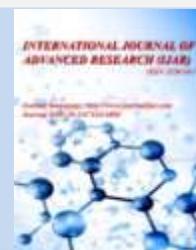




Journal Homepage: -www.journalijar.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI:10.21474/IJAR01/15188
DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/15188>



RESEARCH ARTICLE

UTILIZACIÓN DE UNA PRÁCTICA INFORMATIZADA PARA LA ENSEÑANZA DE UN EXPERIMENTO DE GRAVIMETRÍA

Rafael Manuel De Jesús Mex-Álvarez, Giselle Guillermo-Chuc, David Yanez-Nava, María Magali Guillen-Morales, Román Alberto Quijano García and María Isabel Novelo-Pérez
Universidad Autónoma De Campeche Av. Agustín Melgar s/n, Col. Buenavista, Campeche, México.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 06 June 2022
Final Accepted: 10 July 2022
Published: August 2022

Key words:-

Didactics, Educational Innovation,
Educational Research

Abstract

The covid-19 pandemic forced education to seek new ways of teaching and learning; In particular, due to the fact that experimental sciences such as chemistry require training in the laboratory and that attendance at these training spaces was interrupted by social isolation, the need arose to investigate new ways of acquiring procedural skills. The objective of this work was to estimate the usefulness of a didactic material, a computerized practice, in the academic achievement of students through the analysis of the experimental performance obtained before and during the use of the computerized practice. It was observed that the students who had the didactic material at their disposal improved their performance, measured by the Hake index. For this reason, it is estimated that computerized practice is useful to improve academic performance in the practice laboratory.

Copy Right, IJAR, 2022., All rights reserved.

Introduction:-

La enseñanza de la Química como ciencia experimental se desarrolla tanto de manera teórica como práctica, por esto, el laboratorio de docencia cumple con una función esencial como ambiente de aprendizaje para la ejecución de trabajo experimental. La utilidad de las prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza aprendizaje de la química es clave para que el estudiante integre el conocimiento conceptual con el aspecto metodológico y procedimental y en consecuencia se debe desarrollar una visión integral de la didáctica en el laboratorio de química (Flores et al, 2009; Falcón et al, 2021).

El laboratorio en química constituye parte del contexto donde se desarrolla las actividades académicas, es decir, es el espacio formativo y por esta razón influye directamente en los procesos de enseñanza aprendizaje; por ello, en el laboratorio de docencia, el profesor junto con los estudiantes debe saber considerar, combinar e integrar modelos, técnicas, métodos y estrategias propios de la educación profesional para trabajar el conocimiento de manera multi, inter y transdisciplinar (Flores et al, 2009, Falcón et al, 2021). El lugar natural de trabajo de las asignaturas de carácter práctico, como la química, es el laboratorio; en él se deben adquirir destrezas operacionales, pero también capacidades importantes que deben formarse en un profesional de ciencias experimentales como saber integrar e interpretar resultados y a la toma de decisiones que deriva de ello (Urzúa et al, 2020; Falcón et al, 2021).

No obstante, debido a que por la contingencia sanitaria y su consecuente aislamiento social se pasó de forma abrupta de la educación presencial a una educación remota de emergencia mediada por el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) se volvió urgente y necesario migrar a otras formas de enseñanza y en el caso

Corresponding Author:- Rafael Manuel De Jesús Mex-Álvarez

Address:- Universidad Autónoma De Campeche Av. Agustín Melgar s/n, Col. Buenavista, Campeche, México.

particular del laboratorio se interrumpió temporalmente la labor dentro de este espacio formativo, así en un contexto particular nuevo se han originado nuevas líneas de investigación educativa que versan sobre el análisis y reflexión del impacto y repercusiones de un nuevo escenario de aprendizaje (Urzúa et al, 2020; Falcón et al, 2021).

Ante nuevo escenario en la educación resurge la importancia de las TIC porque ofrecen múltiples respuestas a las necesidades del aprendizaje, al desarrollo de las habilidades docentes, a la calidad del aprendizaje y a la gestión de la educación, siempre que se utilicen bajo una intencionalidad pedagógica contundente capaz de responder a la exigencia del mundo actual; si se logra lo anterior se convierten en tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento (González y Lugo, 2020). En este sentido, una práctica informatizada es un material didáctico que consiste en un video descriptivo de un procedimiento experimental con la información suficiente (datos experimentales obtenidos) para que el usuario sea capaz no solamente de comprender el fenómeno en cuestión, sino que también pueda integrar y analizar los datos recopilados.

La presente investigación se orientó sobre el impacto de este material didáctico, prácticas informatizadas, en el resultado académico de los estudiantes con el fin de estimar su utilidad como apoyo en la enseñanza de técnicas experimentales de química analítica. La implementación de técnicas emergentes requiere del fortalecimiento de competencias de apoyo de los docentes y directivos, entre las que destacan la competencia pedagógica para el manejo de sus clases y el manejo de tecnologías (González y Lugo, 2020).

Metodología:-

El trabajo de investigación se basó en la metodología de Lara (2016) y se completó en cuatro fases; la primera fue el diseño de la didáctica pragmática, la segunda fue la selección y designación aleatorizada de los grupos de control y problema, la tercera consistió en la aplicación de los principios pedagógicos pragmáticos por medio de la ejecución de la didáctica pragmática y la cuarta fase fue el análisis de los resultados.

El proyecto se desarrolló en los laboratorios de Ciencias Ambientales y de Análisis de medicamentos de la Facultad de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche, la unidad de aprendizaje seleccionada fue “Análisis Cuantitativo” perteneciente al área de química analítica que se imparte en el cuarto semestre de la licenciatura de Químico Farmacéutico Biólogo de carácter obligatorio. Se invitaron a participar voluntariamente a 12 estudiantes que se dividieron aleatoriamente en dos grupos (uno control o sin intervención didáctica adicional y otro grupo denominado problema con la intervención didáctica).

Los dos grupos realizaron experimentalmente la práctica de laboratorio seleccionada que consistía en la determinación gravimétrica del aluminio, disponible en el manual de laboratorio de la unidad de aprendizaje; quince días después se repitió el experimento, el grupo control directamente y el grupo problema se le proporcionó la práctica informatizada posterior al primer experimento para que la consulten y se formen; durante este lapso no se recibió asesorías ni hubo resolución de dudas, salvo la explicación inicial del experimento y a la retroalimentación inmediata al primer trabajo experimental; el trabajo en el laboratorio de docencia fue individual aunque se permitió la interacción docente-alumno y entre pares.

El experimento se evaluó con la obtención del sólido precipitado comparado con el registro de la muestra problema proporcionada (rendimiento teórico) y también se comparó con los resultados obtenidos de tres técnicos laboratoristas entrenados (rendimiento práctico de referencia). Para estimar el efecto de la intervención didáctica (práctica informatizada de gravimetría) se usó como indicador del mérito académico del método de enseñanza el factor de Hake (Lara, 2016), cuya fórmula modificada es:

$$h' = \frac{\text{Calificación postest} - \text{Calificación pretest}}{10 - \text{Calificación pretest}}$$

Se asignó una puntuación o calificación de acuerdo con el rendimiento experimental obtenido por cada estudiante comparado con el rendimiento teórico esperado (10 puntos), de acuerdo con la siguiente ecuación:

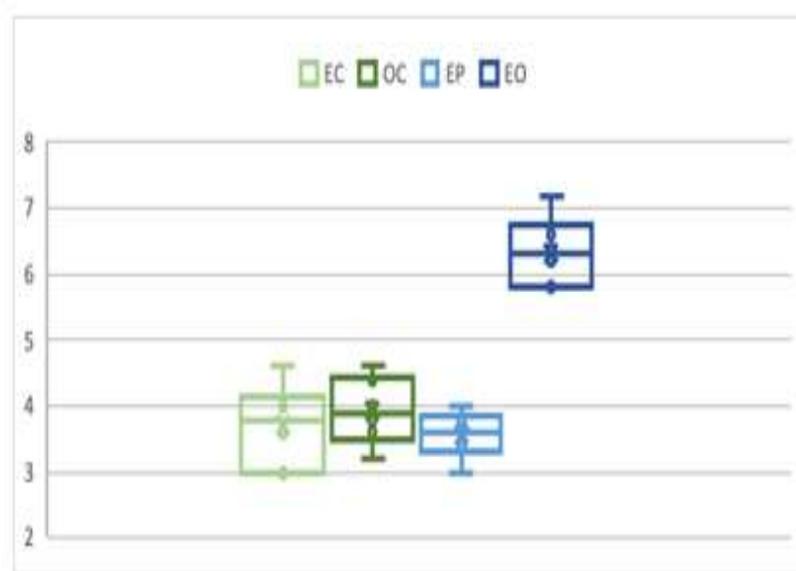
$$\text{Calificación} = 10 + \frac{\text{rendimiento experimental} - \text{rendimiento teórico}}{\text{rendimiento teórico}} * 10$$

Los datos obtenidos se procesaron en Excel ® para el análisis estadístico por medio de la graficación de caja y bigotes y la obtención de la media y mediana, la desviación estadística y los intervalos de confianza (IC) con un $\alpha=0.05$ y $n=6$.

Resultados:-

El rendimiento teórico esperado era de 5.00 g de precipitado, el grupo control tuvo un promedio pretest (EC) de 3.70 y posttest (OC) de 3.93, mientras que el grupo problema su puntuación pretest (EP) fue de 3.56 comparada con los puntos posttest (OP) cuya media fue 6.33; asimismo, el promedio del puntaje de los tres técnicos entrenados fue 8.53. La distribución de las calificaciones obtenidas se muestra en la figura 1.

Fig. 1:- Diagrama de Caja y bigote de las calificaciones (en escala de 0-10) pretest y posttest de los grupos control y problema (n=6).



Abreviaturas: EC= calificación pretest del grupo control, OC= calificación posttest del grupo control, EP= calificación pretest del grupo problema, OP calificación posttest del grupo problema

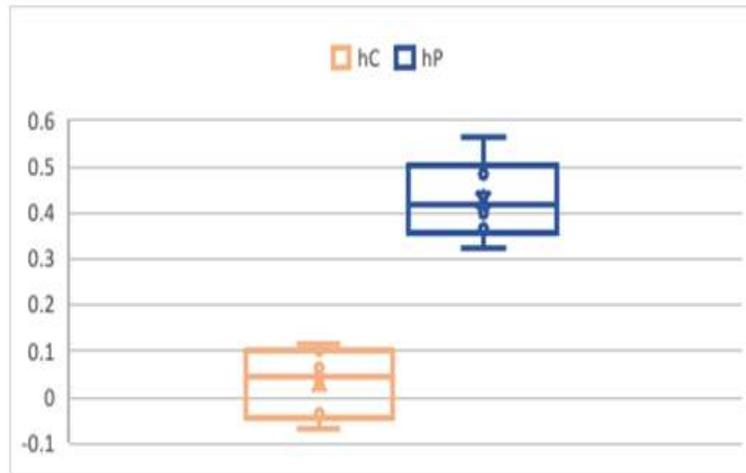
La mediana, desviación estándar y el intervalo de confianza de los grupos se reportan en la tabla 1; se puede distinguir que la calificación posttest (6.3 puntos) del grupo que usó la práctica informatizada fue superior al puntaje obtenido (3.8, 3.9 y 3.6 puntos) por el resto de los grupos estudiados, esto supone un efecto benéfico del empleo de este material didáctico en el rendimiento académico de los estudiantes.

Tabla 1:- Estadísticos de las calificaciones obtenidas por cada grupo y tratamiento (n=6).

	EC	OC	EP	EO
Mediana	3.8	3.9	3.6	6.3
Desviación estándar	0.63	0.52	0.34	0.53
Intervalo de confianza	0.50	0.41	0.28	0.43

Abreviaturas: EC= calificación pretest del grupo control, OC= calificación posttest del grupo control, EP= calificación pretest del grupo problema, OP calificación posttest del grupo problema

A partir de los datos anteriores se obtuvo el índice de Hake de los grupos, el promedio de h' para el grupo control fue 0.0336 y para el grupo problema de 0.4290, la distribución individual de h' en cada grupo se muestra en la figura 2 y sus estadísticos se reportan en la tabla 2.

Fig. 2:- Índices de Hake de los grupos control y problema (n=6).**Tabla 2:-** Estadísticos de los índices de Hake de cada tratamiento (n=6).

	Control	Problema
Mediana	0.0455	0.4188
Desviación estándar	0.0732	0.0861
Intervalo de confianza	0.0586	0.0689

Discusiones:-

Como se puede observar en los resultados obtenidos en este trabajo, la influencia de la práctica informatizada fue positiva en los estudiantes que pudieron disponer de este recurso didáctico; pues según los criterios reportados por investigadores educativos se espera que los grupos que reciben una enseñanza tradicional tengan un factor de Hake de alrededor de 0.16; mientras que los estudiantes que cuentan con métodos de enseñanzas basados útiles les corresponden factores de Hake que oscilan entre 0.35 y 0.41 (Lara, 2016).

La experimentación en sí es una experiencia didáctica, pero acompañada de una estrategia que esté enfocada en aumentar los procesos cognitivos superiores como el análisis, la clasificación, la organización, la deducción y la retroalimentación en estudiantes permite mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y tecnología (Manrique-Álvarez et al, 2021). Las innovaciones pedagógicas contemporáneas deben ser aplicadas en espacios pedagógicos modernos; las ciencias experimentales consolidan un escenario cuyo proceso didáctico es descubrir saberes por medio de la comprobación de teorías y proponer argumentaciones críticas en nuevos saberes con abordajes de la realidad (Jaramillo, 2019).

Los procedimientos analíticos son un aspecto medular en la formación de los estudiantes de las áreas de ciencias exactas y naturales y la preparación técnica es un punto esencial para obtener resultados confiables y reproducibles que disminuye los errores (Angulo et al, 2021), de esta manera la utilización de prácticas informatizadas en el momento previo a la asistencia al laboratorio dota al estudiante de la comprensión del fenómeno involucrado en el experimento y le permite una mejor gestión del tiempo, de los equipos y materiales porque acude con conocimiento de causa y centrado en la problemática a resolver.

Los materiales didácticos no sustituyen la labor del docente que debe motivar y orientar a los estudiantes para que descubran el verdadero sentido de las actividades y enfocar el trabajo de laboratorio con el fin de facilitar el aprendizaje y la adquisición de destrezas por parte del estudiantado (Busquets et al, 2016; Angulo et al, 2021), de esta manera el uso de prácticas informatizadas debe conjuntamente estar ligada a un acompañamiento del docente durante todo el proceso para aumentar los resultados obtenidos, pues el docente se encarga de contextualizar el proceso de enseñanza y de orientar al estudiante para adquirir más y mejores destrezas y habilidades que se consoliden en competencias profesionales que se requieren según los perfiles de egreso de la licenciatura, esto se puede traducir en una manipulación correcta de equipos e instrumentos y el ahorro en el consumo de sustancias

químicas y por consecuencia una menor producción de residuos químicos porque los estudiantes enfocados en el experimento que comprenden los fundamentos de las técnicas gestionan mejor los recursos disponibles.

Los materiales didácticos diseñados para apoyar en la enseñanza experimental deben favorecer el cambio conceptual, esto es esencial en la enseñanza de la química porque estimulan el desarrollo y la intensificación conceptual que conlleva a los estudiantes a indagar y contrastar sus propias ideas con la enseñanza adquirida y la experiencia realizada (Angulo et al, 2021). En este sentido, la práctica informatizada permite orientar al estudiante cómo se realiza el experimento y conocer cuáles son los resultados esperados, así durante su trabajo en el laboratorio puede orientarse o corregir el rumbo de su proceso experimental si nota alguna discrepancia o intuye que falta algunos pasos o realizó mal algún proceso, esta rectificación mejora el análisis y sirve para la apropiación de los conceptos y técnicas.

La enseñanza de las Ciencias plantea preguntas que trascienden el campo pedagógico y se sitúan en el terreno epistemológico, al interrogarse sobre el aprendizaje de las ciencias en la escuela y sobre las estrategias más adecuadas para aprenderlas; por esto, los materiales educativos constituyen una mediación entre el objeto de conocimiento y las estrategias cognitivas que emplean los profesores pues facilitan la expresión de los estilos de aprendizaje (Angarita et al, 2011; Rivarosa y Astudillo, 2013; Siso-Pavón, 2018).

Las actividades de laboratorio son parte central de la construcción del conocimiento en la ciencia y un área esencial para la epistemología subyacente en las acciones de enseñanza. En este caso, las acciones de los docentes respecto a las actividades de laboratorio son de importancia para la enseñanza de las ciencias, de ahí que la creatividad docente defina la forma de enseñanza de las actividades prácticas en el laboratorio y desarrolle el pensamiento o el comportamiento creativo de los alumnos. (Rivarosa y Astudillo, 2013; Siso-Pavón, 2018; Lemus y Guevara, 2021).

El traslado forzoso a la virtualidad y la particularidad de este contexto da lugar a consideraciones y acciones específicas distintas a las planificadas específicamente para la educación en línea (Valverde, 2014; Pedragosa et al, 2021), esto impactó significativamente a las ciencias experimentales que necesitan del laboratorio como espacio formativo esencial e insustituible, por esto las prácticas informatizadas son un complemento compensatorio y paliativo más no un sustituto del trabajo en el laboratorio. Circunstancialmente hubo una exigencia de reconfigurar las prácticas educativas sin contar con los recursos didácticos o las competencias y recursos materiales para desarrollarlos (Jara et al, 2018; Pedragosa et al, 2021).

Las prácticas informatizadas representan una inversión para el logro de modelos pedagógicos no tradicionales y materiales innovadores de apoyo a la enseñanza y el aprendizaje pues apoya en la lógica procesal al explicar los conceptos de forma paralela a cómo se conciben en el mundo real (Jara et al, 2018). Este material didáctico también facilita el desarrollo de pensamiento crítico y reflexivo de la información al contextualizar el problema y anticiparse a su intervención presencial en el laboratorio (Jara et al, 2018; Angulo et al, 2021).

Por otra parte, el uso de la tecnología requiere de procesos de alfabetización científica y tecnológica para que el individuo tome una postura crítica en las situaciones en las que se involucra cotidianamente y no solamente saturarlo de información que se representen conceptos descontextualizados y pocos eficaces (Valverde, 2014; García y Martínez, 2015). Una práctica informatizada tiene como intención precisamente contextualizar el trabajo experimental y sintetizar la información al destacar los puntos críticos del proceso.

Asimismo, el estudiante de ciencias de la salud debe ser sensible a los problemas socioculturales y ambientales contemporáneos, por ello debe evitar generar residuos peligrosos y contaminantes (García y Martínez, 2015); el uso de prácticas informatizadas previo al trabajo de laboratorio es una buena estrategia que optimiza el uso de reactivos y disminuye los residuos generados, pues el estudiante que dispone de una formación previa consecuentemente tiende a evitar desperdicios y disminuir el consumo de reactivos.

Es común observar en estudiantes de ciencias experimentales insuficiencia en el desarrollo de habilidades relacionadas con el trabajo en el laboratorio; esto es contradictorio con el modelo del profesional y el perfil de egreso que propone un individuo capaz de resolver con independencia y colaboración situaciones relacionadas con técnicas analíticas; en los distintos centros, los estudiantes de Química presentan muchas dificultades de aprendizaje, además de que cuestionan de manera recurrente la utilidad de esta ciencia (Hernández, 2018; García et al, 2021). Esto motiva a redefinir la práctica docente y buscar alternativas de lograr motivar a los estudiantes a profundizar en los conceptos y procedimientos químicos que son el fundamento de su acción profesional.

También hay que considerar que los estudiantes universitarios tienen altas expectativas de sus profesores y, en la actualidad, están demandando un nuevo tipo de docente, poseedor de un amplio abanico de habilidades incluidas las tecnológicas (Asun et al, 2013). La generación actual de los estudiantes son nativos digitales que hacen uso de avances tecnológicos y prefieren recibir la información de manera instantánea e igualmente, cuando usan medios interactivos tienen una alta capacidad de atención. Esta propiedad de ser nativos digitales se debe aprovechar e integrar a los nuevos métodos de enseñanza de las ciencias para optimizar el rendimiento académico, aunque se debe considerar que no siempre las habilidades de los nativos digitales se usan en el medio académico (Jara et al, 2018; Ruiz-Macías y Duarte, 2018)

Las TIC, tanto en su uso como en su producción, exigen la adquisición de nuevas competencias, tanto en docentes como en estudiantes, para lograr aprendizajes significativos que conlleven al éxito escolar y prepararlos para su futura vida universitaria y laboral (Ruiz-Macías y Duarte, 2018). De hecho, este trabajo de investigación inició con el diseño de la práctica informatizada, proceso durante el cual se involucró de manera multi y transdisciplinaria a diversos profesionales de otras áreas como informática, administración y diseño gráfico con el fin de suplir, completar y hacer sinergia de las habilidades de cada profesional y lograr un producto de buena calidad.

Es importante destacar que para la UNESCO las tecnologías en la educación consisten en compartir información de las diferentes formas en que la tecnología puede coadyuvar a mejorar la calidad y la pertinencia del aprendizaje, reforzar la integración y perfeccionar la gestión y administración de la educación (Vargas-Murillo, 2020). En este trabajo se pretendió lograr este objetivo, pues para la creación de la práctica informatizada se requiere de tecnología tanto en la grabación como en la edición e informatización del video cuyo propósito inicial era paliar la deficiencia educativa en la formación de profesionales químicos que no podían acudir al laboratorio, posteriormente con el retorno gradual se empleó como material de preparación de la sesión práctica.

Por último, pero no menos importante, se debe tomar en consideración que para la consolidación de este tipo de investigaciones es necesario el apoyo de las instituciones educativas, en cuanto a tiempo, disposición, espacios y capacitación constante. También se requiere involucrar a las familias y a la comunidad como en cualquier proyecto de gestión directiva en educación para asimilar los contextos y enfocarlos en el proceso pedagógico (González y Lugo, 2020).

Conclusiones:-

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en el incremento del porcentaje de rendimiento en el segundo trabajo experimental y por la estimación del índice de Hake, se puede afirmar que la práctica informatizada ayudó en el desempeño en el laboratorio de los estudiantes expuestos a esta técnica didáctica, por lo cual se debe continuar investigando en grupos más grandes y en diferentes contextos su utilidad, aplicación y mejora como una estrategia didáctica innovadora de utilidad en la gestión de tiempo y recursos humanos y materiales en la modalidad presencial.

Referencias:-

1. Angarita Velandia, M.A., Fernández Morales, F.H., Duarte, J.E. (2011). Utilización de material didáctico para la enseñanza de los conceptos de ciencia y tecnología en niños. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 2(1), 35–43.
2. Angulo, D. H., Casas, J. A., Cipagauta, E. C., & Aparicio, D. E. (2021). Intervención didáctica para la extracción y cuantificación de esteroides en orina. *Praxis & Saber*, 12(31), e11215. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n31.2021.11215>
3. Asún Inostroza, Rodrigo, Zúñiga Rivas, Claudia, & Ayala Reyes, María Constanza. (2013). La formación por competencias y los estudiantes: confluencias y divergencias en la construcción del docente ideal. *Calidad en la educación*, (38), 277-304. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652013000100008>
4. Busquets, Tamara, Silva, Marta, & Larrosa, Paulina. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(especial), 117-135. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>
5. Falcón Anaya, Christopher Edgar, González Rey, Gonzalo, & Brianza Gordillo, Gerardo. (2021). El laboratorio docente como espacio formativo en la práctica de ingeniería de engranaje. *Referencia Pedagógica*, 9(1), 114-126.

6. Flores, Julia, Caballero Sahelices, María Concesa, & Moreira, Marco Antonio. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-111.
7. García, Dayly, Guerra Véliz, Yusimí, & Leyva Haza, Julio. (2021). Independencia cognoscitiva al diseñar experimentos de Biología con un cuadro introducido por secuencia de apertura. *Mendive. Revista de Educación*, 19(3), 936-953.
8. García Ramírez, N. K., & Martínez Pérez, L. F. (2015). Incidencia del abordaje de una cuestión socio-científica en la alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos. *Praxis & Saber*, 6(11), 87-114. <https://doi.org/10.19053/22160159.3576>
9. González, L., & Lugo, C. (2020). Fortalecimiento de la práctica docente con Learning Analytics: estudio de caso. *Praxis & Saber*, 11(25), 227-254. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n25.2020.9075>
10. Hernández Cano, Miguel Ángel, & Benítez Pérez, Alma Alicia. (2018). La enseñanza de las ciencias experimentales a partir del conocimiento pedagógico de contenido. *Innovación educativa (México, DF)*, 18(77), 141-163.
11. Jara Gutiérrez, Nancy Patricia, & Prieto Soler, Carolina. (2018). Impacto de las diferencias entre nativos e inmigrantes digitales en la enseñanza en las ciencias de la salud: revisión sistemática. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 29(1), 92-105.
12. Lara Barragán Gómez, Antonio. (2016). Desarrollo y aplicación de una estrategia didáctica para la integración del conocimiento a la enseñanza de la física en ingeniería. *Innovación educativa (México, DF)*, 16(71), 133-155.
13. Lemus, Mairín, & Guevara, Miguel. (2021). Prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para la construcción y comprensión de los temas de biología en estudiantes del recinto Emilio Prud'homme. *Revista Cubana de Educación Superior*, 40(2), e11.
14. Manrique -Álvarez, Giovanna, Villa Córdova, Gloria María, Holguin-Alvarez, Jhon, & Menacho Vargas, Isabel. (2021). Aprendizaje en Ciencia y Tecnología con Metodología basada en el Conflicto Cognitivo¹. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 22(22), 17-42.
15. Pedragosa, Ma. Alejandra, & Barranquero, Ma. Fernanda. (2021). Estrategias de colaboración con docentes universitarios para la migración de la enseñanza a la virtualidad en el contexto de la pandemia COVID19. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (28), 388-395.
16. Ruiz-Macías, Edelmira, & Duarte, Julio Enrique. (2018). Diseño de un material didáctico computarizado para la enseñanza de Oscilaciones y Ondas, a partir del estilo de aprendizaje de los estudiantes. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 8(2), 295-309. <https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n2.2018.7966>
17. Urzúa, M. D. C., Rodríguez, D. P., Valencia, M. M., & Ruiz, R. E. (2020). Aprender ciencias experimentales mediante TIC en tiempos de covid-19: percepción del estudiantado. *Praxis & Saber*, 11(27), e11447. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.11447>
18. Valverde Soto, Gabriela. (2014). Experimentos de Enseñanza: Una Alternativa Metodológica para Investigar en el Contexto de la Formación Inicial de Docentes. *Actualidades Investigativas en Educación*, 14(3), 333-354.
19. Vargas-Murillo, G. (2020). Estrategias educativas y tecnología digital en el proceso enseñanza aprendizaje. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 61(1), 114-129.
20. Jaramillo Naranjo, Lilian Mercedes. (2019). Las ciencias naturales como un saber integrador. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (26), 199-221. <https://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.06>
21. Rivarosa, Alcira Susana, & Astudillo, Carola Soledad. (2013). Las prácticas científicas y la cultura: una reflexión necesaria para un educador de ciencias. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 8(23), 45-66.
22. Siso-Pavón, Zenahir. (2018). La Investigación en la Enseñanza Universitaria de Química: un Caso en la Formación Inicial Docente. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(2), 256-275. <https://dx.doi.org/10.19083/ridu.2018.6091>.