

Programa de curso

Nombre: Didáctica de la Química y la Física	Requisitos: Ninguno
Sigla: FD-0031	Correquisitos: Ninguno
Créditos: 3	Ciclo: V
Horas: 9 horas totales Trabajo Presencial: 4 horas Trabajo Extra Clase: 5 horas	Nivel: Primer año Aula: Por definir
Modalidad: Bimodal	Tipo de curso: propio
Ciclo: I-2023	Docente: M.Ed. Elías Natán Jiménez Alvarado

I. Descripción del curso:

La Química y la Física son parte esencial del conocimiento humano y tienen gran importancia para el desarrollo de la sociedad; inclusive estas ciencias han sido partícipes fundamentales de los grandes avances científicos y tecnológicos que han sucedido tanto a lo largo de la historia humana como de los avances más recientes de los últimos años, por lo que ambas ciencias tienen una alta repercusión en la sociedad. Es por ello fundamental formar profesionales en educación de la Física y la Química con una visión global y contextualizada de la ciencia, con una sólida formación pedagógica y con diversidad de herramientas didácticas en el área específica.

El presente curso es un curso teórico-práctico, diseñado para brindar a los estudiantes de las carreras de Química y Física las herramientas básicas en las áreas de pedagogía, didáctica y evaluación, con un mayor énfasis en las tendencias más recientes en educación científica. De esta manera se pretende crear un conocimiento integral y humanista que permita a los estudiantes desempeñarse con las nociones básicas en el ejercicio de la profesión de docente a nivel universitario, secundario y como tutores.

Este curso se desarrolla mediante unidades temáticas, las cuales pretenden abarcar los conceptos básicos que permitan a los graduados como bachilleres en Química o Física, desempeñarse de manera adecuada como docentes en diversas áreas de la ciencia y niveles educativos.

Durante el curso, se darán a conocer las principales investigaciones desarrolladas recientemente sobre la didáctica de las ciencias en general y de la química y física en particular. El programa se centra sobre todo en el desarrollo de habilidades, abarcando todos los aspectos típicos de la enseñanza de una disciplina científica como pueden ser la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia.

A lo largo del desarrollo del curso, se emplearán algunos enfoques metodológicos según los siguientes criterios:

- Impacto en la educación científica a nivel mundial.
- Enfoques pioneros que responden a las necesidades históricas, sociales, económicas y políticas del mundo y plantean una educación científica más humana y crítica, como es el caso de CTS.
- Actualidad y uso del enfoque como lo es indagación y STEM.

Siempre manejando de forma transversal a lo largo de cada enfoque la argumentación y modelización, así como la naturaleza y filosofía de la ciencia.

La asignatura pretende aportar a los estudiantes los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales, así como recursos y materiales necesarios para decidir la manera más adecuada de abordar la enseñanza de la Química y la Física en la educación del país. Se trata por tanto de una asignatura introductoria al ámbito de la didáctica de las disciplinas mencionadas y pretende que el estudiante pueda desarrollar su función docente usando las metodologías más apropiadas y comprendiendo las características de estas áreas del conocimiento.

Este es un curso dirigido a estudiantes egresados del bachillerato de las carreras de Enseñanza de las Ciencias Naturales, de Química y de Física. Se enfoca hacia el análisis, diseño y estudio de situaciones de enseñanza de estas ciencias específicas que implican un proceso de continuo cambio y adaptación del profesional a unos contenidos científicos que están en permanente actualización. La asignatura pretende que el docente conozca y ensaye nuevos enfoques metodológicos y desarrolle actividades complementarias que supongan una alternativa al modelo tradicional, faciliten la contextualización de la materia enseñada, mostrando la utilidad de la ciencia en las actividades del día a día y favorezcan la motivación y el interés del alumno por la materia enseñada.

El éxito académico de muchos estudiantes dentro del sistema educativo costarricense (tanto a nivel de educación diversificada y educación universitaria) no depende únicamente del esfuerzo realizado por cada estudiante, sino también depende en gran medida de la preparación y el buen trabajo docente. Siendo indispensable de futuros docentes que dominen ampliamente sus áreas de conocimiento específica, pero que a su vez tengan una sólida formación pedagógica y didáctica; pues estos futuros profesionales deberán velar no sólo porque sus futuros estudiantes aprendan química y física, sino que deben asegurarse de brindar una perspectiva interrelacionada y contextualizada de la ciencia, además de ser mediadores en el proceso formación y transformación de estudiantes de secundaria o universitarios.

Una buena praxis docente en todo el sistema educativo es clave para el desarrollo sociocultural como país, de ahí que la preparación como futuros académicos es de gran relevancia para formar nuevas generaciones de profesionales capaces de liderar al país y afrontar los retos propios del desarrollo actual.

II. Objetivos del curso

General

Analizar desde la didáctica específica las prácticas educativas en la enseñanza de la Química y la Física en diferentes contextos de aprendizaje.

Específicos

- Reconocer en el currículo aspectos epistemológicos, históricos y sociológicos de la ciencia.
- Determinar los conocimientos y habilidades necesarias para abordar la enseñanza de la Química y la Física en el contexto de la educación científica costarricense.
- Identificar las prácticas educativas tradicionales de la Química y la Física, para el diseño de propuestas basadas en la investigación de la didáctica específica.
- Establecer metodologías evaluativas acordes con un modelo pedagógico y según la naturaleza de las estrategias didácticas.

III. Habilidades

- ❖ Demuestra pensamiento crítico, actitud investigativa y rigor analítico en el planteamiento y la resolución de problemas complejos.
- ❖ Acceder, manejar y evaluar de forma crítica resultados de investigaciones y distintas fuentes de información, que le permitan la toma de decisiones profesionales con base en fundamentos teóricos, datos e información pertinente, válida y confiable.
- ❖ Tener rigor analítico al abordar un problema de su campo profesional, así como la creatividad necesaria para contribuir a resolverlo, aplicando la metodología de la investigación científica.
- ❖ Comunica a diversos públicos, información de su campo profesional, en varios lenguajes y formatos de manera asertiva, clara, rigurosa y precisa, con el uso apropiado de recursos tecnológicos.

IV. Contenidos

Unidad 1: Epistemología y pedagogía de la Química y la Física

- Pedagogía, educación y didáctica en la enseñanza de la Química y la Física
- Teorías de aprendizaje para orientar la enseñanza de la Química y la Física
- Epistemología, historia y sociología de la Química y la Física

- Conocer la historia, epistemología e impacto social de algunas de las grandes ideas científico-tecnológicas, y ser consciente de la importancia de este conocimiento para poder transmitir una visión dinámica de las mismas.
- Identificar y justificar aspectos que deben formar parte de la alfabetización científica de todos los ciudadanos y la contribución de una adecuada enseñanza de la Química y la Física para alcanzar dicho objetivo.
- Repaso de los distintos modelos pedagógicos, y la ubicación de la didáctica específica en el modelo pedagógico escogido.

Unidad 2: La Química y la Física en el currículo de la Educación Costarricense

- Concepto de currículo
- Fundamentos de currículo
- Elementos del currículo
- Conocer las orientaciones y los contenidos de los programas de estudio de ciencias naturales de secundaria propuestos por el MEP y educación terciaria, así como disponer de criterios para seleccionar, secuenciar y organizar dichos contenidos en la formación integral de los estudiantes.
- Conocer las posibles causas del desinterés y el fracaso en el aprendizaje de la Química y la Física, especialmente de aquellas que pueden ser modificadas por la enseñanza y el desarrollo profesional.
- Analizar algunos factores que afectan al aprendizaje de la Química y la Física, formas de detectarlos, posible origen y persistencia.

Unidad 3: Fundamentos de didáctica de la Química y la Física

- Enfoques, teorías y modelos de didáctica de la Química y la Física
- Investigación en didáctica de la Química y la Física y desarrollo del conocimiento práctico.
- Planificación del proceso didáctico de la Química y la Física
- Contenidos y competencias básicas en el proceso didáctico de la Química y la Física
- Estrategias didácticas de la Química y la Física
- Recursos didácticos para la enseñanza de la Química y la Física.
- Conocer los aspectos esenciales de la metodología científica y utilizarlos para analizar visiones deformadas de la ciencia que se transmiten en la enseñanza y medios de comunicación.
- Saber analizar crítica y justificadamente la forma en que se introducen los conceptos, modelos y teorías en la enseñanza de las ciencias. Además de reconocer alternativas, para algunos de los conceptos y modelos importantes, coherentes con la investigación didáctica actual.

- Saber organizar de un modo eficaz el trabajo en grupo de los alumnos en una clase interactiva, creando un ambiente de inmersión en la cultura científica, que favorezca la implicación de todos.
- Tendencias CTS, STEM, argumentación, modelización e indagación.

Unidad 4: Evaluación para la enseñanza de la Química y la Física

- Evaluación en la educación
- Metodologías e instrumentos de evaluación
- Concebir la evaluación como una metodología de intervención para ayudar en el proceso de enseñanza y aprendizaje; de forma que se busca aprender a planificar un sistema de evaluación para un tema de un modo coherente con esta concepción.
- Analizar de forma crítica la metodología e instrumentos de la evaluación implementada, así como búsqueda de alternativas evaluativas a las metodologías tradicionales.
- Analizar la influencia de la evaluación sobre las actitudes y logros de los estudiantes.
- Elaborar rúbricas para los diferentes componentes desde la evaluación, que permitan un adecuado registro de los avances en el desarrollo de habilidades por parte de los estudiantes.

V. Metodología

El presente curso está basado en una metodología socio-constructivista, en donde, se pretende el uso de la investigación, la dialógica, la discusión y el análisis en clase de diferentes lecturas para lograr la generación del conocimiento. El curso estará enfocado en dos módulos por cada unidad.

El curso tendría una metodología bimodal, de forma que tendrá sesiones virtuales (tanto sincrónicas como asincrónicas) y sesiones presenciales. Además, el curso contará con un aula de mediación virtual donde se depositarán los textos, se integrarán los enlaces para las actividades evaluativas y donde se avisará de la entrega de los resultados de las evaluaciones.

Para cada unidad se desarrollará un módulo explicativo, en el cual el docente explicará los conceptos teóricos, básicos y principales propios de la unidad. Una vez concluida el desarrollo teórico se dará inicio al módulo práctico y dialógico, en el cual los estudiantes realizarán una revisión bibliográfica acerca de la temática estudiada y se realizarán en clase diversas actividades como por ejemplo foros presenciales y virtuales, diarios de doble entrada, ficha de artículos, debates, entre otras actividades que permitan la

discusión y análisis de la investigación realizada. Cada unidad, así como cada módulo dentro de la unidad tendrá una duración variable de acuerdo con el tema.

El desarrollo de este saber conceptual va de la mano con las destrezas y habilidades propias del quehacer docente. La metodología evaluativa basada en la dialógica y en el trabajo práctico, pretende fomentar el humanismo, la discusión y la investigación como mecanismos principales de aprendizaje. El presente curso pretende alejarse del conductismo puro, el cual es la base de muchos de los cursos tradicionales de las carreras de Química y Física. Por lo que la participación en este curso implica un ejercicio dialógico, y en algunos casos dialéctico, que permite que el estudiante desarrolle diversos procedimientos de investigación social y aprendizaje significativo basado en una metodología novedosa en donde el contexto de aprendizaje es importante y una de las principales guías para lograr los objetivos del curso.

Este saber procedimental tiene como meta diversificar las técnicas de estudio y que los alumnos se sumerjan en sistemas de enseñanza y aprendizaje diferentes a los utilizados en la malla curricular con enfoques más positivistas y conductistas.

De esta manera se fomentan las actitudes y valores propios asociados al quehacer docente basados en un trabajo integral y humano. Es importante recordar que por la formación básica de la población meta de este curso, las técnicas de investigación positivistas son las que predominan, de ahí la importancia del desarrollo humano, integral y equitativo como parte principal del saber actitudinal de este curso.

VI. Evaluación

En el siguiente cuadro se muestran las actividades de evaluación y su desglose porcentual.

10%	Participación a charlas (Entrega de reseñas de participación a dos charlas, 5% cada informe. La asistencia a charlas se da durante todo el semestre de acuerdo con la disponibilidad horaria y de actividades propuestas)
40%	Módulos (4 módulos con secciones explicativas y/o prácticas): <ul style="list-style-type: none"> ● módulo #1 5% ● módulo #2 10% ● módulo #3 20% ● módulo #4 5%
50%	Actividades de clase y foros.

Cada sección dentro de los módulos tiene una evaluación definida. En cada uno de los módulos se espera una participación activa e interesada por parte del estudiantado.

Adicionalmente durante el período lectivo se realizan foros virtuales basados en preguntas problematizadoras o en lecturas de análisis colaborativo. Las charlas se basan en la participación de los estudiantes en seminarios, defensas de tesis, simposios, entre otras actividades académicas, relacionadas con las temáticas estudiadas en el curso.

Para comprobar la participación estudiantil se requiere un comprobante y una reseña de la actividad de mínimo una página de extensión donde se desarrolle de manera resumida los contenidos analizados y desarrollados.

VII. Cronograma

Semana	Fechas	Contenidos	Recursos	Actividades
1	13 marzo al 17 marzo (Presencial)	Unidad 1: Epistemología y pedagogía de la Química y la Física 1. Teorías de aprendizaje para orientar la enseñanza de la Química y la Física	Artículo: Teorías de aprendizaje y su relación en la educación ambiental costarricense (Se trabaja en clase)	Lectura y revisión del programa. Actividad de clase: Cuadro comparativo de las teorías de aprendizaje.
2	20 al 24 marzo (Virtual)	Unidad 1: Epistemología y pedagogía de la Química y la Física 1. Pedagogía, educación y didáctica en la enseñanza de la Química y la Física 2. Epistemología, historia y sociología de la Química y la Física	Artículo: Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Capítulo VI y VII.	Módulo # 1 Sección explicativa: presentación docente capítulo VI y VII.
3	27 al 31 marzo (Presencial)	Unidad 2: La Química y la Física en el currículo de la Educación Costarricense 1. Concepto de currículo 2. Fundamentos de currículo 3. Elementos del currículo	Artículo: Micro–Macro Thinking in Chemical Education: Why and How to Escape. Pages: 36-39, 41-44, 47-52.	Actividad de clase: Comprobación de ambas lecturas utilizando la plataforma Perusall.
4	03 al 07 abril (No hay clases)	Semana Santa	Libro: Didáctica de la Física y la Química. Sección 2, páginas: 38-47 Programas del MEP: III Ciclo y diversificada (Química y Física)	Módulo # 2 Sección práctica: Diario de doble entrada. Esquematización entre las propuestas que es una indagación, que es una actividad experimental y que corresponden a una demostración
5	10 al 14 abril (Presencial)	Unidad 3: Fundamentos de didáctica de la Química y la Física 1. Contenidos y competencias básicas en el proceso didáctico de la Química y la Física	Libro: Didáctica de la Física y la Química. Sección 4, páginas: por definir.	Actividad de clase: Actividades del capítulo del libro “Didáctica de la Física y la Química”: por definir.

6	17 al 21 abril (Presencial)	Unidad 3: Fundamentos de didáctica de la Química y la Física 1. Enfoques, teorías y modelos de didáctica de la Química y la Física 2. Investigación en didáctica de la Química y la Física y desarrollo del conocimiento práctico.	Libro: Didáctica de la Física y la Química. Sección 6, páginas: por definir.	Módulo #3 Sección práctica: Laboratorio en didáctica de la química: Construcción y aplicación de un experimento.
7	24 al 28 abril (No hay clase)			No hay clases
8	01 al 05 mayo (Presencial)		Módulo #3 Sección práctica: Laboratorio en didáctica de la Física: Construcción y aplicación de un experimento.	
9	08 al 12 de mayo (Presencial)		Módulo #3 Sección práctica: Laboratorio en didáctica de la química y de la física: Construcción y aplicación de un experimento.	
10	15 al 19 de mayo (Virtual)		Unidad 3: Fundamentos de didáctica de la Química y la Física Actividad de clase: Actividades del capítulo del libro “Didáctica de la Física y la Química”: por definir.	
11	22 al 26 mayo (Virtual)		Libro: Didáctica de la Física y la Química, páginas: por definir.	Actividad de clase: Actividades del capítulo del libro “Didáctica de la Física y la Química”: por definir.
12	29 de mayo al 02 junio (Presencial)		3. Planificación del proceso didáctico de la Química y la Física 4. Estrategias didácticas de la Química y la Física 5. Recursos didácticos para la enseñanza de la Química y la Física	Módulo #3 Sección práctica: Laboratorio en didáctica de la química: Construcción y aplicación de un experimento.
13	05 al 09 junio (Presencial)		Módulo #3 Sección práctica: Laboratorio en didáctica de la Física.	
14	12 junio al 16 julio (Presencial)	Unidad 4: Evaluación para la enseñanza de la Química y la Física 1. Evaluación en la educación	Libro: Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria, Sección: 11. Las actividades de evaluación, páginas 295-328.	Módulo #3 Sección práctica: Laboratorio en didáctica de la química y de la física. Actividad de clase: Actividades del capítulo del libro “Didáctica de la Física y la Química”: por definir.
15	19 al 23 junio	Unidad 4: Evaluación para la enseñanza de la Química y la Física 1. Evaluación en la educación	Programas del MEP: III Ciclo y diversificada (Química y Física)	Módulo #4 Sección explicativa: Laboratorio en didáctica de la química y de la física.

	(Virtual)	2. Metodologías e instrumentos de evaluación	Lectura adicional: por definir.	Actividad de clase: Actividades por definir.
16	26 al 30 junio (Virtual)		Libro: 11 ideas clave: el desarrollo de la competencia científica. Sección: 11 La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes, páginas: 241-264.	Módulo #4 Sección explicativa: Laboratorio en didáctica de la química y de la física.
17	03 al 07 julio (Presencial)			Actividad de clase: Actividades por definir.
18	10 al 14 julio	Entrega de promedios / Semana de exámenes		
	17 al 21 de julio	Ampliación		

La fecha de los laboratorios puede variar, dependiendo de la disponibilidad de planta física de la UCR.

VIII. Bibliografía

Lectura obligatoria

Caamaño, A. (Ed.). (2011). *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona, España: GRAÓ

Mora, L. D. M. (2019). Teorías de aprendizaje y su relación en la educación ambiental costarricense. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 14(1), 187-202.

Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P., & de Pro, A. (2012). 11 ideas clave: el desarrollo de la competencia científica (Vol. 19). Graó.

Pozo, J. I., y Gómez, M. Á. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata.

Sanmartí, Neus (2009) *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid : Síntesis Educación. [ISBN 9788477389521]

van Berkel, B., Pilot, A., Bulte, A.M.W. (2009). Micro–Macro Thinking in Chemical Education: Why and How to Escape. In: Gilbert, J.K., Treagust, D. (eds) *Multiple Representations in Chemical Education. Models and Modeling in Science Education*, vol 4. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_3

Lectura recomendada

- **Libros de texto o capítulos de libros de texto**

Bodner, G. M., Orgill, M. (Eds.). (2007). *Theoretical frameworks for research in chemistry/science education*. NJ, USA: Pearson Education.

Bunce, D. M., Cole, R. S. (Eds.). (2008). *Nuts and bolts of chemical education research*. NJ, USA: ACS Division of Chemical Education.

Caamaño, A. (Ed.). (2011). *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona, España: GRAÓ.

Calderón Herrera, K. (2013). *La didáctica: concepciones y aplicaciones*. San José, Costa Rica: EUNED.

Celli, R. (2012). *Fundamentos de Pedagogía y Didáctica*. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.

Dobles Oropeza, I. (2018). *Investigación cualitativa, metodología, relaciones y ética*. San José, Costa Rica: Editorial UCR.

Eilks, I., Byers, B (Eds.). (2009). *Innovative methods of teaching and learning chemistry in higher education*. London, UK: RSC Publishing.

Sandí-Ureña, S., Chrzanowski, M. J. (2016). Learning in tertiary level chemistry laboratory: What we have learnt from phenomenology research. In Eilks, I., Markic, S., Ralle, B. (Eds.). *Science education research and practical work*, Shaker, Aachen, Germany, pp. 181-192.

Sanjurjo, L., Rodríguez, X. (2009). *Volver a pensar la clase: las formas básicas de enseñar*. Santa Fe, Argentina: Homo Sapiens Ediciones.

Schunk, D. (2012). *Teorías de Aprendizaje*. Sexta Edición. Pearson Education. México.

Tejada Fernández, J. (2005). *Didáctica-Curriculum: Diseño, desarrollo y evaluación curricular*. Barcelona, España: Editorial Davinci.

- **Artículos científicos**

Altamirano, A., y Salinas, Z. (2016). La práctica docente-investigativa desde la tecnología educativa y el socioconstructivismo/The researching practice of learners based on educational technology and socio-constructivism. *Ciencia Unemi*, 9(17), 118-1124

Araya, M. N. G. (2016). El impacto del didactiquismo en el proceso educativo de la lengua y la literatura en la Educación Primaria: un reto de todos. *Pensamiento Actual*, 16(26), 77-91.

Badillo, R. G. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3(3), 301-319.

Bunce, D. M.; Robinson, W. R. (1997). Research in Chemical Education – the Third Branch of our profession. *Journal of Chemical Education*, 74(9), 1076-1079.

Castellón, E., Ogilvie, J. F. (). How can we effectively improve the mathematical capabilities of students of chemistry?. *Chemistry Teacher International*, 1(1), 20180007. doi: <https://doi.org/10.1515/cti-2018-0007>

Chopra, I.; O'Connor, J.; Pancho, R.; Chrzanowski, M.; Sandi-Ureña, S. (2017). Reform in a general chemistry laboratory: how do students experience change in the instructional approach. *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 113-126.

Cooper, M.; Klymkowsky, M. (2013). Chemistry, Life, the Universe, and Everything: A new approach to General Chemistry, and a model for curriculum reform. *Journal of Chemical Education*, 90, 1116-1122.

Cooper, M.; Stowe, R. L. (2018). Chemistry education research – From personal empiricism to evidence, theory, and informed practice. *Chemical Reviews*, 118(12), 6053-6087.

Creswell, J. W.; Miller, D. L. (2000). Determining validity in Qualitative Inquiry. *Theory into practice*, 39(3), 124-130.

Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(39), 19251-19257.

Gillespie, R. J. (1976). Chemistry – Fact or Fiction? Some reflections on the teaching of Chemistry. *Chemistry in Canada*, 23-28.

Gutiérrez, L. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje: conceptos, ideas y posibles limitaciones. *Revista educación y tecnología*, (1), 111-122.

Haladyna, T. M.; Downing, S. M.; Rodríguez, M. C. (2002). A review of multiple-choice item-writing guidelines for classroom assessment. *Applied measurement in education*, 15(3), 309-334.

Izquierdo Aymerich, M. (2005). Constructivismo versus socioconstructivismo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (93), 239-242.

- Izquierdo Aymerich, M. (2001). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias*, 23(1), 111-122.
- Lewis, S. E.; Shaw, J. L.; Freeman, K. A. (2011). Establishing open-ended assessments: investigating the validity of creative exercises. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 158-166.
- Martín, G. M., Martínez, R. M., Martín, M. M., Nieto, M. I. F., & Núñez, S. V. G. (2017). Acercamiento a las Teorías del Aprendizaje en la Educación Superior. *UNIANDES EPISTEME*, 4(1), 48-60.
- Otero, M. R. (1999). Psicología cognitiva, representaciones mentales e investigación en enseñanza de las ciencias. *Investiga*
- Penagos, W. M. M., & Lozano, D. L. P. (2009). De las investigaciones en preconcepciones sobre mol y cantidad de sustancia, hacia el diseño curricular en química. *Revista Educación y Pedagogía*, 17(43), 163-175.
- Rangel, S. H., Martínez, R. A., Teherán, P., & León, J. C. (2016). Diseño e implementación, apoyada en Tecnologías de la Información y la Comunicación, de una unidad temática para la enseñanza de la Química Orgánica. *Revista Teckne*, 11(1).
- Sabina, E. M., Maura, V. G., & Pérez, M. G. (2017). Experiencias en el apoyo a la formación de profesores de la Educación Superior. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, (30).
- Sandí-Ureña, S.; Cooper, M.; Stevens, R. (2012). Effect of cooperative problem-based lab instruction on metacognition and problem-solving skills. *Journal of Chemical Education*, 89(6), 700-706.
- Sandí-Ureña, S. (2018). Phenomenological approaches to study learning in the tertiary level chemistry laboratory. *Quimica Nova*, 41(2), 263-242.
- Sandí-Ureña, S., Loría-Cambronero, G., Jinesta-Chaves, D. (2019). Conceptualisation of Lewis structures by chemistry majors. *Chemistry Teacher International*, (published online ahead of print), doi: <https://doi.org/10.1515/cti-2018-0019>.
- Serra, V. Q., Gómez, G. R., & Sáiz, M. S. I. (2017). Planificación e innovación de la evaluación en educación superior: la perspectiva del profesorado. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 53-70.
- Sobrino Morrás, Á. (2014). Aportaciones del conectivismo como modelo pedagógico post-constructivista. *Propuesta educativa*, (42), 39-48.
- Siemens, G. (2004). Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital. Recuperado de <http://www.fce.ues.edu.sv/uploads/pdf/siemens-2004-conectivismo.pdf>
- Talanquer, V.; Pollard, J. (2010). Let's teach how we think instead of what we know. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 74-83.
- Tobias, S. (2000). From Innovation to Change: Forging a physics education reform agenda for the 21st century. *Journal of Science Education and Technology*, 9(1), 1-5.
- Torres, E. O. (2009). La Psicodidáctica y el uso de las contradicciones dialécticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(1), 1-8.
- Towns, M. H. (2014). Guide to developing high-quality, reliable, and valid multiple-choice assesments. *Journal of Chemical Education*, 91, 1426-1431.

Villalta-Cerdas, A., Sandí-Ureña, S. (2016). Assessment of self-explaining effect in a large enrolment General Chemistry course. *Educación Química*, 27, 115-125.

Zambrano Leal, A. (2016). Pedagogía y didáctica: esbozo de las diferencias, tensiones y relaciones de dos campos. *Praxis & saber*, 7(13), 45-61.