



Tesis Doctoral

Recursos didácticos multimediales con un enfoque Socioepistemológico, para el Aprendizaje en el área de la Química Orgánica

Autora: Michal Elías Godoy

Directora de Tesis: Dra. Elisa Zúñiga Garay

Co-Director de Tesis: Dr. Eduardo Carrasco Henríquez

Santiago de Chile - Mayo 2023

AGRADECIMIENTOS

Comenzaré agradeciendo a mi Familia, mi papá Alberto Félix Elías Rubio, mi mamá Fabiola Cecilia Godoy Pérez, mis hermanas Sarai Elías Godoy y Areli Elías Godoy, a mi compañero de vida y aventuras Ariel Andrés Soto Valenzuela, a todos ellos por estar y confiar en mi a cada momento, brindarme la oportunidad de poder iniciar y culminar este proceso, contenida y siempre acompañada de su cariño.

A mis queridas profesoras Elisa Zúñiga Garay y Marijana Tomljenovic Niksic, que ya van a ser 15 años desde mi ingreso a la UMCE donde en un momento nos encontramos y nunca más dejamos de trabajar y acompañarnos en este camino de la pedagogía en química. Gracias por enseñarme a ser una mejor persona y profesora a cada momento, ya que tengo 32 años y al menos 12 de ellos los he recorrido con ustedes. Primero en mi tesina de pregrado como Profesora de Química y luego en mi tesis de Postgrado como Doctora en Educación, donde nunca faltaron los consejos, las risas y el cariño mutuo.

Desde el post grado quiero agradecer a mi Tutora Dra. Elisa Zúñiga Garay y a mi coTutor Dr. Eduardo Carrasco Henríquez, por su apoyo permanente y constante durante todo este proceso, donde confiaron en mí y me acompañaron con su sabiduría a cada momento.

Quiero agradecer a la vida por darme la oportunidad de terminar esta etapa, termino feliz tanto en el ámbito profesional, familiar y personal, donde los planes a futuro son miles y espero poder plantar cada árbol y recoger cada fruto que sea posible, junto a quienes siempre están a mi lado.

Finalmente, quiero dedicar este logro a mi mamá Fabiola Cecilia Godoy Pérez, ya que no dudo que ella fue parte de esta oportunidad y que me permitió llegar hasta este momento final, con su cariño y compañía permanente, por que el amor va más allá de lo físico y siempre ha estado en cada momento difícil y bueno acompañándome.

“El amor es la única cosa que puede trascender el tiempo y el espacio. No podemos volver atrás, pero podemos avanzar hacia el futuro. El tiempo es relativo, y puede ser nuestro amigo o nuestro enemigo. El universo es un lugar extraño y maravilloso.”

ÍNDICES

	Resumen	iv
	Abstract	v
	Índice	iii
	Índice de Figuras	vi
	Índice de Tablas	ix
I.	Introducción	1
1.1	Contexto de la investigación	3
1.2	Uso de tecnológicas en estudiantes <i>Millennials</i> y <i>Post-Millennials</i> .	9
1.3	Los y las estudiantes y el uso de tecnologías	11
1.4	Los requerimientos a la Profesión Docente y el requerimiento de competencias para el desarrollo del país	12
1.5	Educación Digital	13
1.6	Problemáticas en la enseñanza de la química	16
II.	Planteamiento del problema	19
III.	Revisión de la Literatura y Marco de la Investigación	22
3.1	Marcos Conceptuales de la Investigación	22
3.1.1	Competencias Digitales en profesores	22
3.1.2	Aprendizajes experienciales de las y los Profesores de Química en FI	26
2.1.3	Los Aprendizajes experienciales de Kolb	31
2.2	Marco Teórico de la Investigación	35
2.2.1	La Teoría de la Socioepistemología	35
2.2.2	Modelación de los aprendizajes a través del Dipolo Modélico	41
IV.	Preguntas de Investigación	43
V.	Objetivos	44
5.1	Objetivo General	44

5.2	Objetivos Específicos	44
VI.	Relevancia y originalidad	45
VII.	Metodología	47
7.1	Evaluación Ética	47
7.1.1	Consentimiento Informado	47
7.2	Diseño metodológico de la investigación	49
7.3	Elaboración o rediseño de los recursos didácticos y de los instrumentos de evaluación aplicados en la IE	52
7.3.1	Encuesta de caracterización y determinación de aprendizajes experienciales que declaran los y las estudiantes	52
7.3.2	Encuesta de determinación de las Competencias Digitales que declaran los y las Estudiantes	55
7.3.3	Análisis apriorístico de los programas de formación inicial de profesores de química asociados a Competencias Digitales	57
7.4	Elaboración de la plataforma multimedia Nomenclatura Orgánica Educativa - NORE 2022.	58
7.4.1	Rediseño de la plataforma multimedia	58
7.4.2	Rediseño de los recursos didácticos y espacios educativos en la plataforma multimedia NORE 2022	61
7.5	Diseño actividad con un enfoque Socioepistemológico	62
7.5.1	Carácter funcional	62
7.5.2	Racionalidades contextuales diversas	64
7.5.3	Validación de saberes	66
7.5.4	Pluralidad de prácticas de referencia para la resignificación	67
7.6	Diseño y aplicación de la Intervención Educativa (IE)	68
7.7	Grupos Focales y Encuesta de Satisfacción	70
7.7.1	Grupo Focal con estudiantes	70
7.7.2	Encuesta de satisfacción de la Intervención Educativa	72
7.8	Elaboración del Dipolo Modélico Adsorción/Remediación	72

VIII.	Resultados y Discusión	74
8.1	Caracterización de los participantes de la Intervención Educativa Piloto	74
8.2	Levantamiento de los elementos articuladores de la investigación	75
8.2.1	Determinación de los Aprendizajes Experienciales que declaran las y los estudiantes	75
8.2.3	Determinación de las Competencias digitales que declaran los y las estudiantes	78
8.2.4	Estándares docentes y Competencias digitales en la formación inicial de profesores/as de Química	83
8.3	Recursos didácticos con un enfoque Socioepistemológico contenidos en la plataforma multimedia NORE 2022	86
8.3.1	Recursos didácticos contenidos en NORE 2022	86
8.3.2	Plataforma Multimedia NORE 2022	92
8.4	Implementación de la Intervención Educativa Piloto	97
8.4.1	Taller de Racionalidades Contextuales Diversas	97
8.4.2	Taller de Actividad de Reflexión desde la plataforma multimedial NORE 2022	106
8.4.3	Taller de resignificación	109
8.4.4	Grupo Focal con Estudiantes y el profesor de Cátedra	110
8.5	Modelamiento del aprendizaje a través del Dipolo Modélico	114
8.5.1	Conocimientos que intervienen en la modelación	115
8.5.1.1	Conceptos desde la Sostenibilidad	115
8.5.1.2	Conceptos desde la Química	116
8.5.2	Dipolo actividad experimental	117
8.6	Resignificando la Química desde la Sostenibilidad	119
IX.	Conclusiones	122
X.	Anexos	123
XI.	Productos de Tesis	124
XII.	Referencias	132

Índice de Figuras

Figura 1	Características tecnológicas de <i>Millennials</i> y <i>Post-Millennials</i> (extraído de Elías, et al., 2021a).	10
Figura 2	Propuesta de Formación Inicial Docente en el contexto de la sostenibilidad y el interés de los y las estudiantes.	20
Figura 3	Evolución a los Estilos de Aprendizajes.	28
Figura 4	Línea del tiempo de los aportes a la evolución de los estilos de aprendizaje.	30
Figura 5	Esquema de cuadrantes del modelo de Aprendizajes Experienciales de Kolb	32
Figura 6	Relación Aprendizajes Experienciales y tipos de medios educativos según estilo de Kolb	34
Figura 7	Construcción del saber a través de prácticas del/la profesor/a en formación inicial de pedagogía en química desde un enfoque Socioepistemológico.	40
Figura 8	Dipolo Modélico para la modelización de los aprendizajes (adaptado de Galicia et al., 2016, 2020).	41
Figura 9	Muestra del Consentimiento Informado firmado por los y las estudiantes (texto completo en Anexo 2, pág. 99).	48
Figura 10A	Diagrama del diseño de la investigación desde el enfoque Socioepistemológico y la modelación de cómo aprenden, a través del Dipolo Modélico.	50
Figura 10B	Diagrama del diseño de la investigación desde el enfoque Socioepistemológico y la modelación de cómo aprenden, a través del Dipolo Modélico (continuación Figura 10, Anexo 3).	51
Figura 11	Imagen de Formulario de Google, mostrando las preguntas de caracterización de los y las participantes en la investigación.	53
Figura 12	Segundo apartado de la aplicación del CHAEA, basadas en los Aprendizajes Experienciales del modelo tradicional de Kolb (Kolb, 2014).	54
Figura 13	Imagen de pantalla del segundo apartado Cuestionario de Competencia Digital del Alumnado en Educación Superior (CDAES).	56

Figura 14	Maqueta ventana principal de la Actividad que posee una parte experimental y una segunda virtual en torno al concepto de “Alquenos”.	59
Figura 15	Maqueta ventana principal del Foro de la Actividad “Los alquenos protagonistas de una emergencia ambiental y social”.	60
Figura 16	Diseño de la actividad desde el carácter Funcional de los principios de la Socioepistemología.	63
Figura 17	Diseño del Taller N°1 Pregunta de la Actividad con el concepto de remediar una problemática de contaminación ambiental.	64
Figura 18	Diseño de maqueta ventana principal del Foro de Discusión de la Actividad.	65
Figura 19	Diseño de maqueta ventana principal del Foro de Discusión del Taller N°2.	66
Figura 20	Diseño de maqueta ventana principal del Foro de la Actividad del Taller N°3.	67
Figura 21	Diagrama del diseño de las sesiones de la Intervención Educativa Piloto.	68
Figura 22	Aprendizajes Experienciales que declaran las y los estudiantes de Química Orgánica I, los círculos de color naranja corresponden a estudiantes del género femenino, los azules a estudiantes de género masculino y los negros a estudiantes que prefieren no identificarse con un género.	76
Figura 23	Resultados obtenidos en la aplicación del CDAES en las y los sujetos participantes de la intervención.	79
Figura 24	Varianzas de los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario aplicado a estudiantes del género femenino (línea naranja) y del género masculino (línea azul) en las y los sujetos participantes de la intervención.	80
Figura 25	Distribución de los niveles cognitivos de los Estándares del MINEDUC.	84
Figura 26	Distribución de los niveles cognitivos de los Estándares de la UNESCO.	84
Figura 27	Captura ventana Alquenos, recurso disponible en la plataforma multimedia: “Sopa de letras”.	87

Figura 28	Captura ventana Alquenos, recurso disponible “Guía de ejercicios”.	88
Figura 29	Captura ventana alquenos y rediseño de Infografía Alquenos donde se describen las propiedades físicas y pasos claves para nombrar una molécula orgánica.	89
Figura 30A	Video “Alquenos”, en él se describe la formación del buteno, identificando la ubicación del doble enlace, enumerando los carbonos y realizando el formato de líneas en plano ubicando los carbonos y el doble enlace.	90
Figura 30B	Rediseño de Video Alquenos el cual a través de un diálogo se describe la formación del buteno, identificando la ubicación del doble enlace, enumerando los carbonos y realizando el formato de líneas en plano ubicando los carbonos y el doble enlace.	91
Figura 31	Imagen de la pantalla de inicio y del código QR para ingresar a NORE.	92
Figura 32	Muestra de ventana con ingreso a Menú Principal y Menú Desplegable.	94
Figura 33	Muestra de ventana Foro situación de enseñanza aprendizaje con un Enfoque Socioepistemológico.	95
Figura 34	Esquema de construcción de la plataforma NORE 2022 con los elementos articuladores que caracterizan el diseño y selección de medios educativos digitales.	96
Figura 35	Captura Power Point Taller N°1a ¿Cómo purificar cuando se contamina el medio ambiente?	98
Figura 36	Captura guía de laboratorio experimental Taller N°1b ¿Cómo purificar cuando se contamina el medio ambiente? (Anexo 10).	99
Figura 37	Fotografía de materiales utilizados en la actividad experimental Taller N°1 ¿Cómo purificar cuando se contamina el medio ambiente?	100
Figura 38A	Foto actividad experimental remediación de un derrame de petróleo simulado.	101
Figura 38B	Foto actividad experimental de remediación de un derrame de petróleo simulado donde se muestra que las y los estudiantes utilizaron otros materiales.	102
Figura 39A	Ventana principal del Foro de la Actividad “Los alquenos protagonistas de una emergencia ambiental y social”, Taller N°1.	103

Figura 39B	Imagen del trabajo de las y los estudiantes simulando un océano, subida por ellos al espacio del Foro de la Actividad “Los alquenos protagonistas de una emergencia ambiental y social”, Taller N°1.	104
Figura 39C	Imagen del trabajo de las y los estudiantes eliminando el petróleo del océano, subida por ellos al espacio del Foro de la Actividad “Los alquenos protagonistas de una emergencia ambiental y social”, Taller N°1.	105
Figura 40	Ventana principal del Foro de la Actividad “Los alquenos protagonistas de una emergencia ambiental y social”, pregunta 2.	107
Figura 41	Ventana principal del Foro de la Actividad “Los alquenos protagonistas de una emergencia ambiental y social”, pregunta 3.	108
Figura 42	Captura respuestas de estudiantes, Taller 3 “Los alquenos protagonistas de una emergencia ambiental y social”, actividad levantada “Feria Científica”.	109
Figura 43	Captura respuestas de estudiantes, Taller 3 “Los alquenos protagonistas de una emergencia ambiental y social”, actividad levantada acciones con las 3R de la sostenibilidad.	110
Figura 44	Esquema de modelación (aplicado desde la investigación desde Arrieta y Díaz, 2015; Briceño, 2015).	115
Figura 45	Dipolo Modélico Adsorción-Remediación.	119

Índice de Tablas

Tabla 1	Resultados promedio de pruebas estandarizadas de los estudiantes chilenos entre los años 2015 al 2019 (extraído de Elías et al., 2022, p.288).	6
Tabla 2	Contenidos de alta complejidad descritos para la enseñanza de la química.	16
Tabla 3	Componentes descriptivos del uso de softwares en educación química (Elías et al., 2022, p.299-230).	17
Tabla 4	Descripción de las dimensiones de UNESCO en torno a los Marcos y Estándares de formación de profesores que incluyen Competencias Digitales.	24
Tabla 5	Revisión del concepto Aprendizajes Experienciales.	28
Tabla 6	Definiciones claves desde la Teoría Socioepistemológica.	37
Tabla 7	Comparación de los Principios de la Socioepistemología desde el saber matemático (origen de la teoría) y el saber del/la profesor/a de química.	38
Tabla 8	Cronograma y diseño de la Intervención Educativa Piloto.	69
Tabla 9	Tabla de construcción del dipolo modélico, describiendo las características de las líneas de tensión.	73
Tabla 10	Análisis de contenido apriorístico de los programas de estudio, a través de los dominios cognitivos que se declaran en los programas durante la formación inicial de Profesores de Química (Elías, et al., 2022).	83
Tabla 11	Extracto transcripción de relatos de los y las estudiantes del Grupo Focal con estudiantes, E1, E2, ... son los códigos de los diálogos de los y las estudiantes participantes.	111
Tabla 12	Extracto transcripción relato profesor de cátedra química orgánica, Taller N°5 Grupo Focal con profesor de Cátedra de la asignatura de Química Orgánica.	113
Tabla 13	Dipolo Modélico Adsorción – Remediación del aprendizaje de los y las estudiantes.	122
Tabla 14	Anexos	123
Tabla 15	Artículos de Revistas	124

Tabla 16	Artículos de Revistas en elaboración.	125
Tabla 17	Conferencias didácticas en seminarios o reuniones científicas.	125
Tabla 18	Participación en reuniones, jornadas o congresos con ponencias.	126
Tabla 19	Participación en reuniones, jornadas o congresos con asistencia certificada.	127
Tabla 20	Colaboraciones de investigación.	128
Tabla 21	Capítulos de libros.	129
Tabla 22	Dirección de tesis de pregrado.	130
Tabla 23	Participación Árbitro de Revistas.	131
Tabla 24	Actividades de asesorías y/o asistencias en el área profesional.	131

RESUMEN

La educación promueve una sociedad más justa que aporta al desarrollo sostenible del país, siendo exigida por los y las estudiantes *millennials* y *post-millennials*, quienes poseen una forma de aprendizaje propia y característica del Siglo XXI, centrada en las TIC y el uso de plataformas móviles, como un apoyo en su aprendizaje, pues promueven la autonomía y el trabajo colaborativo en línea con sus pares.

La Química, en específico la Química Orgánica, como un saber complejo, tradicionalmente asociado a saberes abstractos, sin contexto y memorísticos, requiere un cambio en las estrategias de enseñanza, especialmente en los modelos pedagógicos y en el uso de dispositivos tecnológicos, donde las y los estudiantes en Formación Inicial de Profesores/as de Química (FIPQ) no son la excepción

La metodología de la investigación fue mixta, cualitativa desde sus instrumentos de evaluación y cuantitativa desde el análisis de resultados. Se utilizaron estadísticos descriptivos, para levantar los elementos articuladores en el diseño de medios didácticos, tales como las percepciones del desarrollo de competencias digitales (CHAEA) a nivel de estudiantes de educación superior (95,2%) y los intereses al aprender (aprendizajes experienciales de Kolb – 44,4 % Asimilador, donde un 33,3% corresponde a mujeres de y un 11,1% hombres) de los y las estudiantes en FIPQ de la UMCE, que cursaban la asignatura de Química Orgánica I. De manera complementaria, se realizó un análisis de contenidos de las competencias declaradas en los programas de estudio y de documentos relevantes en la formación de estos/as estudiantes, a través de una matriz apriorística, encontrándose que para el curso de química orgánica se trabajan mayoritariamente un 48% el desarrollo de competencias a nivel de Recuperación de manera coherente con el progreso curricular de las y los estudiantes.

La aplicación de los recursos didácticos, diseñados con un enfoque Socioepistemológico, se realizó a través de una Intervención Educativa Piloto, con un diseño metodológico secuencial y cuasi-experimental (sin grupo control) y utilizando una plataforma multimedia desde dispositivos móviles (NORE 2022). Su análisis permitió modelar el aprendizaje de las y los estudiantes, a través de la construcción del dipolo modélico Adsorción-Remediación, resignificando su aprendizaje como FIPQ, especialmente en contenidos de química orgánica, tales como la adsorción y la hidrofobicidad y en temáticas de sostenibilidad (biorremediación y 3R (reutiliza, recicla y reduce)), asociadas a problemáticas medioambientales (derrame de petróleo).

Palabras claves: *Socioepistemología, TIC, Plataformas móviles, Química Orgánica y Sostenibilidad.*

ABSTRACT

Education promotes a more just society that contributed to sustainable development of the country, being demanded by millennial and post-millennial students, who have their own and characteristic form of learning of the XXI Century, focused on ICT and in use of mobile platforms, as a support in their learning, as they promote autonomy and collaborative work online with their peers.

Chemistry, specifically Organic Chemistry, as a complex knowledge, traditionally associated with abstract knowledge, without context and rote learning, requires a change in teaching strategies, especially in pedagogical models and in use of technological devices, where students in Initial Chemistry Teacher Training (ICTT) are no exception.

The methodology of research was mixed, qualitative from its evaluation instruments and quantitative from analysis of results. Descriptive statistics were used to raise the articulating elements in the design of didactic media, such as the perceptions of development of digital competences (CHAEA) at level of higher education students (95.2%) and interests when learning (learning styles of Kolb – 44.4%. Where 33.3% corresponds to Assimilator women and 11.1% men of the students in ICTT of the UMCE, who were studying the subject of Organic Chemistry I. Through an aprioristic matrix were analyzed the skills declared in the study programs, and other relevant documents. The results showed that the skills development for organic chemistry course mainly at the recovery level (48%), consistent with progress curricular of students.

The application of didactic resources, designed with a Socioepistemological approach, was carried out through a Pilot Educational Intervention, with a sequential and quasi-experimental methodological design (without control group) and using a multimedia platform from mobile devices (NORE 2022). Its analysis allowed to model the learning of the students, through the construction of Chemistry-Sustainability Model-Dipole, resignifying their learning as FIPQ, especially in organic chemistry contents, such as adsorption and hydrophobicity and in sustainability issues (bioremediation and 3R (reuses, recycles and reduces)), associated with environmental problems (oil spill).

Keywords: Socioepistemology, ICT, mobile platforms, organic chemistry, and Sustainability.