

LA INSERCIÓN EFECTIVA DE LA TECNOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA: LA IDENTIFICACIÓN DEL TPACK EN UN PROFESOR DE CIENCIAS NATURALES (FÍSICA)

VALERY DANIELA BOLAÑOS PATIÑO

Universidad del Valle (UNIVALLE), Cali, Colombia

LEIDY YURANI VILLA GARCIA

Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém do Pará, Pará, Brasil

ALFONSO CLARET ZAMBRANO CH.

Universidad del Valle (UNIVALLE), Cali, Colombia

ANA CRISTINA PIMENTEL CARNEIRO DE ALMEIDA

Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém do Pará, Pará, Brasil

RESUMEN: Este artículo pretende avanzar en la identificación del TPACK de un profesor de Ciencias (Física) con el propósito de analizar la inserción de la tecnología en la enseñanza, asumiendo que para introducir la tecnología de manera efectiva el profesor debe integrar el conocimiento tecnológico, el pedagógico y el disciplinar en su desarrollo curricular. El estudio considera el análisis de la Representación de contenido ampliada a TPACK para reconocer la inserción de la tecnología como aspecto curricular en un profesor en ejercicio, seleccionando un concepto como el sonido. Se identificó la intención del profesor de incluir aspectos tecnológicos dentro de su propuesta de enseñanza de una manera incipiente demostrando una transición del PCK al TPACK. Como conclusión se establecen los procesos de reflexión y formación para ser consciente del TPACK y su desarrollo.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento Tecnológico Pedagógico de Contenido (TPACK); Educación en Ciencias; Sonido; Formación de Profesores.

INTRODUCCIÓN

Las nuevas demandas del siglo XXI, la cuarta revolución industrial, las necesidades de las nuevas generaciones de estudiantes, el cambio en el desarrollo del conocimiento científico, la emergencia generada por el COVID 19, plantea problemas fundamentales a los actores involucrados en la enseñanza de las ciencias, en particular en los programas de formación y educación continua de profesores. Sin embargo, la comunidad educativa no ha avanzado en concordancia con los cambios actuales, como lo manifiesta (ROMERO e AGUILAR, 2013), los contenidos no varían de los que se presentaban hace algunas décadas.

De acuerdo con esto, observamos dentro de las prácticas pedagógicas que los avances tecnológicos se han reducido en el aula de clases a cambiar el tablero y marcador

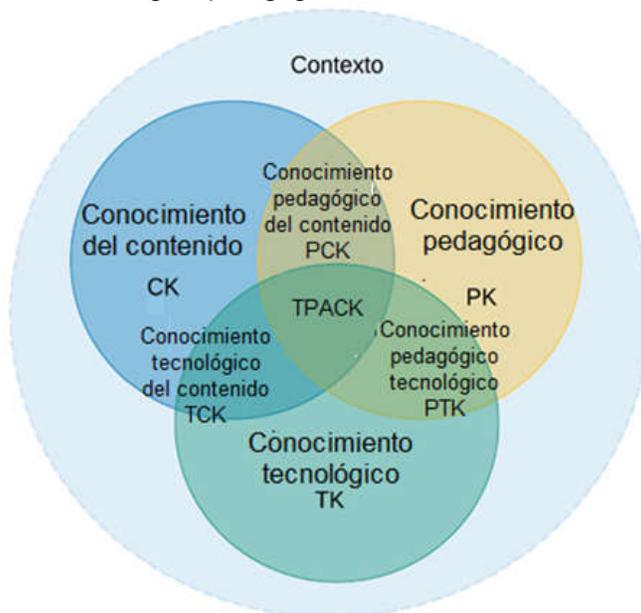
por pantallas y el laboratorio físico por simuladores. Pero, que de alguna forma transmiten los mismos contenidos muchas veces abstractos y sin significado para los estudiantes, esto nos lleva a preguntarnos ¿realmente el conocer las tecnologías implica un buen uso de esta con fines educativos? ¿Cómo logramos integrar el conocimiento tecnológico de manera efectiva en la enseñanza?

La reflexión sobre estas cuestiones nos lleva a pensar que, los profesores de ciencias deben ser capaces de integrar y proyectar el currículo y la tecnología para innovar en la enseñanza.

Es por esto por lo que surge la importancia de integrar la tecnología al conocimiento pedagógico del contenido, tanto en profesores en formación como en profesores en ejercicio. Sin embargo, los programas de educación de los profesores proyectan la necesidad de prepararlos no sólo para adaptarse a las maneras como las escuelas operan, sino también para que ellos tengan la capacidad de adaptarse a los futuros cambios que enfrentan continuamente (VILLA, 2022). Por esto, las investigaciones en el campo de la educación en ciencias comenzaron a considerar que, los profesores deben ser capaces de iniciar cambios, criticar su propia planeación, sus prácticas de enseñanza para contenidos específicos, implementar y evaluar las innovaciones que plantee incluso dentro de las limitaciones presentadas en su aula de clase. Esto implica que los docentes no solo se ocupan de los saberes disciplinares, sino de los saberes pedagógicos y tecnológicos, no de forma separada, sino, por el contrario, con una sinergia de estos desarrollados en la enseñanza. Por tanto, se infiere que los docentes en formación y en ejercicio para resolver estos problemas deben desarrollar Conocimientos en Contenidos Tecnológicos y Pedagógicos (TPACK) (KOEHLER, M.; MISHRA, P.; CAIN, W., 2015), (VILLA, 2018).

En otras palabras, es necesario proporcionar oportunidades de formación para los profesores en formación inicial y continua para que comiencen a identificar, explicar y desarrollar las bases del conocimiento tales como: conocimiento pedagógico del contenido, conocimiento tecnológico del contenido y conocimiento tecnológico pedagógico y finalmente el conocimiento tecnológico, pedagógico del contenido (TPACK) (ver figura 1).

Figura 1: Representación de las bases de conocimiento que configuran el conocimiento tecnológico, pedagógico del contenido (TPACK).



Fuente: Traducido de Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017–1054

Bajo el panorama considerado hasta este momento, en este documento se plantea la necesidad de una movilidad del PCK al TPACK como necesidad en la formación docente con el propósito de insertar la tecnología de una manera efectiva en la enseñanza (VILLA, 2018). Pues, las situaciones vividas como el cambio en la enseñanza debido al COVID-19 evidencia la necesidad de ser competentes tecnológicamente. Según la revisión bibliográfica parece haber cierto potencial para el uso de la tecnología en términos de mejora de los procesos educativos. Sin embargo, tal como afirma Seufert et al., (2021) la efectividad y eficiencia de la tecnología depende de la forma en que se utilice, siendo fundamental el papel de formación y conocimiento docente en la integración de la tecnología en la educación, en este sentido, Dillenbourg (2013) citado por (SEUFERT et al., 2021) acuñó el término *orchestration* para indicar que los profesores deben gestionar múltiples actividades teniendo en cuenta múltiples limitaciones. Deben decidir en qué contexto usan o no una tecnología específica.

Se reconoce entonces dentro de los marcos que son utilizados como base de la formación de profesores el conocimiento tecnológico, pedagógico del contenido, conocido como TPACK. Con respecto al TPACK Angeli y Valanides (2005) nos dice que es la integración de los desarrollos de los conocimientos de la materia con el desarrollo de la tecnología y de conocimientos de enseñanza y aprendizaje. Además de buscar cada uno de

los componentes por separado, también se deben considerar cada una de sus interacciones: “conocimiento pedagógico del contenido (PCK), conocimiento del contenido tecnológico (TCK), conocimiento pedagógico tecnológico (TPK), y los tres en su conjunto como conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK)”(MISHRA; KOEHLER, 2006).

El panorama anterior, nos permite pensar en la siguiente pregunta de investigación **¿Cómo identificar la inserción de la tecnología como aspecto curricular en un profesor de Ciencias naturales (Física) de educación media en la enseñanza de un concepto específico?** Para responder, esta cuestión es importante considerar que el análisis de la Representación de contenido ampliada a TPACK permitirá reconocer la inserción de la tecnología como aspecto curricular en un profesor en ejercicio, seleccionando un concepto específico. En este caso, se selecciona el concepto de sonido debido al momento curricular por el que está atravesando el profesor en su desarrollo del ciclo de enseñanza.

MARCO CONCEPTUAL

El conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK)

El conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPCK o TPACK) como lo manifiesta (ANGELI; VALANIDES, 2009) es un campo de investigación bastante joven, que aún busca una conceptualización teórica sólida y generalmente aceptada. Durante las últimas décadas, el concepto de TPCK ha recibido una gran atención por parte de la comunidad investigadora y, como resultado, se ha publicado un número significativo de artículos. Los editores reconocen que la investigación en torno a la conceptualización de TPCK se ha basado principalmente en el trabajo fundamental de Shulman (1986, 1987) sobre el conocimiento del contenido pedagógico (PCK). En esencia, los investigadores de TPCK trabajaron para mejorar o ampliar el PCK de Shulman para abordar el conocimiento necesario para enseñar con tecnología.

Koehler y Mishra (2006) introdujeron su marco de trabajo de TPACK y propusieron entender el TPACK en términos de tres dominios de conocimiento, a saber, contenido (C), pedagogía (P) y tecnología (T), y en términos de sus intersecciones: PCK, TCK y TPK. El TPACK según Koehler et al.(2015) es la base de la enseñanza efectiva con la tecnología, requiere una comprensión de la representación de conceptos usando habilidades tecnológicas y pedagógicas que usan las tecnologías de manera constructiva para enseñar contenidos, saberes sobre qué hace que un concepto sea difícil o fácil para aprender y sobre cómo la tecnología puede ayudar a abordar algunos de los problemas que atraviesan los estudiantes, saberes entorno a los conocimientos previos de los alumnos, teorías de conocimiento, y saberes sobre cómo las tecnologías pueden ser usadas para construir un conocimiento existente para desarrollar nuevas epistemologías o fortalecer otras.

Panorama general de la enseñanza del sonido en educación secundaria

De acuerdo con Melo Niño et al (2015) al igual que los estudiantes de otras carreras distintas a la Física e Ingeniería, la enseñanza del sonido a estudiantes de secundaria debe enmarcar propuestas y mecanismos que acerquen a los estudiantes al modelo diferencial presente para el sonido como onda, desde el cual el tono, timbre, intensidad, los armónicos y la armonía entre otros elementos pueden ser explicados. Los estudiantes se encuentran familiarizados con el sonido todo el tiempo, instrumentos musicales, un reproductor de música, la propia voz, entre otros, sin embargo, a pesar de encontrarnos tan familiarizados con el sonido eso no es suficiente para poder entender los conceptos asociados al fenómeno.

Es necesario como docentes identificar qué conceptos enseñar alrededor de sonido en cada nivel educativo, partiendo de las ideas propias de los estudiantes, Viennot (2002) reconoce la importancia de estudiar la propagación de las señales en la enseñanza secundaria; enseñar a los estudiantes a reconocer la fuente, el medio, la eventual existencia de rozamientos u otros fenómenos que disipen energía, asociar al fenómeno las magnitudes, analizar de qué dependen y no dependen estas magnitudes, en especial saber que la velocidad de propagación no depende más que del medio y de sus características físicas, y no de la amplitud de la señal o de su forma.

Dificultades en la enseñanza-aprendizaje del sonido

Como lo manifiesta Linder (1992), en los contenidos en física de secundaria, media e incluso la Universidad, el tema del sonido a menudo se pasa por alto como un ejemplo sencillo de física de ondas. Linder (1989) realizó un estudio con graduados de física canadienses inscritos en un programa de certificación de maestros. En este estudio, los estudiantes expresaron los siguientes tipos de comprensión que evidencian las dificultades de los egresados (Linder 1989, Linder y Erickson 1989).

(i) El sonido es una entidad que es transportada por moléculas individuales a medida que se mueven a través de un medio. (ii) El sonido es una entidad que se transfiere de una molécula a otra a través de un medio. (iii) El sonido es una sustancia acotada que viaja con ímpetu, generalmente representada en forma de aire que fluye (iv) El sonido es una sustancia limitada en forma de algún patrón de viaje (v) El sonido está vinculado al concepto de ondas como parte de un sistema de modelado de la física matemática (y en este contexto no podía distinguirse de la luz: las ecuaciones de ondas parecían idénticas). Dentro de las dificultades del proceso de enseñanza aprendizaje se encuentra la desarticulación de teoría y práctica, la transmisión de simples definiciones, la carga de contenidos dentro de las Instituciones educativas debido al currículo.

La Representación De Contenido (Re-Co)

Schulman en 1986 construyó el concepto de PCK conocimiento pedagógico del contenido por sus siglas en inglés, el cual hace referencia al constructo que articula el conocimiento disciplinar y la pedagogía utilizada por el docente para compartir conocimiento de un contenido de forma que este sea comprensible para el estudiante.. En 2006 Mishra y Koehler adicionaron al PCK el conocimiento de la tecnología y construyeron el marco TPACK (Conocimiento Tecnológico Pedagógico del contenido).

Una preocupación de las investigaciones que se desarrollaron en torno a PCK es la manera en cómo se logra capturar y analizar, de aquí la importancia de un instrumento creado por (LOUGHRAN, et al. 2001) para este fin denomina Representación del Contenido (Co-Re, por sus siglas en inglés, content-representation) y que en el año 2018 fue amplificado para capturar y analizar el TPACK del docente por Candela.

La CoRe o Re-Co, establece y analiza la comprensión de los profesores de ciencias sobre aspectos particulares del conocimiento pedagógico del contenido PCK (p. ej., una descripción general de las ideas principales; conocimiento de concepciones alternativas; formas perspicaces de probar la comprensión; puntos conocidos de confusión; secuenciación efectiva; y enfoques importantes para el encuadre de ideas) (LOUGHRAN, et al, 2001).

Es crucial enfatizar que la representación de contenido es tanto una herramienta de investigación para acceder a la comprensión del contenido por parte de los profesores de ciencias como una forma de representar este conocimiento. Sin embargo, la Re-Co no debe verse como la única, correcta o mejor representación de un contenido en específico; es más bien una generalización necesaria pero incompleta que resulta del trabajo con un grupo particular de maestros en un momento particular.

METODOLOGÍA

En la investigación interpretativa realizada se utilizó como instrumento la propuesta de Loughran, et al. (2006) conocida como Representación de Contenidos (Re-Co) y adaptada para la identificación de TPACK por Candela (2018) que permitió visualizar las ideas importantes sobre la enseñanza de sonido del profesor de física. Las preguntas de la ReCo ampliada como instrumento para ayudar a identificar el TPACK del profesor, propuesta por (CANDELA, 2018) consta de las siguientes preguntas:

- 1 ¿Que intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea?,
- 2.- ¿Por qué es importante que los alumnos aprendan esta idea?,
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluya en sus explicaciones a sus alumnos?,
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?,
- 5 ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los alumnos influyen en su enseñanza de esta idea?,
- 6 ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?,
7. ¿Qué tecnologías digitales estándar

empleas para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?, 8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizas con el fin de representar y formular la idea?, 9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizas para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyas dicha intención de diseño?, 10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esa idea), 11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?, 12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?

La Re-Co ampliada al TPACK fue diligenciada por el profesor de Física en ejercicio acerca del sonido. El docente hace parte de la población a intervenir en la tesis doctoral, es licenciado en Matemáticas, se desempeña en la enseñanza de la Física y matemáticas en secundaria y media en una Institución Educativa oficial del departamento de Nariño y tiene 35 años de experiencia en el área de desempeño. Se procedió a realizar un primer análisis del contenido de la Re-Co como uno de los elementos para lograr identificar el TPACK del docente. Para efectos de este artículo se analizan las respuestas del docente alrededor de las dos primeras grandes ideas que él considera en la enseñanza del sonido.

RESULTADOS

El docente consideró cuatro ideas principales: Concepto de sonido como onda, Velocidad del sonido, Cualidades del sonido, Fenómenos ondulatorios. Las ideas que resalta el docente dan un claro indicio de cómo prioriza y organiza los contenidos asociados a la enseñanza de sonido; de esta manera el estudiante debe comenzar por conceptualizar el sonido como una onda, después de la conceptualización del modelo científico de sonido de acuerdo a las respuestas del docente participante del estudio de caso, el estudiante debe comprender la velocidad del sonido, las cualidades del sonido y luego profundizar en los fenómenos ondulatorios para lograr su comprensión.

En este trabajo se analizaron las respuestas del docente alrededor de la primera idea: Concepto de sonido como onda.

IDEA 1: Concepto de sonido como onda

1. ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea? Respuesta del docente: *“Que distingan el sonido como una onda mecánica longitudinal tridimensional y porque se produce el sonido y cómo se propaga”*

El estudiante debe comenzar por conceptualizar el sonido como una onda, en concordancia con lo expuesto por Easch (2008); el estudiante debe comprender el modelo científico del sonido, permitiendo así que el estudiante abandone la idea de la transmisión

del sonido como transferencia de materia a comprender el concepto del sonido como transferencia de energía a través de la materia que vibra; Por lo tanto, que los estudiantes sean capaces de comprender y utilizar un modelo generalizado de transmisión del sonido presenta grandes retos. Al conceptualizar el sonido como una onda, el estudiante desarrolla la habilidad comunicativa en cuanto puede explicar el significado de onda en términos de modelización, el estudiante tendría la posibilidad de elaborar sus propias interpretaciones.

2. ¿Por qué es importante que los alumnos aprendan esta idea? Respuesta del docente: *“Para conceptualizar el sonido como una onda mecánica y longitudinal que se produce por la vibración de la materia y que necesita de un medio para propagarse”*

En esta respuesta entra a jugar un papel importante que el estudiante asuma la presencia del medio necesario para la propagación de las ondas sonoras. De acuerdo a Viennot (2002) los estudiantes tienen dificultades para reconocer que el medio es necesario para la propagación de la señal ya que su sentido común los lleva a atribuir al sonido cualidades materiales. Es necesario entonces que los estudiantes conceptualicen el sonido como una onda mecánica comprendiendo el modelo científico de sonido (La propagación de la vibración se modeliza mediante el concepto de onda de presión), los estudiantes deben asumir el medio no como un elemento pasivo dentro de la propagación sino como fundamental para la transferencia de energía a través de las partículas que vibran.

3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (¿y que no incluya en sus explicaciones a sus alumnos? Respuesta del docente: *“Todo lo que se del concepto de sonido se lo explico a mis alumnos, pero podría ser el empleo de los infrasonidos”*

La respuesta es ambigua puesto que el docente afirma que todo lo que sabe respecto al concepto de sonido lo comparte con sus estudiantes; sin embargo, afirma con algo de duda que podría ser el empleo de infrasonidos. El empleo de infrasonidos es importante al llevarlo a la aplicación en situaciones de la vida cotidiana, preguntas cómo ¿Qué oyen los animales? nos lleva hacia la idea que abarcan los conceptos de infrasonido y ultrasonido. Los humanos percibimos sonidos con frecuencias que oscilan entre 20 y 20000 Hz; Las frecuencias superiores a 20000 Hz se denominan ultrasonidos y las inferiores a 20 Hz se denominan infrasonidos.

Es importante también que el estudiante reconozca entre sonidos audibles y no audibles y se pregunte entonces ¿Todo lo que vibra suena? ¿Qué es lo que me permite percibir un sonido? ¿Cuál es la relación entre sonido y audición?

4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea? Respuesta del docente: *Es complicado crear el concepto de onda mecánica*

longitudinal esférica y concéntrica con la fuente emisora y demostrar que no se propaga en el vacío. Las ondas no se pueden ver, solo se puede escuchar e imaginar como son.

El docente identifica como una limitación relacionada con la enseñanza del concepto de sonido como onda su modelización como onda mecánica longitudinal y que no es posible propagarse en el vacío. Con respecto a esto, Viennot (2002) en su estudio respecto a las ideas de los estudiantes de la velocidad de sonido menciona que para el 40% de los alumnos interrogados el oyente no comienza a oír en el mismo instante los sonidos emitidos simultáneamente por dos fuentes equidistantes; según ellos la fuente de mayor potencia se oye en primer lugar, el papel del medio para los estudiantes no es más que un soporte pasivo dentro del cual se desplaza la perturbación. Si entienden ésta como un objeto que se desplaza, el medio corre el riesgo de más bien aparecer como un estorbo. Es pertinente reconocer esta dificultad para orientar desde aquí la enseñanza-aprendizaje de esta idea y considerar la evaluación de la misma no como una medición del resultado final sino como un proceso donde el estudiante asume un papel activo para su aprendizaje.

5 ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los alumnos influyen en su enseñanza de esta idea? Respuesta del docente: *Las ideas previas de los estudiantes influyen en la construcción del conocimiento, además se supone que ya están en la etapa de las operaciones formales por lo tanto pueden dar significado a los contenidos que se dinamizan en clase para tratar de comprender la realidad*

El docente reconoce que el estudiante tiene unas ideas previas que influyen en la enseñanza del concepto de sonido como onda, El docente no hace explícitas estas ideas y hace referencia a qué supone que en un nivel de educación media los estudiantes están en una etapa de operaciones formales, se reconoce aquí la matematización de la física; sin embargo siguiendo a autores como (VIENNOT, 2002), (ESHACH, 2014), (WEST, 2008 - 2013), (RICO, et al., 2021) estas ideas "conocimientos" de los alumnos que dificultan la conceptualización del modelo científico del sonido como onda siguen presentes desde primaria hasta la Universidad, tal es el caso de las ideas que atribuyen características de partícula material al sonido. De aquí que son necesarios los procesos de modelización para su comprensión.

6 ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea? Respuesta del docente: *La diferencia entre ruido y sonido crea controversias, por lo tanto, la motivación será un factor importante para promover la discusión y generación de preconcepciones e ideas previas*

El docente reconoce que las ideas previas de los estudiantes influyen en la enseñanza del concepto del sonido, se evidencia que un elemento importante que considera el docente es la discusión que puede generarse al hablar de sonidos consonantes y disonantes, la relación del sonido en aspectos de la vida cotidiana, se hace aquí importante

hablar en términos de sonido, audición y salud al considerar las ideas de los estudiantes alrededor del “ruído”.

7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleas para planear y gestionar el aprendizaje de la idea? Respuesta del docente: *Videos que se pueden bajar de YouTube y proyectar en un tv Smart, diapositivas diseñadas en power point para explicar la temática en mención.*

El docente hace uso de tecnologías digitales como herramientas que facilitan el aprendizaje del concepto de sonido como onda, sin embargo está primera aproximación a la representación del contenido no permite evidenciar la finalidad del uso de los recursos digitales que menciona el profesor.

8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizas con el fin de representar y formular la idea? Respuesta del docente: *Explicación didáctica y dictado de la parte teórica; exposición de los estudiantes de sus experiencias con el sonido*

La respuesta dada por el docente evidencia que la enseñanza se centra en la teoría del concepto de sonido como onda, a pesar de que se hace referencia al estudio de las ideas previas de los estudiantes, no es claro el papel de estas en la orientación a la representación y formulación de la idea. Al hacer referencia al “dictado de la parte teórica”, se podría intuir una posible disociación entre teoría y práctica.

9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizas para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyas dicha intención de diseño? Respuesta del docente: *“Simuladores phet que permiten diferenciar las ondas transversales de las ondas longitudinales”; https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_es.html Las imágenes dan una mejor representación de la idea que el discurso verbal. Como criterio se puede decir que el aprendizaje se puede reforzar mediante la realización de laboratorios que consoliden los conocimientos y que favorezcan la opción de dar significado al concepto que se busca aprender.*

Es clara la intencionalidad del docente para que a través de las herramientas tecnológicas adecuadas el estudiante logre visualizar el concepto de sonido como onda mecánica longitudinal

10 ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esa idea) Respuesta del docente: *Exposición didáctica y presentación de videos. Los estudiantes plantean que si no se les explica no entienden, ellos se*

PATIÑO, V. D. B.; GARCIA, L. Y. V.; ZAMBRANO CH, A. C.; ALMEIDA, A. C. P. C. de.

acostumbraron a la clase magistral puesto que argumentan que con la explicación del docente se entiende el tema de estudio.

El docente afirma que para la enseñanza del concepto de sonido como una onda el procedimiento de enseñanza que utiliza es la “clase magistral”; donde, el actor principal es el docente y se transfiere el conocimiento a los estudiantes, el docente sustenta la elección de sus estrategias debido a que en la indagación a sus estudiantes, ellos afirman que de esta manera logran comprender el concepto.

11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades? Respuesta del docente: *“Talleres de resolución de preguntas donde se busca diferenciar el concepto de sonido como onda mecánica longitudinal tridimensional de otro tipo de ondas, esto ayuda a reforzar y profundizar en el conocimiento”*

Las actividades de aprendizaje que considera el docente para que los estudiantes superen los aprendizajes son los talleres de resolución de preguntas, no es para el docente necesario actividades diferenciadas según las necesidades de los estudiantes

12 ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea? Respuesta del docente: *Se realiza un quiz al finalizar cada sesión de clase, en estas pruebas se indaga con alguna pregunta sobre la comprensión del tema de aprendizaje*

Se observa que el docente asume la evaluación como medio para medir el resultado final de aprendizaje de los estudiantes a través del quiz.

Perspectivas del ingreso de la tecnología en el proceso de enseñanza a través del análisis de la Re-Co ampliada a TPACK

El análisis de la Representación de Contenido ampliada a TPACK permite identificar que el profesor de Física en ejercicio reconoce la tecnología como una herramienta útil en el aula al enseñar sonido facilitando visualizar conceptos abstractos para el estudiante, sin embargo, se hace necesario que el profesor en ejercicio asuma una postura crítica frente a la tecnología que le permita ver en ella algo más que una simple herramienta y haga uso de métodos para lograr una integración efectiva de sus conocimientos con la tecnología logrando que contenidos abstractos y matematizados de la física sean comprensibles para los estudiantes dentro de su contexto, es allí donde cobra importancia reconocer cómo y para qué el docente hace uso de las tecnologías en la enseñanza y a través de procesos de

formación y reflexión potencializar el conocimiento del docente para que este haga un uso consciente de la tecnología.

Es importante asumir la tecnología como una posibilidad de dinamizar el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación del sonido en todos los contextos, se observa en el profesor en ejercicio formado como licenciado, una transición de un PCK hacia un TPACK, como consecuencia de que en el momento de su formación inicial la tecnología no tenía la relevancia que hoy demanda, reconoce las posibilidades que brinda la tecnología como herramienta, no obstante un proceso de formación continua orientado hacia la integración de conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar permitirá ingresar la tecnología en el proceso de enseñanza de una forma más asertiva.

CONCLUSIONES

Una conclusión relevante del estudio es que el análisis de la Representación de contenido ampliada a TPACK permitió reconocer cómo el docente organiza sus ideas para la enseñanza de un contenido, en este caso el sonido; las grandes ideas se enmarcan en cuatro aspectos fundamentales sonido como onda, velocidad del sonido, cualidades del sonido, fenómenos ondulatorios. El análisis de la CoRe permite observar que el profesor requiere un desarrollo de los conocimientos complejos, multifacéticos, dinámicos y contextualizados que le permitan dominar los tres conocimientos e interrelacionarlos (TPACK) de forma especializada. Igualmente, se identifica que el profesor tiene un TPACK mismo así no sea consciente de este, el cual parte de un PCK y posteriormente introduce la tecnología, por intereses personales o necesidad del contexto.

Las herramientas tecnológicas para el profesor tienen un papel importante dentro de la enseñanza de sonido, convirtiéndose en un gran apoyo para el aprendizaje de las ideas donde los conceptos son abstractos como el caso de sonido como onda mecánica longitudinal; aunque en el contexto como lo afirma el docente no hay elementos de laboratorio para demostrar los fenómenos ondulatorios de manera práctica se hace necesario aquí repensar el uso de tecnologías adecuadas para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de cada idea. Así, el profesor consigue la relación entre el conocimiento teórico y el conocimiento práctico al comprender la tecnología y la pedagogía en los procesos de aprendizaje. Por fin, algo importante a ser observado en este análisis, es la realidad actual del contexto educativo donde los profesores tienen muchas limitaciones para la inserción de la tecnología en el aula de clase. Otra consideración para destacar es la necesidad de concientizar el TPACK en los profesores para potencializar su desarrollo e integrar de manera consciente la tecnología como un recurso curricular. Así mismo se destaca que el TPACK asume una gama de significados y sentidos atribuidos al constructo, tornándose un modelo adecuado para comprender el estatus de las TIC en las prácticas docentes.

PATIÑO, V. D. B.; GARCIA, L. Y. V.; ZAMBRANO CH, A. C.; ALMEIDA, A. C. P. C. de.

Artigo recebido em: 01/07/2023
Aprovado para publicação em: 28/09/2023

A INSERÇÃO EFETIVA DA TECNOLOGIA NO ENSINO: A IDENTIFICAÇÃO DO TPACK EM UM PROFESSOR DE CIÊNCIAS NATURAIS (FÍSICA)

RESUMO: Este artigo pretende avançar na identificação do TPACK de um professor de Ciências (Física) com a finalidade de analisar a inserção da tecnologia no ensino, assumindo que para introduzir a tecnologia de forma efetiva o professor deve integrar o conhecimento tecnológico, o pedagógico e o conteúdo no seu desenvolvimento curricular. O estudo considera que a análise da Representação do Conteúdo estendida ao TPACK para reconhecer a inserção da tecnologia como aspecto curricular em um professor em exercício, selecionando um conceito como é o som. Se identificar a intenção do professor em incluir aspectos tecnológicos dentro de sua proposta de ensino de forma incipiente, demonstrando uma transição do PCK ao TPACK. Como conclusão, os processos de reflexão e formação são estabelecidos e são estabelecidos processos de reflexão e formação para conhecer o TPACK e o seu desenvolvimento.

PALAVRAS-CHAVE: Conhecimento Tecnológico - Pedagógico do Conteúdo (TPACK); Ensino de Ciências; Som; Formação de Professores.

THE EFFECTIVE INSERTION OF TECHNOLOGY IN TEACHING: THE IDENTIFICATION OF TPACK IN SCIENCES EDUCATION (PHYSICS) TEACHER

ABSTRACT: This article intends to advance in the identification of the TPACK of a Science (Physics) teacher with the purpose of analyzing the insertion of technology in teaching, assuming to introduce the technology effectively, the teacher must integrate technological knowledge, the pedagogical and discipline in its curricular development. In this case, the study considers that the analysis of the Content Representation extended to TPACK will allow recognizing the insertion of technology as a curricular aspect in a practicing teacher, selecting a specific concept such as sound. The teacher's intention to include technological aspects within his teaching proposal in an incipient way was identified, demonstrating a transition from PCK to TPACK. In conclusion, the reflection and training processes are established to be aware of TPACK and its development.

KEYWORDS: Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK); Science Education; Sound; Teacher Training.

NOTA

1 - El desarrollo de esta investigación, es derivado de la Investigación Doctoral: Elaboración de un proceso de formación de profesores en ejercicio asociada al sonido que permita el desarrollo del TPACK. Se agradece a la Universidad del Valle por la beca a través de la convocatoria interna de apoyo a la movilidad CIAM-2023 y a la Universidade Federal do Pará por la acogida y el desarrollo de la pasantía doctoral.

BIBLIOGRAFÍA

ANGELI, C.; VALANIDES, N. Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK). **Computers & Education**, v. 52, n. 1, p. 154-168, 2009.

ANGELI, C.; VALANIDES, N. Preservice elementary teachers as information and communication technology designers: An instructional systems design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 21, n. 4, p. 292-302, 2005.

CALVO-MANZANO, A. El ruido en la ciudad: Gestión y control. **Sociedad Española de Acústica**, Madrid. 1991.

CANDELA, B. F., Explicitación y desarrollo del CTPC de la química en profesores en formación. **Programa editorial Universidad del Valle**. <https://doi.org/10.21897/25394185.1111>. 2018.

ESHACH, H. Development of a student-centered instrument to assess middle school students conceptual understanding of sound. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, 10 (1), 010102. [HTTPS://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.01010.2014](https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.01010.2014)

GARCÍA, E. Recontextualización de saberes en la enseñanza de las ciencias. Un caso en electricidad estática. **Innovación y Ciencia**, 7, 56–64. 2002.

GARCÍA, E.; CERQUERA, M. Análisis histórico de la óptica de Huygens: Aportes a la Didáctica de la Física desde enfoques culturales. En **la historia de la ciencia en la investigación didáctica, aporte a la formación y el desarrollo profesional del profesorado de ciencias** (pp. 142–161). 2017.

PATÍÑO, V. D. B.; GARCIA, L. Y. V.; ZAMBRANO CH, A. C.; ALMEIDA, A. C. P. C. de.

GARCÍA, E. G. Historia de las ciencias en textos para la enseñanza neumática e hidrostática (21st ed.). **Editorial Universidad del Valle**. <https://doi.org/10.25100/peu.85>. 2009.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P.; CAIN, W. ¿Qué son los Saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido (TPACK)? **Virtualidad, Educación y Ciencia**, v. 10, n. 6, p. 9-23, 2015.

LINDER, C. J. Understanding sound: So what is the problem? **Physics Education**, 27(5), 258–264. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/27/5/004>. 1992.

LINDER, C. J. E ERICKSON, G. L. A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. **International Journal of Science Education**, 11(5), 491-501. <https://doi.org/10.1080/0950069890110502>. 1989.

LINDER, C. J. A case study of university physics students' conceptualization of sound. Diss. **University of British Columbia**, 1989.

LOUGHRAN, J., MULHALL, P., E BERRY, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. **Journal of Research in Science Teaching**, 41(4), 370–391. <https://doi.org/10.1002/tea.20007>. 2004.

LOUGHRAN, J., MILROY, P., BERRY, A., GUNSTONE, R., & MULHALL, P. Documenting Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Through PaP-eRs. **Research in Science Education** (31). 2001.

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SHULMAN, L. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

MELO NIÑO, L. V., CAÑADA CAÑADA, F., & SÁNCHEZ, R. Del evento sonoro al fenómeno físico: Un estudio sobre las ideas que los estudiantes mantienen sobre el sonido. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias. (Bogotá, Colombia)**, 1(1), 102. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2015.1.a06>, 2015

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

RICO, A., RUÍZ, A., AZULA, O., E GUIASOLA, J. Dificultades de aprendizaje del modelo de sonido: una revisión de la literatura. **Enseñanza de las Ciencias**, 39(2), 5–23. 2021.

ROMERO A. Y AGUILAR Y. La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico. Un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos. **Universidad de Antioquia**. 2013.

SEUFERT, S., GUGGEMOS, J., E SAILER, M. Technology-related knowledge, skills, and attitudes of pre- and in-service teachers: The current situation and emerging trends. **Computers in Human Behavior**, 115, 106552. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106552>. 2021.

WEST, E. **Teaching about sound, hearing and health knowledge base, suggestions for teaching and copying material** (Issue 8). 2008.

VIENNOT, L. Razonar en física, la contribución del sentido común. Madrid: **A. Machado libros**, S.A. 2002.

VILLA, G. L. Y.; BRITO, L. P. Formación de profesores: un escenario de investigación para potenciar la relación TPACK. **Revista Educación y Ciencia**. Número 21. 2018.

VILLA-GARCÍA, L. Y. O conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdos (TPACK) na prática docente em ciências naturais: a projeção do TPACK dos formadores nas intenções de ensino dos professores em formação na UFPA-Belém. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) - **Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica**. 2022.

VALERY DANIELA BOLAÑOS PATIÑO: Estudiante de Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad del Valle (Cali- Colombia), Magíster en Gestión de Tecnología Educativa, Ingeniera Agroindustrial de la Universidad de Nariño (Pasto- Colombia). Docente de Matemáticas y Física de secundaria vinculada a la Secretaría de Educación departamental de Nariño. Integrante de los grupos de investigación sobre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (GECTSA – UFPA) y Ciencia, Acciones y Creencias de la Universidad del Valle en Colombia. Líneas de investigación, Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK), Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), formación de profesores de ciencia.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3016-0502>

E-mail: valery.bolanos@correounivalle.edu.co

LEIDY YURANI VILLA GARCÍA: Docente e investigadora vinculada al instituto de educación matemáticas y científica (IEMCI) – Universidad Federal de Pará. Docente adscrita a la SEM Santiago de Cali. Institución Educativa Eustaquio Palacios (Cali- Colombia). Licenciada en educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Magister en

PATIÑO, V. D. B.; GARCIA, L. Y. V.; ZAMBRANO CH, A. C.; ALMEIDA, A. C. P. C. de.

Educación con énfasis en Enseñanza de las Ciencias. Universidad del Valle (Cali- Colombia). Doctora en educación en Ciencias y Matemáticas en la Universidad Federal de Pará (Belem do Pará, Brasil). Ha participado como investigadora en diversos estudios sobre la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales, labor de la que ha derivado la publicación de múltiples artículos en líneas de investigación tales como: Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK), Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), formación de profesores de ciencia, educación ambiental y desarrollo curricular. Directora de trabajos de investigación y participación de jurados de evaluación en pregrado, maestría y doctorado. Integrante de los grupos de investigación sobre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (GECTSA – UFPA) y Ciencia, Acciones y Creencias de la Universidad del Valle en Colombia.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7080-929X>

E-mail: leidyvilla10@gmail.com

ALFONSO CLARET ZAMBRANO CH.: Profesor e investigador vinculado a la escuela de educación en ciencias, tecnología y cultura de la facultad de Educación y pedagogía en la Universidad del Valle. Cuenta con formación Postdoctoral en ciencias de la educación, Ph. D. in Science Education del Instituto de Educación de la Universidad de London, Inglaterra, magíster en Curriculum and Instruction in Chemistry de la Universidad de Wyoming, en EE.UU, Licenciado en Biología y Química de la Universidad del Valle. Ha dedicado su vida investigativa al estudio de la enseñanza de las ciencias naturales, con especial interés por la biología y la química siendo reconocido en 2017 como Investigador emérito por Colciencias con vigencia vitalicia y coordinando el grupo de investigación Ciencias, Acciones y Creencias abordando líneas tales como: relación entre conocimiento común y conocimiento científico en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y cambio conceptual de las ciencias, desarrollo curricular en ciencias experimentales, relación educación en ciencias y medios y nuevas tecnologías, relación entre el conocimiento del maestro y el conocimiento del estudiante, la relación entre la teoría y la práctica en las ciencias experimentales a través del laboratorio escolar. Como profesor ha impartido cursos en pregrado y postgrado, así como ha sido ponente en eventos internacionales y profesor invitado en universidades extranjeras. Asesor de Ministerio de Educación de Colombia, Perú y Paraguay, director del comité académico para la construcción de los estándares de competencia en ciencias naturales de la guía N7 Formar en Ciencias: ¡el desafío!. Algunas de sus publicaciones se encuentra Estatuto Epistemológico De La Investigación En Educación En Ciencias, Periodos 2000-2011 (2014), Teacher Training in the Use and Educational Appropriation of Learning Objects Based on Critical Pedagogy in Education (2020), Como compreender a partir do paradigma da pedagogia critica a formação docente do educador na faculdade de educação de 1962 e a formação docente no instituto de educação pedagogia de 2003 (2020). Su investigación más reciente y publicación en prensa: teacher training in natural sciences, What is science education?.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4795-6037>

E-mail: alfonso.zambrano@correounivalle.edu.co

ANA CRISTINA PIMENTEL CARNEIRO DE ALMEIDA: Profesora titular del Instituto de Educación Matemática y Científica (IEMCI) de la Universidad Federal do Pará, (Belém-Brasil), se desempeña en la Facultad de Matemática y Educación Científica (FEMCI), en el Programa de Postgrado en Educación Científica y Matemática (PPGECM) y en el programa de Maestría profesional en Docencia (PPGDOC). Coordinadora del Grupo de Estudio de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (GECTSA). Coordina el Laboratorio de Enseñanza de Actividades Lúdicas (LABLUD) y el Grupo de Estudio de la Lúdica (GELUD) a nivel de pregrado. Área de especialidad en Educación Física: educación física escolar, didáctica y metodología de la educación física, bases teóricas y metodológicas del juego, ocio y medio ambiente, educación ambiental, deportes de aventura. Especialidad en Educación Científica y en las disciplinas: Medio Ambiente y Formación Docente, Estudio de Caso, Relaciones entre Ciencia, Sociedad y Ciudadanía, Práctica docente temprana en espacios no formales de enseñanza de ciencias, matemáticas y lenguas, Tendencias de investigación.

Orcid: <http://orcid.org/0000.0002.9432.2646>

E-mail: anacripimentel@gmail.com

Este periódico utiliza a licença *Creative Commons Attribution 4.0*, para periódicos de acesso aberto (*Open Archives Initiative - OAI*).