

EL DISEÑO DE LA “CoRe”: UNA ESTRATEGIA PARA INICIAR LA IDENTIFICACIÓN, EXPLICITACIÓN Y DESARROLLO DEL CTPC DE LA QUÍMICA EN PROFESORES EN FORMACIÓN

THE DESIGN OF THE “CoRe”: A STRATEGY TO START THE IDENTIFICATION, CTPC CLARIFICATION AND DEVELOPMENT OF CHEMISTRY IN TEACHERS IN FORMACIÓN

Mg. Boris Fernando Candela Rodríguez¹

Artículo de Investigación

RESUMEN

Esta investigación aborda el proceso a través del cual los profesores en formación matriculados en el curso de “problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química” por orientación reflexiva, comienzan a identificar, explicitar y desarrollar el CTPC (Conocimiento Tecnológico

¹ Profesor de la Universidad del Valle (IEP); miembro del Grupo de Investigación interinstitucional Ciencias, acciones y creencias UPN-UV (categoría A1). bofeca65@yahoo.com

y Pedagógico del Contenido) de un tópico del currículum de esta disciplina. Para ello, éstos deben de enfrentarse a una serie de actividades de aprendizaje secuenciadas y temporalizadas dentro los cuatro ámbitos de reflexión que estructuran dicho curso. Desde luego, cada una de estas actividades les suministran los marcos curriculares e instruccionales para el desarrollo progresivo del instrumento metodológico de la CoRe (Content Representation) cuya estructura

lógica representa los elementos del CTPC. Ahora bien, la metodología de investigación utilizada en este trabajo es de perspectiva cualitativa e interpretativa por estudio de casos, donde la recolección de datos se lleva a cabo desde las siguientes fuentes documentales: versiones de las CoRes; entrevista semiestructurada; videos de clase; y relatos narrativos. El análisis de dichos datos, es orientado por la teoría fundamentada centrándose en las etapas de descripción, ordenamiento conceptual y teorización. Este proceso analítico permite producir generalizaciones naturalísticas, tales como: Orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias; Currículum de las ciencias; Comprensión de los estudiantes de un tópico específico de las ciencias; Conocimiento tecnológico y pedagógico; Conocimiento tecnológico del contenido; Estrategias instruccionales para la enseñanza de las ciencias; formas de evaluar las ideas; naturalmente, que el propósito central de estas generalizaciones descansa en la representación del CTPC en cuestión. Finalmente, los resultados de esta investigación han permitido evidenciar el potencial que tiene el desarrollo de la CoRe como un instrumento de diseño de ambientes de aprendizajes de tópicos específicos, para lograr que los profesores en formación desarrollen las relaciones complejas entre el contenido, la pedagogía y la tecnología, y de esta manera identifique y expliciten el CTPC.

Palabras claves: Enseñanza de la química; CTPC; profesores en formación; CoRe.

ABSTRACT

This research deals with the process through which student teachers enrolled in the course of “problems of teaching and learning chemistry” by thoughtful guidance, they begin to identify, explain and develop the CTPC (Technological and Pedagogical Content Knowledge) a curriculum topic of this discipline. To do this, they must face a series of sequenced learning

activities and temporalized within the four areas of reflection that structure the course. Of course, each of these activities provide curricular and instructional them frameworks for the progressive development of methodological tool of CORE (Content Representation) whose logical structure represents the elements of CTPC. However, the research methodology used in this study is qualitative and interpretative perspective case study where data collection is carried out from the following documentary sources: versions of the cores; semi-structured interview; videos of class; and narrative stories. The analysis of these data is guided by grounded theory focusing on the stages of description, conceptual planning and theorizing. This analytical process allows to produce naturalistic, such as generalizations: Orientations for the teaching of science; Science curriculum; Student understanding of a specific topic of science; technological and pedagogical knowledge; technological knowledge of the contents; instructional strategies for teaching science; ways to evaluate ideas; of course, that the central purpose of these generalizations lies in the representation of CTPC in question. Finally, the results of this research have spotlighted the potential development of the Core as an instrument design learning environments specific topics, to bring teachers in training to develop the complex relationships between content, pedagogy and technology, and thus identifies the explicit and CTPC.

Keywords: Teaching chemistry; TPCK; training teachers; CoRe.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los educadores de profesores han llegado al consenso que la educación en ciencias, no está alcanzando las expectativas que subyacen a las actuales reformas del currículum de dichas disciplinas (Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999; Abell & Bryan, 1997). Evidencia de esta situación se refleja en que los estudiantes de la escuela

secundaria continúan enfrentando las mismas dificultades/limitaciones y concepciones alternativas de un tópico específico que sostuvieron sus antecesores. Desde luego, que estas restricciones se han materializado en un menor número de sujetos matriculados en los departamentos de química, física y biología de las diferentes universidades.

La anterior problemática llevó a los educadores de profesores a mediados de la década de los ochenta a considerar que los profesores experimentados y ejemplares, poseen un conocimiento profesional que resulta de la mezcla especial entre el contenido disciplinar y la pedagogía general, el cual le permite diseñar e implementar ambientes de aprendizaje centrados en el estudiante (Abell & Bryan, 1997; Bertram & Loughran, 2012). Esta forma de conocimiento fue denominada por Shulman (1986, 1987), “Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC)²”, que distingue a los profesores de los especialistas en la disciplina y la pedagogía general, y puede ser desarrollado con la práctica del diseño y la enseñanza de un tópico específico.

Posteriormente, Magnusson, Krajcik, y Borko (1999) reconceptualizaron el constructo del CPC desde el marco teórico de Shulman (1986, 1987) y Grossman (1990), y lo adaptaron y ajustaron a los escenarios del campo de la Educación en Ciencias. Así pues, a partir de estos marcos ellos consideraron a este constructo como un sistema iterativo que está constituido por cinco elementos claves, a saber: orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia; conocimiento del tema de la materia; conocimiento curricular; conocimiento de la ciencia del aprendizaje; conocimiento de las estrategias del aprendizaje y conocimiento de la evaluación. Adicionalmente, Magnusson et al. (1999)

² El constructo PCK o CPC (Pedagogical Content Knowledge) es una de las siete categorías de la base de conocimiento para la enseñanza (Shulman L., *Knowledge and Teaching: Foundation of the New Reform.*, 1987).

afirmaron que los anteriores elementos pueden ser desarrollados de forma progresiva siempre y cuando los programas de educación le brinden al profesor la oportunidad de enfrentarse con experiencias de aula, en primer lugar virtuales y posteriormente reales, donde ellos tengan la posibilidad de realizar procesos reflexión en la acción y reflexión después de la acción, que les permitiría estar explicitando continuamente el conocimiento en la acción (Schön, 1998).

Por otro lado, aunque Shulman no representó de manera explícita las relaciones complejas entre las bases del conocimiento del contenido, pedagogía y tecnología, se cree que éstas fueron consideradas muy importantes para él. Naturalmente, cuando por primera vez formuló su enfoque de enseñanza, los temas correspondientes con la integración de la tecnología al aula no hacían parte del plano principal de investigación del campo de la educación, como lo es en los actuales momentos (Mishra & Koehler, 2006). De hecho, Shulman consideraba que en las aulas tradicionales se usan una variedad de tecnologías, que va desde los textos escolares pasando por retroproyectores y llegando a los computadores. Sin embargo, estos artefactos en un inicio no recibieron el rótulo de tecnologías, sólo hace poco comenzaron a tomar dichos atributos tecnológicos (Bruce & Hogan, 1998).

Con este hecho, ha comenzado a emerger al primer plano del discurso educativo las relaciones estrechas establecidas entre el contenido, la pedagogía y la tecnología. Desde luego, esto se da como consecuencia a la existencia de un amplio rango de tecnologías y recursos digitales, las cuales pueden ser utilizadas en el proceso de diseño y enseñanza con el fin de representar y formular un tópico específico.

Por otra parte, los educadores de profesores vislumbraron que los esfuerzos por integrar la tecnología con las otras dos bases del

conocimiento (contenido y pedagogía), comparten los mismos problemas que Shulman evidenció en la década de los ochenta cuando intentó vincular el contenido con la pedagogía. Es decir, la tecnología es frecuentemente calificada para estar separada de la pedagogía y el contenido (Mishra & Koehler, 2006).

Así pues, desde esta perspectiva las políticas educativas de la integración de las TIC se han focalizado en proveer a la mayoría de las escuelas de computadores y conectividad. Además, alfabetizar a los profesores en el manejo de tecnologías digitales estándar (ej., software, hardware, mail, chat, video conferencia, entre otras), con el fin de que ellos apoyen de forma eficiente a los estudiantes durante el aprendizaje de tópicos específicos de las diferentes disciplinas escolares. No obstante, dichas políticas y programas de educación han descuidado la formación de los profesores en cuanto a las formas de diseñar e implementar la enseñanza de tópicos específicos de la disciplina en cuestión, es decir, presentar, visualizar y analizar los contenidos curriculares (Niess, 2005; Koehler & Mishra, 2005).

En contrastes con la integración de la tecnología al aula de manera desarticulada al contenido y la pedagogía, Mishra y Koehler (2006) formularon un enfoque de diseño y enseñanza de un tópico donde se enfatiza las conexiones, interacciones, suministros y restricciones entre el contenido, la pedagogía y la tecnología. Naturalmente, la interacción sinérgica de dichas bases generan cuatro especies de conocimiento, a saber: conocimiento pedagógico del contenido; conocimiento tecnológico del contenido; conocimiento tecnológico pedagógico; y conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (ver figura 1).

Dicho lo anterior, se considera que una de las fortalezas del modelo del CTPC o TPCK es que está fundamentado por el marco teórico

proveniente del enfoque del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK; Shulman, 1986/1987) y los experimentos de diseño (Brown, 1992; Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer, & Schauble, 2003; Design-Based Research; Collins, Joseph & Bielaczyc, 2004). El primero toma en consideración la interacción entre el contenido y la pedagogía general, en tanto el segundo, es considerado como una forma de llevar a cabo una investigación formativa que evalúa y refina los diseños educativos basados en principios derivados de las teorías del aprendizaje y del currículum.

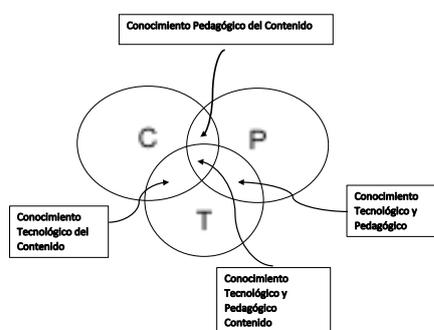


Figura 1. Representación de las bases de conocimiento que configuran el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (TPCK).

CONTEXTO PROBLEMÁTICO

Tomando en consideración los anteriores presupuestos, los investigadores afirman que los profesores en formación entran a los cursos de aprendiendo a enseñar química con un desconocimiento de la diversidad de tensiones a las que se enfrentarán en el momento de diseñar e implementar ambientes de aprendizaje de un tópico específico. Además, afirman que muchos de estos futuros profesores poseen un nivel bajo en el conocimiento del contenido de la materia, la pedagogía general y la tecnología, bases que integradas configuran el CTPC. Desde luego, que este hecho se convierte en un obstáculo

para que ellos diseñen e implementen de manera eficiente una lección particular (Loughran, Mulhall & Berry, 2008; Candela, 2012).

En este sentido, en la universidad del valle (IEP) se rediseñó el curso de problemas de la enseñanza y el aprendizaje de la química, a causa de los desarrollos teóricos y metodológicos actuales que sustentan la línea de investigación del CTPC o TPCK de las ciencias (Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido), con el fin de comenzar asistir a los profesores en formación en la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de la química. Para ello, se adoptó un enfoque de enseñanza por "orientación reflexiva"³ (Abell & Bryan, 1997; Candela & Viafara, 2014; Candela, empresa), dado que, éste se focaliza en la creencia que aprender a enseñar ciencias es semejante a aprender ciencias por sí mismo.

Conviene subrayar, que la herramienta metodológica fundamental de este programa de educación es la CoRe (Content Representation). Así pues, ésta es un instrumento cuya estructura lógica encarna las decisiones curriculares e instruccionales que toma el profesor cuando diseña la enseñanza del tópico en consideración (ver Anexo 1). Adicionalmente, permite establecer unas relaciones conscientes entre elementos relacionados con los estudiantes, el contenido específico y la práctica de los profesores (Loughran et al., 2004; Mulhall et al., 2003; Candela & Viafara, 2014).

Si bien, en la génesis de la CoRe su papel fue el de ayudar a documentar y representar el CPC de un profesor ejemplar de ciencias acerca de un tópico específico, en los actuales momentos

se ha comprendido que el desarrollo reflexivo de ésta dentro los cursos de aprendiendo a enseñar ciencias probablemente cataliza la identificación, explicitación y evolución del CPC de los profesores en formación (Bertram & Loughran, 2012; Hume & Berry, 2013; Hume, 2010; Hume & Berry, 2010; Candela, 2016). En efecto, el diseño de la CoRe posee el potencial de andamiar el desarrollo del conocimiento del profesor en tres ámbitos, a saber: práctica profesional, aprendizaje del estudiante, contenido de la disciplina. En el primer ámbito se ha observado que ésta apoya al profesor en reflexionar productivamente sobre su práctica educativa, hecho que le permite explicitar su conocimiento intuitivo y tácito acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. El segundo, brinda la oportunidad al profesor para que reflexione sobre el conocimiento del aprendizaje y el aprendiz. Finalmente, el tercer ámbito le permite al profesor profundizar en las diferentes formas de representar y formular un contenido específico a unos estudiantes singulares (Bertram & Loughran, 2012).

En este sentido, Hume y Berry (2013) se interesaron en el diseño de ambientes de aprendizaje que les brindarán la posibilidad a los profesores en formación de ciencias de comenzar a identificar, explicitar y desarrollar un CPC hipotético sobre un tópico del currículum de la química. Para ello, en los cursos de aprendiendo a enseñar química, diseñaron actividades de aprendizaje las cuales le permitieron a éstos en un comienzo conceptualizar los elementos del CPC, que brindan un marco teórico y metodológico para poder reflexionar de manera productiva sobre el CPC que subyace a la CoRe de un profesor ejemplar.

Tomando en consideración los anteriores presupuestos junto con el incrementado interés por integrar las tecnologías digitales al aula de química, se ha generado la necesidad por ayudar a los profesores en formación a identificar,

³ Abell y Bryan (1997) afirman que el enfoque de enseñanza por "orientación reflexiva" está configurado por cuatro ámbitos de reflexión, a saber: reflexionando acerca de la enseñanza llevada a cabo por otros a través de los videos de estudios de casos; reflexionando sobre su propia enseñanza a través de sus prácticas educativas; reflexionando sobre las opiniones de los expertos acerca de la enseñanza de las lecturas propuestas en los programas de formación; y reflexionando sobre sí mismo como aprendiz de ciencias por medio de actividades científicas.

explicitar y desarrollar ya no el CPC, sino el CTPC o TPCK de dicha disciplina. Para ello, se continua utilizando el diseño de la CoRe como un instrumento de pensamiento y desarrollo profesional de los estudiantes de magisterio. Esta situación ha llevado a los educadores de profesores a considerar la adaptación de la estructura inicial de la CoRe al marco teórico que sustenta este nuevo paradigma del CTPC o TPCK, con el fin de documentar y presentar las bases del conocimiento que subyacen a este nuevo enfoque⁴ (ver anexo 2). Así, esta decisión curricular representada por la estructura de la CoRe dentro de un programa de educación le brinda la posibilidad a los profesores de comenzar a identificar, explicitar y desarrollar los aspectos que configuran CTPC o TPCK de un contenido disciplinar. Naturalmente, el desarrollo de cada uno de los ítems del instrumento de la CoRe se encuentran estrechamente vinculado con los diferentes elementos del CTPC o TPCK formulados por Mishra y Koehler (2006).

Finalmente, el educador de profesores quien orienta el curso de problemas de la enseñanza y el aprendizaje de la química focaliza la serie de actividades de aprendizaje⁵ en el diseño de una CoRe de un tópico de la química, con el propósito de mediar la construcción del CTPC. De hecho, esta estrategia curricular tiene el potencial de crear un mundo virtual en el que los estudiantes de magisterio, pueden experimentar y reflexionar sobre los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de un tópico específico del currículum en cuestión. Dicha situación se traduce en la articulación de manera

⁴ La adaptación de la estructura lógica del instrumento de la CoRe al marco teórico que sustenta el paradigma del CTPC o TPCK se llevó a cabo dentro del curso, "Problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química", el cual es ofrecido como una electiva profesional a los futuros profesores de química en la Universidad del Valle (Colombia-Cali), con el fin de ayudarles a identificar, explicitar y desarrollar el TPCK de un tópico específico (2015).

⁵ Se destaca que las actividades de aprendizaje han sido seleccionadas, secuenciadas y temporalizadas a lo largo de los cuatro ámbitos de reflexión que configuran el curso de problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química por "orientación reflexiva".

consciente de elementos de la enseñanza, como: comprensión de las formas de representar un tópico por medio de la tecnología; técnicas pedagógicas que usan la tecnología en formas constructivas para enseñar el contenido; conocimiento de los conceptos difíciles o fáciles para aprender, además de las formas como la tecnología puede ayudar a los estudiantes a superar las restricciones; conocimiento de las concepciones alternativas; conocimiento de cómo las tecnologías pueden ser usadas para construir sobre el conocimiento existente (Mishra & Koehler, 2006).

Tomando como referencia los anteriores presupuestos esta investigación pretende dar respuesta al siguiente de interrogante:

¿De qué manera la construcción progresiva de una CoRe dentro del marco del curso de problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química contribuye a que los profesores en formación comiencen a identificar, explicitar y desarrollar el CTPC de un tópico específico del currículum de la química?

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se lleva a cabo por medio de una metodología cualitativa de estudios de caso, la cual tiene como fin la de comprender a profundidad el caso bajo consideración (Stake, 1999). Ahora bien, apoyados en los criterios para la selección del caso formulados por Stake (1999), se escogieron cuatro estudiantes (Lina, Gina, Estefanía y Angélica) de los doce quienes habían matriculado el curso de problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química⁶. Desde luego, ellas realizaron todas las actividades de aprendizaje propuestas por el investigador (ej.,

⁶ Conviene subrayar que el curso de problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química se llevó a cabo durante el período de agosto-diciembre de 2015 en la Universidad del Valle dentro del marco de la licenciatura en básica secundaria con énfasis en educación en ciencias.

CoRe⁷, entrevista, encuesta, lectura reflexiva a literatura en educación en ciencias, entre otras) con el fin de comenzar a identificar, explicitar y desarrollar el CTPC de un tópico de la química.

ANÁLISIS DE DATOS Y CODIFICACIÓN

La gran cantidad de información recogida desde las respectivas fuentes documentales se analiza tomando como referente teórico la teoría fundamentada de Strauss y Corbin (2002), la cual está configurada por las fases de descripción, ordenamiento conceptual y teorización. En este sentido, se lleva a cabo una codificación abierta, selectiva y axial, cuyo principal fin es generar una teoría que le dé solución al problema en cuestión.

Para realizar dicha tarea analítica, se revisa de manera sistemática la CoRe totalmente diseñada por las cuatro profesoras en formación con el propósito de recoger evidencia que apoye la identificación, explicitación y desarrollo de los componentes del CTPC hipotético de un tópico específico del currículum de la química. Por tanto, se revisa a profundidad el contenido de cada uno de los ítems de las diferentes versiones de las CoRes diseñadas, y se los compara con las unidades de análisis con sentido independientes provenientes de las otras fuentes documentales (ej., entrevista semiestructurada, encuesta, relato narrativo, videos de clase).

Ahora bien, el proceso de codificación realizado a la información contenida en las fuentes documentales de las CoRes, entrevista, encuesta, videos de clase, y relatos narrativos, se llevó a cabo desde los marcos teóricos provenientes de las perspectivas del CTPC de Mishra y Koehler (2006) y, Magnusson et al. (1999). Como consecuencia, esta tarea permite visualizar las categorías analíticas de

este estudio, el CTPC y la CoRe (Ver tabla 1). Se destaca que éstas junto a las subcategorías poseen una naturaleza deductiva, es decir, provienen de la literatura basada en la investigación.

⁷ Deseamos subrayar, que Lina, Gina, Estefanía y Angélica comenzaron a identificar y desarrollar el CTPC de la química, las dos primeras lo hicieron para el contenido de "Gases", en tanto las segundas, lo realizaron en el tópico, "transformaciones de la materia".

	SUBCATEGORÍAS	CATEGORÍA CoRe
CATEGORÍA CENTRAL CTPC	Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia ¹ .	2. ¿Por qué es importante que los alumnos sepan esta idea? 11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?
	Curriculum de la ciencia.	1. ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea? 3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus alumnos)?
	Comprensión de los estudiantes de un tópico específico de la ciencia.	4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea? 5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los alumnos influyen en su enseñanza de esta idea? 6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?
	Conocimiento tecnológico y pedagógico (Software y Hardware) para gestionar el aula.	7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleas para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?
	Conocimiento tecnológico del contenido	8.. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizas con el fin de representar y formular la idea? 9.. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizas para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyas dicha intención de diseño?
	Estrategias instruccionales para la enseñanza de la ciencia.	10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea). 11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?
	Formas de evaluar las ideas.	12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?

TABLA 1. Relación selectiva entre las categorías del CTPC y la CoRe.

Desde luego, que el CTPC para este estudio es considerada la categoría central o medular, la cual articula de manera semántica las subcategorías que configuran a la categoría de la CoRe, (ver tabla 1). Es decir, el CTPC tiene la capacidad de vincular proposicionalmente las unidades de análisis adscriptas a sus subcategorías con las de la categoría de la CoRe. Como consecuencia de esta situación se produce una serie de generalizaciones naturalísticas, las cuales son desarrolladas con el fin de generar un marco teórico que brinde la posibilidad de describir y comprender la identificación, explicitación y desarrollo del CPC de un tópico del currículum de la química en los profesores en formación en cuestión.

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

El proceso de codificación abierta, axial y selectiva que se le realizó a la extensa información contenida en el conjunto de fuentes documentales permitió establecer una serie de generalizaciones naturalísticas. Éstas están alineadas con las subcategorías de la categoría del CTPC circunscrita a las perspectivas de Magnusson et al. (1999) y Mishra y Koehler (2006) (ver tabla 1), además se vincularon semánticamente con las subcategorías que configuran la CoRe. Estos vínculos fueron representados a través de proposiciones y macroestructuras textuales, las cuales son el mecanismo por medio del cual se materializó la teoría generada desde el proceso de ordenamiento conceptual.

Así pues, la teoría que describe y explica el proceso a través del cual los profesores en formación de ciencias matriculados en el curso de problemas de la enseñanza y el aprendizaje de la química, comenzaron a identificar, explicitar y desarrollar los elementos del CTPC los cuales encarnan las decisiones curriculares e instruccionales de la enseñanza de la química, es:

ORIENTACIÓN HACIA LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

Este elemento del CTPC de la química se visualiza dentro de la información contenida en las fuentes documentales, las cuales abordan elementos como los propósitos educativos y los diferentes enfoques instruccionales. Es decir, que el establecimiento de la relación entre dichos elementos permite evidenciar, tanto el modelo de enseñanza con el que entra el estudiante profesor al curso de aprendiendo a enseñar química, como el desarrollo progresivo de este aspecto a lo largo del curso en cuestión.

En este sentido, los profesores en formación a pesar de que han construido un marco teórico que recoge las diferentes teorías del aprendizaje (ej., conductista, procesamiento de la información, constructivismo cognitivo y sociocultural) durante los cursos previos de aprendiendo a enseñar ciencias, ellos sostienen en un alto porcentaje un enfoque de enseñanza centrado en el profesor y los contenidos, sin ser conscientes de las teorías del aprendizaje que fundan dicho enfoque.

De hecho, los profesores en formación en el diseño de las primeras CoRes no fueron conscientes del tipo de problema de la enseñanza y de la naturaleza del contenido. Por ello, diseñaron actividades de aprendizaje que por la naturaleza del problema de enseñanza y del contenido era más pertinente focalizar el proceso de instrucción en el profesor y el contenido. Así pues, esta decisión de diseño debía estar iluminada por teorías del aprendizaje del procesamiento de la información, la cual permite organizar y presentar la información para que los estudiantes logren una articulación entre esta información y los marcos que ya presentan en su memoria permanente. Desde luego, que la anterior situación se traduce en una desarticulación entre las metas de aprendizaje y las diferentes estrategias y modelos de enseñanza.

“En el inicio del curso no era consciente de la existencia de la relación que debe de existir entre las diferentes teorías del aprendizaje y la naturaleza del tema y la enseñanza de éste. Por ello, en un comienzo diseñé actividades de aprendizaje sin comprender la relación existente entre la naturaleza del contenido, los propósitos de enseñanza y las teorías del aprendizaje que informen la decisión de diseño (Entrevista, Stephany y Angelica).

Ahora bien, las actividades de desarrollo profesional adscriptas a los diferentes ámbitos de reflexión propuestos por el curso de problemas del aprendizaje y la enseñanza de la química, le permite a los profesores en formación comenzar a establecer una relación entre los diferentes tópicos del currículum de la química y la naturaleza de éstos en conjunción con el problema de la enseñanza. Así pues, ellos lograron visualizar que cuando un tópico es demasiado abstracto, quizás no se le puede encontrar una situación problema que esté cercana al mundo del estudiante, con la intención de representarlo y formularlo. En este sentido, se debe tomar la decisión de diseñar una actividad de aprendizaje que éste centrado en el profesor y los contenidos (ej., animaciones, simuladores, entre otros). Ahora bien, en el momento que se logre vincular el tópico en cuestión con aspectos del mundo de la vida, entonces se puede diseñar una actividad que este centrada en el estudiante, además, la discusión sobre las situaciones problema sería el medio a través del cual comenzaría emerger en el aula el tópico en consideración (Christensen, 2008). Este presupuesto se ve reflejado en la siguiente viñeta:

“No todas las actividades de aprendizaje se pueden diseñar centradas en el estudiante, dado que, esta decisión de diseño depende de aspectos como el

tema, los objetivos de enseñanza que tenga el profesor. Por ejemplo, un tema de naturaleza muy abstracta difícilmente los estudiantes lo construyen por sí solos desde situaciones cotidianas. En ese sentido, se pueden proponer actividades donde el docente acerque a los estudiantes al tema, para ello representa la idea por medio de animaciones, videos, o simuladores en compañía de los interrogantes problemas; éstos últimos brindan la posibilidad para que negocien significados. Por tanto, una actividad de aprendizaje que inicia centrada en el profesor finaliza centrada en el estudiante.” (Entrevista, Stephany y Angelica).

CURRÍCULUM DE LA CIENCIA

En cuanto a este elemento del CTPC de la química se puede evidenciar que a lo largo del diseño de las primeras CoRes, los profesores en formación descomponen el contenido central en una serie de ideas fragmentadas y desconectadas. De hecho, éstas no recogían el conocimiento sustantivo que subyace a los principales elementos teóricos del contenido bajo consideración, adicionalmente, fueron representadas por medio de un rótulo o título sin entrar a formular de manera proposicional y sintética la idea en cuestión.

Ahora bien, a medida que las CoRes fueron refinadas por los profesores en formación de manera colegiada ellos comenzaron a ser conscientes que esta ideas no recogía el contenido real del tópico que estaban representando, por eso tomaron la decisión de retornar a los libros universitarios y escolares con el propósito de comprender el tema para volverlo enseñable a unos estudiantes particulares. Esta tarea, les brinda la oportunidad de seleccionar, secuenciar y temporalizar las ideas claves que estructuran el contenido con el fin de que unas ideas apalanquen el aprendizaje por

comprensión de las otras ideas.

Adicionalmente, la comprensión del contenido de la química por parte de los profesores en formación permitió que lograran vincular cada una de las ideas que configuran dicho contenido de manera consciente con las diferentes metas de aprendizaje y enseñanza propuestas en el currículum prescripto por el estado. Esta articulación juega un papel clave a lo largo del diseño de materiales instruccionales, dado que, brinda la posibilidad de visualizar los recursos digitales más apropiados para representar y formular la idea en consideración, los cuales posteriormente darán origen a la serie de actividades de aprendizaje que configuran una secuencia de enseñanza y aprendizaje. Este presupuesto se refleja en las siguientes afirmaciones:

“Para diseñar las actividades de aprendizaje lo primero que se hizo fue investigar muy bien el campo disciplinar, es decir, resulta clave tener muy claro qué es lo que queremos enseñar. Posteriormente este contenido lo vinculamos con los propósitos de enseñanza además analizamos la naturaleza de cada una de las ideas, a partir de esta información comenzamos a buscar y seleccionar los recursos digitales que nos permitieran representar la idea en consideración. Desde luego, éstos nos permiten representar el fenómeno natural en los tres niveles de representación.” (Stephany y Angelica).

“Los propósitos de aprendizaje de cada una de las ideas que configuran el núcleo conceptual de cambio físico y químico surgen a partir del problema de enseñanza de éstas. Es decir, a cada idea la subyace un contenido y habilidades de pensamiento de orden

superior que se pretende desarrollar en el estudiante. Así, para seleccionar o construir los propósitos se llevó a cabo un análisis del conocimiento sustantivo de cada una de las ideas junto a las posibles dificultades que enfrentaría el estudiante al abordar éstas. Para ello, reflexionamos acerca de qué queremos que los estudiantes aprendan y en qué nivel de profundidad, finalmente la relación de las dos elementos anteriores se necesitan para direccionar la construcción de las actividades de aprendizaje.” (Stephany y Angelica).

COMPRESIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE UN TÓPICO ESPECÍFICO DE LA CIENCIA

Este elemento del CPC de la química fue el de menor nivel de elaboración en las primeras CoRes diseñadas por los profesores en formación, de hecho, ellos dejaron este ítem sin llenar en la estructura de la CoRe. Quizás este hecho sea causado por la falta de experiencia de enseñanza que tienen los futuros profesores, además, de la desarticulación que se presenta entre los contenidos de la disciplina, la psicología y los métodos de enseñanza de tópicos específicos.

Sin embargo, la continua discusión colegiada ante el colectivo áulico de las diferentes CoRes en conjunción con el andamiaje llevado a cabo por el educador de profesores, le brindó la posibilidad a los profesores en formación de comenzar a explicitar y desarrollar el conocimiento que sobre las dificultades y concepciones alternativas de la química y su enseñanza, tienen los profesores en formación inicial. También, el otro medio que asistió el desarrollo de este conocimiento fue la lectura reflexiva a la literatura que se focaliza en recoger las dificultades y concepciones alternativas que presentan los estudiantes sobre la química. Ahora bien, esta asunción se puede

evidenciar a través de la afirmación siguiente:

“El conocimiento disciplinar que poseíamos al inicio del curso era de un nivel bajo, además, éste había sido comprendido desde una perspectiva para aprobar los cursos disciplinares, sin embargo, no lo habíamos aprendido con un propósito de enseñanza. Ahora bien, el estar enfrentados a la problemática de diseñar el material instruccional nos obligó a indagar en la literatura sobre el contenido que queríamos enseñar, junto con las posibles dificultades/limitaciones y concepciones alternativas que enfrentan los estudiantes cuando van a prender el tema de las leyes de los gases. Finalmente, consideramos que el conocimiento de elementos como el tema, las dificultades y las concepciones alternativas juegan un papel clave en la selección de los recursos digitales apropiados para representar bien la idea del comportamiento de los gases.” (Entrevista, Lina).

Las anteriores actividades de cualificación les brindaron la oportunidad a los profesores en formación de comenzar a identificar y desarrollar este componente del CTPC de la química, mostrando un conocimiento más profundo de los temas alrededor de la comprensión de los estudiantes el cual se hizo manifiesto en las celdas del ítem en cuestión. Así, en las últimas CoRes se puede ver que los futuros profesores comenzaron a considerar la diferenciación e integración de los tres niveles de representación como un elemento que juega un papel clave en la comprensión conceptual e integrada del currículum de la química; además, de cómo los recursos digitales tienen el potencial de ayudar a los aprendices a tomar conciencia de la utilidad de este lenguaje multinivel.

Otra restricción que los profesores en formación identificaron hace referencia a la

naturaleza abstracta de los diferentes tópicos del currículum de la química. Desde luego, que estos conceptos no pertenecen al mundo concreto, sino, son la construcción del intelecto humano a partir de la interpretación de los datos generados desde los diseños experimentales. Por ello, consideraron que para asistir a los estudiantes en el aprendizaje de los tópicos de la química se debe de representar éstos a través de recursos, tales como: animaciones, simuladores, videos, laboratorios, y comics; los cuales tienen la capacidad de articular el fenómeno natural con los modelos teóricos de las ciencias. Esta asunción se ve claramente en la respuesta dada al ítem 9, “¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes...”:

“La comprensión de la teoría cinética de los gases es compleja, ya que esta es un modelo teórico que implica la integración de ideas tales como la conceptualización de molécula, movimiento intrínseco de las partículas, choques elásticos, energía cinética.

Para facilitar a los estudiantes la comprensión de este modelo, se utiliza una animación-gif que pone las ideas principales de la teoría cinética de gases en un formato visualizable, que posibilite al estudiante construir una representación mental de ese modelo teórico que está intentado comprender.” (CoRe, Lina y Gina)

CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO DEL CONTENIDO

Conviene subrayar, que los profesores en formación de este estudio en el comienzo del desarrollo de su CoRe no eran conscientes del vínculo estrecho que existe entre la gran mayoría de tópicos del currículum de las ciencias y el

amplio rango de recursos digitales disponibles en la red de internet. También, les hacía falta conocimiento sobre las fortalezas y debilidades que presentan, por ejemplo, las animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, videos, plataformas, entre otros; el cual apoya y justifica la selección de un recurso particular con el fin de representar y formular un tópico específico.

A pesar de las restricciones iniciales en el conocimiento tecnológico del contenido, los futuros profesores de ciencias a lo largo del desarrollo de sus CoRes lograron internalizar la idea que la calidad del diseño e implementación de un ambiente de aprendizaje, requiere de una comprensión de las relaciones complejas establecidas entre el contenido y la tecnología. En este sentido, ellos percibieron que el conocimiento tecnológico del contenido hace referencia a la manera en la cual la tecnología y el contenido están recíprocamente relacionados. Adicionalmente, comenzaron a construir la idea que aunque la tecnología en cierto contexto impone limitaciones de carácter tecnológico y económico durante el proceso de representación y formulación de un tópico, ésta también ofrece continuamente nuevas y variadas formas de representar éste con una alta efectividad de mediación.

Finalmente, los profesores concibieron que además de poseer una profunda comprensión de lo sustantivo y sintáctico de la disciplina, ellos deben internalizar la articulación de los contenidos específicos con las diferentes formas digitales de representación que constantemente proporciona el mundo tecnológico (ej., animaciones, simulaciones, laboratorios virtuales, videos, entre otros). En efecto, esta clase de conocimiento les permite seleccionar los recursos digitales que se encuentran alineados con la naturaleza del contenido disciplinar y las metas instruccionales, con el propósito deliberado de construir las representaciones más apropiadas para un contexto específico.

Así mismo, dichas representaciones configuran las diferentes actividades de aprendizaje, las cuales andamian la comprensión conceptual del tópico en los estudiantes. Por ejemplo, estas afirmaciones se recogen en la respuesta dada por Lina y Gina al ítem 9 de su CoRe (comportamiento de los gases):

“Es importante que los estudiantes, más que aplicar algoritmos en ejercicios que involucren las leyes de los gases, entiendan lo que conceptualmente indican estas leyes.

Por este motivo, se emplean en las actividades planteadas para esta idea, diversas herramientas digitales como videos, animaciones, simuladores y gifs que permitan representar de modo adecuado la interacción entre las variables de presión, volumen, temperatura y número de moléculas de los gases.

En el caso de las Leyes de Boyle y Gay Lussac, se emplearon simuladores que permiten evidenciar la relación entre las variables de presión-volumen y presión-temperatura, respectivamente. Estos simuladores, posibilitan que los estudiantes, además de construir su propia representación mental sobre la interacción de estas variables, les permita modificar dichas variables para realizar procesos de indagación sobre la influencia de una variable sobre la otra, promovándose así el desarrollo de ciertas prácticas científicas como la observación y la recolección de datos.” (CoRe, Lina y Gina)

CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO Y PEDAGÓGICO

Si bien, los profesores en formación habían matriculado en semestres anteriores cursos cuyo propósito central es el desarrollo de habilidades

en el manejo de software y hardware genéricos, ellos durante las primeras semanas del curso de problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química evidenciaron un conjunto de dificultades sobre la manera cómo se puede gestionar el aula por medio de los recursos tecnológicos. De hecho, el discurso exhibido durante las discusiones áulicas deja ver una concepción de gestión de aula centrada en el profesor. Adicionalmente, el contenido de las primeras versiones de sus CoRes permite evidenciar un desconocimiento de las rutinas, estrategias, y modelos de enseñanza de las ciencias junto con la serie de recursos digitales que tienen el potencial de mediar el proceso de la enseñanza de un tópico específico.

Ahora bien, semejante a lo sucedido con los otros elementos que configuran el CTPC, éste es identificado, explicitado y desarrollado por la participación activa y reflexiva de los profesores en formación en la serie de actividades de aprendizaje del curso en cuestión, las cuales andamian el desarrollo reflexivo de los diferentes ítems de la CoRe. En efecto, esta situación les permitió comenzar a conocer el conjunto de rutinas, estrategias y modelos de enseñanza, vinculando éstos con los componentes y capacidades que suministran los recursos digitales durante la administración y gestión del aula. Adicionalmente, consideraron que los recursos tecnológicos (ej., software y hardware) juegan un papel crítico para el logro eficiente de la administración y gestión de aula.

Finalmente, dicha articulación entre la pedagogía y la tecnología les permite a ellos seleccionar los recursos digitales más ajustados a la naturaleza del contenido y metas instruccionales, con fin de fortalecer las estrategias pedagógicas las cuales median el aprendizaje de un contenido específico. Por ejemplo, los profesores en formación consideraron el software, *exe.lerning*, en conjunción con el modelo de enseñanza, ciclo de aprendizaje, como una potencial herramienta

para representar la serie de actividades de aprendizaje en tres fases (exploración, introducción y aplicación), que brindan la oportunidad a los estudiantes de lograr de manera progresiva una profunda comprensión conceptual a partir de una gestión de clase tanto presencial como virtual. Esta asunción se puedes ver en el material instruccional diseñado y desarrollado por Lina y Gina en el siguiente link:

<https://www.googledrive.com/host/0B6OdA1weRDNDcEhaMlhGZzVHQzA/index.html>

ESTRATEGIAS INSTRUCCIONALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

El conocimiento de las estrategias instruccionales es quizás uno de los elementos más importantes que configuran el constructo del CTPC, ya que, éste recoge a los otros aspectos de dicha base de conocimiento. En este sentido, esta especie de conocimiento direcciona el diseño de las diferentes actividades de aprendizaje, las cuales ofrecen la posibilidad al estudiante para construir de manera colegiada y progresiva cada una de las grandes ideas que configuran el tópico bajo consideración.

Desde la anterior perspectiva se evidenció que los profesores en formación al entrar al curso de problemas del aprendizaje y la enseñanza de la química, dejan ver un bajo nivel de conocimiento de las estrategias instruccionales y actividades de aprendizaje para la enseñanza de las ciencias. De hecho, el ítem que recoge esta clase de conocimiento en las primeras CoRes es dejado sin contestar, o simplemente se limitan a enumerar una serie de interrogantes sin un contexto problemático. Quizás una de las causas de esta restricción en esta base de conocimiento, sea la falta de articulación que los profesores en formación no logran establecer entre los componentes disciplinar, pedagógico y tecnológico del programa de educación,

evento que obstaculiza el diseño de materiales instruccionales que apoyen el aprendizaje por comprensión conceptual. Esta asunción se puede ver en la siguiente viñeta:

De igual modo a lo acontecido con las anteriores bases del conocimiento para la enseñanza, el desarrollo de las CoRes de manera reflexiva y colegiada junto al diseño del material instruccional en cuestión, le brindó la posibilidad a los profesores en formación de comenzar a identificar, explicitar e integrar los siguientes elementos: contenido disciplinar, dificultades y concepciones alternativas; estrategias y modelos de enseñanza (ej., POE⁸, ciclo de aprendizaje), formas de representar y formular un tópico (ej., animaciones, simuladores, videos), y estrategias de evaluación. Así pues, se infiere que probablemente esta clase de conocimiento informó e iluminó la toma de decisiones instruccionales lo más alineadas con la naturaleza de la gran idea a representar y las metas de enseñanza esperadas, llevadas a cabo por los futuros profesores durante el diseño del ambiente de aprendizaje.

Conviene subrayar, que la comprensión que lograron los profesores en formación de las relaciones entre los anteriores elementos del CTPC direccionó el diseño y la secuenciación del conjunto de actividades de aprendizaje que configuró el material instruccional. Adicionalmente, la integración del contenido, la pedagogía y la tecnología orientó los razonamientos de los futuros profesores en cuanto a las estrategias instruccionales más ajustadas con la naturaleza de la gran idea a representar y el problema de enseñanza de ésta, el cual se materializa en la toma de decisiones de diseño.

Por ejemplo, el comprender conceptualmente el contenido que funda a la idea de la presión de un gas, les brindó la posibilidad a las

8 *POE es el acrónimo de la estrategia de enseñanza de las ciencias denominada Predecir, Observar y Explicar.*

profesoras en formación, Lina y Gina, de seleccionar y justificar unos recursos digitales para representar la idea en cuestión. Desde luego, que dichas representaciones digitales estuvieron acopladas a una serie de tareas problemas que los estudiantes al resolverlas de manera colegiada probablemente les permita comprender conceptualmente la idea. Esta afirmación se recoge claramente en la respuesta al ítem 9 de la CoRe de Lina y Gina.

□ La presión ejercida por los gases no es una idea que sea sencilla de ser entendida por parte de los estudiantes, debido a que para comprender este modelo, es necesario hacer uso de ideas del nivel submicroscópico.

Por ello, en esta idea inicialmente se hace uso de un video que permita acercar al estudiante al fenómeno de la presión de manera macroscópica. Luego, se utilizan dos animaciones con la intención de facilitar a los estudiantes construir una representación mental sobre cómo se comportan las moléculas de los gases frente al cambio de ciertas condiciones (volumen y temperatura), la cual les permita dar explicación, desde el nivel submicroscópico a lo observado en el video.” (CoRe, Lina y Gina)

Por otro lado, el análisis a las primeras CoRes diseñadas por los profesores en formación dejaron ver que la mayoría de las actividades de aprendizaje estaban estructuradas únicamente por una serie de interrogantes o problemas, sin estar circunscritos a un contexto problemático u organizador previo (ej., noticia; situación sociocientífica; gráficas; animaciones; simulaciones; videos; líneas de tiempo; laboratorio; demostraciones; historietas; entre otros). Por ejemplo, las primeras actividades de aprendizaje diseñadas por Stephany y Angelica estuvieron limitadas a interrogantes como: ¿Qué es cambio físico? Posteriormente, ellas

comenzaron a volver conscientes la necesidad de diseñar un contexto problemático, el cual tiene como fin central el de generar en los estudiantes la necesidad por el aprendizaje y activar sus conocimientos previos y concepciones alternativas. Lo anterior se puede ver en el material instruccional diseñado y desarrollado por Stephany y Angelica, que reside en el siguiente link:

https://555d5252f4e8d96ac4fb28839d1a0617fed26f96-www.googledrive.com/host/0BwklTVIIQz_WUG52Vlo5TIIPcWc/index.html

Se destaca que el desarrollo gradual de esta base de conocimiento les permitió a los profesores en formación identificar y explicitar el aspecto de la gestión y la administración del aula. De hecho, ellos en un inicio solo utilizaron estructura de aula no interactiva, donde el profesor transmite un conocimiento. Sin embargo, con el diseño de las diversas CoRes junto con el estudio de la literatura sobre las técnicas y estrategias de enseñanza de la química le brindó la posibilidad de conocer organizaciones áulicas como pequeños grupos de discusión; discusión con toda la clase y trabajo individual. De hecho, dichas estructuras de aula han sido consideradas por la comunidad de educadores de profesores como un medio a través del cual se asiste a los estudiantes para que alcance un aprendizaje por comprensión conceptual. Este presupuesto se puede evidenciar en la respuesta al ítem 11 de la CoRe:

“...a partir de lo anterior, se plantean trabajos en grupo de discusión que permitan que los estudiantes puedan interactuar los unos con los otros, y brindarle la oportunidad de compartir un lenguaje común el cual está siendo construido y compartido a través de la transacción de significados y formas de significar. Adicionalmente, el trabajar en grupos de discusión posibilita que los

estudiantes alcancen niveles altos de aprendizaje debido a que intercambian diferentes opiniones respecto a un fenómeno en cuestión, estableciendo consensos referentes a esa idea.

También, en las actividades se pueden apreciar una organización con estructura interactiva la cual permite que todos los miembros del colectivo áulico se impliquen en la clase. Hay que destacar que en una organización de la clase en estructura interactiva, el profesor debe tener como una de sus metas principales de enseñanza que los estudiantes alcancen un nivel de comprensión alto; para ello él diseña un conjunto de interrogantes que se los dirige a los estudiantes con los propósitos de desarrollar el contenido de la lección, determinar el nivel de comprensión del contenido de la materia, chequear el desempeño de los aprendices en las tareas que se le ha asignado a largo de la clase e inducir al estudiante a compartir sus ideas con sus pares académicos.” (CoRe, Stephany y Angelica).

FORMAS DE EVALUAR LAS IDEAS

Los profesores en formación representan las estrategias de evaluación de las grandes ideas que configuran el tópico bajo consideración en términos generales. Es decir, éstas fueron formuladas haciendo referencia a aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales en un nivel de orden genérico, sin embargo, no enunciaron cuáles serían los conceptos, las habilidades y las actitudes a monitorear en un nivel de detalle más fino a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje del tópico específico. Dicha situación se observa en un fragmento de la primera versión de la CoRe de Lina y Gina en el ítem sobre la evaluación:

“El nivel de comprensión del tópico de

la comprensión del comportamiento de los gases, se centra en las dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales.” Con la evaluación del tópico de Durante todo el desarrollo de las actividades (Versión 1 CoRe, Lina y Gina)

Semejante a lo sucedido con las otras bases del conocimiento, el profesor en formación movió su pensamiento y acciones sobre las estrategias de evaluación desde una perspectiva general de la química a una articulada con el tópico específico. Es decir, él formuló diferentes actividades de evaluación alineadas con cada una de las ideas que constituyen el concepto en cuestión. Esta situación le permite monitorear el nivel de comprensión y confusión sobre la gran idea que tienen los estudiantes durante la transacción instruccional, con el propósito de realizar retroalimentación desde una perspectiva socrática en el momento en que él detecte los eventos críticos. Esta afirmación se puede observar en la respuesta al ítem 12 de la CoRe final propuesta por Stephany y Angelica.

“A través de lo anterior se movilizará en el aula una evaluación formativa, debido a que se trabajarán preguntas y problemas que estimulen a una discusión y reflexión en el aula, que a través de una organización de las clases en pequeños grupos de discusión e interactiva nos permite monitorear el nivel de comprensión, confusión y compromiso de los estudiantes. Los estudiantes se enfrentarán actividades de todos los niveles de representación, primero el nivel macroscópico (descripción del fenómeno); segundo el nivel submicroscópico (explicaciones del fenómeno) y por último, nivel microscópico, este tipo de actividades que respondan a cada nivel deben realizarse o explicarse a través de los modelos teóricos, en donde la

evaluación en este caso responderá a la SUMATIVA, pues se pretende evaluar el nivel de apropiación del estudiantes a nuevos fenómenos explicativos. Según lo anterior la evaluación se realizara a través de las preguntas de reflexión desarrolladas en cada actividad.” (CoRe, Stephany y Angelica).

CONCLUSIONES

Este estudio ha permitido evidenciar que el constructo del CTPC o TPCK tiene implicaciones significativas para la educación y desarrollo profesional del profesor en formación. Dado que, éste se funda en la intención de ir más allá de la simple visión ofrecida por los programas de educación convencionales, cuyo fin es el desarrollo de “habilidades de instrucción”, a programas donde el futuro profesor de manera reflexiva y progresiva va identificando y explicitando las ricas relaciones complejas entre la tecnología, el contenido y la pedagogía.

Es por esto que, en los últimos años se comenzó a ver posibilidad que a través del diseño de ambientes de aprendizaje de tópicos específicos mediados por el instrumento metodológico de la CoRe, el profesor en formación puede comenzar a desarrollar esas ricas conexiones que se debe establecer entre los tres elementos antes mencionados (enfoque de aprender diseñando). En este sentido, a lo largo del desarrollo de la CoRe y la construcción del material instruccional el futuro profesor hace consciente los requerimientos particulares del contenido a ser enseñados, las metas instruccionales a alcanzar, y la tecnología más alineada a estos dos aspectos.

Así pues, los datos de este estudio claramente muestran que el programa de formación por “orientación reflexiva”, mediado por el diseño de una CoRe cuyo contenido informa la construcción de un material instruccional dentro de un escenario sociocultural, le brinda

la oportunidad al profesor en formación de integrar las bases del contenido, la pedagogía y la tecnología, y el contexto dentro del cual éstas funcionan. Es decir, la integración de estas tres bases le permitió a él articular de manera consciente elementos de la enseñanza, tales como: comprensión de las formas de representar un tópico por medio de la tecnología; técnicas pedagógicas que usan la tecnología en formas constructivas para enseñar el contenido; conocimiento de los conceptos difíciles o fáciles para aprender, además de las formas como la tecnología puede ayudar a los estudiantes a superar estas restricciones; conocimiento de las concepciones alternativas; conocimiento de cómo las tecnologías pueden ser usadas para construir sobre el conocimiento ya existente.

Finalmente, se llega a la conclusión que todavía se requiere de un mayor número estudios empíricos que se focalicen en indagar sobre la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de profesores en formación y en servicio dentro del marco de los programas de educación por “orientación reflexiva” mediada por el diseño del instrumento metodológico de la CoRe.

BIBLIOGRAFÍA

- Abell, K. & Bryan, L. A. (1997). Reconceptualizing the elementary science methods course using a reflection orientation. *Journal of Science Teacher Education*, 8 (3), 153-166.
- Bertram A. & 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, 1027-1047.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178.
- Bruce, B. C., & Hogan, M. C. (1998). The disappearance of technology: Toward an ecological model of literacy. In D. Reinking, M. McKenna, L. Labbo, & R. Kieffer (Eds.), *Handbook of literacy and technology: Transformations in a post-typographic world* (pp. 269–281). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Candela, B. F. (2012). La captura, la documentación y la representación del CPC de un profesor experimentado y “ejemplar” acerca del núcleo conceptual de la discontinuidad de la materia (Tesis de maestría). Universidad del Valle, Cali.
- Candela, B. F. & Viafara, R. (2014). Aprendiendo a enseñar química: la CoRe y los PaP-eR como instrumento para identificar y desarrollar el CPC. Programa editorial de la Universidad del Valle. Cali
- Candela, B. F. & Viafara, R. (2014). Articulando la CoRe y los PaP-eR al programa educativo por orientación reflexiva: una propuesta de formación para el profesorado de química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Num 35. p. 89-111.
- Candela, B. F. (2012). El diseño de la “ReCo”: una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del cpc de un tópico la química de profesores en formación inicial. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Num 40.
- Christensen, T. K. (2008). The role of theory in instructional design: some views of an ID practitioner. *Performance Improvement*, 47, (4), p. 25-32.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in education research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13.
- Collins, A., Joseph, D., y Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15–42.

- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.
- Hume A. (2010). CoRes as Tools for promoting Pedagogical Content Knowledge of novice science teachers chemistry education in New Zealand, 119, 13-19.
- Hume, A., & Berry, A. (2010). Constructing CoRes – a strategy for building PCK in pre-service science teacher education. *Research in Science Education*, 41, 341–355.
- Hume A. & Berry A. (2013). Enhancing the practicum experience for pre-service chemistry teachers through collaborative CoRe design with mentor Teachers. *Research in Science Education*, 43, 2107-2136
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131–152.
- 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.
- Loughran, J., Mulhall, P., y Berry, A. (2008). Exploring pedagogical content knowledge in science teacher education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1301–1320.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95–132). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Mulhall, P., Berry, A., y Loughran, J. (2003). Frameworks for representing science teachers' pedagogical content knowledge. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 4(2), 1–25.
- Neiss, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509–523.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, (15), (2), 4-14.
- Shulman, L.S. (1987). *Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform*. Harvard Educational Review, 57(1), 1- 22.
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. España: Morata
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la Investigación Cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. (E. Zimmerman, Trad.). Medellín: Facultad de Enfermería de la Universidad de Antioquía. (Trabajo original publicado en 1990)

Anexo 1. Tabla de la herramienta metodológica de la CoRe.

UNIVERSIDAD DEL VALLE
 INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
 MAESTRIA EN EDUCACIÓN (ENFASIS EN
 ENSEÑANZA DE LA CIENCIA)
 BASE PARA LA ENTREVISTA

¿Cuáles son las ideas científicas que se encuentran en el centro del tópico de “XXXXXXXXXX” o “XXXXXXXXXXXXXX”? Es decir, seleccione entre tres a cinco ideas en las que acostumbre a dividir la enseñanza del concepto XXXXXXXXXXXXX. Se trata de que en ese conjunto de ideas estén reflejadas las más importantes del tema a impartir, o de sus precedentes.

Para cada una de estas ideas responda las siguientes preguntas:

IDEAS/CONCEPTOS IMPORTANTES EN CIENCIAS			
	I d e a No. 1	Idea No. 2	Idea No. 3
1. ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea?			
2. ¿Por qué es importante que los alumnos sepan esta idea?			
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus alumnos)?			
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?			
5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los alumnos influyen en su enseñanza de esta idea?			
6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?			
7.. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).			
8. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?			

Anexo 2. Estructura lógica del instrumento de la CoRe ajustada para la representación de CTPC.

¿Cuáles son las ideas científicas que se encuentran en el centro del tema de la XXXXXXXXXXXX? Es decir, seleccione entre

tres a cinco ideas en las que acostumbre a dividir la enseñanza del concepto XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX. Se trata de que en ese conjunto de ideas estén reflejadas las más importantes del tema a impartir, o de sus precedentes.

Para cada una de estas ideas responda las siguientes preguntas:

IDEAS/CONCEPTOS IMPORTANTES EN CIENCIAS			
	Idea No.	Idea No.	Idea No.
	1	2	3
1. ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea?			
2. ¿Por qué es importante que los alumnos sepan esta idea?			
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus alumnos)?			
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?			
5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los alumnos influyen en su enseñanza de esta idea?			
6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?			
7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleas para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?			
8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizas con el fin de representar y formular la idea?			
9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizas para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyas dicha intención de diseño?			
10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).			
11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?			
12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?			

Fuente: Adaptado y ajustado por Candela (Curso de problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química Universidad del Valle, 2015) desde Loughran et al. (2004, 2006)

(Footnotes)

1 *En este documento se conceptualiza la “orientación de la enseñanza” como una forma de categorizar los diferentes métodos para la enseñanza de la ciencia. Desde luego, a este constructo lo fundamenta el conocimiento y creencias que posee un profesor acerca de los propósitos y metas que tiene la enseñanza de una idea de las ciencias por medio de un método de enseñanza particular; por ejemplo, descubrimiento, cambio conceptual, investigación dirigida, rigor académico, entre otros (Magnusson et al., 1999).*