



## DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO Y PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO DE LA QUÍMICA, DE PROFESORES EN FORMACIÓN A TRAVÉS DE LA REFLEXIÓN DE LOS PAP-ERS Y VIDEOS

### DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL AND PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF THE CHEMISTRY BY TEACHERS IN TRAINING THROUGH THE REFLECTION OF PaP-eRs AND VIDEOS

### DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO DA QUÍMICA, DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO ATRAVÉS DA REFLEXÃO DOS PaP-eRs E VÍDEOS

**Boris Fernando Candela\***

Cómo citar este artículo: Candela, B. F. (2018). Desarrollo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido de la química, de profesores en formación a través de la reflexión de los PaP-eRs y videos. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 13(1), 101-119. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.12177>.

#### Resumen

En este artículo se describió cómo los profesores en formación identificaron y desarrollaron algunos elementos del *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* de la química (CTPC), a lo largo del curso de contexto educativo y pedagógico por “orientación reflexiva”. La perspectiva metodológica fue cualitativa por estudio de casos, la cual estuvo configurada por dos ámbitos de reflexión entretelados, a saber: a) reflexión sobre las opiniones de los expertos acerca de la enseñanza de un contenido, a través de las lecturas propuestas en los programas de formación, y b) reflexión acerca de la enseñanza, llevada a cabo por profesores experimentados por medio de videos de caso y *repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas* (PaP-eRs). Esta heurística redujo la complejidad de la enseñanza en una historia manejable situada en un contexto específico, para que los profesores pudieran identificar y reflexionar sobre sus teorías acerca de la enseñanza y aprendizaje de la química. El estudio evidenció que los profesores en formación identificaron y desarrollaron los siguientes elementos del CTPC de la química: la pedagogía general, el lenguaje como una herramienta de

Recibido: 09 de junio de 2017; aprobado: 27 de octubre de 2017

\* Profesor de la Universidad del Valle. Licenciado en Biología y Química de la Universidad Santiago de Cali, magíster en Educación con Énfasis en la Enseñanza de las Ciencias. Perteneció al grupo de investigación interinstitucional Ciencias, Acciones y Creencias UPN-UV. Correo electrónico [bofeca65@gmail.com](mailto:bofeca65@gmail.com)

aprendizaje, las dificultades y concepciones alternativas, el conocimiento de la tecnología como un instrumento para representar los contenidos y gestionar el aula de química, y la evaluación formativa. Definitivamente, la reflexión de los eventos críticos de los PaP-eRs y videos de caso fue considerada una heurística apropiada que les permitió a los futuros profesores articular el conocimiento proveniente de la literatura en educación en química, con las experiencias virtuales de enseñanza/aprendizaje procedentes de un contexto real. Desde luego, dicha reflexión estuvo mediada por la lectura y discusión de las acciones inteligentes de un docente ejemplar cuando orienta a unos estudiantes singulares desde una perspectiva sociocultural, con el propósito de comenzar a refinar sus teorías de la enseñanza y aprendizaje de la química.

**Palabras clave:** profesores en formación, reflexión, repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas, videos de casos.

### **Abstract**

This article described how trainee teachers identified and developed some elements of the Technological and Pedagogical Knowledge of Chemistry Content (CTPC), along the course of educational and pedagogical context by "reflective orientation". The methodological perspective was qualitative by case study, which was configured by two interwoven areas of reflection, namely: (a) reflecting on the opinions of experts about the teaching of a content, through the readings proposed in the training programs; and (b) reflecting on the teaching carried out by experienced teachers through case videos and the Repertoire of Professional and Pedagogical Experiences (PaP-eRs). This heuristic reduced the complexity of teaching in a manageable story located in a specific context, so that teachers could identify and reflect on their theories about the teaching and learning of chemistry. This study showed that teachers in training identified and developed the following elements of the CTPC of chemistry: general pedagogy, language as a learning tool, difficulties and alternative conceptions, knowledge of technology as an instrument to represent the contents and manage the chemistry classroom, and the formative evaluation. Definitely, the reflection of the critical events of the PaP-eRs and videos of cases was considered an appropriate heuristic that allowed the future teachers to articulate the knowledge coming from the literature in education in chemistry, with the virtual experiences of teaching-learning of a real context. Of course, this reflection was mediated

by reading, discussing and reflecting on the intelligent actions of an exemplary teacher when guiding singular students from a sociocultural perspective, with the purpose of beginning to refine their theories of teaching and learning chemistry.

**Keywords:** teachers in training, reflection, repertoire of professional and pedagogical experiences, videos.

## Resumo

Neste artigo descrevemos como os professores estagiários identificaram e desenvolveram alguns elementos do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo da química (CTPC), ao longo do contexto educacional e pedagógico por "orientação reflexiva". A perspectiva metodológica foi qualitativa por estudo de caso, configurado por duas áreas interligadas de reflexão, a saber: a) reflexão sobre as opiniões de especialistas sobre o ensino de um conteúdo, através das leituras propostas nos programas de formação e, b) reflexão sobre o ensino, realizada por professores experientes através de vídeos de *casos e repertório de experiências profissionais e pedagógicas* (PaP-eRs). Esta heurística reduziu a complexidade do ensino em uma história gerenciável localizada em um contexto específico, de modo que os professores pudessem identificar e refletir sobre suas teorias em ensino e a aprendizagem da química. O estudo mostrou que os professores em treinamento identificaram e desenvolveram os seguintes elementos do CTPC da química: pedagogia geral, linguagem como ferramenta de aprendizagem, dificuldades e concepções alternativas, conhecimento da tecnologia como instrumento para representar os conteúdos e gerenciar a sala de aula de química e a avaliação formativa. Definitivamente, a reflexão dos eventos críticos dos PaP-eRs e vídeos de caso, foi considerado uma heurística apropriada que permitiu aos futuros professores articular o conhecimento proveniente da literatura em educação em química com as experiências virtuais de ensino/aprendizagem provenientes de de um contexto real. É claro que essa reflexão esteve mediada pela leitura e discussão das ações inteligentes de um professor exemplar ao orientar alguns estudantes desde uma perspectiva sociocultural, com o objetivo de começar a refinar suas teorias de ensino e aprendizagem da química.

**Palavras chaves:** professores em formação, reflexão, repertório de experiências profissionais e pedagógicas, vídeos de casos.



Atribucion, no comercial, sin derivados

## Introducción

El campo de la educación en ciencias ha llegado al acuerdo tácito de que la toma de decisiones informadas de los sujetos al enfrentarse a situaciones problemáticas de orden personal, local, nacional o global, se debe al conocimiento, competencias, creatividad, actitud y valores que aquellos hayan desarrollado durante su escolaridad. De ahí que, en las últimas décadas se ha considerado que los profesores cumplen un papel crítico en el proceso de andamiar el desarrollo de los elementos cognitivos y afectivos en los estudiantes a lo largo de su escolaridad, que les permita tener un comportamiento apropiado dentro de su contexto. Así el futuro de la humanidad depende de la experticia y compromiso de dichos profesionales.

DILLO, MAGUIRE (2011) afirman que todas las evidencias provenientes de diferentes sistemas educativos alrededor del mundo muestran que el factor más importante en determinar las acciones apropiadas de los niños dentro de un contexto sociocultural es la calidad de los profesores y la enseñanza. Por ello, los sistemas educativos más destacados seleccionan a sus potenciales maestros desde aquellos estudiantes que han obtenido el mejor rendimiento académico a lo largo de su escolaridad, y posteriormente les brindan la oportunidad de alcanzar una formación profesional rigurosa y efectiva, centrada en la relación sinérgica entre la teoría y la práctica del diseño y la enseñanza de contenidos específicos.

Así mismo, consideran la enseñanza una profesión práctica, la cual no solo requiere de la experticia para responder a las situaciones rutinarias del aula, sino también del desarrollo de unas bases del conocimiento<sup>1</sup> profesional que le brinden al docente abordar de manera apropiada un conjunto de problemas específicos que se generan con frecuencia en las aulas de ciencias. Por ejemplo, dichas bases informan la solución a los siguientes interrogantes: ¿Cuál es la mejor estrategia de enseñanza para asistir

a los estudiantes en la comprensión de un contenido? ¿Por qué los estudiantes encuentran difícil aprender un determinado contenido, y cómo poder ayudarlos a superar estas dificultades? ¿Cuál es la mejor forma de representar y formular un contenido con el propósito de que los estudiantes alcancen una comprensión conceptual? ¿Cuáles son las mejores formas de evaluar el aprendizaje?

En consecuencia, los programas de educación diseñados en las últimas décadas demostraron la necesidad de preparar a los profesores en formación, no solamente para adaptarse a las formas que operan las escuelas actualmente, sino para que tengan la flexibilidad de ajustarse a los futuros cambios a los que se enfrentan a diario. En este sentido, los investigadores de la educación consideran que los enseñantes deben de estar en la capacidad de ayudar a promover las reformas curriculares, criticar sus prácticas de diseño y enseñanza de contenidos específicos, y diseñar, implementar y evaluar las innovaciones emprendidas (ABELL, CENNAMO, 2003).

Por otro lado, se considera que aprender a enseñar ciencias es un proceso que sucede a lo largo de la vida del profesor. Así, se comienza con los años donde él ha aprendido sus primeras teorías sobre la enseñanza/aprendizaje por impregnación ambiental (LORTIE, 1975); pasa por los programas de educación formal; llega a los primeros años de experiencia profesional con profesores experimentados y, por último, continúa su desarrollo. Naturalmente, a lo largo de este continuo de experiencias, él construye de manera progresiva su sistema de conocimientos, creencias y valores que informan la práctica del diseño de ambientes de aprendizaje y la enseñanza de las ciencias (FEIMAN-NEMSER, 2001).

De manera que los educadores de los profesores de ciencias, durante el diseño e implementación de los programas de educación, deben tener en cuenta los aspectos del desarrollo del pensamiento del profesor en formación (ABELL, BRYAN, ANDERSON, 1998). De hecho, esta perspectiva les

1. MISHRA, KOEHLER (2006) consideran que el contenido, la pedagogía y la tecnología son bases del que juegan un papel clave en el diseño e implementación de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos.

brinda el escenario más apropiado donde expliciten y vuelvan consciente las teorías implícitas de la enseñanza y el aprendizaje de la química, por medio de situaciones problematizantes provenientes de los contextos reales del aula.

Con el fin de direccionar dichas metas de formación, los educadores de profesores afirman que los procesos de reflexión dentro de los programas de educación asisten a los futuros profesores para desafiar sus teorías sobre la enseñanza y el aprendizaje, y de esta forma comenzar a alinearla con las representadas en las reformas curriculares (SCHÖN, 1987; ABELL, BRYAN, 1997; CANDELA, VIÁFARA, 2014a, 2014b). Es decir, cuando ellos reflexionan sobre un evento crítico que recoge las acciones de un profesor ejemplar durante su práctica profesional, logran pensar acerca de su enseñanza o la de otro, definir y formular problemas, y comparar la teoría con la práctica.

Así, la reflexión es conceptualizada como un proceso metacognitivo que implica ciertos contextos, procesos, actitudes y contenidos, los cuales le brindan al profesor desarrollar una nueva comprensión acerca de la enseñanza y aprendizaje de una disciplina, con el fin de resolver los problemas de la práctica. Desde luego, estos pueden ser examinados a través del uso de casos ejemplares en los cuales los profesores en formación entran a un mundo virtual del aula representado en formato impreso o digital (LABOSKEY, 1993; ABELL, CENNAMO, 2003; CANDELA, VIÁFARA, 2014b). De hecho, este reduce la complejidad de la enseñanza en una historia manejable y situada en un contexto específico. Asimismo, el contexto del caso suministra oportunidades a los profesores novatos de volver conscientes sus teorías implícitas acerca de la enseñanza/aprendizaje, con el propósito de que estas evolucionen hacia los marcos teóricos

propuestos por la literatura en educación en ciencias (BULLOUGH, 1991; BROPHY, 2003).

Por todo esto, en las últimas décadas los educadores de profesores han comenzado a mostrar interés en capturar y documentar el *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* (CTPC)<sup>2</sup>. Así pues, para poder retratarlo, se han diseñado instrumentos metodológicos como el *repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas* (PaP-eR)<sup>3</sup> y los videos de caso (ABELL, BRYAN, 1997; CANDELA, VIÁFARA, 2014b; BERTRAM, LOUGHRAN, 2012). El propósito de esta tarea de investigación radica en utilizar el registro de las acciones y pensamientos inteligentes llevados a cabo por el profesor y los estudiantes, como un material curricular que estimule la reflexión de los profesores en formación a lo largo de las actividades de aprendizaje que configuran el programa de educación (CANDELA, 2016).

Asimismo, los PaP-eRs y los videos de caso le brindan al profesor en formación entrar al mundo virtual de la clase y atestiguar los eventos que allí ocurren (ABELL, CENNAMO, 2003; CENNAMO *et al.* 1996; CANDELA, VIÁFARA, 2014a, 2014b). En efecto, los relatos narrativos que estructuran los PaP-eRs y los episodios críticos de los videos de caso son considerados escenarios apropiados que le brindan al lector la posibilidad de evidenciar de manera vicaria la interacción de los elementos del CTPC de un profesor ejemplar, y de esta forma comenzar a identificar y desarrollar su CTPC de la química.

Finalmente, esta heurística de formación mediada por la reflexión sobre el contenido de los PaP-eRs y videos de caso, ha comenzado a jugar un papel crítico dentro de los programas de educación en el contexto nacional, dado que, le permite al profesor evidenciar de manera explícita los diferentes elementos que configuran el CTPC de la química (ABELL, CENNAMO, 2003; CENNAMO *et al.* 1996).

2. El CTPC es un constructo que entretreje de manera sinérgica el conocimiento disciplinar, tecnológico y pedagógico, con el fin de mediar el aprendizaje de unos estudiantes singulares dentro de contextos particulares (MISHRA, KOEHLER, 2006; CANDELA, 2016).

3. Los PaP-eRs son considerados relatos narrativos del CPC de los profesores para una porción particular de un contenido curricular de las ciencias. Estos capturan, documentan y representan los procesos de razonamiento y las acciones pedagógicas del profesor durante la enseñanza de un tópico específico a un grupo de estudiantes en un contexto singular (LOUGHRAN *et al.* 2001; CANDELA, VIÁFARA, 2014a).

De modo que estos presupuestos han sido tomados como marco de referencia a lo largo del diseño de este estudio, cuyo propósito es documentar el inicio de la identificación y desarrollo de los elementos que configuran el CTPC de la química de los profesores en formación inicial.

Usando las anteriores asunciones como punto de referencia, este estudio tiene como propósito dar respuesta al siguiente interrogante: ¿Cómo los profesores en formación comienzan a identificar y desarrollar los elementos CTPC de la química a través de la reflexión de los PaP-eRs y videos de caso de profesores ejemplares?

## Metodología

Direccionados por el problema y el propósito de esta investigación, se decidió asumir la metodología desde una perspectiva cualitativa e interpretativa por estudio de casos (STAKE, 1999). De hecho, este enfoque brindó la posibilidad de comprender cómo los profesores en formación matriculados en el primer semestre de la Licenciatura en Educación en Ciencias, comenzaron el proceso de identificación y desarrollo de las bases del conocimiento para la enseñanza que configurarán su CTPC de la química.

Por otro lado, apoyados en los criterios para la selección del caso enunciados por STAKE (1999), se escogió como caso a indagar a los estudiantes matriculados en el curso contexto educativo y pedagógico de la química<sup>4</sup> (14 mujeres y 7 hombres), con edades entre los 17 y 20 años. Conviene subrayar que para esta investigación resultó fundamental que ellos estuvieran matriculados en el primer semestre del programa de licenciatura; así, llegaron al aula sosteniendo fuertes teorías personales acerca de la enseñanza y aprendizaje de la química. Este aspecto quizás permitió evidenciar cómo estas teorías comienzan a evolucionar hacia los elementos que

constituyen el CTPC de esta disciplina, por medio de la reflexión de los PaP-eRs y videos de caso.

Con el fin de brindarles la oportunidad a los profesores en formación de identificar y desarrollar los principales elementos que configuran el CTPC de la química, se los enfrentó a un conjunto de actividades de aprendizaje que representaron los contenidos necesarios para dicho propósito. En ese sentido, estas se abordaron desde un enfoque por *orientación reflexiva* constituido por dos ámbitos, a saber: a) reflexionando sobre las opiniones de los expertos acerca de la enseñanza de un contenido, a través de las lecturas propuestas en los programas de formación; y b) reflexionando acerca de la enseñanza llevada a cabo por profesores experimentados a través de experiencias de videos de caso y *repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas* (PaP-eRs). Desde luego, cada una de estas actividades de aprendizaje les suministró la posibilidad a los estudiantes de magisterio de: 1) descubrir, clarificar y refinar sus teorías personales sobre la enseñanza y aprendizaje de la química; 2) desafiar las fuertes teorías personales; 3) desarrollar una nueva comprensión sobre la enseñanza y aprendizaje de la química; y 4) potenciar las habilidades reflexivas.

Por otro lado, los relatos narrativos de los PaP-eRs y los videos de caso de este estudio representaron las acciones de un profesor ejemplar a lo largo de la enseñanza de los contenidos de la discontinuidad de la materia y el equilibrio químico. En efecto, el cuerpo de conocimiento que subyace a estos dos instrumentos encarnó un número de situaciones comunes relacionadas con las acciones del profesor y sus estudiantes, a saber: 1) la naturaleza de la participación de los estudiantes, incluyendo los métodos de solicitar permiso al hablar; 2) la gestión y administración de la clase; 3) los tipos de pensamientos de los aprendices, especialmente los afectados por las tareas e interrogantes solicitados por el enseñante; 4) las técnicas de formular preguntas,

4. Este curso forma parte del ámbito humanístico de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, ofrecido a estudiantes de primer semestre.

incluyendo el tiempo de espera y la retroalimentación; y 5) las estrategias y modelos de enseñanza, especialmente el POE (predecir, observar y explicar) y el ciclo de aprendizaje respectivamente.

Conviene subrayar que los estudiantes antes de cada clase debieron hacer un estudio reflexivo a los documentos provenientes de la literatura previamente enviados por el educador de profesores. Para ello, utilizaron como instrumento de análisis las hojas de reflexión, las cuales tienen interrogantes antes, durante y después de la lectura (véase anexo 1). Así pues, esta actividad de formación suministró a los futuros profesores, elementos teóricos que les permitieron comprometerse activamente en las discusiones colegiadas acerca de los episodios críticos de los PaP-eRs y videos de caso.

Además, la secuencia de actividades de aprendizaje se propuso con el fin de estimular la reflexión sistemática de los PaP-eRs y los videos de caso; así, esta acción metacognitiva es mediada a través de la hoja de reflexión, la cual ayudó a catalizar dicha cadena de razonamientos. Desde luego, este conjunto de tareas les permitió a los estudiantes una transición gradual durante el proceso, a saber: reflexionando desde una situación simple a una compleja; observando y describiendo eventos de enseñanza fragmentados, a problemas sistemáticos de la práctica; reflexionando sobre aspectos generales de las acciones del profesor y los estudiantes, a elementos específicos del comportamiento de ellos; y concentrándose en la enseñanza de otras personas, a focalizarse en su propia enseñanza.

Por último, los datos de este estudio fueron recolectados a través de los registros fílmicos de las acciones y pensamientos de los profesores en formación, durante las discusiones generadas por las reflexiones de los episodios críticos. También, se consideraron fuentes documentales las respuestas individuales registradas en las hojas de reflexión de las diferentes lecturas. Adicionalmente, finalizando el semestre se les realizó a los sujetos estudiados una entrevista semiestructurada con el fin de recolectar evidencias que sustentaron el comienzo de su desarrollo profesional.

## **Análisis de datos y codificación**

El análisis de los datos implicó la identificación y clasificación de una serie de temas alineados con el CTPC de la química, que fueron expresados por los profesores en formación a lo largo del conjunto de actividades de desarrollo profesional. Para ello, se utilizó la teoría fundamentada de STRAUSS, CORBIN (2002), la cual está estructurada en tres fases: descripción, ordenamiento conceptual y teorización. Así, la primera se da por medio de la recolección sistemática de la información del caso; la segunda ofrece la posibilidad de inducir de los datos las categorías (codificación abierta y axial); y la última permite construir la teoría a partir de la selección de la categoría medular, y el establecimiento de relaciones semánticas de esta con las otras categorías del estudio (codificación selectiva).

A partir de las anteriores asunciones que sustentan este análisis de naturaleza comparativa, se realizaron las siguientes tareas analíticas:

1. Organización rigurosa al conjunto de información recogida en las fuentes documentales de este estudio.
2. Lectura reflexiva a la serie de documentos provenientes de las diferentes fuentes documentales, con el fin de encontrar evidencias que apoyen el inicio de la identificación y desarrollo de los elementos del CTPC de la química de los profesores en formación. Para ello, se realizó una codificación abierta, desde el problema y el marco conceptual de este estudio, lo que facilitó asignar a las respectivas unidades de registro los códigos que están alineados con las propiedades de estas.
3. Lectura y relectura al conjunto de códigos asociados a las unidades de registro para detectar patrones de ocurrencia, y de esta manera agruparlos de acuerdo con las similitudes encontradas de sus propiedades.
4. Fragmentación del cuerpo de conocimiento previamente codificado en unidades básicas de análisis con sentido independiente, con el

- propósito de reunir los códigos cuyo patrón de ocurrencia presentan similitud en sus propiedades. Esta acción analítica da origen a las principales categorías de este estudio (tabla 1).
5. Adscripción de las unidades de análisis previamente codificadas (por ejemplo, párrafos con sentido independiente, eventos críticos de los videos, y respuestas a la entrevista semiestructurada), a cada una de las categorías inductivas con las que está en coherencia, según sus propiedades (codificación axial).
  6. Selección de la categoría medular o central (por ejemplo, No. 1) (tabla 1), a la cual se vinculan de forma semántica las otras categorías. El propósito de dicha tarea analítica descansa en establecer relaciones de significado entre las respectivas unidades de análisis, y de esta manera construir una teoría naturalística que da solución al problema de investigación.

**Tabla 1.** Categorías inductivas producto del proceso de codificación abierta.

Categorías
1. Usando los PaP-eRs y los videos de caso para reflexionar sobre la pedagogía general.
2. Usando los PaP-eRs y los videos de caso para reflexionar acerca del papel crítico que desempeñan las habilidades lingüísticas en el aprendizaje de la química.
3. Usando los PaP-eRs y los videos de caso para comprender las dificultades/limitaciones y concepciones alternativas de los estudiantes.
4. Usando los PaP-eRs y los videos de caso para internalizar el uso de los recursos digitales en la gestión del aula y la representación de los contenidos de la química.
5. Usando los PaP-eRs y los videos de caso para comprender la evaluación formativa.

## Resultados y discusión

La reflexión de los diferentes episodios críticos recogidos en los PaP-eRs y los videos de caso sugieren una variedad de dilemas en la enseñanza de las ciencias que los profesores en formación enfrentan. De hecho, estas tareas reflexivas les permiten a ellos reflexionar y discutir sobre las posibles acciones

llevadas a cabo por un profesor ejemplar y los estudiantes durante la enseñanza de un contenido específico. Así pues, examinan sus teorías personales e interpretan las creencias y valores del profesor ejemplar acerca de la enseñanza y el aprendizaje; también, marcan los problemas de la clase e intentan darles sentido a estos desde sus perspectivas de profesor.

Las siguientes categorías documentan algunos elementos del CTPC de las ciencias, identificados y desarrollados por los profesores en formación a lo largo del curso de contexto educativo y pedagógico de la química:

### Usando los PaP-eRs y los videos de caso para reflexionar sobre la pedagogía general

Los dos ámbitos de reflexión que configuran el curso de contexto educativo y pedagógico de la química les brindan la oportunidad a los profesores en formación de comenzar a identificar y desarrollar elementos de la pedagogía general como: administración y gestión de la clase, lenguaje y discurso, y modelos de enseñanza. Naturalmente, dichos elementos informarán las futuras toma de decisiones instruccionales a lo largo del diseño e implementación de ambientes de aprendizajes de tópicos específicos de la química.

La reflexión de los diferentes eventos críticos representados en los PaP-eRs y videos de caso, estimulan a los futuros profesores a evidenciar la doble funcionalidad de la pedagogía general. En primer lugar, esta base de conocimiento permite seleccionar las estrategias de enseñanza más apropiadas. En segundo lugar, una vez seleccionadas, deben estar alineadas con la naturaleza del contenido y los antecedentes socioculturales de los estudiantes, con el fin de andamiar la comprensión de las entidades y procesos que subyacen a un fenómeno natural. De ahí que los futuros profesores consideran que estos elementos pedagógicos desempeñan un papel crítico en el diseño e implementación del conjunto de actividades de aprendizaje que estimula la construcción colegiada de una profunda comprensión.

En este sentido, los profesores en formación a través de la reflexión continua logran identificar las rutinas, técnicas, estrategias y modelos de enseñanza que subyacen las acciones del profesor ejemplar representadas a través de los PaP-eRs y videos de caso. Por tanto, los diferentes eventos críticos dejan identificar elementos de la pedagogía general como: 1) organización del aula en pequeños grupos discusión, estructura interactiva, trabajo individual y estructura no interactiva; 2) formulación de preguntas abiertas, cerradas y con tiempo de espera, explicar ideas, y distribución de preguntas; 3) estrategia de enseñanza del POE (predecir, observar y explicar) (GUNSTONE, WHITE, 1981); y 4) ciclo de aprendizaje (fase de exploración, fase de introducción y fase de aplicación).

Así pues, los profesores en formación visualizan que estos elementos de la pedagogía general se encuentran embebidos en la perspectiva que el enseñante tiene sobre el aprendizaje y la enseñanza de la química. Además, que el propósito de las estrategias de enseñanza asociadas con rutinas y técnicas es proporcionar una estructura de andamiaje del aprendizaje conceptual de los estudiantes. También, consiguen internalizar que estos elementos constituyen una plataforma para alcanzar el aprendizaje de los conceptos del currículo de la química. De ahí que cumplan una doble intencionalidad: en la enseñanza permiten generar conclusiones que resuman las principales ideas que deben ser aprendidas por los estudiantes, en tanto, en el aprendizaje asisten a los estudiantes para generar sus propias explicaciones a un evento o fenómeno del mundo cotidiano. Las anteriores asunciones se pueden evidenciar a partir de las siguientes viñetas extraídas de las hojas de reflexión:

Por otra parte, de acuerdo con las experiencias obtenidas desde la reflexión con los PaP-eRs y videos de caso, pude visualizar pequeñas similitudes y diferencias, respecto a cómo enseñar un tópico específico de la química. Así pues, estas serían, la utilización de la POE, puesto que es una estrategia indispensable para la enseñanza de las ciencias que les permite a los

estudiantes interactuar con el fenómeno químico dentro de un contexto de transacción de significados. Además, organizaría la clase en una estructura de pequeños grupos de discusión, la cual le permitiría a los estudiantes compartir sus intuiciones sobre una problemática previamente planteada; sin embargo, desde mi punto de vista, se debería tener una vista más crítica al momento de realizar los grupos de trabajo, puesto que esta estructura de organización algunas veces genera indisciplina como consecuencia a que el profesor no puede estar interactuando al mismo tiempo con todos los grupos a la vez. Para darle solución a esta dificultad buscaría una acomodación de los grupos sistemática, donde él tenga en su rango de observación a toda el aula. Luego, para cerrar la actividad experimental pediría una discusión intergrupal de las observaciones y reflexiones de las respuestas a los interrogantes del experimento. (Hoja de reflexión, Carlos).

De las prácticas de enseñanza observadas, con las que me sentiría cómoda al momento de usarlas durante mi práctica educativa son: las rutinas de organización del aula en pequeños grupos de discusión y trabajo individual, el uso de herramientas digitales, como el laboratorio virtual y las animaciones para representar las ideas a enseñar. También, considero fundamental para la enseñanza de la química la estrategia del POE, la cual pone en acción el uso de habilidades comunicativas y permite monitorear el nivel de comprensión y confusión de los estudiantes durante el acto educativo por medio de formulación de preguntas. (Entrevista, Kelly).

Las expectativas acerca de la enseñanza y el aprendizaje de los factores que afectan la velocidad de una reacción química, han cambiado bastante desde que reflexioné sobre los eventos críticos del video. De hecho, esta tarea permitió ver cómo la estrategia del POE (predecir, observar y explicar) apoya la comprensión de un fenómeno, además, del desarrollo de las habilidades lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura, factores importantes para la construcción de un pensamiento crítico y científico en cada uno de los estudiantes. Por otra parte, considero que la forma como el profesor ejemplar organizó el aula en

pequeños grupos de discusión con el fin de abordar la experimentación, no es la más adecuada, porque genera indisciplina; sin embargo, creo que esta clase experimental se podría dar en grupos de trabajos pequeños, pero con una organización de mesa redonda donde el profesor tenga una posición de la cual pueda acceder rápidamente a cada grupo de trabajo que lo requiera. (Hoja de reflexión, Ángela).

La actividad de aprendizaje que implementa el docente busca que a través de pequeños grupos de discusión debatan sus ideas y saquen conclusiones con respecto al tópico tratado. Esto se logra con la intervención del profesor, generando preguntas a los estudiantes y poniendo a prueba sus conocimientos previos adquiridos en grados anteriores. (Hoja de reflexión, Joselyn).

### **Usando los PaP-eRs y los videos de caso para reflexionar acerca del papel crítico que desempeñan las habilidades lingüísticas en el aprendizaje de la química**

La reflexión sobre los diferentes eventos críticos representados en los PaP-eRs y videos de caso facilita en los futuros profesores ver cómo el profesor ejemplar utiliza el desarrollo de las habilidades lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura como herramientas de pensamiento y aprendizaje de los contenidos de las ciencias. De ahí que ellos comenzaron a considerar que el lenguaje y las actividades experimentales son elementos que ejercen una fuerte influencia en la construcción, representación y comunicación de la comprensión del fenómeno natural dentro de un contexto sociocultural.

Por todo esto, el profesor en formación afirma que la enseñanza de la química desde un enfoque sociocultural, les permite a los estudiantes negociar significados y formas de significar a partir de una organización del aula en pequeños grupos y discusión con toda la clase. Para ello, deben desarrollar de manera concomitante las habilidades lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura, junto con la construcción de la comprensión de las entidades y procesos que subyacen al fenómeno químico en

cuestión. Estas asunciones se evidencian a partir del siguiente diálogo entre el profesor y los estudiantes, extraído de una clase del curso contexto educativo y pedagógico:

P: ¿Será que el aula del profesor Santiago tiene una perspectiva sociocultural? ¿Por qué?

E1: En el aula de Santiago convergen dos tipos de discursos: el especializado, presentado por el profesor, y el intuitivo, encarnado en los estudiantes.

E2: El aula de Santiago se caracteriza por el uso frecuente del lenguaje oral y escrito como medios para ayudarle al estudiante a comprender el fenómeno químico que se está abordando.

P: ¿Qué opina Brayan de esta afirmación?

E3: Estoy de acuerdo, ya que la interacción profesor/estudiante y estudiante/estudiante mediada por el lenguaje y el sistema de conocimientos y creencias de estos sujetos, es una herramienta poderosa para el aprendizaje de la química. Desde luego que esta le permite al profesor detectar las dificultades y concepciones alternativas de sus estudiantes, y de esta manera reflexionar y tomar decisiones curriculares e instruccionales con el fin de ayudar a los estudiantes a comprender el fenómeno abordado.

E4: Lo que dices es como un intercambio de ideas o transacción de significados y formas de significar.

E5: Ah, ya, entonces en la clase se da una negociación sin parte ganadora, ¿por qué sin parte ganadora?, porque tanto el profesor como el estudiante están aprendiendo el uno del otro. (Video del curso de contexto educativo y pedagógico).

Otro aspecto que los estudiantes de magisterio identifican durante la reflexión de los PaP-eRs y videos de caso se refiere a que el profesor ejemplar focaliza el desarrollo de su clase, tanto en los contenidos disciplinares de las ciencias como en la enseñanza explícita de los elementos semánticos y sintácticos del lenguaje (por ejemplo, macro- y microestructura textual, manejo de conectores textuales, intertextualidad, función/forma de un texto,

estrategias de lectura y escritura, entre otros), con el fin de que sean utilizados como estrategia de aprendizaje. Además, ellos conciben que la internalización del conocimiento genérico de las habilidades de la oralidad, la lectura y la escritura les suministran la posibilidad a los aprendices de desarrollar nuevas ideas y pensamientos sobre los fenómenos químicos. Estos presupuestos se representan en las siguientes viñetas:

P: ¿Qué relación encuentran entre los episodios críticos de los PaP-eRs y videos de caso con las estrategias lingüísticas de hablar, leer y escribir?

E1: Como vimos en los PaP-eRs y los videos de caso del profesor Santiago, él siempre trata de implementar el lenguaje en el uso diario del aula para que los estudiantes puedan comprender los fenómenos químicos.

E2: Una manera de evidenciar el uso del lenguaje en los videos se da cuando se organizan el aula en pequeños grupos de discusión y estructura interactiva con toda la clase, que les permite a los estudiantes discutir sus diferentes puntos de vista con el fin de dar solución a una situación problemática. Además, en uno de los PaP-eRs y videos se puede ver que el profesor les pide a los estudiantes que realicen un informe de laboratorio, pero no convencional, donde desarrollen las estrategias de escritura que se han venido enseñando a lo largo del curso de química; por ejemplo, la composición escrita debe tener una macroestructura que jerarquice las diferentes ideas principales, también, los párrafos tiene que tener una microestructura la cual se traduce en la articulación coherente de la idea principal con las respectivas ideas secundarias. Con estos episodios se ve evidenciado claramente el uso del lenguaje en las ciencias como una herramienta de aprendizaje.

E3: Yo quiero completar lo expresado por Brayán. El profesor debe crear en el estudiante una influencia verbal a un nivel intra e intersubjetivo que le ayude a los estudiantes a comprender los fenómenos químicos a partir de su conocimiento empírico y teórico.

E4: Sí, básicamente cuando en los PaP-eRs y videos de caso hacían discusiones primero en pequeños grupos y después con toda la clase se ve el uso del lenguaje oral divergente, y cuando se logra consensuar una idea que representa la comprensión del fenómeno químico y, esta debe ser materializada en un texto, se ve el uso del lenguaje escrito convergente (Video del curso de contexto educativo y pedagógico).

Considero que las clases de profesor Santiago además de integrar los aspectos del contenido pedagógico para la enseñanza y aprendizaje de un tópico de la química, también se focalizó en ayudar a sus estudiantes a desarrollar las habilidades comunicativas, las cuales son esenciales para el aprendizaje. De hecho, él para lograr esta meta de enseñanza utilizó actividades experimentales orientadas a través de la estrategia del POE (Predecir, Observar y Explicar), la cual genera discusión y necesidad de explicar a los compañeros el fenómeno observado, utilizando para ello reglas de escritura, además la habilidad de la lectura crítica (Hoja de reflexión, Kelly).

Posteriormente, los estudiantes comienzan a desarrollar su párrafo de respuesta a interrogantes formulados por el profesor, donde se hace énfasis en que este debe detener una microestructura, es decir, poseer una idea principal e ideas secundarias que desarrollen o fomenten la idea principal. Esta situación permite evidenciar que el profesor Santiago no solamente quiere enseñar los contenidos de la química, sino también promover el desarrollo de las siguientes habilidades lingüísticas en los estudiantes: hablar, leer y escribir (Hoja de reflexión, Pablo).

### **Usando los PaP-eRs y los videos de caso para internalizar el uso de los recursos digitales en la gestión del aula y la representación de los contenidos de la química**

Los futuros profesores reaccionan con respecto a los episodios críticos representados en los PaP-eRs y videos de caso, como recursos para problematizar su

sistema de conocimiento, creencias y valores acerca del papel clave que han comenzado a desempeñar las tecnologías de la información y comunicación (TIC), en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. De hecho, identifican las relaciones que se deben establecer entre el contenido de las ciencias, la pedagogía general y las TIC, con el fin de diseñar e implementar ambientes de aprendizaje potenciados por las tecnologías desde una perspectiva sociocultural.

Así mismo, los estudiantes de magisterio a lo largo de las discusiones generadas por las diferentes reflexiones, toman conciencia de la existencia de un amplio rango de recursos digitales, los cuales pueden ser usados para representar y formular los contenidos de las ciencias. Además, la selección de estos debe estar informada por el conocimiento de la disciplina y la pedagogía general, con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades sobre el contenido bajo consideración. Por ejemplo, ellos identifican que el profesor ejemplar para asistir a los estudiantes en la comprensión del tópico de la cinética química, utiliza un laboratorio virtual acompañado de una serie de interrogantes a desarrollar dentro de un contexto de negociación de significados y formas de significar. Naturalmente, dicha decisión curricular media de forma apropiada la comprensión de las entidades y procesos que subyacen a este fenómeno químico. Esta asunción se puede evidenciar en las siguientes viñetas:

El maestro, con el propósito de ayudar a los estudiantes a volver las ideas abstractas de la cinética química, hace uso de su conocimiento tecnológico sobre un conjunto de recursos digitales. Así, pues, apoyado en su conocimiento de la química, la pedagogía y la tecnología, selecciona del internet una animación para representar esta idea. (Entrevista, Brayan)

Ya finalizada la predicción se da paso a realizar la observación del video, la cual permitirá a los estudiantes comparar lo que anteriormente habían predicho

con lo que se puede apreciar mediante la observación. Posteriormente, desarrollan una explicación de manera escrita con el fin de determinar si existe una relación con el laboratorio virtual que se ha observado. Al presentarse el video y una vez discutido las diferentes posturas, los estudiantes concluyen que la rapidez de la reacción es proporcional a la concentración de reactivo, es decir a mayor concentración más rápida la reacción. Esta actividad de aprendizaje le brinda la posibilidad a muchos estudiantes para detectar que sus predicciones estaban alejadas de los contenidos formulados por los científicos.

En conclusión, se resaltan cómo el docente a través de una clase mediada por la integración de las TIC, ayuda a sus estudiantes a superar las dificultades y concepciones alternativas con las que llegan al aula de química. También, esta perspectiva de enseñanza dejar ver las intenciones de Santiago en promover y generar un desarrollo progresivo de las habilidades lingüísticas a través de la enseñanza de la química. (Hoja de reflexión, José).

Adicionalmente, los profesores en formación inician la explicitación de las rutinas, estrategias y modelos de enseñanza que se encuentran alineados con las tecnologías digitales en formas constructivas para la enseñanza de un contenido. Por ejemplo, ellos evidencian que el profesor Santiago utiliza la estrategia del POE (predecir, observar y explicar) con el ánimo de gestionar la puesta en escena de una animación que representa la idea de las reacciones reversibles. Así, este recurso digital bajo la orientación del profesor ejemplar se convierte en un escenario apropiado donde los estudiantes leen, reflexionan, discuten y escriben sobre el fenómeno químico. También, los estudiantes de magisterio logran identificar que los anteriores elementos forman parte de un conjunto de actividades que se encuentran estructuradas según el modelo del ciclo de aprendizaje<sup>5</sup>. Este presupuesto se puede ver en la siguiente viñeta:

5. El ciclo de aprendizaje es un modelo de enseñanza que se configura en tres fases: exploración, introducción y aplicación (KARPLUS, THIER, 1967).

Los videos me hicieron analizar la forma como el profesor Santiago utiliza algunos recursos tecnológicos para representar los contenidos y gestionar el aula. Por ejemplo, él empleó el *software Classroom* durante la puesta en escena de la actividad de reacciones reversibles y el equilibrio químico con el fin de catalizar las interacciones entre el profesor/estudiante y estudiante/estudiante. Además, este paquete le permitió recoger en línea los trabajos de los estudiantes y, monitorear el nivel de compromiso de ellos. (Entrevista, María de los Ángeles).

Finalmente, los profesores en formación consideran 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 (por ejemplo, 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.

### **Usando los PaP-eRs y los videos de caso para comprender las dificultades/limitaciones y concepciones alternativas de los estudiantes**

Los PaP-eRs y los videos de caso son usados para ayudar a los profesores en formación a pensar sobre temas relacionados con el aprendizaje de la química en los estudiantes de secundaria. Para ello, el educador de profesores les pide los siguientes interrogantes: ¿Qué dificultades y concepciones alternativas presentan los estudiantes de grado once al tratar de comprender el fenómeno del equilibrio químico? ¿Cómo los profesores

direccionan estas dificultades y concepciones? ¿En qué forma estas afectan la enseñanza de dicho tópico?

Con el propósito de asistir a los estudiantes de magisterio en la solución de los anteriores interrogantes, el educador de profesores los motiva a reflexionar sobre un conjunto de episodios críticos recogidos en los PaP-eRs y videos de las lecciones de la discontinuidad de la materia y el equilibrio químico, respectivamente. De manera que esta actividad de formación acompañada de la discusión con sus pares académicos los ayuda a reconocer que el aprendizaje, en general, de las ciencias y, en particular, de la química, está influenciado por los siguientes aspectos: naturaleza abstracta de los contenidos, diferenciación e integración de los tres niveles de representación, y componente matemático alto. Las siguientes viñetas están en coherencia con este presupuesto:

El elemento más evidente en los diferentes episodios críticos de lo PaP-eRs y los videos de caso, fue las diferentes concepciones alternativas con las que los estudiantes de grado once y décimo enfrentan el aprendizaje del equilibrio químico y la discontinuidad de la materia, respectivamente. Además, en las dos lecciones se evidencian las dificultades de aprendizaje relacionadas con la diferenciación e integración de los tres niveles de representación (macroscópico, submicroscópico y simbólico). Así pues, el profesor ejemplar durante la enseñanza de estos contenidos centra las actividades de aprendizaje en los estudiantes, para ello, organiza el aula en pequeños grupos y discusión con toda la clase con el fin de ayudarlos a superar sus concepciones alternativas y dificultades. (Entrevista, Kevin).

Se ven varios elementos que el maestro utiliza en el momento de dar la clase, por lo menos, tiene muy en cuenta las concepciones alternativas de la química que poseen los estudiantes sobre un contenido específico. Estas son utilizadas por él para tomar decisiones curriculares e instruccionales que les permitan a los estudiantes comprender el contenido que se está enseñando. (Entrevista, Carol).

Ahora bien, los profesores en formación identifican que el diseño y la implementación de ambientes de aprendizaje de la química desde una perspectiva sociocultural, debe estar mediada por el conocimiento de la diferenciación e integración de los niveles de representación macroscópico, submicroscópico y simbólico. Naturalmente, tener presente dichos elementos le permite al profesor tomar decisiones curriculares e instruccionales apropiadas, para evitar sobrecargar la memoria de trabajo de los estudiantes y, de esta forma, asistirlos en la articulación entre el conocimiento nuevo y el que yace en la memoria de trabajo de ellos. La siguiente viñeta representa esta asunción:

Por lo que se refiere a la actividad experimental planteada, el profesor Santiago tuvo en consideración varios aspectos como: el nivel de complejidad del contenido para no sobrecargar la memoria del aprendiz, la zona desarrollo proximal, las herramientas tecnológicas con las que cuenta la institución, la experimentación con interrogantes de caso cotidianos, y la naturaleza del contenido. Así pues, él estructuró el conjunto de tareas problemas desde el nivel macroscópico a los niveles submicroscópico y simbólico, los cuales son de mayor nivel de abstracción. Además, durante el desarrollo de la clase suministró espacios donde los estudiantes tomaran conciencia del nivel de representación en el que se estaba trabajando, y de esta forma evitar sobrecargar la memoria de trabajo. (Hoja de reflexión).

Por otro lado, la reflexión sobre los eventos críticos de los PaP-eRs y videos se convierte en un excelente escenario, donde los profesores en formación comienzan a ver que un alto porcentaje de los contenidos de las ciencias son de naturaleza abstracta. Así, este atributo hace que los conciben como modelos teóricos, producto de la construcción del intelecto humano a partir de la interpretación de los datos generados desde los diseños experimentales.

Por todo esto, los futuros profesores consideran que para asistir a los estudiantes durante la comprensión de las entidades y procesos que subyacen a los

fenómenos químicos, se hace necesario representar y documentar los contenidos de la química a través de recursos, como: animaciones, simuladores, videos, laboratorios, y cómics; los cuales tienen la capacidad de articular el fenómeno natural con los modelos teóricos de las ciencias. Naturalmente, la puesta en escena de las actividades de aprendizaje configuradas con los anteriores recursos, debe darse en un contexto sociocultural, donde las habilidades lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura cumplen un papel clave. En este sentido, los estudiantes a lo largo de la solución a situaciones problemáticas hablan, leen y escribe acerca del fenómeno en cuestión.

Desde luego, que los estudiantes de magisterio argumentan que asumir el aula como un contexto sociocultural es una perspectiva enseñanza interesante, ya que, en esta clase de escenarios los estudiantes construyen una nueva comprensión de las entidades y procesos que subyacen a los fenómenos químicos, solamente después de que han logrado volver conscientes sus concepciones alternativas. Esto es facilitado a través de una interacción social con su profesor, compañeros o quizás un computador. Dicha interacción puede estar relacionada con la introducción de situaciones conflictivas que les ayudan a los estudiantes a generar una insatisfacción con sus visiones actuales, transformándolas de manera progresiva en unas más elaboradas. Para ello, reflexionan de manera individual y colegiada acerca de cómo dar sentido al fenómeno natural en cuestión.

### **Usando los PaP-eRs y los videos de caso para comprender la evaluación formativa**

Los ámbitos de reflexión que configuran el curso de contexto educativo y pedagógico les brindan la posibilidad a los futuros profesores de iniciar la conceptualización de una perspectiva de evaluación formativa. De modo que ellos visualizan que una gestión de aula en pequeños grupos de discusión y estructura interactiva con toda la clase, le permite al profesor ejemplar monitorear frecuentemente el

nivel de comprensión y confusión de los estudiantes, además, del compromiso cognitivo, comportamental y actitudinal que presentan durante la actividad de aprendizaje.

Conviene subrayar que los profesores en formación comienzan a considerar que esta especie de organización áulica resulta apropiada para llevar a cabo los procesos de retroalimentación a los estudiantes desde una perspectiva socrática. Es decir, en el momento en que el profesor ejemplar detecta que los estudiantes no están comprendiendo el fenómeno natural estudiado, reflexiona en la acción y toma una decisión curricular materializada en un conjunto de preguntas que están dentro de la zona de desarrollo proximal de los aprendices. Así, la solución colegiada a dichos interrogantes les permite a ellos recorrer de manera progresiva el corredor conceptual encarnado en las diferentes actividades de aprendizaje previamente diseñadas. Estos presupuestos se ven reflejados en las siguientes viñetas:

A lo largo del diálogo, se observa que el profesor estaba atento a las ideas que exponían los estudiantes, con el propósito de monitorear el nivel de comprensión y confusión de estos. Así, en el momento en que él detecta que ellos no están comprendiendo el fenómeno natural, reflexiona en la acción generándoles una serie de preguntas que los lleva a construir unos conocimientos con un mayor nivel de elaboración (retroalimentación). Con lo anterior, quiero decir que ante la situación problemática que detecta el profesor durante el diálogo, él toma una decisión de enseñanza, asistiendo a los estudiantes en la construcción de manera reflexiva de una explicación sobre el fenómeno observado. La toma de esta decisión me parece pertinente, por lo cual, la llevaría a cabo de la misma manera estando en el papel de docente. (Hoja de reflexión, Karolay).

Hubo un episodio del video de caso que me llamó mucho la atención, en este el profesor se aproxima a un pequeño grupo de discusión y detecta que los estudiantes no están entendiendo. Así que toma la decisión formularle una pregunta a una de las estudiantes con el fin de que comience a comprender el

proceso de la cinética química (¿qué está sucediendo entre las moléculas de la aspirina y el agua?); a lo que la niña responde que estas se están expandiendo. La reacción inmediata del profesor fue la de reflexionar y formular otras preguntas de menor nivel de complejidad que le permitieran a la estudiante construir una nueva comprensión del fenómeno químico. En este momento podemos reconocer dos elementos del CTPC; los conocimientos previos de la alumna, a su vez las formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los estudiantes. (Hoja de reflexión, Valeria).

## Conclusiones

El curso de contexto educativo y pedagógico, direccionado por una perspectiva de *orientación reflexiva*, brinda a los profesores en formación la oportunidad de reflexionar acerca de la enseñanza de la química desde los ámbitos de la literatura de esta disciplina y la *experiencia virtual* de enseñanza. Para ello, se utilizan como materiales curriculares los artículos, los PaP-eRs y los videos de caso. Estas actividades de formación desde una perspectiva reflexiva median la identificación y el desarrollo de las bases del *conocimiento tecnológico y pedagógico* de la química.

Por todo esto, la reflexión de los eventos críticos de los PaP-eRs y videos de caso es considerada una heurística apropiada que les permite a los profesores en formación articular el conocimiento proveniente de la literatura en educación en química, con las experiencias virtuales de enseñanza/aprendizaje procedentes de un contexto real. De hecho, a lo largo de dicho curso se evidencia que el contenido de los artículos, sirve como mediador para realizar una reflexión sistemática a las acciones llevadas a cabo por un profesor ejemplar y sus estudiantes durante la puesta en escena de una lección específica.

En efecto, este enfoque de formación le suministra a los futuros profesores la oportunidad de ver el papel clave que han cumplido las teorías del aprendizaje, la pedagogía general, el conocimiento de las tecnologías digitales con una intención educativa, y la literatura en educación para informar la enseñanza

de las ciencias dentro de contextos reales de clase. Naturalmente, ellos han tenido que leer, discutir y reflexionar sobre las acciones inteligentes de un profesor ejemplar cuando orienta a unos estudiantes singulares en un aula de perspectiva sociocultural, con el propósito de comenzar a construir y refinar sus teorías de la enseñanza y aprendizaje de la química en un contexto significativo.

Conviene subrayar que esta estrategia de formación resulta útil en ayudar a los futuros profesores a comenzar a identificar y desarrollar el *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* desde una perspectiva sociocultural. Así, pues, ellos al reflexionar sistemáticamente sobre los eventos críticos de los PaP-eRs y videos de caso desafían sus teorías personales sobre la enseñanza/aprendizaje de la química y, de esta forma, logran internalizar los siguientes elementos del CTPC: la pedagogía general, el lenguaje como una herramienta de aprendizaje, las dificultades/limitaciones y concepciones alternativas, los recursos digitales para representar los contenidos y gestionar el aula, y la evaluación formativa.

Finalmente, este interés de investigación focalizado en la identificación y desarrollo de los elementos del CTPC de la química por parte de los futuros profesores a través de la reflexión de los eventos críticos representados en los PaP-eRs y videos de caso, es reciente en el contexto nacional. De ahí que, resulte necesario formular nuevos estudios que aborden esta problemática con el fin de aportar al desarrollo y consolidación de este ámbito de indagación y, de esta manera, suministrar un marco teórico y metodológico que informe el diseño e implementación de nuevos programas de formación por orientación reflexiva.

## Referencias bibliográficas

- ABELL, S.K.; BRYAN, L.S. Reconceptualizing the elementary science methods course using a reflection orientation. **Journal of Science Teacher Education**, Indiana, n. 8, pp. 153-166. 1997.
- ABELL, S.K.; BRYAN, L.A.; ANDERSON, M.A. Investigating preservice elementary science teacher reflective thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation. **Science Education**, EE.UU., n. 82, pp. 491-510. 1998. Indiana
- ABELL, S.K.; CENNAMO, K.S. Videocases in elementary science teacher preparation. In: **Using video in teacher education**. Emerald Group Publishing Limited. Indiana: EE.UU., pp. 103-129. 2003. [https://doi.org/10.1016/S1479-3687\(03\)10005-3](https://doi.org/10.1016/S1479-3687(03)10005-3)
- BERTRAM, A.; LOUGHRAN, J. Science teachers' views on CoRes and PaP-eRs as a framework for articulating and developing pedagogical content knowledge. **Research in Science Education**, Victoria, Australia, 42, pp. 1027-1047. 2012. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9227-4>
- BROPHY, J. (ed.). **Using video in teacher education**. Emerald Group Publishing Limited. Bingley: Reino Unido. 2003.
- BULLOUGH, R.V. **Case studies as personal teaching texts**. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago. 1991.
- CANDELA, B. El diseño de la CoRe: una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de la química en profesores en formación. **Revista Boletín Redipe**, Cali, v. 5, n. 9, pp. 146-167. Cali. 2016.
- CANDELA, B.F.; VIÁFARA, R. **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. 2014a. <https://doi.org/10.25100/peu.37>
- CANDELA, B.F.; VIÁFARA, R. 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**, Bogotá, 35, pp. 89-111. 2014b. <https://doi.org/10.17227/01213814.35ted89.111>
- CENNAMO, K.S. *et al.* The development of integrated media cases for use in elementary science teacher education. **Journal of Technology and Teacher Education**, Indiana, EE. UU., v. 4, n. 1, pp. 19-36. 1996.

- DILLON, J.; MAGUIRE, M. (eds.). **Becoming a teacher: Issues in secondary education**. McGraw-Hill Education. Reino Unido. 2011.
- FEIMAN-NEMSER, S. From preparation to practice: designing a continuum to strengthen and sustain teaching. **Teachers College Record**, Michigan, EE. UU., v. 103, n. 6, pp. 1013-1055. 2001.
- GUNSTONE, R.F.; WHITE, R.T. Understanding of gravity. **Science Education**, Victoria, Australia, v. 65, n. 3, pp. 291-299. 1981. <https://doi.org/10.1002/sce.3730650308>
- KARPLUS, R.; THEIR, H.D. **A new look a elementary school science**. Rand McNally. Chicago, IL.: EE.UU. 1967.
- LABOSKEY, V.K. **Development of reflective practice: A study of preservice teachers**. Teachers College Press. Nueva York: Estados Unidos. 1994.
- LORTIE, D. **Schoolteacher: A sociological analysis**. University of Chicago. Chicago: Estados Unidos. 1975.
- LOUGHRAN, J. *et al.* Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. **Research in Science Education**, Victoria, Australia, v. 31, n. 2, pp. 289-307. 2001. <https://doi.org/10.1023/A:1013124409567>
- MISHRA, P.; KOEHLER, M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, Michigan, EE. UU., v. 108, n. 6, pp. 1017-1054. 2006.
- SCHÖN, D.A. **Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions**. Jossey-Bass. Estados Unidos. 1987.
- STAKE, E. **Investigación con estudios de casos**, Morata. Madrid: España. 1999.
- STRAUSS, A.L.; CORBIN, J. **Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada**. Universidad de Antioquia. Medellín: Colombia. 2002.

## **Anexos**

### **Anexo 1.** Hoja de reflexión de lectura

UNIVERSIDAD XXXXXXXXX

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

HOJA DE REFLEXIÓN DE LECTURA

“¿POR QUÉ ES DIFÍCIL APRENDER QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA?”

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Lectura: \_\_\_\_\_

Responde los diferentes ítems que estructuran cada una de las fases que configuran esta hoja de reflexión. Ten en cuenta que las preguntas de la fase, antes de leer, deben ser desarrolladas sin haber realizado la lectura al documento titulado “¿Por qué es difícil aprender química en la educación secundaria?”.]

#### **ANTES DE LEER**

Interrogantes antes de la lectura:

- Lee el título del documento titulado, “¿Por qué es difícil aprender química en la educación secundaria?”, y construye una predicción acerca del contenido recogido en este.
- ¿Qué dificultades tuviste que superar para aprender los tópicos del currículum de la química en la escuela secundaria? Descríbelas.
- ¿Cuáles podrían ser las posibles dificultades con las que se puede enfrentar un estudiante de la escuela secundaria en el momento de aprender química? Descríbelas.

#### **DURANTE LA LECTURA**

Responde de manera comprensiva los interrogantes, para ello, puedes utilizar los siguientes instrumentos cognitivos: resumen, diagrama, mapa conceptual, etc.

- De manera general, el lenguaje de la ciencia y, en particular, el de la química se encuentran estructurados a partir de los siguientes tres niveles de representación: macroscópico, submicroscópico y simbólico. Teniendo en cuenta la anterior asunción, da un ejemplo de una experiencia de aprendizaje del currículum de la química que hayas vivido en la escuela secundaria, donde de forma consciente el profesor hizo uso de los tres niveles de representación. En caso de que no hayas tenido esta oportunidad de aprendizaje, construye una situación en la cual se vea claramente la existencia de manera diferenciada e integrada de cada uno de estos tres niveles de representación.

- ¿Qué dificultades podrían generarse en el proceso de enseñanza/aprendizaje de los tópicos del currículum de la química, el posible desconocimiento de los tres niveles de representación por parte del profesor?
- Construye una representación teórica la cual describa la manera como posiblemente los sujetos aprenden un tópico de la química.
- Da un ejemplo del aprendizaje de la química donde, como futuro profesor de esta disciplina, utiliza el “Modelo de procesamiento de la información” esquematizado por Johnstone (1991) en el documento que has leído.
- ¿Cuál sección del documento te llamó más la atención? Argumenta.
- ¿Cuál de estos interrogantes consideras que debe de ser clarificado durante la clase a través de la discusión colegiada?

## DESPUÉS DE LA LECTURA

- ¿Qué elemento de la lectura recuerdas mejor y por qué?
- Compara las principales ideas que desarrolla el documento con los conceptos clave que ya tenía acerca del tema tratado. ¿Será que sus concepciones alternativas acerca del contenido abordado en la lectura han comenzado a cambiar? Explica.