



UMCE

VICERRECTORIA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN

Tesis Doctoral por Compendio de Artículos

Estudio sobre el desarrollo de TPASK en profesores de química en ejercicio, a través de un curso e-learning de química computacional educativa que integra los principios del aprendizaje basado en problemas.

Autor: José Hernández Ramos
Director de Tesis: Dr. Jorge Rodríguez Becerra

Santiago de Chile, mayo, 2023

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que me brindaron su apoyo y contribuyeron al éxito de esta tesis doctoral. En particular, quiero agradecer a:

El Dr. Jorge Rodríguez Becerra, mi director de tesis, por su confianza, guía y dedicación. Gracias por compartir su vasto conocimiento y experiencia conmigo y por ayudarme a desarrollar mi potencial. Su apoyo desde los cursos de pregrado hasta la culminación de mi tesis doctoral ha sido fundamental en mi formación académica y personal. Finalmente, al cierre de este proceso, logro comprender que *“el camino del mandaloriano, es el camino de su comunidad” (This is the way)*.

La Dra. Lizethly Cáceres Jensen, quien me brindó su tiempo, consejos y palabras de motivación en todo momento durante este proceso. Su forma de trabajo y capitalización del tiempo, junto a la idea de decretar cosas buenas, sin duda marcaron la culminación de este proceso.

La comisión evaluadora, compuesta por la Dra. Ainoa Marzábal Blancafort, el Dr. Carlos Garrido Leiva y el Dr. Jorge Joo Nagata, quienes aportaron con su tiempo y experiencia en la corrección y calificación de esta tesis.

El Dr. Johannes Perna, por supervisar mi pasantía virtual en la universidad de Helsinki en el marco de este trabajo y además por permitirme participar en diversas instancias de formación durante dicho periodo.

El Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDECYT, (Proyecto regular 1221942) y al Programa Extraordinario de Becas de Postgrado, Doctorado en Educación - UMCE, por su apoyo económico en la realización de este trabajo.

A los docentes que participaron en el piloto del curso de química computacional. Su compromiso y dedicación durante esta instancia formativa, fue un aporte invaluable al desarrollo de este estudio. Confío en que los conocimientos adquiridos en este curso se traducirán en experiencias de aprendizaje enriquecedoras y significativas para sus estudiantes.

El equipo Pachem, con los que he compartido los últimos años, con quienes hemos superado grandes desafíos, celebrado logros y creado un grupo de contención y apoyo fundamental. En especial, quiero agradecer a Nayareth, Freddy, Mauricio, Sofía y Manuel.

Carlos Lizama, quien fue el primero en creer en mí cuando llegué como profesor en práctica buscando un espacio en mi querido Liceo A-5. Tu apoyo constante y genuino fue un regalo invaluable que siempre valoraré. Si bien partiste temprano, siempre estoy recordándote.

Nathaly, mi compañera de vida, por su amor y apoyo incondicional durante todo este proceso. Por revisar mis textos, enseñarme a planificar mi escritura y escuchar mis desahogos cuando lo necesitaba. Gracias por estar ahí siempre, bancar los malos ratos, momentos de agobio, fracasos y las muchas veces que no estuve a la altura de la situación. Amor infinito 29.9.

Finalmente, quiero agradecer a todos aquellos que me animaron, motivaron y me hicieron creer en que sí se podía durante todo el proceso de la elaboración de esta tesis doctoral. Su confianza en mí y en mi capacidad de realizar este trabajo ha sido fundamental.

Índice general

1. Resumen	2
2. Abstract	3
3. Introducción	4
3.1 Desde el Conocimiento Pedagógico del Contenido al Conocimiento Tecnológico Pedagógico de las Ciencias.	5
3.2 Diseño Instruccional.	10
3.2.1 Entornos de aprendizaje <i>e-learning</i>	11
3.2.2 Aprendizaje basado en problemas.	12
4. Preguntas de Investigación	14
5. Hipótesis	15
6. Objetivos de la investigación	16
7. Relevancia y originalidad	17
8. Presentación de artículos	18
8.1 Artículo I - The Effects of Using Socio-Scientific Issues and Technology in Problem-Based Learning: A Systematic Review.	18
8.2 Artículo II - Constructing a novel e-learning course, Educational Computational Chemistry through Instructional Design Approach in the TPASK framework.	36
8.3 Artículo III - Educational Computational Chemistry e-learning course for in-service chemistry teachers: a data mining approach to e-learning environment redesign.	57
9. Conclusiones	72
10. Referencias	74
11. Anexos	80
11.1 Artículo I – Información Suplementaria	81
11.2 Artículo II – Información Suplementaria	82
11.3 Artículo III – Información Suplementaria	91

1. Resumen

La situación educativa actual, marcada por el confinamiento debido a la COVID-19, plantea nuevos desafíos para los docentes. Los avances tecnológicos exigen que los maestros estén preparados para impartir instrucción a través de herramientas tecnológicas, lo que ha generado nuevos retos educativos. El objetivo de este estudio es contribuir a la comprensión del desarrollo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico de las Ciencias (TPASK) en profesores de química en servicio. La metodología de este estudio constó de cuatro etapas. En primer lugar, a través de una búsqueda sistemática de la literatura, se identificaron consideraciones pedagógicas y de soporte tecnológico necesarias para diseñar un curso de Química Computacional Educativa (QCE) en modalidad *e-learning*. Seguidamente, a partir de una revisión de literatura relevante, se identificaron elementos de diseño instruccional que permiten diseñar e implementar dicho curso, el cual tiene como objetivo desarrollar el TPASK de los profesores de química. Posteriormente, mediante instrumentos de autoinforme y un grupo focal, se recopiló la percepción de los docentes en relación a los constructos asociados al TPASK. Finalmente, utilizando técnicas de minería de datos educativos, se obtuvieron directrices para optimizar el curso y realizar un rediseño. Los resultados revelaron que los docentes participantes en el curso reconocen la importancia de la química computacional y logran incorporar elementos del TPASK en sus planificaciones de enseñanza. Sin embargo, este proceso es lento y la implementación práctica todavía presenta desafíos. El desarrollo del TPASK y la integración efectiva de la química computacional en la práctica docente son aspectos fundamentales para mejorar la calidad de la educación en el contexto actual. Finalmente, este estudio proporciona una base sólida para el desarrollo de estrategias de formación docente, con el objetivo de fortalecer las habilidades tecnológicas y pedagógicas de los profesores y enriquecer la enseñanza y el aprendizaje de la química.

Palabras claves: Conocimiento Tecnológico Pedagógico de las Ciencias, Conocimiento Tecnológico Pedagógico de las Química, Química Computacional Educativa, Desarrollo Profesional Docente, *e-learning*.

2. Abstract

The current educational situation, marked by the confinement due to COVID-19, poses new challenges for teachers. Technological advances require teachers to be prepared to deliver instruction through technological tools, which has created new educational challenges. The objective of this study is to contribute to the understanding of the development of Technological Pedagogical Knowledge of Sciences (TPASK) in in-service chemistry teachers. The methodology of this study consisted of four stages. First, through a systematic literature search, pedagogical and technological support considerations necessary to design an Educational Computational Chemistry (QCE) course in e-learning modality were identified. Next, based on a review of relevant literature, instructional design elements were identified to design and implement said course, which aims to develop the TPASK for chemistry teachers. Subsequently, through self-report instruments and a focus group, the perception of teachers in relation to the constructs associated with the TPASK was collected. Finally, guidelines were obtained using educational data mining techniques to optimize the course and carry out a redesign. The results revealed that the teachers participating in the course recognize the importance of computational chemistry and manage to incorporate TPASK elements into their teaching plans. However, this process is slow and practical implementation still presents challenges. The development of the TPASK and the effective integration of computational chemistry in teaching practice are fundamental aspects to improve the quality of education in the current context. Finally, this study provides a solid foundation for the development of teacher training strategies, aiming to strengthen teachers' technological and pedagogical skills and enrich the teaching and learning of chemistry.

Keywords: Technological Pedagogical Sciences Knowledge; Technological Pedagogical Chemistry Knowledge; Educational Computational Chemistry; Teacher Professional Development; e-learning.