Ideas de aproximación al modelo mecánico cuántico del átomo	Átomos, Carga nuclear efectiva, Interacciones fundamentales.	Diagrama de energías de orbitales atómicos, átomo de hidrógeno	Sistema Laser He-Ne.	Tarea y socialización (Láser He-Ne).

Tabla 1. Sesiones de clase analizadas

Resultados

A lo largo de la unidad temática se ha descrito el proceso de enseñanza y aprendizaje llevado a cabo en un aula universitaria. Dicha descripción se hace desde la lectura de las categorías meso, topo y cronogénesis, las cuales permitieron identificar la manera como se construyen conjuntamente las significaciones alrededor de unos contenidos del saber en esta aula (por la extensión del escrito no se alcanza a dar cuenta de ello). Pero se puede resumir en que evidenciar la construcción de contenido en estas clases, implica a la vez dar cuenta del enriquecimiento topogenético del estudiante asumido en la actitud crítica y reflexiva propias de un investigador, características del saber profesional enseñado. Como muestra de ello, en la Tabla 2 se traen algunos fragmentos que se centran en los diálogos de la profesora con estudiantes que manifiestan gran inquietud por las temáticas del curso y el área en general. Estos episodios se organizan de forma cronológica apuntando a diferentes tipos de enriquecimiento topogenético (cognitivo, metacognitivo, epistémico, disposición profesional) encontrados en los estudiantes. Cabe aclarar que estos momentos se logran a partir de la tercera sesión de clase analizada, después de un trabajo de formación e instrucción realizado en esta aula.

Enriquecimiento topogenético de los estudiantes	
Descripción del episodio	Características del Enriquecimiento topogenético
<p>Sesión 3, Ep.8 Estudiantes y profesora están hablando sobre el gráfico de transiciones electrónicas del hidrógeno y están inquietos por el estado de energía infinito.</p> <p><i>(102) Mateo: Profesora, pero según yo veo a ese lugar no se puede, a ese nivel de energía no se puede llegar (El estudiantes se refiere al estado de energía infinito en el átomo)</i> <i>(103) P (04:27): ¿Porque no?</i> <i>(104) Mateo: Porque para eso necesitaríamos que no hubiera ninguna partícula interaccionando con el electrón.</i> <i>(105) P (04:34): Claro.</i> <i>(106) Mateo: Pero en todas partes hay partículas.</i> <i>(107) P: Sí, por eso, cuando él interacciona, esta partícula colisiona con el electrón y le da la energía suficiente y el electrón se va del átomo de hidrógeno.</i> <i>(108) Mateo: Pero a esa energía no se llega profesora, a ese nivel no se llega.</i></p>	<p>Enriquecimiento metacognitivo y epistémico: reflexión que hace el estudiante que apunta a la vez al proyecto epistémico de la clase (léxico y conceptual). Los estudiantes se van haciendo conscientes de emplear el <i>léxico</i> adecuado para referirse a los fenómenos que ocurren al interior de los átomos. Aquí el alumno se refiere al infinito como una zona del plano físico cuando habla de “lugar”, pero luego cae en cuenta y corrige su expresión cuando adiciona el “nivel de energía del átomo” (102). En este turno se ve cómo el estudiante se hace preguntas que van más allá de la temática de la clase. Las ideas que el estudiante expone en los turnos 104 y 106 tienen una carga teórica y epistemológica interesante, ya que está pensando la materia desde el punto de vista atómico en todo lo que lo rodea. El estudiante entabla con la profesora un diálogo en donde se evidencia que ha incorporado elementos del saber que le permiten hacer este tipo intervenciones.</p>
<p>Sesión, 3 Ep.9 Se continúa hablando del infinito</p> <p><i>(130) Mateo: ¿Este infinito implica el momento en el cual tengo un núcleo... (el estudiante señala el nivel infinito en el gráfico)</i> <i>(133) P (12:58): No, hay interacción en el núcleo, núcleos libres y electrones libres.</i> <i>(134) Mateo: Pero ¿qué tan infinito es ese infinito?</i> <i>(135) P: Va a depender del radio atómico del átomo, si su radio atómico es doce picómetros, cuando supere doce picómetros está en el infinito el electrón...</i></p>	<p>Enriquecimiento cognitivo: el estudiante tiene lagunas o vacíos de significación y por medio de sus preguntas se acerca al saber. El estudiante sigue con dudas sobre el infinito hasta que elabora la pregunta: “<i>Pero ¿qué tan infinito es ese infinito?</i>”. Este interrogante se considera de gran riqueza ya que pareciera que se hablara de lo mismo cada vez que los estudiantes preguntan sobre un aspecto semejante, pero en realidad se van tocando otros factores que van conformando el entramado teórico del asunto. La pregunta del estudiante resulta bastante pertinente, porque según la respuesta de la profesora, el infinito en un átomo si tiene un fin.</p>
<p>Sesión, 3 Ep.9 En este episodio el estudiante hace una pregunta alejada de la temática de la clase.</p> <p><i>(140) Pablo: Profesora, porque se dice que la mecánica cuántica nadie la entiende.</i></p>	<p>Enriquecimiento hacia la disposición profesional: El estudiante liga aprendizajes con materias futuras y se empieza a inquietar por ello. Los estudiantes traen al aula inquietudes con las que se entabla un diálogo alejado de la dinámica del tema de estudio, pero relacionado con el</p>

<p>(143) P: <i>Esto es mecánica cuántica. No, lo que no entienden es el formalismo matemático que es distinto. Si tú te pones con todo el tratamiento matemático no entiendes nada, pero entender el átomo se puede hacer sin ese formalismo.</i></p> <p>(144) Pablo: <i>Profesora cómo es posible que uno entienda los procesos que ocurren en él átomo sin entender el formalismo.</i></p> <p>(145) P: <i>Entender que cambia el electrón, cómo cambia, que hace transiciones... todo eso lo puedo entender...</i></p>	<p>modelo atómico en general (140). Alrededor de esta idea se nota que hay un mito que se propaga entre los estudiantes. A lo que la profesora responde: (143) <i>“No, lo que no entienden es el formalismo matemático que es distinto...”</i></p> <p>Aquí el estudiante sigue con la duda mostrando que el componente más importante del modelo mecánico cuántico es el bagaje matemático. Como son estudiantes de la carrera de Química, tienen en mente que en algún momento deben asumir parte del estudio del formalismo matemático del átomo, y sus preguntas reflejan interés e inquietud por estos temas.</p>
<p>Sesión 4, Ep.3 Nuevamente en este episodio los estudiantes plantean dudas alejadas de la temática de estudio.</p> <p>(17) Mateo: <i>Profe, una pregunta que ayer nos planteábamos él (Pablo, compañero de estudio) y yo es, se supone que los electrones siempre están en movimiento, por lo tanto, los átomos también, entonces este objeto que parece quieto (el estudiante señala el libro de química), no está quieto; se podría plantear que es un objeto en movimiento.</i></p> <p>(18) P: <i>Él está en reposo con respecto a una superficie terrestre.</i></p> <p>(21) Pablo: <i>Y si el observador está en movimiento?</i></p> <p>(22) P: <i>Depende donde se para, en cuál modelo. Tú te puedes parar en el modelo newtoniano y ahí el observador no está en movimiento, te puedes parar en teoría de la relatividad; en teoría de la relatividad, el observador puede estar en movimiento, ahí hago otro modelo distinto y otro tratamiento diferente. Todo depende en cual modelo te paras a leer el mundo.</i></p> <p>(25) Pablo: <i>Pero entonces está en movimiento o no está en movimiento?</i></p> <p>(26) P: <i>Depende del modelo, desde la física newtoniana no está en movimiento, si te paras en teoría de la relatividad y consideras al observador en movimiento, lo pones en movimiento al libro y si estoy en la mecánica cuántica esto no es de ningún interés en la mecánica cuántica.</i></p>	<p>Enriquecimiento metacognitivo: el estudiante piensa en todo lo que lo rodea desde el punto de vista atómico.</p> <p>En este episodio los estudiantes plantean dudas que van más allá de lo esperado (17). El estudiante se está cuestionando e imaginando como es el comportamiento de la materia a escala atómica, y lo relaciona con una forma de poder evidenciar ese comportamiento desde esta realidad. Aquí podemos decir que estas preguntas poseen una mayor carga conceptual. Los estudiantes se están socializando en formas de habla y modos de discurso que son específicos del escenario de actividad en la que se encuentran inmersos, adquiriendo nuevas formas de comprender y de explicar la realidad. Aquí hay una situación donde se construye una relación de poder más simétrica con la profesora, evidenciándose una postura más crítica del estudiante.</p> <p>En el turno 29 el estudiante sigue dando evidencias de que le llama la atención el tema, que tiene interés en aprender y se vale de otros recursos extra-clase para completar la información, esto es claro cuando dice: <i>“En la teoría de cuerdas si te importaría eso”... Ahí me relacionan la relatividad con la cuántica</i>”. Aquí se puede decir que en esta aula además de enseñarse la mecánica cuántica en tanto que es un campo que un químico podría trabajar (práctica), también se trabaja la mecánica cuántica como un objeto teórico que es</p>

(29) Pablo: En la teoría de cuerdas si te importaría eso. ...Ahí me relacionan la relatividad con la cuántica.	importante que los estudiantes tengan en términos de cultura científica.
--	--

Tabla 2. Ejemplos de enriquecimiento topogenético de los estudiantes

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que una acción docente centrada en alternar tipos de actividades y medios didácticos que favorezcan la promoción de *diálogos*, involucra por parte del profesor un compromiso primordial en las interacciones comunicativas, dando muestra del cambio *topogenético* del estudiante. Esto se hace evidente en la medida que el alumno se acerca al saber apropiándose de las formas discursivas asociadas a las temáticas de estudio, interpreta correctamente instrucciones de la tarea, usa adecuadamente el modelo teórico correspondiente, formula interrogantes, toma conciencia sobre las contradicciones, detecta vacíos en los razonamientos (propios o de los demás), dentro del contexto de las reglas establecidas del juego y el contrato didáctico.

Conclusiones

Con lo anterior se confirma que un medio que se construye empoderando al estudiante en la perspectiva de que este asuma su propia fisionomía topogenética; ya no es la profesora la que hace la pregunta sino que es el estudiante quién asume el liderazgo. Esto se convierte en una oportunidad que se traduce en avances en la clase ya que se inunda el aula de nuevas relaciones, símbolos, dinámicas que pueden ser desencadenante de procesos de aprendizaje. Este escenario evidencia que el estudiante toma conciencia de que él puede asumir un rol más activo en su proceso de aprendizaje que un simple espectador.

Referencias Bibliográficas

- Brousseau, G., 1990. Enseñanza las Ciencias 8 (3), 259–267.
- Brousseau, G., 2007. Introducción al estudio de la teoría de las situaciones didácticas. Libros del Zorzal, Buenos Aires.
- Candela, A. (2006). Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar: Un estudio etnográfico en la aulas de primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 797–820.
- Candela, A. (2013). La construcción discursiva del conocimiento científico en el aula. *Educación Y Educadores*, 16(1), 41–65.
- Coll, C., & Sánchez, E. (2008). El análisis de la interacción alumno-profesor: líneas de investigación. *Revista de Educación*, 346, 15–32.
- De Longhi, A. L., Ferreyra, A., Peme, C., Bermudez, G. M. A., Quse, L., Martínez, S., ... Campaner, G. (2012). La interacción comunicativa en las clases de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 9 (2), 178–195.

Prados, M., & Cubero, M. (2016). ¿Cómo argumentan docentes y discentes en las aulas universitarias? *Educación XXI*, 19(1), 115–134.

Sensevy, G. (2007b). Categorías para describir y comprender la acción didáctica, 5–34.

Schubauer-Leoni, M.L. (1998)..Les sciences didactiques parmi les sciences de l'éducation: l'étude du projet scientifique de la didactique des mathématiques. In R. Hofstetter & B.

Stake, R., 1995. Investigación con estudio de casos. Morata, Madrid.