

Sentidos, enfoques y perspectivas de la investigación en educación en tiempos de incertidumbre

Ruth Elena Quiroz Posada
Juan Carlos Echeverri Álvarez
Coordinadores académicos



Facultad de Educación

370.7

Q8

Quiroz Posada, Ruth Elena, Coordinador académico

Sentidos, enfoques y perspectivas de la investigación en educación en tiempos de incertidumbre / Ruth Elena Quiroz Posada y Juan Carlos Echeverri Álvarez, Coordinadores académicos -- 1 edición -- Medellín : UPB, U de A , 2021.

184 páginas, 17x24 cm. (Investigaciones en Educación; 2)

ISBN: 978-958-764-940-6 (Versión impresa) / 978-958-764-946-8 (versión digital)

Investigación educativa -- 2. Educación superior -- Colombia -- 3. Prácticas pedagógicas -- 4. Métodos de enseñanza -- I. Echeverri Álvarez, Juan Carlos, Coordinador académico. -- II. Título (Serie)

CO-MdUPB / spa / rda

SCDD 21 / Cutter-Sanborn

© Varios autores

© Facultad de Educación, Universidad de Antioquia

© Fondo de publicaciones Facultad de Educación

© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

Vigilada Mineducación

Colección Educativa Aula Abierta - Investigaciones en Educación 2

Colección Investigaciones en Educación

Sentidos, enfoques y perspectivas de la investigación en educación en tiempos de incertidumbre

ISBN: 978-958-764-940-6 (versión impresa)

ISBN: 978-958-764-946-8 (versión digital)

DOI: <http://doi.org/10.18566/978-958-764-946-8>

Primera edición, mayo de 2021

Universidad Pontificia Bolivariana

Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín: Mons. Ricardo Tobón Restrepo

Rector General: Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda

Editor: Juan Carlos Rodas Montoya

Coordinación de Producción: Ana Milena Gómez Correa

Diagramación: Marta Lucía Gómez Zuluaga

Corrección de Estilo: Santiago Gallego

Universidad de Antioquia

John Jairo Arboleda Céspedes -Rector

Wilson Bolívar Buriticá - Decano Facultad de Educación

María Alexandra Rendón Uribe - Vicedecana

Bibiana Escobar García - Jefa Departamento Pedagogía

Jhony Alexander Villa-Ochoa - Jefe Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas

Alejandro Mesa Arango - Jefe Departamento Educación Avanzada

Sarah Flórez Atehortúa - Jefa Departamento Educación Infantil

Juan David Gómez González - Jefe Departamento Enseñanza de las Ciencias y las Artes

Edgar Ocampo Ruiz - Jefe Departamento de Extensión y Educación a Distancia

Ruth Elena Quiroz Posada - Coordinadora del Doctorado en Educación

Jorge Ignacio Sánchez Ortega - Coordinación editorial.

Dirección Editorial

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

Correo electrónico: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57)(4) 354 4565

A.A. 56006

Medellín - Colombia

Fondo de publicaciones Facultad de Educación

Correo electrónico: edicioneducacion@udea.edu.co

<http://www.udea.edu.co>

Teléfono: 2195708

Dirección: calle 67 No. 53 - 108 Bloque 9 Oficina 117

Impreso y hecho en Colombia / Printed and made in Colombia

El contenido de la obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad de Antioquia.

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito, sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad de Antioquia.

"Financiado por el DAAD con fondos del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania".

Interpretación de la acción docente del profesor universitario de ciencias mediante mapas: convergencia entre el conocimiento pedagógico de contenido (PCK) y el andamiaje

*Wilson Parra-Angarita¹
Fanny Angulo-Delgado²
Carlos Soto-Lombana³*

Resumen

En este capítulo se da cuenta de un reporte de investigación que hace uso de la clínica didáctica como marco metodológico para estudiar la relación entre los componentes del conocimiento pedagógico de contenido (PCK) (Park y Oliver, 2008) y el andamiaje (van de Pol, Volman y Beishuzien, 2010). Se seleccionó un caso de un profesor universitario a quien se filmó en clase y

-
- 1 Doctor en Educación. Profesor de cátedra de la Universidad de Antioquia. Correo electrónico: wjavier.parra@udea.edu.co. Grupo de Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas (gecem), Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. [Orcid.org/0000-0002-4645-8303](https://orcid.org/0000-0002-4645-8303)
 - 2 Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Profesora titular de la Universidad de Antioquia. Correo electrónico: fanny.angulo@udea.edu.co. Grupo de Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas (gecem), Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. [Orcid.org/0000-0003-4458-598X](https://orcid.org/0000-0003-4458-598X)
 - 3 Doctor en Investigación en Didáctica de las Ciencias. Profesor titular de la Universidad de Antioquia. Correo electrónico: carlos.soto@udea.edu.co. Grupo de Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas (gecem), Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. [Orcid.org/0000-0003-1475-3153](https://orcid.org/0000-0003-1475-3153)

se aplicaron entrevistas (antes y después de las clases); el análisis de la información incluyó la transcripción de las clases y la selección de episodios significativos para el análisis. Usando la técnica de mapeo desarrollada por Park y Chenn (2012), se establecieron las relaciones entre los componentes del PCK y los elementos del andamiaje (contingencia, desvanecimiento y transferencia de responsabilidad). Los resultados muestran que el PCK es propio de cada profesor y que las relaciones entre los componentes son, principalmente, de tipo disciplinar. El andamiaje está más asociado con la contingencia que con la transferencia de responsabilidad o el desvanecimiento, y esta última es la característica menos frecuente. Una conclusión del presente trabajo está relacionada con lo promisorio que resulta articular los enfoques conceptuales relacionados con el PCK y los avances en el concepto de andamiaje al estudio de la acción docente mediante metodologías clínicas.

Palabras clave: acción docente, andamiaje, educación superior, formación de profesores, PCK.

Introducción

En Colombia, los estudios sobre el conocimiento pedagógico de contenido (PCK, por sus iniciales en inglés) del profesor de ciencias en educación superior y, especialmente, los vinculados a la enseñanza de un tópico específico de una disciplina científica son escasos (Parga y Moreno-Torres, 2017). Es por ello por lo que, a modo de exploración, se buscó estudiar el PCK mediante los mapas de PCK (Park y Chen, 2012; Aydin y Boz, 2013) sobre el contenido de un tópico de enseñanza de las áreas de biología, química y matemáticas, de tres profesores de educación superior, y establecer su correlación con los atributos del modelo conceptual del andamiaje propuesto por van de Pol, Volman y Beishuzien (2010).

La pregunta de investigación fue: ¿qué contribuciones realiza el andamiaje a la conceptualización del PCK a partir del estudio de la acción docente del profesor universitario de ciencias? Los resultados muestran que los componentes del PCK que más interactúan son el conocimiento de la comprensión de los estudiantes y de las estrategias de enseñanza, mientras que la evaluación tiene relaciones más débiles.

Objetivos

- Interpretar la conceptualización del andamiaje y el PCK en investigación sobre educación en ciencias a partir de los paradigmas actuales.
- Potenciar la conceptualización actual del PCK a partir de la comprensión en la integración de sus componentes y los vínculos establecidos entre los elementos del andamiaje en profesores universitarios de ciencias.

Metodología

Para este estudio se empleó una metodología cualitativa con enfoque descriptivo e interpretativo. El objetivo fue construir el mapa del PCK (Park y Chen, 2012) del tópico de enseñanza para cada profesor a partir de la triangulación del análisis de los instrumentos para este propósito. En este estudio se reconocen los componentes del PCK como sigue: orientación hacia la enseñanza de las ciencias (OEC), conocimiento de la comprensión de los estudiantes (CCE), conocimientos acerca de las estrategias de enseñanza (CEE), conocimiento acerca de la evaluación de ciencias (CEV), conocimientos y creencias acerca del currículo de ciencias (CC) y conocimiento de la contextualización del contenido (CCTX).

Participantes

Participaron tres profesores universitarios. Sus perfiles se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

Perfil de los profesores participantes

Nombre	Título profesional / Posgrado	Tópico	Experiencia (años)
Ángela	Licenciada en Matemáticas y Física / Magíster en Educación	Potenciación	12
Sergio	Químico / Magíster en Ciencias Químicas / Doctor (c) en Ciencias Aplicadas	Reacciones ácido-base	10
Fernando	Biólogo / Magíster en Educación	Variación genética	12

Fuente: Elaboración propia.

Instrumentos de recolección de información

Con la finalidad de documentar rigurosamente los componentes del PCK de los profesores, se utilizaron: a) el cuestionario de preguntas abiertas conocido como representación del contenido (RECO) utilizado por Padilla (2014) a partir de Loughran, Mulhall y Berry (2004); b) las observaciones de clase, y c) entrevistas de autoconfrontación. Lo anterior estuvo centrado en los tópicos de enseñanza seleccionados por cada profesor para su posterior interpretación y análisis. Estos instrumentos permiten reconocer en cada participante las ideas centrales del tópico en estudio según los componentes del PCK y han sido ampliamente utilizados en estudios de este tipo (Padilla y Van Driel, 2011; Park y Chen, 2012; Aydin y Boz, 2013; Padilla, 2014; Ravalan y López-Cortés, 2016). Para el análisis de la información, se utilizó el modelo pentagonal de Park y Oliver (2008).

Análisis de información

Teniendo en cuenta la triangulación de los instrumentos utilizados, se realizó un análisis de contenido y, seguidamente, una codificación para establecer las relaciones entre los componentes del PCK. Posteriormente, se hizo un análisis enumerativo entre componentes (LeCompte y Preissle, 1993) para explorar la relación entre estos y así construir los mapas de PCK (Park y Chen, 2012; Aydin y Boz, 2013). La relación surge de lo declarado en el RECO —ideas, experiencias, conocimiento, situaciones, ejemplos u otros— y el vínculo con un componente del PCK, asumiendo como origen la pregunta de este instrumento y cruzándola con los episodios de clase respectivos, así como las respuestas a la entrevista de autoconfrontación. Para sistematizar las conexiones —relación en un plano declarativo— y construir el mapa del PCK del tópico seleccionado por los profesores, se contabilizó el número de vínculos entre el componente de origen y el componente destino. Luego, se calculó la frecuencia entre componentes y, finalmente, se representó gráficamente la dirección del vínculo y la frecuencia de las relaciones. Con el fin de vincular los elementos del andamiaje, se tuvo en cuenta la interacción profesor-estudiante que está registrada en las clases filmadas y se evaluó episodio por episodio según los criterios conceptuales que definen los elementos, como aparece en la tabla 2.

Tabla 2

Criterios de elementos del andamiaje para su evidencia, a partir de van de Pol *et al.* (2010)

Elemento de andamiaje	Contingencia	Desvanecimiento	Transferencia de responsabilidad
Criterio	Si un estudiante, por ejemplo, trabaja en una serie de tareas y el maestro adapta el apoyo en respuesta a la comprensión del alumno, el profesor está enseñando de forma contingente.	Un maestro promueve el desvanecimiento cuando el nivel o la cantidad de apoyo disminuye con el tiempo.	La responsabilidad del aprendizaje se transfiere cuando un alumno asume un control creciente sobre su rol como aprendiz.
		Si el alumno entiende, el profesor puede desaparecer con el tiempo.	A medida que el apoyo se desvanece, el maestro también puede transferir la responsabilidad al alumno, de modo que el alumno tome cada vez más control sobre su aprendizaje.
		A medida que el apoyo se desvanece, el maestro también puede transferir la responsabilidad al alumno, de modo que el alumno tome cada vez más control sobre su aprendizaje.	La transferencia solo es efectiva cuando se hace de manera contingente.
		El desvanecimiento depende del nivel de desarrollo y competencia del aprendiz.	
		Al disminuir el apoyo que brindan los profesores, estos pueden ayudar a los estudiantes a involucrarse más en el proceso de aprendizaje.	

Fuente: Elaboración propia.

Las investigaciones, a la fecha, no han reportado cuál es la forma de evidenciar los elementos de desvanecimiento y transferencia de responsabilidad asociados al andamiaje en ambientes naturalistas (ambiente de aula de clase). Es así que se vinculan los procesos didácticos (Sensevy, 2007) como marco referencial para analizar las evidencias de estos elementos. En este sentido, se miden de manera indirecta al explorar y analizar los procesos didácticos que se dan en cada clase, específicamente, el proceso topogénético, que vincula directamente la relación estudiante-saber. La topogénesis indica la distancia del estudiante con el saber. Se asume que la meta es reducir en lo posible esa distancia como consecuencia asociada a la transferencia de responsabilidad.

Resultados

En la configuración de los casos analizados, se propone hacer una presentación de manera general con el fin de explicar cómo se llegó a los mapas del PCK. A partir de aquí, se presenta un ejemplo específico para tener una perspectiva en conjunto y detalles particulares que pueden evidenciar las relaciones que se van estableciendo entre cada uno de los componentes del PCK y cómo los elementos del andamiaje se vinculan a esta configuración.

Mapeo y caracterización del PCK

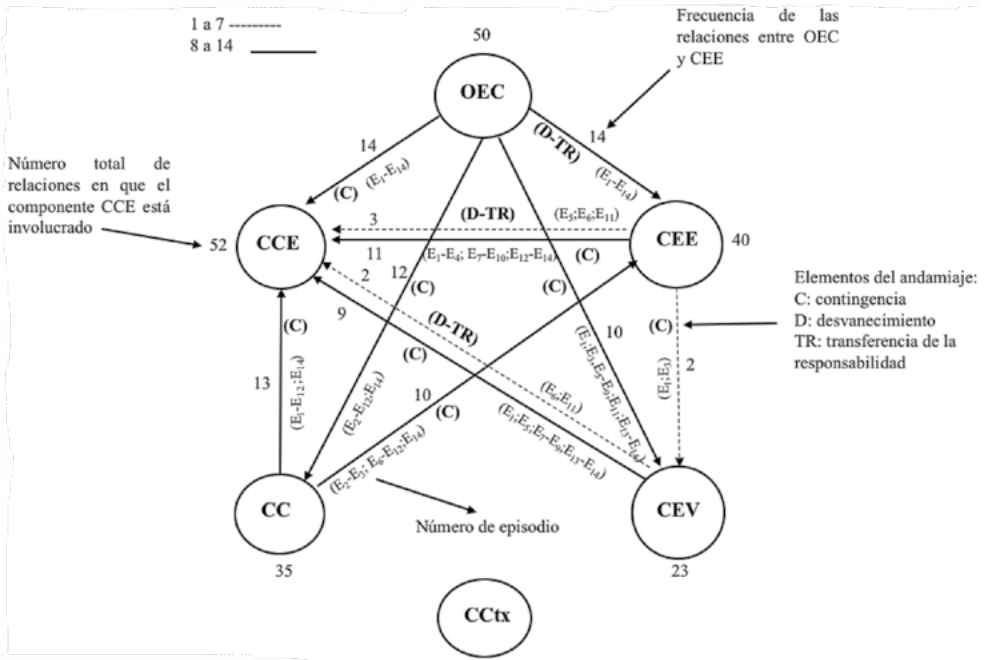
Según el análisis de datos para el caso del profesor Sergio, se obtiene la relación de los componentes, que se muestra en el mapa del PCK de la figura 1.

En la figura 1 se muestran las relaciones entre componentes del PCK; la frecuencia de cada conexión también indica la intensidad, así que la frecuencia es más alta y, consecuentemente, más fuerte. En total se estudiaron 14 episodios donde se observaron elementos del PCK, y se encontraron las siguientes frecuencias de las relaciones que establece un componente con otros: la orientación de la enseñanza (25%), el conocimiento de la comprensión de los estudiantes (26%), el conocimiento de la evaluación (11,5%), el conocimiento de las estrategias (20%), el conocimiento del currículo (17,5%) y el conocimiento de la contextualización del contenido (0%).

Los anteriores datos se obtienen a partir del total de relaciones establecidas en el mapa, las cuales corresponden a 200; así, por ejemplo, si queremos conocer con qué frecuencia se establecen las relaciones con el componente

Figura 1

Mapa del PCK del profesor Sergio para los episodios de reacciones ácido-base)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: La punta de flecha indica la direccionalidad de la conexión. En círculos están señalados los componentes del PCK.

“orientación de la enseñanza de las ciencias”, efectuamos la relación que se muestra en la ecuación (1):

$$\frac{50 \text{ relaciones OEC}}{200 \text{ relaciones totales}} \times 100 = 25\% \quad (1)$$

De esta forma, es posible obtener los valores correspondientes que se relacionan con anterioridad para cada uno de los componentes. Así, es relevante aclarar cómo se han llegado a establecer las frecuencias a partir de las fuentes de información para configurar el mapa mostrado en la figura 1. En esta dirección, se presenta cada uno de los componentes como sigue:

- CCE: es el conocimiento preponderante del PCK del profesor y se relaciona con la mayoría de los componentes (OEC, CEE, CEV y CC). Este componente está conformado por dos conocimientos: el que posee sobre el interés de los estudiantes hacia la temática y el relacionado con las dificultades que ellos presentan en el aprendizaje de la temática.
- OEC: la orientación hacia la enseñanza de las ciencias se relaciona significativamente con los componentes CCE, CEE, CC y CEV. Esto se puede interpretar en el plano del enfoque de enseñanza del profesor, ya que tiene en cuenta el currículo en su práctica, con el fin de llevar los contenidos a los estudiantes y que estos los comprendan a partir de las estrategias de enseñanza que emplea, así como por la manera de evaluar, que, desde su acción, se realiza contingentemente.
- CEE: para el profesor, este componente constituye un medio que posibilita la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos vistos en clase, ya que se encuentra fuertemente vinculado con CCE, OEC y CC. También se establece relación con el CEV, pero débilmente.
- cc: el análisis permitió establecer que es el cuarto componente según la frecuencia de relaciones (CCE, OEC y CEE). Este conocimiento está prioritariamente en función de la comprensión de los estudiantes (13 de 35 relaciones), así como de la orientación hacia la enseñanza de las ciencias (12 de 35 relaciones), lo que demuestra que los contenidos hacen parte fundamental de la acción docente del profesor y que están orientados hacia sus estrategias y la comprensión de sus estudiantes.
- CEV: la evaluación para el profesor no se limita a valorar contenidos; para él, este es un componente regulador de la enseñanza y el aprendizaje, puesto que le permite detectar dificultades y plantear soluciones.
- CCTX: se observa que el PCK del profesor no está influenciado por el contexto, ya que no establece ninguna relación con los demás componentes. Aunque manifiesta la importancia del contexto, en la observación de clase no se identifica.

En el caso del profesor Sergio, proponemos los elementos del andamiaje —contingencia (C), desvanecimiento (D) y transferencia de responsabilidad (TR)—, identificados en la interacción profesor-estudiante, los cuales subyacen a las conexiones que el profesor establece. Por lo tanto, la contribución que se plantea en esta dirección son los elementos del andamiaje que median la relación entre los componentes del PCK, como se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Episodios y la relación con el elemento del andamiaje

Ej.	Episodio	Elemento de andamiaje
1	<p>P: Nosotros ya vimos que un ácido, para que se comporte como tal, necesita una base. Entonces, a partir de esto, vamos a ver algo que se conoce como ácidos y bases conjugados. ¿Qué es esto? (c) Es muy sencillo. Cuando nosotros tenemos un ácido:</p> $HB \leftrightarrow H^+ + B^- \quad (1).$ <p>Esto es un ácido [el profesor señala el HB]. Él se disocia y me forma un equilibrio que me produce una sustancia que tiene una carga negativa y otra que tiene una carga positiva. Eso depende del estado de oxidación. Vamos a trabajar este:</p> $H_2B \leftrightarrow 2H + B \quad (2).$ <p>¿Qué estados de oxidación tendrían estas sustancias? (c) E1: H: +1 B: -2. P: Es decir:</p> $H_2B \leftrightarrow 2H^+ + B^{-2} \quad (3).$ <p>P: Yo no sé qué sustancia es B, pero sí sé que H es un protón. ¿Y el protón qué carga tiene? (c). E1: Positiva. P: O sea que de una vez yo sé que queda así [haciendo referencia a la ecuación 3]. Entonces, qué pasa. En este caso, ocurre esto. Pero ¿cuál es el conjugado? Entonces, es muy sencillo, simplemente tenemos en la ecuación (1) el ácido (HB), posteriormente a este se le conoce como base conjugada (B^-) y el otro señor simplemente viene siendo el protón (H^+). En la ecuación (3) tenemos que la base conocida es (B^{-2}). (c)</p>	Contingencia (c)

Continua...

Continuación

Ej.	Episodio	Elemento de andamiaje
2	<p>P: Vamos a hacer otro ejercicio. Por ejemplo, esta sustancia:</p> $NH_3 + CH_3OH \leftrightarrow (1).$ <p>Y esto me produce en el equilibrio algo muy interesante... Daniel, ¿cuál es la base y cuál es el ácido acá?</p> <p>Daniel (E1): El amoníaco es la base y el metanol es el ácido. (D-TR)</p> <p>P: Víctor, ¿sí es verdad lo que acaba de decir Daniel?</p> <p>Víctor (E2): Sí. (D-TR)</p> <p>("Sin embargo, algunos estudiantes no están de acuerdo, por lo que es preocupante para el profesor").</p> <p>P: Entonces, acá es cuando tenemos que analizar las sustancias con detenimiento y volver a las definiciones. (c)</p> <p>Así, queda lo siguiente:</p> $NH_3 + CH_3OH \leftrightarrow NH_4^+ + CH_3O^- (2).$ <p>Entonces, Wilfer, ¿cuál es el ácido?</p> <p>Wilfer (E3): NH_4^+.</p> <p>E4: CH_3O^-. (D-TR)</p> <p>P: Vuelve y juega. ¿Qué es un ácido de Bronsted-Lowry, Vanesa?</p> <p>Vanesa (E4): Es el aceptor de protones. (D-TR)</p> <p>P: ¿Aceptor o donador? El ácido es una sustancia que tiene la capacidad de donar protones. Párenme bolas, muchachos, que no hemos comprendido bien el concepto de Bronsted-Lowry y necesito que esto quede claro. (c)</p> <p>Entonces, Vanesa, ¿qué es un ácido de Bronsted-Lowry?</p> <p>Vanesa (E4): Es una sustancia que es capaz de ceder protones. (D-TR)</p> <p>P: Entonces, en esa ecuación [haciendo referencia a la ecuación 2], ¿cuál es el ácido? Es decir, ¿cuál es la sustancia que tiene la capacidad de ceder protones?</p> <p>Vanesa (E4): El CH_3OH.</p> <p>P: ¿Por qué razón? Porque el protón se cede al amoníaco. Bueno, Angélica, ¿cuál es la base conjugada?</p> <p>Angélica (E5): el CH_3O^-.</p> <p>P: Carlos, ¿es correcto lo que dice Angélica?</p> <p>Carlos (E6): Sí, señor.</p> <p>P: Manuela, ¿cuál es la base?</p> <p>Manuela (E6): NH_3. (D-TR)</p>	<p>Contingencia (c)</p> <p>Desvanecimiento y transferencia de responsabilidad (D-TR)</p>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se relaciona la descripción de los ejemplos registrados en la tabla anterior.

c: se observa (ej. 1) que la enseñanza contingente ejecutada por el profesor es el elemento central del andamiaje. En este sentido, la relación que subyace entre los componentes del PCK está centrada en $OEC \rightarrow CCE$, y se muestra en el mapa de su PCK (figura 1). De igual forma, en el ejemplo 2 existen evidencias que muestran el elemento de contingencia que predomina en la acción docente del profesor: constantemente evalúa de manera contingente con la finalidad de identificar la apropiación conceptual por parte de los estudiantes, destacando las relaciones de los componentes $CEE \rightarrow CCE$, los cuales, numéricamente, se registran 11 de 14 veces en el total de relaciones que se establecen entre estos dos, como se observa en el mapa del PCK. Una interpretación similar se puede realizar para el ejemplo 3, donde el profesor contingentemente regula el aprendizaje de los estudiantes, relacionando los componentes $CEV \rightarrow CCE$, ya que la pregunta es una herramienta que él usa constantemente para verificar la comprensión de los aprendizajes de los estudiantes; se halla que de los 14 episodios registrados donde se da este vínculo, 9 de estos subyacen en el elemento de contingencia (ver figura 1).

D y TR: la interpretación de estos dos elementos del andamiaje se evalúa a partir del enriquecimiento topogenético de los estudiantes. Es decir, que en el ejemplo 2, el profesor realiza desvanecimiento y transfiere la responsabilidad a los estudiantes partícipes en estos episodios. Así, la responsabilidad del aprendizaje se transfiere cuando los estudiantes asumen un control creciente sobre su rol como aprendices y esto es tangible cuando, por un lado, responden preguntas conceptuales e intentan defender sus posturas, y por otro, cuando explican cómo se realizan los ejercicios. Lo anterior es evidencia de un enriquecimiento topogenético, ya que está relacionado con el saber (significados institucionalizados). Según los fragmentos de los episodios seleccionados, se tienen en cuenta momentos en los cuales se ponen en juego elementos conceptuales y argumentativos por parte de los estudiantes que están explicando una vez el profesor hace desvanecimiento y a su vez transferencia de responsabilidad.

De esta forma, según el ejemplo 2, estos elementos subyacen al vínculo entre los componentes $CEE \rightarrow CCE$ del PCK del profesor, y se registran 3 de 14 relaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos afirmar que la interacción entre procesos didácticos se puede ilustrar pensando en el profesor que observa que su estudiante es capaz de comprender un concepto o fenómeno natural porque utiliza adecuadamente el modelo teórico correspondiente; en este caso, se puede asumir que el rol del estudiante ha cambiado (topogénesis).

Conclusiones

En consonancia con lo reportado por Park y Chen (2012) es que se obtiene una fuerte conexión entre conocimiento del estudiante y el conocimiento sobre estrategias de enseñanza. Estamos de acuerdo con Aydin y Boz (2013) en que la integración de componentes es específica para cada tema. Además, los autores constatan que el conocimiento de los estudiantes y de estrategias de enseñanza son los principales ejes de las relaciones entre componentes.

Finalmente, en su mayoría, las relaciones subyacen en el elemento de contingencia y median las relaciones del PCK. En este sentido, lo que podemos reconocer en el profesor es su acción docente en términos de la enseñanza contingente, es decir, que tiene en cuenta el estado actual del estudiante y que a su vez realiza una evaluación diagnóstica permanente en clase, buscando su comprensión.

Por el contrario, los elementos de desvanecimiento y transferencia de responsabilidad subyacen específicamente en la relación entre CEE y CCE, lo que corrobora la relevancia que adquiere para el profesor considerar sus estrategias de enseñanza en función de la comprensión de los estudiantes. De esta forma, al transferir la responsabilidad a los estudiantes, el profesor busca que estos sean partícipes activos y tengan un mayor control de su aprendizaje.

En esta dirección, los retos que la investigación plantea se centran en: 1) estudiar el PCK y sus relaciones con el andamiaje para conceptualizar el impacto en el aprendizaje de los estudiantes, y 2) crear un modelo matemático que permita cuantificar las variables propias de las relaciones PCK-andamiaje para observar, a gran escala, la acción docente de los profesores, a fin de identificar cuáles son las dimensiones de su formación que requieren apoyo.

Referencias bibliográficas

- Aydin, S. y Boz, Y. (2013). The nature of integration among PCK components: A case study of two experienced chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), pp. 615-624.
- LeCompte M. D. y Preissle J. (eds.) (1993). *Ethnography and qualitative design in educational research*. San Diego: Academic Press.
- 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), pp. 370-391.

- Padilla, K. (2014). El cdc y la formación de profesores. En: A. Garrtiz; S. Daza y M. Lorenzo (eds.), *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva iberoamericana* (pp. 172-205). Saarbrücken: Académica Española.
- Padilla, K. y van Driel, J. (2011). The relationships between PCK components: The case of quantum chemistry professors. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(3), pp. 367-378.
- Parga, D. y Moreno-Torres, W. (2017). Conocimiento didáctico del contenido en química orgánica: estudio de caso de un profesor universitario. *Revista Electrónica Educare*, 21(3), pp. 45-65.
- Park, S. y Oliver, J. S. (2008b). National Board Certification (nbc) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the nbc process on candidate Teachers' PCK development. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), pp. 812-834.
- Park, S. y Chen, Y. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), pp. 922-941.
- Ravanal, E. y López-Cortés, F. (2016). Mapa del conocimiento didáctico y modelo didáctico en profesionales del área biológica sobre el contenido de célula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), pp. 725-742.
- Van de Pol, J.; Volman, M. y Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher-student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review*, 22, pp. 271-279.