

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Formación del ingeniero en Ciencias Informáticas
Recibido: 04/07/2020 | Aceptado: 20/09/2020 | Publicado: 01/11/2020

Innovaciones en prácticas de laboratorio de matemática en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas

Innovations in mathematics laboratory practices in the computer Science Engineering Career

Alejandro Martínez Castellini ^{1*}, Máxora Rorayma Castro Pérez ²

¹ Dirección de Formación de Pregrado. Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños, Km. 2 ½, Reparto: Torrens. La Habana. alexmc@uci.cu

² Departamento de Matemática de la Facultad 4. Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños, Km. 2 ½, Reparto: Torrens. La Habana. mcastrop@uci.cu

* Autor para correspondencia: alexmc@uci.cu

Resumen

Este trabajo persigue el propósito de comunicar innovaciones realizadas en las prácticas de laboratorio en algunas asignaturas de la disciplina de Matemática en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Una vez declaradas las prácticas de laboratorio como objeto de innovaciones didácticas, se realizó el análisis de documentos del trabajo metodológico, producto de lo cual fueron identificadas las innovaciones necesarias, las cuales fueron planificadas, implementadas y posteriormente valoradas. La implementación de las innovaciones influyó en el reconocimiento por lo(a)s estudiantes del papel de los asistentes matemáticos en las prácticas de laboratorio, propició su aprendizaje activo y significativo, así como el fortalecimiento de las interacciones estudiante-estudiante y estudiante-profesor(a). Se considera que una concepción y desarrollo adecuados de las prácticas de laboratorio permiten poner en práctica actividades centradas en el aprendizaje de lo(a) s estudiantes.

Palabras clave: prácticas de laboratorio; matemáticas; aprendizaje activo; educación superior

Abstract

This work pursues the purpose of communicating innovations made in laboratory practices in some subjects of the discipline of Mathematics in the career of Engineering in Computer Sciences. Once the laboratory practices were declared as the object of didactic innovations, the analysis of the documents of the methodological work was carried

out, as a result of which the necessary innovations were identified, which were planned, implemented and subsequently valued. The implementation of the innovations influenced the recognition by the students of the role of the mathematical assistants in the laboratory practices, led to their active and meaningful learning, as well as the strengthening of student-student and student-teacher interactions (to). It is considered that an adequate conception and development of laboratory practices allow putting into practice activities focused on the learning of the students.

Keywords: *laboratory practices, mathematics, active learning, higher education*

Introducción

En el desarrollo de las distintas formas organizativas del trabajo docente en la educación superior, es esencial garantizar la actividad y la comunicación de lo(a)s estudiantes en un clima afectivo, despertar su interés por los contenidos que deben aprender y que resulten comprometidos con la consecución de los objetivos de enseñanza aprendizaje (Mes, 2018).

En correspondencia con lo expresado en el párrafo anterior, el plan de estudio de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas se pronuncia a favor del perfeccionamiento de las formas organizativas del trabajo docente en las asignaturas de la carrera en aras de lograr que lo(a)s estudiantes se reconozcan como actores principales del proceso de formación, devengan *responsables de su proceso de aprendizaje* y se favorezcan su *independencia cognoscitiva* y la *creatividad*.

El análisis del programa de la disciplina de Matemática del plan de estudio de la carrera permitió concluir la necesidad de un trabajo docente intencionalmente dirigido a: la correcta *fijación de conceptos matemáticos*; el desarrollo de la *independencia cognoscitiva*; del *pensamiento científico*; de valores tales como la *responsabilidad*, la *solidaridad*, ser eficiente, saber escuchar, el *razonamiento crítico* y el *trabajo en equipos*, aprendizajes todos de vital importancia en la vida profesional y la social y que demandan concebir e implementar formas organizativas del trabajo docente en las que cada estudiante devenga protagonista en la construcción significativa de sus aprendizajes y, en consecuencia, en la consecución de los objetivos formativos.

No obstante, el intercambio sistemático con profesore(a)s de la disciplina de Matemática en la carrera, el rendimiento académico de lo(a)s estudiantes, el análisis de informes semestrales de asignaturas de la disciplina, los resultados de observaciones de clases y la propia experiencia en la impartición de docencia han proporcionado evidencias de factores que atentan contra el logro de los objetivos de aprendizaje antes señalados, lo que motivó la reflexión en torno a cómo perfeccionar las formas organizativas del trabajo docente en la disciplina de Matemática en la carrera;

en principio, cómo perfeccionar la clase, al ser considerada como la principal forma organizativa del trabajo docente.

De entre los tipos de clases que el Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior en Cuba reconoce al tomar como criterio de clasificación los objetivos en ellas pretendidos, este trabajo focaliza la *práctica de laboratorio*, por considerarse que los aprendizajes que potencia, y que han sido identificados por numerosos estudios, están en consonancia con los esperados en la disciplina de Matemática en la carrera, derivados de las exigencias del plan de estudio. Con respecto a este tipo de clase, se declara:

La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos y técnicas de trabajo y de la investigación científica; amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura o disciplina mediante la experimentación, empleando para ello los medios necesarios... (Mes, 2018, p. 688)

Algunos aprendizajes que numerosos estudios refieren como potenciados por las prácticas de laboratorio son: el trabajo en equipos; razonamiento crítico; pensamiento científico; técnicas experimentales; destrezas manipulativas; fijación de conceptos y procedimientos; resolución de problemas; formación de valores tales como la laboriosidad, el consenso, independencia cognoscitiva y perseverancia (Montes, 2004), (Fernández, Llosa & Sánchez, 2008), (Murray, Genaro, Boronat & Villén, 2011), (Rosado, Cepeda & Vilca, 2015), (Galvis, Laitón & Ávalo, 2017), (Auccahualpa, 2018) y (Cuaspud & Gómez, 2019). Se considera que estos aprendizajes sintonizan con las exigencias declaradas en (Mes, 2018), (UCI, 2010), (UCI, 2012), (UCI, 2019 a) y (UCI, 2019 b) para con las formas organizativas del trabajo docente.

Sin embargo, la observación de prácticas de laboratorio de Matemática en la carrera arrojó los siguientes resultados referidos al comportamiento de lo(a)s estudiantes: falta de comprensión de los propósitos de las actividades que debían realizar, insuficiente autopreparación previa al desarrollo de las prácticas, dificultades para realizar las actividades sin la intervención directa del(a) profesor(a) y una errada concepción del quehacer matemático, lo que acarrea un rol predominantemente pasivo y en detrimento del aprovechamiento de las potencialidades formativas de este tipo de clases.

Las potencialidades formativas de las prácticas de laboratorio, así como los resultados de las observaciones de este tipo de clase en la carrera descritos anteriormente motivaron la concepción e implementación de innovaciones didácticas por medio de las cuales se pretende accionar positivamente sobre las creencias y actitudes de lo(a)s

estudiantes y de lo(a)s docentes hacia la Matemática, pretensión basada en estudios que refieren la correlación de las actitudes y creencias hacia la Matemática con el rendimiento académico y la disposición hacia dicha disciplina científica (Martínez, 2014), (Gamboa & Moreira-Mora, 2017), (Serrano, et al., 2020) y (Ansola & Rodríguez, 2020).

El propósito perseguido con este trabajo es el de comunicar innovaciones realizadas en las prácticas de laboratorio en algunas asignaturas de la disciplina de Matemática en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, en aras de aprovechar las potencialidades formativas de este tipo de clases.

Se considera que el trabajo es pertinente debido a que, en comparación con otras áreas del conocimiento, el proceso de búsqueda bibliográfica arrojó escasez de trabajos que versan sobre prácticas de laboratorio de Matemática, por lo también se considera que la temática abordada deberá constituir un aspecto de vital importancia como parte del trabajo metodológico de la disciplina; además, en el Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico no se hacen precisiones metodológicas para este tipo de clases; igual resultado se obtuvo mediante la consulta de las sucesivas adecuaciones del programa de la disciplina de Matemática de la carrera; a lo anteriormente descrito se suma el hecho que la docencia en la disciplina de Matemática en la carrera es desarrollada por un claustro integrado mayoritariamente por profesore(a)s con insuficiente experiencia en esta tipología de clases y que, para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, ha contado solo con la declaración de los ejercicios que deben serles propuestos a lo(a)s estudiantes para que los resuelvan, no así con orientaciones metodológicas referidas a la elaboración de guías de prácticas de laboratorio.

En lo que respecta a lo(a)s estudiantes, no poco(a)s arriban a la carrera habiendo desarrollado actitudes negativas hacia la Matemática, correlacionadas con creencias, concepciones, percepciones y experiencias que les hacen ver la Matemática como un terreno árido, inaccesible, un obstáculo a vencer, desprovistas del disfrute y la inventiva, como un conjunto de conocimientos a aprender memorísticamente, y no pocas veces asociada al fracaso académico. En tal sentido, las innovaciones realizadas pretendieron mejorar la motivación y aumentar el interés de lo(a)s estudiantes hacia las matemáticas, lo que deberá influir en la consecución de un rendimiento académico satisfactorio.

Materiales y métodos

Una vez declaradas las prácticas de laboratorio como objeto de innovaciones didácticas, fueron realizadas las acciones siguientes:

1. Obtención de los respectivos planes de organización del proceso docente(P1) de las asignaturas de la disciplina.
2. Análisis de los P1 con respecto a la frecuencia de prácticas de laboratorio.
3. Estudio de las indicaciones metodológicas declaradas en los correspondientes programas de asignatura, referidas a las prácticas de laboratorio.
4. Consulta de los informes semestrales y los de control a clases de asignaturas de la disciplina, para recopilar información en torno al desarrollo de las prácticas de laboratorio planificadas.
5. Identificación de innovaciones necesarias.
6. Planificación de las innovaciones.
7. Implementación de las innovaciones.
8. Valoración de las innovaciones realizadas.

De acuerdo con la inexperiencia en prácticas de laboratorio de no pocos docentes de la disciplina, se consideró conveniente no innovar en todas las asignaturas a la vez. Cronológicamente, las innovaciones fueron realizadas en las asignaturas: Matemática IV, Matemática III y Matemática II y consistieron en:

- *Incrementar el número de prácticas de laboratorio.*

Este incremento tiene por base la contribución de este tipo de clases al uso de metodologías activas. En tal sentido, el Mes, en su Documento Base para el Diseño de los Planes de Estudio E de las carreras universitarias en Cuba, señala como una deficiencia de la implementación de los planes D: "En el proceso de enseñanza aprendizaje prevalece la **didáctica tradicional**, utilizándose métodos, medios y formas organizativas que no favorecen el papel activo de los estudiantes en su proceso de formación" (Mes, 2017, p.6).

- *Elegir ejercicios de entre los del libro de texto básico (o diseñarlos, si no los hay) destinados a la fijación de los contenidos teóricos mediante la experimentación.*
- *Cada práctica de laboratorio se concibió e implementó en dos partes; una 1ra parte, llamada "Trabajo Previo", destinada a que cada estudiante realizara actividades encaminadas a asegurar el nivel de partida necesario antes de llegar a la práctica y a través del estudio de los correspondientes fundamentos teóricos y*

algunos contenidos prácticos, incluido el trabajo con los asistentes matemáticos; en la segunda parte, se proponía las actividades de experimentación a realizar durante la práctica de laboratorio: verificación del cumplimiento de teoremas, trabajo con propiedades de conceptos, construcción y verificación de conjeturas, entre otras. Las actividades a realizar les fueron comunicadas a lo(a)s estudiantes a través de las correspondientes guías de prácticas de laboratorio.

Un propósito de estas innovaciones ha sido romper la tradición de que las actividades a realizar les son orientadas a lo(a)s estudiantes en el propio encuentro presencial destinado a la práctica de laboratorio, quedando afectada su calidad en no pocas ocasiones, como consecuencia de carencias, insuficiencias y/o deficiencias en torno a los conocimientos previos indispensables para el logro de los objetivos de la práctica de laboratorio. En medio de esta situación, no pocas veces el(la)docente asume la exposición o recurre al método de elaboración conjunta para el aseguramiento de dichos conocimientos previos, quedando algunas actividades desplazadas para momentos posteriores a la práctica de laboratorio, fuera de clase. Ahora, las orientaciones son emitidas antes del encuentro presencial de práctica de laboratorio, al igual que el trabajo en el aseguramiento de conocimientos previos, que cada estudiante debe realizar antes de la clase presencial, quedando esta destinada al control del trabajo independiente y a las actividades de fijación de los contenidos mediante la experimentación.

Se considera que la manera de proceder descrita en el párrafo anterior tiene puntos de contacto con la metodología flipped classroom (clase inversa, clase invertida, o clase al revés), ya que, a decir de Mercado (2020), al desarrollarse algunos procesos de aprendizaje fuera de clase, lo(a)s estudiantes y lo(a)s docentes optimizan el tiempo, porque el contenido es estudiado antes de arribar a clase, quedando esta destinada a las aclaraciones de dudas y a la práctica de lo aprendido. A flipped classroom le son reconocidas como ventajas: ser una metodología activa, colaborativa y potenciadora de aprendizajes significativos. (Castilla, et al., 2015), (Capilla, et al., 2015), (Fornons & Palau, 2016), (Badenes & Magraner, 2018) y (Alcalá, et al., 2019).

Ejemplo de guía de práctica de laboratorio

Guía correspondiente a la PL2

Asignatura: Matemática III Carrera: Ingeniería en Ciencias Informáticas Curso: 19-20

Tema: Series

Título: Ejercitación en torno a las sucesiones de números reales: graficación y el análisis de la monotonía, la acotación y la convergencia.

Objetivo: *consolidar conocimientos teóricos abordados en las clases de conferencia y durante la correspondiente autopreparación por medio de la resolución de ejercicios en torno a la graficación de sucesiones de números reales y su análisis respecto a la monotonía, la acotación y la convergencia, a través del uso de asistentes matemáticos.*

TRABAJO PREVIO (1ra parte):

1. Estudia, en la sección 11.1 del libro de texto, la definición 8, de los conceptos de sucesión creciente y decreciente, respectivamente.
2. Estudia los ejemplos 9 y 10 de la sección 11.1, así como los desarrollados en la conferencia1, acerca de cómo demostrar si una sucesión de números reales es o no creciente o decreciente.
3. Estudia las respectivas soluciones dadas a los ejercicios propuestos en la clase práctica1.
4. Estudia los contenidos esenciales abordados en la conferencia 2.
5. Culmina las actividades que te fueron orientadas en la clase práctica1, práctica de laboratorio 1 y clase práctica 2, respectivamente.

TRABAJO PREVIO (2da parte):

Estudia los siguientes ejemplos, sobre cómo mostrar los n primeros términos, graficar y calcularle el límite, respectivamente, a una sucesión en Matlab:

Ejemplo 1: cálculo de los n primeros términos:

$$\{a_n\} = \{\ln(2 + e^{-n})\}$$

```
>> n=1:10; an=log(2+exp(-n))
```

an =

```
0.8620 0.7586 0.7177 0.7023 0.6965 0.6944 0.6936 0.6933 0.6932 0.6932
```

Ejemplo 2: graficando la sucesión

```
>> plot(n,an,'*')
```

Ejemplo3: calculando el límite de la sucesión

```
>> limit(sym('log(2+exp(-n))'),'n',inf)
ans =
log(2)
```

ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL ENCUENTRO PRESENCIAL DE PRÁCTICA DE LABORATORIO

En la introducción:

1. Te será controlado el trabajo independiente por ti realizado durante tu autopreparación en torno a lo orientado en el "Trabajo previo". Te serán aclaradas las dudas que tengas.
2. Te será aplicada una pregunta escrita en torno al análisis de cierta sucesión en lo que respecta a si es o no monótona, si es o no acotada y si convergente o si divergente.

Durante el desarrollo de la práctica, deberás realizar las siguientes actividades:

1. Solicítale a un asistente matemático calcular los respectivos límites, si existen, de las sucesiones correspondientes a los siguientes ejercicios de la sección 11.1 del libro de texto: 24, 25, 26, 27, 29 y 34.
2. A partir de la respuesta que dio, en cada caso, el asistente matemático, fundamenta si la sucesión es convergente o si divergente.
3. Grafica, en un sistema bidimensional, cada sucesión y analízala en torno a la acotación. Qué opinas: ¿existen sucesiones divergentes acotadas?; ¿las hay divergentes no acotadas?; ¿las hay convergentes acotadas?; ¿y las hay convergentes no acotadas? Explica.
4. De entre las sucesiones que has investigado en este ejercicio, da, caso que se pueda, un ejemplo de una convergente y monótona, uno de convergente no monótona. Ahora, a través del análisis de la sucesión correspondiente al ejercicio 57, comprueba el teorema *Toda sucesión monótona y acotada es convergente*.
5. Realiza los ejercicios: 40, 41, 42 y el 39, en este orden (se solicita conjeturar en torno a la convergencia de sucesiones a partir de la graficación).

Resultados y discusión

Algunos resultados de las innovaciones fueron:

Sobre el uso de los asistentes matemáticos

En correspondencia con que la tecnología digital constituye el más frecuente medio de comunicación de nuestro(a)s actuales estudiantes del siglo XXI, no poco(a)s desarrollaron actitudes positivas hacia el uso de los asistentes matemáticos, aunque reconocen la necesidad de dominar los contenidos teóricos matemáticos al interactuar con los asistentes. Este resultado reafirma los respectivos planteamientos de (Maldonado et al, 2019) y (Castellano, Jiménez & Urosa, 2012), que declararon:

Algunas de esas investigaciones reportan que, al trabajar temas de matemáticas con el apoyo de la tecnología, aumenta notablemente la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las matemáticas y se registran cambios positivos en la motivación hacia esta materia (p.90).

“[...]estos programas de cálculo simbólico, no proporcionan por sí solos resultados en el aprendizaje de la Matemática si antes no hemos tenido un contacto con los conceptos matemáticos que se van a trabajar...” (p.36).

La inclusión de la interacción con los asistentes matemáticos en el “Trabajo previo” contribuyó a que esta no constituyera un obstáculo a vencer en el desarrollo de la práctica de laboratorio.

Sobre aprendizajes que se propiciaron

Los “Trabajos Previos” de las prácticas de laboratorio y las exigencias de las actividades correspondientes al desarrollo de estas clases propiciaron un aprendizaje activo y significativo de lo(a)s estudiantes, al tener que ocupar un rol protagónico y autónomo durante su autopreparación y reconocer el vínculo de los conocimientos previos con los adquiridos en el desarrollo de la práctica.

Actividades como la 1. y la 2. del desarrollo propiciaron la reactivación previa de contenidos teóricos matemáticos antes de recurrir a la interacción con los asistentes matemáticos, haciendo ver que un asistente matemático es solo un auxiliar en el quehacer matemático, no un sustituto del razonamiento de quien interactúe con él.

Actividades como la 3., la 4. y la 5. están dirigidas hacia la experimentación en la Matemática a través de la construcción y la verificación o la refutación de conjeturas, la intuición, el ensayo y error, entre otras actividades inherentes a las matemáticas, lo cual entona con lo expresado por (Ramírez, 2013) citado por (Vílchez, 2019): "Las lecciones tipo laboratorio conforman una metodología para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, con la intención didáctica de proveer un ambiente donde: el estudiante anticipe, intuya, verifique y compruebe hipótesis" (p.3).

Se considera que actividades como las propuestas en esta guía de práctica de laboratorio propician que cada estudiante asuma la responsabilidad de su aprendizaje (cada profesor(a) solo orienta, asiste y controla), desarrolle su independencia cognoscitiva (prevalece el método de dirección del trabajo independiente) y su creatividad (toma la iniciativa al proponer distintas vías de solución a un mismo ejercicio).

Sobre las relaciones entre lo(a)s estudiantes

En correspondencia con el reconocido carácter social del aprendizaje humano, lo(a)s estudiantes evidenciaron la necesidad del trabajo en equipos (además de una exigencia de trabajo, constituyó una vía de apoyo entre lo(a)s estudiantes), por medio del cual quedaron fortalecidas las relaciones estudiante-estudiante y estudiante-profesor(a).

Conclusiones

- La observación del desempeño de lo(a)s estudiantes en las prácticas de laboratorio ha permitido vivenciar la posibilidad de tener en asignaturas de Matemática experiencias positivas generadoras del aumento gradual de motivación y actitudes positivas hacia las matemáticas, similar a lo ocurrido en asignaturas de reconocida naturaleza experimental.
- La concepción y una implementación adecuadas de las prácticas de laboratorio permiten evaluar el desarrollo de habilidades de trabajo colaborativo y de valores, entre los que puede mencionarse: el pensamiento crítico, la solidaridad, la perseverancia, saber escuchar y la toma de decisiones, por lo que, desde la evaluación, se contribuye a la adquisición de aprendizajes imprescindibles para la vida social y la profesional.
- Una concepción y desarrollo adecuados de las prácticas de laboratorio permiten poner en práctica actividades centradas en el aprendizaje de lo(a) s estudiantes. Lo(a)s estudiantes deberán pasar de ejecutores pasivo(a)s

de acciones orientadas por su profesor(a) a sujetos activos y protagonistas de la construcción de sus conocimientos, y el(la) profesor(a) deberá ser promotor(a) y facilitador(a) de la gestión del conocimiento por lo(a)s estudiantes, todo lo cual deberá impactar positivamente en la consecución de los objetivos de enseñanza aprendizaje de la Matemática, en correspondencia con exigencias para con la clase en la educación superior, a saber: motivar a lo(a)s estudiantes por el estudio, ampliación de sus conocimientos y el establecimiento de sus nexos con la futura profesión.

Referencias

- Alcalá, J.T., Boal, N., Gómez, M.I. & Serrano, S. Flipped Learning en prácticas de matemáticas en Ingeniería Electrónica. Una experiencia piloto. En: V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. Madrid, España: 2019, p. 567-572.
- Ansola, E. & Rodríguez, E.C. Abandono estudiantil en carreras de ingeniería: influencia de las matemáticas. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 2020, 33(1): 346-355.
- Auccahuallpa, R. La enseñanza y aprendizaje de las matemáticas por medio del laboratorio. *Mamakuna*, 2018, (8): 68-75.
- Badenes, B. & Magraner, T. Introducción de nuevas metodologías de docencia y evaluación en una asignatura optativa de 4º Curso del Grado en Ingeniería de la Energía. En: INNODOCT 2018. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de Valencia, 2018, p. 659-669.
- Caamaño, A. Trabajos prácticos investigativos en Química en relación con el modelo atómico molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación química*, 2005,16(1): 10-19.
- Capilla, M.T., García, B., Moll, S., Morano, J.A., Rosselló, M.D. & Sánchez- Ruiz, M. M. Clase inversa en prácticas informáticas de Matemáticas-Ingeniería Aeroespacial. En: Congreso In Red 2015. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de Valencia, 2015.
Doi: <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2015.2015.1597>
- Castellano, A., Jiménez, A. & Urosa, B. El buen uso de los paquetes de cálculo simbólico en la enseñanza aprendizaje del Cálculo en ingeniería. *Pensamiento Matemático*, 2012, 2(2): 35-44.
- Castilla, G., A. Alriols, J., G. Romana, M. & Escribano, J. J. Resultados del estudio experimental de flipped Learning en el ámbito de la enseñanza de matemáticas en ingeniería. En: XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria Educar para transformar: aprendizaje experiencial. Universidad Europea, 2015.

- Cuaspué, M. & Gómez, M. El laboratorio de Matemática como medio para el fortalecimiento de la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina en la Básica Primaria de la IE Navarro y la IE Donald Rodrigo Tafur. Trabajo de grado presentado en opción al título de Licenciado en Educación Básica con énfasis en Matemáticas, Universidad “Santiago de Cali”, Colombia, 2019.
- Fernández, A., Llosa, J., & Sánchez, F. Estrategias para el diseño de laboratorios orientados al aprendizaje continuo. JENUI, 2008, (8):189.
- Fornous, V. & Palau, R. F. Flipped classroom en la asignatura de Matemáticas de 3º de educación secundaria obligatoria. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 2016: 55.
- Galvis Alba, A., Laitón Cubides, P. D. & Ávalo Azcárate, A. Prácticas de laboratorio en educación superior: ¿cómo transformarlas? Actualidades Pedagógicas, 2017, (69): 81-103.
- Gamboa, R. & Moreira-Mora, T. Actitudes y creencias hacia las matemáticas: un estudio comparativo entre estudiantes y profesores. Revista “Actualidades Investigativas en Educación”, 2017, 17(1): 1-45.
- Martínez, O. Sistema de creencias acerca de la Matemática. *Revista “Actualidades Investigativas en Educación”*, 2014, 14(3): 1-28.
- Maldonado, K., Vera, R., Fienco, M. A., Lima, R. & Vigoa, Y. Impacto en el aprendizaje de las matemáticas utilizando la computadora. UNESUM-Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria, 2019, 3(1): 85-94.
- Mercado López, E. P. Limitaciones en el uso del aula invertida en la educación superior. Revista Transdigital, 2020, 1(1).
- Ministerio de Educación Superior. Documento Base para el Diseño de los Planes de Estudio E. La Habana. 2017.
- Ministerio de Educación Superior. Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior. Resolución No. 2 de 2018. En soporte digital. La Habana.
- Montes, W.F. Prácticas de laboratorio en ingeniería: una estrategia efectiva de aprendizaje. Revista Notas Universitarias, 2004, 4(11).
- Murray, P. N., Genaro, L. A. T., Boronat, J. A., & Villén, M. A. H. Auto-evaluación previa a las prácticas de laboratorio químico: introducción al auto-aprendizaje. Arbor, 2011, 187(Extra_3): 267-272.
- Rosado, W. V., Cepeda, W. V., & Vilca, J. C. V. (2015). El efecto del laboratorio en el aprovechamiento de los estudiantes del curso Métodos Cuantitativos para Administración de Empresas I. Fórum Empresarial, 2015, 20(1): 59-77.

Serrano Rugel, B. H., Garzón Montealegre, V. J., González Macas, A., Cervantes Alava, A. R. El laboratorio computacional matemático, como complemento para promover el aprendizaje del cálculo diferencial. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 2020, 3(2): 81-89.

Universidad de las Ciencias Informáticas. Programa analítico de la disciplina de Matemática. La Habana. 2010.

Universidad de las Ciencias Informáticas. Programa analítico de la disciplina de Matemática. La Habana. 2012.

Universidad de las Ciencias Informáticas. Programa analítico de la disciplina de Matemática. La Habana. 2019.

Universidad de las Ciencias Informáticas. Plan de Estudios “E” Ingeniería en Ciencias Informáticas. La Habana. 2019.

Vílchez, E. Experiencia docente: actividades de laboratorio para impartir un curso de Matemática Discreta a través del uso del paquete VILCRETAS. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, 2019, 32(2): 772-779.