



DOCUMENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO Y PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO, DE UN PROFESOR DE QUÍMICA EJEMPLAR DURANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE

DOCUMENTATION OF THE PEDAGOGICAL AND TECHNOLOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF AN EXEMPLARY CHEMISTRY TEACHER DURING THE IMPLEMENTATION OF A LEARNING OBJECT

DOCUMENTAÇÃO DO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO DE UM PROFESSOR DE QUÍMICA EJEMPLAR DURANTE A IMPLEMENTAÇÃO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM

Boris Fernando Candela Rodríguez*

Cómo citar este artículo: Candela Rodríguez, B.F. (2019). Documentación del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido, de un profesor de química ejemplar durante la implementación de un objeto de aprendizaje. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(1), 143-161. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13131>

Resumen

Este estudio tuvo como propósito central documentar el *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* de un profesor de química ejemplar cuando implementa el objeto de aprendizaje "cuando utilizamos diferentes unidades de concentración". Esta fue una investigación cualitativa mediante la modalidad de estudio de caso. Con el fin de dar confiabilidad a los resultados, los datos fueron recogidos a través de fuentes documentales como relatos, videos de las clases, observación no participante y trabajos de los estudiantes. Esta investigación produjo una gran cantidad de información que fue analizada desde la perspectiva de la teoría fundamentada, de lo cual se generaron cuatro categorías, a saber: 1) la pedagogía general, en conjunción con las habilidades lingüísticas y las relaciones cuantitativas median la comprensión de las unidades de concentración; 2) la enseñanza del tópico solubilidad, un medio para desarrollar las competencias que demanda la actual sociedad del conocimiento; 3) el principio de la intertextualidad, elemento fundamental para representar el tópico de los objetos de aprendizaje; y 4) la enseñanza de unidades de concentración en relación con la evaluación formativa y las pruebas de naturaleza estandarizada. El desarrollo teórico de estas categorías se tradujo en los relatos de

Recibido: 13 de marzo de 2018; aprobado: 24 de agosto de 2018

* Profesor de la Universidad del Valle (IEP). Licenciado en Biología y Química de la Universidad Santiago de Cali, magíster en Educación con Énfasis en la Enseñanza de las Ciencias Universidad del Valle. Pertenece al grupo de investigación interinstitucional Ciencias, Acciones y Creencias UPN-UV. Correo electrónico: bofec65@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5833-1975>

experiencias profesionales y pedagógicas (PaP-eR), que representaron los procesos de razonamiento y acciones pedagógicas realizadas por el profesor ejemplar durante la implementación del objeto de aprendizaje.

Palabras clave: conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido (CTPC), repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas (PaP-eR), educación en química.

Abstract

The main purpose of this study was to document the Technological and Pedagogical Content Knowledge of an exemplary chemistry teacher when implementing the Learning Object, when we use different concentration units. It was a qualitative research by case study modality. In order to give reliability to the results, data was collected through documentary sources such as narrative stories, videos of the classes, non-participant observation and student work. This research produced a huge amount of information, which was analyzed from the perspective of grounded theory, generating four categories, namely: (1) General pedagogy in conjunction with linguistic skills and quantitative relationships mediate the understanding of the phenomenon units of concentration; (2) The teaching of the topic solubility a means to develop the competencies demanded by the current knowledge society; (3) The principle of intertextuality, a fundamental element to represent the topic of concentration units; and (4) The teaching of concentration units linked to formative evaluation and tests of a standardized nature. The theoretical development of these categories was translated into the narrative accounts of professional and pedagogical experiences (PaP-eR), which represented the reasoning processes and pedagogical actions carried out by the exemplary teacher during the implementation of the Learning Object.

Keywords: Technological and Pedagogical Content Knowledge (TPCK), Professional and Pedagogical experience Repertoire (PaP-eR), Education in Chemistry.

Resumo

O objetivo principal deste estudo foi documentar o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo de um professor de química exemplar ao implementar o Objeto de Aprendizagem, porque usamos diferentes unidades de concentração. Uma metodologia de pesquisa de abordagem qualitativa foi utilizada por estudos de caso. Para conferir confiabilidade aos resultados, os dados foram coletados por meio de fontes documentais, como: histórias narrativas, vídeos das aulas, observação não participante e trabalho dos alunos. Esta pesquisa produziu uma enorme quantidade de informações, que foi analisada sob a perspectiva da teoria fundamentada, gerando quatro categorias, a saber: (1) pedagogia Geral em conjunto com competências linguísticas e relações quantitativas que mediam a compreensão das unidades de concentração; (2) O ensino da solubilidade do tópico significa

desenvolver as competências demandadas pela atual sociedade do conhecimento; (3) O princípio da intertextualidade, elemento fundamental para representar o tema das unidades de concentração; e (4) O ensino de unidades de concentração ligadas à avaliação formativa e testes de natureza padronizada. O desenvolvimento teórico dessas categorias resultaram nas narrativas de experiências profissionais e educacionais (PAP-er), representando processos de raciocínio e ações pedagógicas realizadas pelo professor exemplar durante a implementação da aprendizagem objeto.

Palavras chaves: Conhecimento de Conteúdo Tecnológico e Pedagógico (CTPC), Repertório de Experiências Profissionais e Pedagógicas (PaP-eR), educação em química.



Introducción

La necesidad de cambiar la educación del profesor de ciencias en muchos países se ha dado como consecuencia a las recientes reformas del currículo de las ciencias, y a la emergencia de una nueva visión acerca de la enseñanza y aprendizaje de estas disciplinas. En este sentido, los científicos, profesores y formadores de educadores han formulado una variedad de nuevas perspectivas de programas de educación, las cuales tienen en común los siguientes elementos: desarrollo de las bases del conocimiento para la enseñanza de contenidos, diseño de materiales de enseñanza de naturaleza sociocultural, e integración de la teoría proveniente de la investigación con la práctica educativa (De Jong, Veal, Van Driel, 2002).

Asimismo, se ha evidenciado que el interés generado en los investigadores de la educación en ciencias por apoyar a los profesores en el desarrollo de las bases del conocimiento, ha sido estimulado por dos asunciones acerca de la enseñanza. En primer lugar, la investigación sobre el pensamiento de los docentes muestra que existe una relación sinérgica entre el sistema de conocimiento, creencias, valores, y las prácticas del diseño y la enseñanza de contenidos específicos llevados a cabo por ellos. En segundo lugar, las perspectivas constructivistas socioculturales articuladas con una nueva visión de la integración de las TIC al aula, sugieren que los profesores deben comprender a profundidad el estrecho vínculo entre las bases del contenido, la pedagogía y la tecnología dentro del contexto escolar. Desde luego, este conocimiento les permite diseñar, implementar y evaluar materiales de enseñanza de tópicos específicos potenciados por los recursos digitales, los cuales ayudarán a andamiar la comprensión de los estudiantes (Candela, Viafara, 2014a).

Si bien, al segundo presupuesto lo subyacen marcos teóricos y metodológicos que se encuentran alineados con las actuales reformas curriculares y la investigación en educación en ciencias, estos no están siendo traducidos en prácticas de diseño y

enseñanza que asistan a los estudiantes en la comprensión de los fenómenos naturales. Quizás esta restricción surge como consecuencia de que los programas de educación propuestos para integrar la tecnología al aula se han centrado en asistir a los profesores en el desarrollo de habilidades para el manejo de *software* y *hardware* genéricos (enfoque tecnocéntrico); y, no en cómo hacer uso de estos recursos digitales con la intención de representar un contenido específico y gestionar su aprendizaje (Friedhoff, 2008). De ahí que se haya construido la idea que introducir la tecnología de manera genérica al aula de ciencias no es suficiente, dado que esta se ha utilizado durante el proceso de diseño, implementación y evaluación de materiales de enseñanza de manera desarticulada al contenido y la pedagogía (Harris, Mishra, Koehler, 2009; Harris, Hofer, 2011).

Del mismo modo, Harris, Mishra y Koehler (2009) afirman que a este enfoque tecnocéntrico lo subyace la asunción implícita, la cual hace referencia a que el conocimiento profesional que demandan los profesores para integrar la tecnología de la información es el mismo para todas las disciplinas en cualquier nivel de escolaridad. Desde luego, esta orientación ignora la variación inherente del conocimiento sustantivo y sintáctico de las disciplinas, además, de la diversidad de estrategias pedagógicas que son más apropiadas para la enseñanza de un contenido particular. Por tanto, ellos consideran que el enfoque de la integración de la tecnología que no refleje las diferencias del conocimiento disciplinar, los procesos pedagógicos asistidos por recursos analógicos y digitales que median el aprendizaje, y el papel crítico que desempeñan la pedagogía y el contexto, resulta limitado en utilidad y significado. Esta situación produjo el interrogante: ¿Qué necesitan los profesores conocer con la intención de incorporar la tecnología de manera apropiada en su enseñanza? (Estados Unidos, 1997; Candela, 2016a).

Con el propósito de comenzar a dar solución a dicho interrogante, Mishra, Koehler (2006) apoyados en el marco teórico del *conocimiento pedagógico del contenido* (Shulman, 1986, 1987), y en la

literatura proveniente de la investigación acerca de la integración de las tecnologías de la información y la comunicación al aula, formularon el constructo del *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* (CTPC). De ahí que ellos argumenten que los profesores a lo largo de su formación y desarrollo profesional tienen que estar continuamente identificando y extendiendo el CTPC, con miras a asistir a los estudiantes en la comprensión de los fenómenos naturales y artificiales.

El constructo del CTPC representa la relación sinérgica que el profesor debe establecer entre el contenido, la pedagogía y la tecnología a lo largo del diseño, implementación y evaluación de materiales de enseñanza de contenidos particulares en un determinado nivel de escolaridad (véase figura 1). Por tanto, la amalgama de dichas bases genera tres tipos de conocimiento cuya interacción sistémica configuran el CTPC, a saber: conocimiento pedagógico del contenido, conocimiento tecnológico del contenido, y conocimiento tecnológico y pedagógico (Mishra, Koehler, 2006; Candela, 2016b).

- *Conocimiento pedagógico del contenido*. Constituye la combinación intrínseca entre el contenido y la pedagogía, que le permite a un profesor, en conjunción con las necesidades y dificultades de sus estudiantes, llevar a cabo de manera óptima el diseño e implementación de un material de enseñanza particular.
- *Conocimiento tecnológico del contenido*. Hace referencia al conocimiento que el profesor posee acerca de los recursos digitales que representan de manera apropiada un contenido abstracto de las ciencias naturales, con el fin de diseñar actividades de aprendizaje que asistan a los estudiantes en la comprensión del fenómeno natural.
- *Conocimiento tecnológico y pedagógico*. Aborda cómo la tecnología ha mediado el proceso de enseñanza y aprendizaje, así pues, recoge los componentes y capacidades que suministran los recursos digitales durante la administración y gestión del aula.

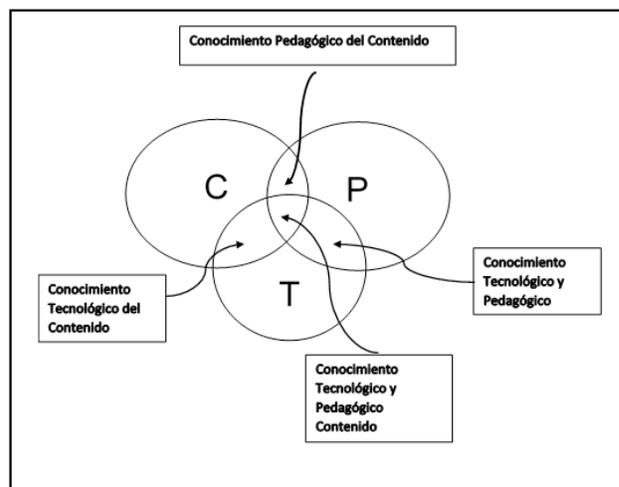


Figura 1. Interacción sistémica de las tres bases del conocimiento que estructura el constructo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido (CTPC).

Fuente: Mishra, Koehler (2006).

Así mismo, Candela (2017), apoyándose en su experiencia de formador de profesores, y en los marcos teóricos provenientes de eruditos como Magnusson, Krajcik, Borko (1999) y Mishra, Koehler (2006), formula la conceptualización del constructo del CTPC en la educación en ciencias. Argumenta que el CTPC es un conocimiento especializado donde la interacción sistémica del contenido, la pedagogía y la tecnología se traduce en los siguientes conocimientos: orientación de enseñanza más apropiada a la naturaleza del contenido y metas de aprendizaje; currículo horizontal y vertical donde está circunscrito el contenido a representar; contexto institucional, local y nacional; dificultades y concepciones alternativas de los estudiantes; tecnologías digitales de carácter general para planear y gestionar el aprendizaje del contenido; recursos digitales y análogos que representan y formulan el contenido; estrategias de enseñanza más convenientes para poner en escena el contenido; actividades de aprendizaje potenciadas o no por las TIC, a fin de ayudar a los aprendices a superar sus dificultades y concepciones alternativas; y estrategias e instrumentos de evaluación de orden general y específico, que permiten monitorear el nivel de compromiso cognitivo, comportamental y actitudinal en los estudiantes.

Por otro lado, se ha logrado evidenciar que la restricción de la integración de las tecnologías de la información al aula de ciencias, desde una visión tecnocéntrica, está reforzada por la falta de coherencia curricular que presentan muchos materiales de enseñanza diseñados desde esta perspectiva (Shwartz *et al.*, 2008; Schmidt, Wang, McKnight, 2005; Cataño, 2016). De ahí que la línea de investigación de la ciencia del diseño haya centrado su indagación en el diseño, implementación y evaluación de materiales de enseñanza de contenidos específicos potenciados por las tecnologías de la información con miras a ayudar a superar estas limitaciones. Para ello, se apoyaron en las teorías de la educación de orden general y específico, fundamentando de esta manera la toma de decisiones curriculares e instruccionales (Collins, 1992; Confrey, 2006; Brown, 1992; Candela, 2016b). Naturalmente, también dicha estrategia de investigación ha colaborado en la disminución de la ruptura entre la teoría derivada de la investigación y la práctica del diseño y la instrucción.

De igual modo, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN), en colaboración con el Economic Development Cooperation Found (EDCF) de la República de Corea del Sur, establecieron los Centros de Innovación Educativa Regional (CIER), los cuales tuvieron entre sus intereses de indagación el diseño de una serie de materiales de enseñanza denominados *objetos de aprendizaje* (OA)¹. En efecto, la creación de estos se enmarcó en la línea de investigación de los estudios de diseño, además, se orientó a partir de los marcos teóricos y metodológicos de las teorías del diseño instruccional de segunda generación que las subyacen un enfoque constructivista (Wiley, 2000). Adicionalmente, la toma de decisiones que sustentan a estos OA se fundamentó en las teorías del aprendizaje, la pedagogía

general y la literatura de investigación específica a la disciplina en consideración.

A partir de los anteriores presupuestos se considera pertinente documentar el *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* de un profesor de química ejemplar², cuando pone en escena la secuencia de actividades que configuran el OA “¿Por qué utilizamos diferentes unidades de concentración?”, con el fin de andamiar a los estudiantes en la comprensión del fenómeno de las disoluciones. Así pues, los procesos de razonamiento y acciones pedagógicas llevadas a cabo por el profesor a lo largo de la implementación del OA, serán capturadas a través del instrumento metodológico del *repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas* (PaP-eR), los cuales brindan la oportunidad de documentar los diferentes elementos que estructuran el CTPC de las unidades de concentración (Loughran *et al.*, 2000; Loughran *et al.*, 2001; Loughran, Mulhall, Berry, 2004; Candela, Viafara, 2014a, 2014b).

Por supuesto que la interacción sinérgica de los relatos narrativos que configuran cada PaP-eR producto de este estudio, documenta los diferentes aspectos del CTPC del profesor de química cuando implementa el OA en consideración. En ese sentido, estos PaP-eR podrán ser utilizados por los formadores de profesores dentro del contexto de programas de educación, cuyo fin es catalizar el desarrollo de los elementos del CTPC de la química en los estudiantes de magisterio y docentes en ejercicio. Desde luego, que el CTPC que ellos logren internalizar, probablemente los asistirá en el diseño, la implementación y la evaluación del material de enseñanza bajo consideración, a fin de ayudar a los estudiantes a alcanzar las expectativas que subyacen a las actuales reformas curriculares en educación en ciencias (Drechsler, Van Driel, 2008; Loughran, Mulhall, Berry, 2004; Candela, 2018).

1. Wiley (2000) conceptualiza el objeto de aprendizaje como todo recurso digital que puede ser reusado para apoyar el aprendizaje. Dicha definición incluye lo que puede ser entregado en un nivel de tamaño grande o pequeño a través de la red con fines educativos.
2. En este trabajo se considera como un profesor ejemplar a aquel sujeto que posee un apropiado CTPC de la química, el cual fundamenta sus razonamientos y acciones pedagógicas durante el diseño, implementación y evaluación de ambientes de aprendizaje potenciados por las tecnologías digitales, con el propósito de asistir a los estudiantes en la comprensión de los fenómenos químicos.

Finalmente, el uso reflexivo de los PaP-eR del contenido unidades de concentración como materiales curriculares dentro de los programas de educación, brindan la posibilidad a los profesores no solo de identificar y desarrollar el CTPC de este contenido, sino de transferir y traducir muchos elementos de este al diseño y la enseñanza de otros contenidos del currículo de la química (Veal, Makinster, 1999; Loughran *et al.*, 2000; Candela, 2018). Tomando en consideración los anteriores presupuestos, se formula el siguiente interrogante de investigación: ¿Cuál es el CTPC de un profesor de química ejemplar durante la implementación del objeto de aprendizaje “¿Por qué utilizamos diferentes unidades de concentración?”?

1. Metodología de investigación

Los elementos que configuraron la estructura lógica del problema, en conjunción con la naturaleza de esta clase de investigación, permitieron determinar que la metodología más apropiada con miras a dar respuesta a la pregunta de investigación es el estudio de casos. Esta decisión está sustentada en que la documentación del CTPC de un profesor ejemplar cuando implementa un objeto de aprendizaje de química, no se puede separar de las condiciones contextuales del proceso de la enseñanza y aprendizaje. Además, existen múltiples variables dentro del escenario naturalístico, las cuales resultan imposible controlar (Yin, 2003).

En este sentido, para seleccionar el caso a estudiar se tomaron como referencia los siguientes criterios: profesor quien fuera considerado por la comunidad como ejemplar e innovador en TIC, fácil acceso al profesor ejemplar, y disponibilidad del sujeto a invertir tiempo y cognición en este

estudio (Stake, 1999). A partir de estos criterios se le pidió a la directora del CIER-Sur una lista de posibles candidatos (diez profesores) que se hayan destacado durante el desarrollo del programa de formación sobre la integración de las TIC, ofrecido por la Universidad del Valle dentro del marco del CIER-Sur³. Posteriormente, se realizó una reunión con los candidatos para socializar los principales elementos teóricos y metodológicos que sustenta esta investigación.

Después de la reunión se seleccionó al profesor Andrés, dado que reunía unas características muy especiales para este estudio, a saber: estaba vinculado a la escuela pública como docente en ejercicio y, al mismo tiempo, al CIER-Sur como estudiante en el componente de formación; además, se desempeñó como experto pedagógico en el diseño de objetos de aprendizaje de ciencias. Este último aspecto desempeñó un papel clave en la decisión sobre el OA a implementar “¿Por qué utilizamos diferentes unidades de concentración?”⁴, ya que, este fue diseñado por Andrés durante su participación en el CIER-Sur como experto pedagógico. También, representaba la toma de decisiones curriculares e instruccionales del contenido unidades de concentración que estructuran el CTPC hipotético de Andrés.

Ahora bien, para dar validez ecológica a las generalizaciones de carácter naturalísticas que estructuraron los resultados, se recurrió a recoger los datos a través de las siguientes fuentes documentales: observación no participante, relatos narrativos, videos de clase y trabajos de los estudiantes. Esta perspectiva metodológica permitió llevar a cabo una triangulación por fuente (Denzin, 1970), aspecto que le dio confiabilidad a la teoría naturalística generada desde este estudio. La obtención de los datos se

3. El Centro de Innovación Educativa Regional Sur (CIER-Sur) fue creado por Ministerio de Educación Nacional con el propósito de apoyar la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a la escuela como herramientas de enseñanza y aprendizaje. Así pues, el CIER-Sur focalizó su accionar en el desarrollo de tres componentes, a saber: diseño de contenidos, formación de profesores e investigación en TIC.

4. En este trabajo se considera como un profesor ejemplar a aquel sujeto que posee un apropiado CTPC de la química, el cual fundamenta sus razonamientos y acciones pedagógicas durante el diseño, implementación y evaluación de ambientes de aprendizaje potenciados por las tecnologías digitales, con el propósito de asistir a los estudiantes en la comprensión de los fenómenos químicos.

llevó a cabo durante la implementación del objeto de aprendizaje bajo consideración, la cual se dio desde el 7 septiembre al 17 de noviembre del 2017 (sesiones de tres horas semanales).

Conviene subrayar que, para lograr documentar los diferentes elementos que configuran el CTPC del profesor de química a lo largo de la implementación del OA seleccionado, se utilizó el instrumento metodológico del *repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas* (PaP-eR) (Loughran *et al.*, 2000; Loughran *et al.*, 2001; Loughran, Mulhall, Berry, 2004). Este fue conceptualizado como un conjunto de relatos narrativos vicarios que representan la serie de razonamientos y acciones pedagógicas llevadas a cabo por un profesor cuando enseña un contenido específico a unos estudiantes singulares, es decir, retrata el CTPC en la acción. De ahí que la macroestructura y microestructura de esta clase texto representó cómo el profesor de química ejemplar entretejió elementos de la enseñanza como: contenido disciplinar, metas de aprendizaje, dificultades y concepciones alternativas, uso de los recursos digitales de naturaleza general y específica para ayudar a los estudiantes a superar las dificultades, técnicas y estrategias de enseñanza, actividades de aprendizaje y formas de evaluar el nivel de comprensión y confusión de los aprendices.

2. Análisis de datos

La recolección de los datos, a través de las diferentes fuentes documentales de este estudio de caso, generó una gran cantidad de información, la cual fue analizada tomando como referentes el problema de investigación en conjunción con los marcos teóricos provenientes de Magnusson, Krajcik, Borko (1999) y Mishra, Koehler (2006). Para ello, se consideró la perspectiva de la teoría fundamentada de Strauss, Corbin (2002) como la más apropiada para orientar el análisis de los datos cualitativos, dado que suministra la posibilidad de describir y organizar la información en tres fases: descripción, ordenamiento conceptual y teorización. Así, el desarrollo de estas

fases permitió realizar procesos de descripción; y codificación abierta, selectiva y axial, los cuales se materializaron en la inducción de cuatro categorías (véase tabla 1).

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

CATEGORÍAS	
1.	La pedagogía general en conjunción con las habilidades lingüísticas y las relaciones cuantitativas median la comprensión del fenómeno unidades de concentración.
2.	La enseñanza del tópico solubilidad, un medio para desarrollar las competencias que demanda la actual sociedad del conocimiento.
3.	El principio de la intertextualidad, elemento fundamental para representar el tópico de las unidades de concentración.
4.	La enseñanza de las unidades de concentración vinculada con la evaluación formativa y las pruebas de naturaleza estandarizada.

Fuente: elaboración propia.

3. Resultados y discusión

La codificación abierta, axial y selectiva permite inducir las anteriores cuatro categorías, junto con el desarrollo teórico de estas. Naturalmente, el cuerpo de conocimiento naturalístico producto del proceso analítico de la codificación se traduce en los cuatro PaP-eRs, cuya interacción sistémica documenta el CTPC de un profesor de química a lo largo de la implementación del OA bajo consideración.

3.1 PaP-eR 1: La pedagogía general en conjunción con las habilidades lingüísticas y las relaciones cuantitativas median la comprensión del fenómeno unidades de concentración

Andrés es un profesional de la educación quien se graduó primero como Licenciado en Biología y Química, posteriormente recibió el título de magíster en Educación con Énfasis en Enseñanza de las Ciencias (modalidad investigación). Además, ha ejercido su carrera profesional en la escuela secundaria y universitaria. Así pues, en el primer nivel se ha desempeñado orientando la asignatura de química en los grados décimo y undécimo en el

sector público y privado a lo largo de 27 años. En cuanto al segundo nivel de escolaridad, lo ha ejercido en el área de educación en ciencias de una universidad pública donde ha direccionado los cursos sobre enseñar ciencias en pregrado y maestría (por ejemplo, problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química, contexto educativo y pedagógico de las ciencias naturales, educación en química, entre otros). Además, el profesor Andrés ha participado en proyectos de investigación y dirección de trabajos de grado en pregrado y maestría.

En este sentido, el profesor Andrés a lo largo de su vida profesional ha desarrollado de manera progresiva un *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* (CTPC) de la química, que le ha permitido desempeñarse apropiadamente en la formación de estudiantes de la escuela secundaria y universitaria. Desde luego, este CTPC, lo ha identificado y desarrollado como producto del proceso de reflexión en y sobre la acción acerca del diseño, implementación y evaluación de materiales de enseñanza de contenidos específicos de esta disciplina llevados a cabo a lo largo de su vida profesional.

Así mismo, Andrés ha dejado ver en sus razonamientos y acciones pedagógicas que la química es un medio que provee la posibilidad a los aprendices para desarrollar competencias que demanda la actual sociedad del conocimiento (por ejemplo, búsqueda, selección, interpretación y organización de información con el fin de comunicarla, aprender a aprender, experticia informática, relaciones interpersonales, y habilidades lingüísticas). Por todo esto, afirma que el aula de química debe ser considerada una comunidad de práctica, donde los estudiantes puedan alcanzar una alfabetización fundamental (desarrollo de competencias lingüísticas) y derivada (comprensión de los fenómenos químicos y físicos).

Así, la primera acción que realizó el profesor Andrés fue aplicar un pretest con el fin de determinar el estado inicial con el que llegan los

estudiantes al desarrollo del OA titulado “¿Por qué utilizamos diferentes unidades de concentración?”. Los ítems que configuran dicho instrumento de evaluación provienen de las Pruebas Saber que han sido liberadas por el MEN, dado que para él es muy importante que los materiales de enseñanza que implementa estén alineados con los estándares de evaluación. Además, esta estrategia de diagnóstico junto con el postest actúa como uno de los criterios para determinar la efectividad del objeto de aprendizaje y el acto de enseñanza del contenido en cuestión.

Acto seguido el profesor le entrega a cada estudiante un computador personal que forma parte de los recursos digitales del aula de química⁵, con el fin de que abran la interfaz del OA en cuestión, el cual apoya el proceso de enseñanza/aprendizaje del contenido bajo consideración. Solicita que entren al OA y comiencen a trabajar la actividad 1 que aborda la introducción. Además, afirma que esta consiste en un libro interactivo, cuyo cuerpo de conocimiento representa una especie de noticia sobre la contaminación de los siete ríos de la ciudad de Cali.

Esta actividad de aprendizaje brinda la oportunidad a los estudiantes de continuar extendiendo las habilidades lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura con coherencia y cohesión. De hecho, Andrés les pidió a los estudiantes que utilizaran las estrategias de lectura comprensiva que ya se han comenzado a desarrollar en otras lecciones. Para ello, solicita que lean el título del texto e infieran el posible contenido con el que se van a encontrar a lo largo de la lectura. Además, invita a que comiencen a leer identificando idea principal y secundaria en cada uno de los párrafos, y evaluando la coherencia y cohesión que debe existir entre estas. Es decir, el profesor está interesado en que sus estudiantes aprendan a evaluar, tanto la función como la forma lingüística que tienen los textos.

5. Conviene subrayar que esta institución educativa se encuentra equipada en todas sus aulas con herramientas tecnológicas, las cuales apoyan la implementación de innovaciones educativas potenciadas por las tecnologías digitales.

Definitivamente, Andrés concibe el lenguaje como una herramienta de pensamiento y aprendizaje de la química. Él considera que la alfabetización fundamental (desarrollo de habilidades lingüísticas) y derivada (comprensión de los fenómenos naturales y físicos), son procesos que se dan de manera concomitante. Es decir que en el aula de química se debe de aprender a hablar, leer y escribir sobre los fenómenos químicos. De ahí que, durante la evolución de toda la lección, hace énfasis en el desarrollo de estas dos especies de alfabetización. Los anteriores presupuestos se pueden evidenciar a continuación:

P: Vamos hacer la lectura del texto de Cali la ciudad de los siete ríos. Esta se tiene que hacer con estrategias de lectura comprensiva; si se acuerdan, ubicando la idea principal y secundaria. Además, deben de tener en cuenta que las ideas secundarias estén estrechamente vinculadas con la idea principal, es decir, que estas desarrollen la primera. Analizan si el texto está bien escrito o mal escrito, recuerden que se deben focalizar en la función y forma del texto. Es decir, leer el contenido que comunica el autor, pero, además la forma lingüística en que lo representa. (Video clase 1)

El cuerpo del texto fue leído de manera pausada por la clase, es decir, la idea representada en cada párrafo, junto con su microestructura es el centro de discusión de los estudiantes. Para ello, Andrés gestionó el aula en una estructura de discusión con toda la clase y pequeños grupos de discusión, escenarios apropiados para catalizar discusiones de naturaleza socrática. Esta estrategia deja ver que los aprendices han comenzado a desarrollar un lenguaje formal, quizás como consecuencia de que las lecciones anteriores fueron abordadas desde esta orientación de enseñanza. Dicha situación ha aumentado el interés de ellos por desarrollar las habilidades lingüísticas, junto con la comprensión de los fenómenos químicos (alfabetización fundamental y derivada).

Por otro lado, las tareas relacionadas al contexto problematizante de la noticia de Cali, la ciudad de

los siete ríos, fundamentan el comienzo de la construcción de los tópicos de disoluciones y unidades de concentración. Esta clase de tareas ayudan a que los estudiantes continúen extendiendo el desarrollo del esquema formal de las relaciones de proporcionalidad directa entre dos variables (por ejemplo, número de partículas de soluto y solvente). Este último aspecto cumple un papel clave en la construcción de la comprensión de muchos fenómenos químicos que son traducidos en modelos matemáticos. De ahí que el profesor Andrés, a lo largo de esta lección, le dé un papel protagónico a esta clase de relación cuantitativa.

Si bien, la mayoría de los estudiantes lograron utilizar el esquema de la proporcionalidad directa para dar solución a las tareas problemas, algunos aún presentan dificultad para aplicarlo. En otras palabras, a pesar de que el profesor en otras lecciones de química ha tomado dicha relación de proporcionalidad como un elemento clave, el cual ayuda a mediar el desarrollo de la comprensión del fenómeno químico, algunos estudiantes de la clase siguen teniendo restricción para implementarlo durante la solución de situaciones problemas de los eventos químicos. Por ejemplo:

P: Carlos, ¿qué opinión tienes de los textos sobre la proporcionalidad de tus compañeros?

C: No puedo decir mucho, pues no estoy de acuerdo con lo que afirman, dado que tengo otra teoría.

P: ¿Cuál es tu teoría?

C: Para mí, la mezcla número dos es la de mayor sabor salado, así tengan la misma proporcionalidad, al tener menos agua se tiene menos solubilidad de la sal, lo que produce que esta esté menos concentrada.

P: Felipe, ¿qué puedes decir de la afirmación hecha por tu compañero?, ¿estás de acuerdo con lo que él dice?

F: No estoy de acuerdo, él dice que hay menor agua pero debe de tener presente que también hay menor cantidad de sal, entonces existe una proporción directa.

P: Liliana, ¿qué puedes decir de esta situación?, ¿con quién estás de acuerdo?

L: Estoy de acuerdo con Felipe, dado que, para resolver el problema, se debe tener presente que en la muestra hay menor agua pero también existe menor sal.

P: Valentina, por favor, dale el cierre a esta idea con el fin de convencer a Carlos.

V: Es que yo, al principio, también creía lo mismo de Carlos.

P: ¿Por qué al principio creías lo mismo?

V: Porque no estaba pensando muy bien que si había menor agua también existe menor cantidad de sal, entonces cuando hice la relación de proporcionalidad directa evidencié que sin importar las cantidades de las dos muestras, estas tendrían la misma proporción, por ello presentarían el mismo sabor salado. (Video clase 1)

Por tanto, el profesor Andrés, a lo largo de esta lección, afirma que la construcción de la comprensión de las unidades de concentración de una disolución permite a los estudiantes desarrollar el esquema de proporcionalidad directa e inversa, entre tanto estos últimos les suministran la capacidad para interpretar el fenómeno químico. Es decir, existe entre estos dos elementos una interacción sinérgica que ejerce una fuerte influencia en el aprendizaje de las unidades de concentración de una disolución.

Por otro lado, la implementación desde el sistema de conocimiento, creencias y valores del profesor Andrés de las tres actividades que estructuran la fase de introducción del OA, brindó la oportunidad a los estudiantes de iniciar la comprensión del proceso que subyace al fenómeno físico de la disolución. Así, pues, ellos comenzaron a visualizar que las disoluciones a nivel macroscópico se forman por la interacción de dos sustancias puras (solvente y soluto), la cual se traduce en la formación de una mezcla homogénea. Y, a nivel submicroscópico, logran comprender que el proceso de interacción sistémica les permite a las partículas del soluto ocupar los espacios vacíos dejados por las partículas del solvente y viceversa. Adicionalmente, dichas actividades les suministraron la posibilidad a ellos de continuar extendiendo la diferenciación y conceptualización de los tópicos de transformaciones físicas y químicas, dado que el proceso de disolución es considerado un cambio físico. Estos presupuestos se ilustran en la figura 2.

3.2 PaP-eR 2: La enseñanza del tópico solubilidad un medio para desarrollar las competencias que demanda la actual sociedad del conocimiento

El profesor Andrés considera que la química es un medio y no un fin, que ayuda a los estudiantes a

Una disolución es una mezcla homogénea a nivel molecular de dos o más sustancias puras que no reaccionan entre sí, en el cual los componentes se encuentran en proporciones variables. También se puede definir como una mezcla homogénea formada por un disolvente y por uno o varios solutos (Véase figura 1).

Un ejemplo claro de esta podría ser si tomamos sal (NaCl) y lo depositamos en un vaso de agua (H₂O) y lo mezclamos. Las moléculas de sal empiezan a interactuar con las moléculas de agua creando así una mezcla homogénea en la cual las moléculas de sal ocupan espacios dejados por las moléculas de agua disminuyendo la presión entre ellas (Véase figura 2).



Figura 1 (La disolución)

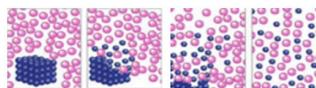


Figura 2 (Moléculas de sal y agua en proceso de disolución)

Figura 2. Representación del proceso físico de la disolución a nivel macroscópico y submicroscópico.

Fuente: trabajo de los estudiantes.

desarrollar las competencias para desempeñarse de manera eficiente en la actual sociedad del conocimiento (por ejemplo, habilidades comunicativas, relaciones interpersonales, proficiencia tecnológica, resolución de problemas complejos, pensamiento crítico, y aprender a aprender). De manera que toma la decisión curricular e instruccional de representar la competencia de aprender a aprender a lo largo de la vida, a través de la actividad de solubilidad. Para ello, les pide a los estudiantes que busquen y seleccionen información en internet que esté vinculada con el tópico en cuestión, con miras a gestionarla de manera autónoma, y convertirla en conocimiento. Además, solicita que dicho conocimiento sea representado por medio de un texto de naturaleza multimodal y en formato digital dirigido a sus compañeros de curso, a fin de explicarles el fenómeno físico de la solubilidad de un soluto en un solvente dentro de un contexto de negociación de significados. Esta asunción se puede evidenciar en la siguiente viñeta:

P: Necesito que para la próxima clase vean e interpreten un video que represente el contenido de la solubilidad. Así pues, he seleccionado un video del internet que aborda este tópico.

E: Profe, ¿será que lo puede compartir en el grupo de Facebook que tenemos, o es muy pesado?

P: Bueno, lo voy a subir al Drive e invito a Luis que lo descargue de ese sitio y se los comparta en el grupo del Facebook.

P: Yo no les voy a explicar qué es solubilidad, ustedes pueden construir una comprensión viendo e interpretando el video, o buscando en el internet información que se encuentre alineada con el contenido en cuestión. Resulta conveniente, también, que después de haber leído y comprendido la información científica indaguen por experiencias de la vida donde se vea claramente el proceso de la solubilidad del soluto en el solvente. En este sentido, ustedes van a explicarnos qué es solubilidad.

P: Después de haber buscado, seleccionado y comprendido la información sobre solubilidad, ustedes deben de comunicarla a una audiencia particular

con un propósito singular. Así, la audiencia serán los estudiantes de grado once y la intención es explicativa. Para ello, deben de utilizar un texto de formato continuo donde se conceptualice el proceso de la solubilidad, este se tiene que acompañar con una tabla cuyas variables son soluto, solvente, solubilidad y temperatura. Además, se debe completar estos textos por una gráfica que representa en el eje de las ordenadas la solubilidad, y en el eje de las abscisas la temperatura. Recuerden que los tres tipos de textos tienen que estar articulados comunicando una sola idea, es decir, se construye una composición textual de carácter multimodal.

C: ¿Cómo es la tabla?

P: La tabla está en la red, mírenla (profesor proyecta la tabla y la gráfica en el tablero).

P: Esta información también se encuentra en el material del estudiante. Sin embargo, esta se queda corta, por ello, deben buscarla, seleccionarla e interpretarla con el propósito de comunicarla.

P: Jóvenes, con esta actividad tengo como propósito que ustedes comiencen a desarrollar una competencia muy importante para esta sociedad del conocimiento, la cual es la de aprender a aprender a lo largo de la vida. Para ello, tienen que acceder al internet, buscar, seleccionar e interpretar la información que está relacionada con su problema, y finalmente la comunican por medio de un texto de naturaleza multimodal. (Video clase 3).

Esta decisión curricular e instruccional evidencia el papel crítico que cumplen las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el desempeño profesional del profesor Andrés. Desde luego, estas actúan como herramientas que le permiten representar el contenido de la solubilidad, comprometer a los estudiantes, modelar habilidades, y evaluar el progreso de sus aprendices. Así, pues, Andrés integra las TIC al proceso de la enseñanza/aprendizaje de la misma manera como un carpintero utiliza el martillo, la sierra, el destornillador y las llaves a lo largo de la construcción de un artefacto. Los dos puntos importantes de esta analogía se focalizan en que las herramientas hacen el trabajo más fácil y el

resultado es de mayor calidad comparado al que se produce sin estas.

La puesta en escena de la actividad que representa el fenómeno de la solubilidad ilustra el uso básico de tres herramientas digitales (por ejemplo, internet, PowerPoint, procesador de texto, navegador), con el propósito de andamiar el aprendizaje de los estudiantes sobre la solubilidad, y apoyarlos en el desarrollo de la competencia de aprender a aprender a lo largo de la vida. Naturalmente, dicha actividad se implementa dentro de una comunidad de práctica de perspectiva sociocultural donde la enseñanza está centrada en el estudiante. Para ello, Andrés gestiona el aula desde una organización en pequeños grupos y discusión con toda la

clase, estrategia que les suministra la posibilidad a los aprendices de negociar significados y formas de significar. De igual modo, esta le permite al profesor llevar a cabo una evaluación formativa e individualizada, para monitorear el nivel de compromiso cognitivo, comportamental y actitudinal de sus aprendices. Estos presupuestos se evidencian en las figuras 3 y 4, cuyos textos son de naturaleza multimodal elaborados por un estudiante.

Las anteriores acciones retratan que los límites entre las bases del conocimiento del contenido, la pedagogía y la tecnología son de naturaleza difusa. Además, estas se afectan mutuamente en el momento en que son materializadas por medio del diseño e implementación del material de enseñanza de



- La solubilidad es la capacidad que tiene una sustancia de poder disolverse en otra. Para poder que una sustancia se disuelva en otra se usan factores como: la temperatura, presión y agitación. Estos factores ayudaran a romper el equilibrio y hacer que el soluto se disuelva de una forma más rápida o más fácil.
- También cabe resaltar que para todas las sustancias no sirve el mismo solvente. Por ejemplo, en el caso del agua usada como disolvente, es útil para la pintura (tempera), en la cual esta se disuelve fácilmente en ella (Véase imagen n°1), en cambio en el aceite no lo hace de la misma forma, el agua necesita energía para romper las fuerzas internas y poder hacer pasar el aceite.

Figura 3. Representación de la solubilidad de un soluto en un solvente a nivel macroscópico.

Fuente: trabajo de los estudiantes.

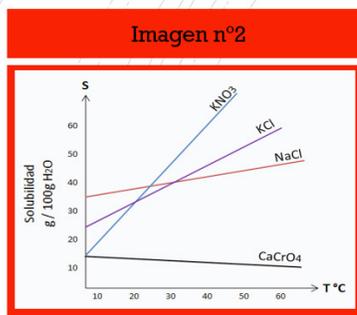


Figura 4. Interpretación de la gráfica de solubilidad de un conjunto de solutos en agua.

Fuente: trabajo de los estudiantes.

▪ Temperatura.

- Es uno de los factores más importantes en solubilidad, se puede ver claramente cuando una sustancias sólidas se disuelven en el disolvente (agua), la solubilidad de estas sustancias aumenta igualitariamente o constantemente con la temperatura. Esto sucede cuando la solubilidad de los solutos iónicos, se ven disminuidos debido a las altas temperaturas y el agua se convierte en menos polar (Véase imagen n°2). En el caso de las sustancias gaseosas su reacción es inversa, cuando aumenta la temperatura se vuelven menos solubles (en agua).

la solubilidad. Por ejemplo, el conocimiento que tiene Andrés del potencial que ofrecen elementos como: *software* de presentación y edición, acceso a internet, conocimiento de las estrategias de lectura y escritura, organización y gestión del aula, le ofreció la oportunidad para poner en escena de manera efectiva la tarea de construcción del texto multimodal. De manera que la superposición de estas bases a lo largo del diseño y la enseñanza de un contenido, acompañada de una reflexión en y sobre la acción, quizás le han permitido al profesor Andrés continuar extendiendo el CTPC de las disoluciones.

Por todo esto, el profesor Andrés considera que las TIC en la sociedad del conocimiento desempeñan un papel crítico, dado que, han ayudado a cambiar la naturaleza de la mayoría de las profesiones, las cuales se focalizan en generar como productos principales los conocimientos sobre ámbitos específicos. De ahí resulta que el sistema escolar de los países tiene la obligación de brindarles la oportunidad a los estudiantes, para desarrollar habilidades que se encuentran estrechamente vinculadas con la producción de conocimiento. Así, los sujetos al finalizar la escuela en todos los niveles necesitan haber desarrollado las siguientes habilidades: acceder, ensamblar y reorganizar información; interpretar, analizar y evaluar la evidencia críticamente; y comunicar, presentar y diseminar el conocimiento. En este sentido, Andrés piensa que las TIC son un aspecto transversal en el diseño, implementación y evaluación de materiales de enseñanza potenciados por las tecnologías digitales.

3.3 PaP-eR 3: El principio de la intertextualidad, elemento fundamental para representar el tópico de las unidades de concentración

El profesor Andrés toma la decisión curricular de representar el contenido de las unidades de concentración por medio de un mapa conceptual interactivo. En ese sentido, les pide a los estudiantes que a través de los computadores portátiles del aula de química descarguen este recurso digital de la página

de Colombia Aprende, y realicen una lectura comprensiva al texto de naturaleza multimodal (mapa conceptual). Además, destaca que para llevar a cabo de manera apropiada la lectura deben apoyarse en los contenidos previos desarrollados en esta lección.

Andrés les recuerda a los estudiantes que las anteriores actividades del objeto de aprendizaje en cuestión brindaron la oportunidad de conceptualizar el contenido de la concentración, como la propiedad de las disoluciones que establece una relación de proporcionalidad directa entre las moléculas del soluto que se encuentran disueltas en el solvente. De ahí que él destaca que este constructo cumple un papel clave en la construcción de la comprensión del tópico de las unidades de concentración.

Como consecuencia a la naturaleza abstracta del tópico, unidades de concentración, la puesta en escena de este en muchas aulas, por lo general se ha llevado a cabo desde una orientación de enseñanza convencional focalizada en el desarrollo de ejercicios algorítmicos. Sin embargo, el profesor Andrés piensa que este tópico puede ser gestionado a través de una perspectiva de enseñanza centrada en los estudiantes. Para ello, activa en la estructura cognoscitiva de sus estudiantes el modelo teórico de concentración previamente construido en otras actividades, como consecuencia de que este es considerado un principio que subyace a cada unidad de concentración. Posteriormente, les solicita que establezcan una relación entre la información representada en los recursos semióticos del mapa conceptual y la proveniente del constructo de concentración.

Así mismo, el profesor les pide a los estudiantes que apoyados en la comprensión sobre las unidades de concentración alcanzada por la articulación de la información proveniente de los dos anteriores recursos semióticos, construyan un texto de naturaleza multimodal para los estudiantes de grado undécimo donde expliquen el contenido en consideración. Por su puesto que esta estrategia instruccional brinda la oportunidad a los estudiantes para comprender el contenido por medio del desarrollo del principio de la intertextualidad, elemento clave en la comunicación multimedial. De hecho, los aprendices con

la intención de dar sentido a cada ítem que leen, escuchan o ven, tienen que comparar la información recogida en estos con otros aspectos que han leído, escuchado o visto en algún otro lugar o documento. Estas asunciones son validadas a continuación:

P: Si se acuerdan de la primera actividad de aprendizaje que realizamos sobre Cali, la ciudad de los siete ríos. En esta se les pidió que determinaran de dos muestras dadas cuál era la de mayor sabor salado, y cuál tenía un mayor nivel de contaminación de mercurio. Por favor, revisen en sus cuadernos esta actividad con el fin de activar el conocimiento sobre el tópico concentración y la relación de proporcionalidad directa entre el soluto y solvente de una disolución.

P: Listo, están revisando el tópico de concentración y la relación de proporcionalidad. ¿En esta relación de proporcionalidad qué variables comparaban ustedes para dar solución a la problemática?

C: Profe, se comparaban los miligramos de sal y mililitros de agua.

P: ¿Cuál era el soluto y el solvente?

F: El soluto es la sal y el solvente el agua. (Video de clase 8)

3.4 PaP-eR 4: La enseñanza de las unidades de concentración vinculada con la evaluación formativa y las pruebas de naturaleza estandarizada

El profesor Andrés, a lo largo de la actividad de las unidades de concentración, monitorea constantemente el nivel de comprensión de los estudiantes, para ello, de manera frecuente les formula interrogantes y reflexiona en la acción acerca de las respuestas dadas, a fin de tomar decisiones curriculares *in situ* que medien el aprendizaje del fenómeno químico en cuestión. Adicionalmente, rota por los pequeños grupos de discusión para evidenciar el desarrollo de la construcción del texto de carácter multimodal, y cuando detecta episodios críticos, él hace una pausa reflexiona en la acción y decide llamar a otros estudiantes con el fin de que ellos evalúen las fortalezas y debilidades del texto construido por los compañeros.

Desde luego, Andrés tiene como propósito que los estudiantes construyan sus textos de naturaleza multimodal y multimedial, a la vez que desarrollen la habilidad de revisar los textos en contenido y forma lingüística por pares académicos. Por ello, él monitorea continuamente las tareas de naturaleza lingüística, con el fin de detectar eventos críticos, los cuales se convierten en la oportunidad para continuar asistiendo a los estudiantes durante la evolución progresiva de las artes del lenguaje.

Así, Andrés considera que la evaluación debe ser en un alto porcentaje de carácter formativo, aunque al final de la lección tenga que traducirla en un formato acreditativo. Quizás, este sea uno de los factores que influyen en percibir el aula de química de esta institución como una comunidad de práctica de apoyo y libre de amenaza, donde cada integrante colabora desde sus potencialidades en la construcción colaborativa de la comprensión del fenómeno químico.

Por otro lado, las acciones del profesor Andrés permiten ver la relación que establece entre el currículo de la química y las pruebas de naturaleza estandarizada (por ejemplo, Pruebas Saber 11). Para ello, al final de cada actividad de contenidos específicos enfrenta a sus estudiantes con un conjunto de ítems que representan el contenido del fenómeno físico o químico en cuestión, los cuales han sido liberados por ICFES. Luego, les pide que, tomando como referencia los conocimientos construidos durante la actividad de aprendizaje en cuestión, le den solución a las problemáticas que están configurando dichos interrogantes.

Conviene subrayar que el anterior proceso de evaluación además de suministrarle al profesor Andrés la posibilidad de monitorear el grado de comprensión de los estudiantes sobre el contenido en consideración, le permite continuar asistiéndolos en el desarrollo de las competencias comunicativas. Así, él destaca durante la actividad que la estructura lingüística de cada ítem está configurada por textos de carácter multimodal (por ejemplo, combinación de párrafos, gráficas y tablas). En este sentido, aprovecha la macroestructura de esta especie de preguntas

para ayudar a los estudiantes a desarrollar estrategias de lectura comprensiva de textos multimodales. Por ejemplo, el profesor les dice a sus estudiantes que durante la lectura de estas composiciones textuales deben interpretar, de manera sinérgica, tanto los textos de formato continuo como los discontinuos. Es decir que la información proveniente desde estos dos canales la tienen que integrar para poder darle sentido a lo que se está preguntando, y así construir la mejor solución.

P: Por lo general, en las ciencias los textos son de naturaleza multimodal, de allí que las clases de química se deben convertir en un escenario donde los estudiantes desarrollan las competencias de lectura comprensiva de esta clase de texto. Naturalmente, la lectura de textos multimodales resulta ser un factor importante en la solución de las Pruebas de Química Saber 11, como consecuencia de que la estructura de un alto número de preguntas de estas pruebas estandarizadas es de carácter multimodal, constituidas por textos combinados con párrafos, gráficos, tablas, y dibujos.

P: De ahí que, considere clave enfrentarlos a ustedes a esta clase de prueba con la intención de monitorear el nivel de comprensión del proceso de la solubilidad, y el desarrollo de la lectura de texto multimodales. Estas son unas preguntas acerca de la solubilidad que han sido liberadas por el ICFES, con el fin de que las utilicen en las instituciones para que los estudiantes se familiaricen con estas. En este sentido, van a contestar las preguntas de la 20 a la 22, además, tengan en cuenta que estos ítems están estructurados por textos son de naturaleza multimodal. (Video clase 6)

4. Conclusiones

El conjunto de elementos que configuran el CTPC del profesor Andrés a lo largo de la implementación del OA, dejan ver la concepción que tiene acerca de las TIC como herramientas cognitivas. De ahí que él considere que estas herramientas en conjunción con una orientación pedagógica de perspectiva

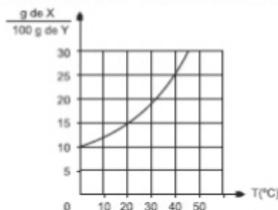
sociocultural, le ayudan al estudiante a desarrollar competencias como: búsqueda, selección e interpretación de información, resolución de problemas, habilidades lingüísticas, relaciones interpersonales, trabajo colaborativo, competencias informáticas y razonamiento lógico-matemático.

Por esto, el profesor Andrés, durante la implementación de cada actividad que estructura el OA en consideración, usa las TIC de dominio general y específico. Por ejemplo, durante la clase los estudiantes recurren a herramientas digitales de naturaleza general como internet, Word, PowerPoint, Goanimate, correo electrónico, entre otros, con la intención de gestionar y comunicar el conocimiento. Además, ellos son enfrentados a recursos digitales de orden específico que han sido diseñados y desarrollados para representar un fenómeno químico particular (por ejemplo, simuladores, libro digital, mapa conceptual interactivo). Naturalmente, resulta conveniente señalar que la utilización de dichas herramientas de esta manera está signada por el sistema de conocimientos, creencias y valores de perspectiva sociocultural que tiene Andrés.

Por otro lado, si bien en los actuales momentos la investigación sobre la integración de las TIC a la educación muestran que la proporción de computadores/estudiantes ha tenido una rápida mejoría en todos los niveles de escolaridad, el uso real de estas herramientas digitales en la escuela ha estado focalizado en los cursos de informática, y no como una herramienta cognitiva que medie el proceso de aprendizaje en todas las disciplinas del plan de estudio. En este sentido, se destaca que el CTPC del profesor Andrés documentado durante la implementación del objeto de aprendizaje, permite ver que esta restricción puede empezar a superarse, dado que en este se asume la integración de las TIC al aula de química desde dos propósitos: 1) facilitar la comprensión del proceso subyace al fenómeno de las unidades de concentración, en conjunción con el desarrollo de habilidades comunicativas; y 2) preparar a los estudiantes para un desempeño exitoso en los diversos ámbitos profesionales de la sociedad del conocimiento.

CONTESTE LAS PREGUNTAS 20 A 22 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

La solubilidad indica la máxima cantidad de soluto que se disuelve en un solvente, a una temperatura dada. En la gráfica se ilustra la solubilidad del soluto X en el solvente Y en función de la temperatura



20. La solubilidad de X en Y a 20°C es

- A. 15 g de X en 100 g de Y
- B. 10 g de X en 100 g de Y
- C. 5 g de X en 100 g de Y
- D. 25 g de X en 100 g de Y

21. Es válido afirmar que al mezclar 15 g de X con 100 g de Y se forma una

- A. solución a 10°C
- B. mezcla heterogénea a 20°C
- C. solución a 40°C
- D. mezcla heterogénea a 30°C

22. A 40°C una solución contiene una cantidad desconocida de X en 100 g de Y; se disminuye gradualmente la temperatura de la solución hasta 0°C, con lo cual se obtienen 10 g de precipitado, a partir de esto es válido afirmar que la solución contenía inicialmente

- A. 25 g de X
- B. 20 g de X
- C. 15 g de X
- D. 10 g de X

23. Dos recipientes de igual capacidad contienen respectivamente oxígeno (Recipiente M) y nitrógeno (Recipiente N), y permanecen separados por una llave de paso como se indica en la figura

Figura 5. Ítems seleccionados de las Pruebas Saber liberadas por el ICFES.

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, la puesta en escena de este OA puede ser considerada un buen ejemplo de un currículo de química implementado y potenciado por las tecnologías digitales, el cual se centra en la comprensión de conceptos complejos y el desarrollo de competencias para el siglo XXI. Así, las acciones del profesor Andrés y los estudiantes permiten evidenciar que el uso de las TIC como herramientas cognitivas es transversal al currículo de la química. De hecho, durante la puesta en escena de cada actividad de aprendizaje que configura el OA no solo se desarrolla el conocimiento sustantivo y sintáctico de esta disciplina, sino que se potencian habilidades alineadas con las necesidades de la sociedad del conocimiento y la alfabetización informática (por ejemplo, aplicación de *software*).

Referencias bibliográficas

- BROWN, A.L. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **Journal of the Learning Sciences**, California, v. 2, n. 2, pp. 141-178. 1992.
- CANDELA, B.F. El diseño de la CoRe: una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de la química en profesores en formación. **Boletín Redipe**, Cali, v. 5, n. 9, pp. 146-167. 2016a.
- CANDELA, B.F. **La ciencia del diseño educativo**. Universidad del Valle. Cali: Colombia, 2016b.
- CANDELA, B.F. Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC. **Revista Góndola**,

- Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 12, n. 2, pp. 158-172. 2017.
- CANDELA, B.F. Desarrollo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido de la química, de profesores en formación a través de la reflexión de los PaPe-Rs y videos. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 13, n. 1, pp. 101-119. 2018.
- CANDELA, B.F.; VIAFARA, R. **Aprendiendo a enseñar química: la CoRe y los PaP-eR como instrumento para identificar y desarrollar el CPC**. Universidad del Valle. Cali: Colombia, 2014a.
- CANDELA, B.F.; VIAFARA, 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, n. 35, pp. 89-111. 2014b.
- CATAÑO, R. Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética con coherencia curricular para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada. Pp. 142. Tesis de maestría. Universidad del Valle, Cali, 2016.
- COLLINS, A. Toward a design science of education. En: SCANLON, E. O'SHEA, T. (eds.). **New directions in educational technology**. SpringerVerlag. Berlín: Alemania, 1992. pp. 15-22.
- CONFREY, J. The Evolution of Design Studies as Methodology. En: Sawyer, R.K. (ed.). **The Cambridge Handbook of the Learning Sciences**. pp. 135-152. Cambridge University Press. Nueva York. 2006.
- DE JONG, O.; VEAL, W.; VAN DRIEL, J. Exploring chemistry teachers' knowledge base. En GILBERT, J.K. *et al.* (eds.), **Chemical Education: Towards Research-based Practice**. Kluwer Academic Publishers. Países Bajos, 2002. pp. 369-390.
- DENZIN, N.K. **The Research: A Theoretical Introduction to Sociological Methods**. Transaction Publishers. New Jersey: EE. UU. 1970.
- DRECHSLER, M.; VAN DRIEL, J. Experienced Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Teaching Acid-Base Chemistry. **Research in Science Education**, v. 38, n. 5, pp. 611-631. 2008.
- ESTADOS UNIDOS. NATIONAL COUNCIL FOR ACCREDITATION OF TEACHER EDUCATION. **Technology and the new professional teacher. Preparing for the 21st century classroom**. Washington, D.C. 1997.
- FRIEDHOFF, J.R. Reflecting on the affordances and constraints of technologies and their impact on pedagogical goals. **Journal of Computing in Teacher Education**, Reino Unido, v. 24, n. 4, pp. 117-122. 2008.
- HARRIS, J.B.; HOFER, M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge in Action: A Descriptive Study of Secondary Teachers' Curriculum-Based, Technology-Related Instructional Planning. **Journal of Research on Technology in Education**, EE. UU. y Canadá, v. 43, n. 3, pp. 211-229. 2011.
- HARRIS, J.; MISHRA, P.; KOEHLER, M. Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum-based Technology Integration Reframed. **Journal of Research on Technology in Education**, Michigan, EE. UU., v. 41, n. 4, pp. 393-416. 2009
- LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing ways of articulating and Documenting Professional Practice. **Journal of Research in Science Teaching**, Monash, Australia, v. 41, n. 4, pp. 370-391. 2004.
- LOUGHRAN, J. *et al.* Science Cases in Action: Developing an Understanding of Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. **A paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching**. New Orleans, April, 2000, pp. 1-36. 2000.
- LOUGHRAN, J. *et al.* Documenting Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. **Research in Science Education**, Netherlands, v. 31, n. 2, pp. 289-307. 2001.
- MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. En CESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N.G. (eds.). **Examining pedagogical content knowledge**. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. pp. 95-132. 1999.

- 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.
- SCHMIDT, W.; WANG, C.; MCKNIGHT, C. Curriculum coherence: an examination of US mathematics and science content standards from an international perspective. **Journal of Curriculum Studies**, Michigan, v. 37, n. 5, pp. 525-559. 2005.
- SHULMAN, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Stanford, v. 15, n. 2, pp. 4-14. 1986.
- SHULMAN, L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Stanford, v. 57, n. 1, pp. 1-22. 1987.
- SHWARTZ, Y. *et al.* Middle School Science Curriculum: Coherence as Design Principle. **The Elementary School Journal**, Michigan, v. 109, n. 2, pp. 199-219. 2008.
- STAKE, R. **Investigación con estudio de casos**. Morata. Madrid: España. 1999.
- STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Bases de la Investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada**. (E. Zimmerman, trad.). Facultad de Enfermería de la Universidad de Antioquia. Medellín. 2002.
- VEAL, W.; MAKINSTER, J. Pedagogical Content Knowledge Taxonomies. **Electronic Journal of Science Education**, Indiana, v. 3, p. 4, pp.1-25. 1999.
- WILEY, D. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, metaphor, and a taxonomy. En WILEY, D.A. (ed.). **The instructional use of learning objects**. Agency for Instructional Technology: Indiana, pp. 1-25. 2000.
- YIN, R. *Case study research: Design and methods (3rd ed.)*. 2003. Sage Publications. Thousand Oaks, California.