



Temática: Tendencias actuales de la didáctica de las ciencias informáticas y afines.

Algoritmo para desarrollar la habilidad demostrar en la asignatura Matemática Discreta I

Algorithm to develop the ability to demonstrate in the subject Discrete Mathematics I

Orlenis Vega Rodríguez ^{1*}, Niurys Lázaro Álvarez ²

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños Km 2½. La Lisa. La Habana. Cuba. orlenisvs@uci.cu

² Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños Km 2½. La Lisa. La Habana. Cuba. nlazaro@uci.cu

* Autor para correspondencia: orlenisvs@uci.cu

Resumen

El desarrollo de habilidades en el proceso de enseñanza aprendizaje es un tema de constante actualidad e importancia en la Educación Superior. El dominio de los métodos de demostración en una problemática que afecta a no pocos estudiantes. Por lo este trabajo tiene como objetivo proponer un algoritmo de trabajo para el desarrollo de la habilidad demostrar desde el tema Lógica Matemática en la asignatura Matemática Discreta I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas. Se ha utilizado primeramente una metodología cualitativa mediante la sistematización de artículos, revisión documental y el método análisis síntesis para llegar a la propuesta definitiva que se presenta en este trabajo. Posteriormente para la validación se realizó un pre-experimento a una muestra de cuatro grupos de clase, cuyos resultados serán analizados en un trabajo futuro. El algoritmo de trabajo propuesto para el desarrollo de la habilidad demostrar en la asignatura Matemática Discreta I propicia la intra e interdisciplinaria, contribuye al desarrollo del pensamiento lógico de los estudiantes y al desarrollo de la habilidad algoritmizar declarada en el modelo del profesional de las ciencias informáticas.

Palabras clave: algoritmo, habilidad demostrar, matemática discreta, informática

Abstract

The development of skills in the teaching-learning process is a topic of constant relevance and importance in Higher Education. Mastering the demonstration methods in a problem that affects not a few students. Therefore, this work aims to propose a work algorithm for the development of the ability to demonstrate from the Mathematical Logic topic in the Discrete Mathematics I subject of the Computer Science Engineering career. A qualitative methodology

has been used first through the systematization of articles, documentary review and the synthesis analysis method to arrive at the definitive proposal that is presented in this work. Subsequently, for validation, a pre-experiment was carried out on a sample of four class groups, the results of which will be analyzed in a future work. The work algorithm proposed for the development of the ability to demonstrate in the subject Discrete Mathematics I encourages intra and interdisciplinarity, contributes to the development of logical thinking of students and the development of the algorithmic ability declared in the computer science professional model.

Keywords: *algorithm, ability to demonstrate, discrete mathematics, computing*

Introducción

En los tiempos actuales los estudios en el contexto de las Ciencias Informáticas requieren de enfoques interdisciplinarios que contribuyan al logro eficiente de los objetivos generales de la carrera, en función de formar egresados a partir del modelo del profesional con alto desarrollo de habilidades profesionales. En la actualidad el desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI) es una necesidad declarada en el plan de estudios.

El desarrollo de las habilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la formación de profesionales es un tema importante y complejo abordado por varios autores. La formación de habilidades se desarrolla mediante el proceso de ejercitación, mediante la realización de tareas y actividades dentro del proceso de enseñanza aprendizaje. El dominio de una nueva habilidad por parte del estudiante se adquiere a partir del desarrollo de un sistema de tareas. Entonces, necesariamente se está en presencia de un fenómeno social que requiere una gestión oportuna del conocimiento para su solución (Álvarez Aguilar, 2007; Alvarez de Zayas, 1995).

Varios autores se han cuestionado la forma de abordar la demostración matemática en carreras del perfil de la Ingeniería Informática. Hemmi y Löfwall (2010) y Craig (2017) son de los que piensan que enseñar la demostración matemática es altamente valioso para mostrar cómo se relacionan los conceptos y las hipótesis planteadas en un resultado o enunciado matemático particular; así como, para el desarrollo del pensamiento y razonamiento lógico.

En el Plan de Estudios E de la carrera ICI, el contenido relacionado con las técnicas de demostración se imparten en la asignatura Matemática Discreta I de la disciplina Inteligencia Computacional. En este contexto se necesita utilizar



creativamente la Lógica Matemática para expresar, interpretar y demostrar diversas situaciones relacionadas con las actividades y aplicaciones a desarrollar por el ingeniero en ciencias informáticas. En el caso objeto de estudio evidentemente se encuentran insuficiencias de un análisis social en el proceso de formación de la habilidad demostrar en la asignatura Matemática Discreta I.

En estudios realizados a partir de la observación en visitas a clase, revisión de documentos metodológicos del departamento, problemas conceptuales metodológicos, informes semestrales y anuales del trabajo metodológico se revelan las insuficiencias por profesores de Matemática Discreta I en el manejo de la habilidad demostrar, lo que incide en la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática en el tema Lógica Matemática. Se evidencia un problema en la comprensión de la lógica matemática que se refleja en el mejor desempeño de los estudiantes que le permita asimilar estos contenidos para que los pueda incorporar en sus conocimientos integrales de la carrera. A partir de estos presupuestos se plantea la necesidad de una propuesta para desarrollar la habilidad demostrar a través de un algoritmo de trabajo que permita la mejor comprensión por parte de estudiantes y profesores de los métodos de demostración en el tema Lógica Matemática.

En consecuencia, se plantea como problema de investigación: ¿Cómo contribuir al desarrollo de la habilidad demostrar en el tema Lógica Matemática en la de Matemática Discreta I en la carrera de Ingeniería de Ciencias Informáticas? Para el presente trabajo se determinó como objetivo general: Proponer un algoritmo de trabajo para el desarrollo de la habilidad demostrar desde el tema Lógica Matemática en la asignatura Matemática Discreta I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas, que permita una mejor comprensión por parte de estudiantes y profesores de los métodos de demostración.

Materiales y métodos

En la investigación se ha utilizado primeramente los métodos de análisis síntesis y revisión documental para, a partir de la sistematización de la literatura relacionada con el tema y la experiencia de los autores en la impartición de asignaturas de la disciplina Matemática en la UCI, diseñar la propuesta de algoritmo para el desarrollo de la habilidad demostrar en el tema Lógica Matemática en la asignatura Matemática Discreta I en la carrera de Ingeniería de Ciencias Informáticas; cuyo resultado es en esencia lo que se muestra en este trabajo.



Se utilizó, además, el pre-experimento, las técnicas de observación y cuestionario (inicial y final) a una muestra de cuatro grupos de clase. El resultado de la observación se recogió a través de un registro de tabulación de errores sobre el algoritmo propuesto durante las clases visitadas; cuyos resultados serán analizados de forma ampliada en un trabajo futuro.

Resultado de la sistematización

El problema relacionado con la formación y el desarrollo de habilidades se ha convertido en uno de los temas cardinales de reflexión en el ámbito educativo. En la práctica escolar y muy a pesar de las exigencias actuales el proceso de enseñanza-aprendizaje posee en gran medida un carácter reproductivo. Son innumerables las causas que determinan la mencionada deficiencia entre éstas se encuentran prioritariamente la insuficiente claridad conceptual en el campo de acción pedagógica y psicológica por parte del docente y la no posesión de herramientas que le permitan desarrollar los niveles de aplicación y creación en sus discípulos.

Álvarez de Zayas (s.f.) considera que la habilidad es un concepto que refleja el modo de relacionarse el sujeto y el objeto, destacando que las habilidades intelectuales son esenciales para el desarrollo del pensamiento y contribuyen a la asimilación del contenido, por lo que resultan básicas para el aprendizaje.

Alfaro-Carvajal et al. (2019) hace un recorrido teórico sobre el significado de la demostración matemática e identifica que en los contextos formales significa garantizar la validez de proposiciones: las pruebas por constatación mediante representaciones gráficas o procedimientos empíricos y las llamadas demostraciones clásicas que son pruebas deductivas formalizadas a las que se refiere este trabajo.

En el contexto de la enseñanza de las Ciencias Informáticas varios autores reconocen las dificultades de los profesores para comprender y comunicar conceptos nuevos y complejos en su disciplina (Ramírez et al., 2012). Asimismo, se realizan propuestas para el desarrollo habilidades en la formación de profesionales de esta rama (Barrera et al., 2011; Estopiñán y Telot, 2017).

Se realizan propuestas desde la Matemática Discreta, pues tiene una naturaleza interdisciplinaria y puede proporcionar una base matemática de razonamiento y demostración (con formas específicas) para cursos de

informática e ingeniería (Ouvrier-Bufferet et al., 2018). Específicamente sobre la enseñanza de los métodos de demostración, otros autores proponen hacerlo a partir de problemas basados en el estado actual de conocimiento que pueden ser resueltos con experimentos computacionales, ideas y conjeturas sobre cómo abordar el problema. Luego, las conjeturas se prueban rigurosamente y se agregan al nivel actual de conocimiento (Sutner, 2005).

También se identifica la introducción de estrategias didácticas mediante un sistema de acciones que transforma el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática Discreta, en correspondencia con las necesidades del contenido matemático y según la significación social y la utilidad práctica para el estudiante universitario (Rodríguez, 2021; Rodríguez et al., 2018). Otros autores aportan una herramienta informática para enseñanza a nivel de pregrado que presenta conceptos muy básicos de matemáticas discretas y muestra cómo mezclar métodos formales y cursos de matemáticas discretas (Jaume y Laurent, 2014).

Entonces, en función de la solución del problema de investigación planteado en la introducción en el contexto de la Universidad de las Ciencias Informáticas, este trabajo se enfoca en la necesidad desde el punto de vista epistémico de la articulación entre el concepto y las operaciones que encierra la habilidad, dada con el enfoque transdisciplinar en la interacción de los procesos lógicos del conocimiento, de los requerimientos psicopedagógicos que interviene en el desarrollo de la habilidad y la propuesta de un algoritmo de trabajo para desarrollar en los estudiantes la habilidad demostrar desde la asignatura Matemática Discreta I, fortaleciendo así la algoritmización, una habilidad fundamental en la formación del ingeniero en ciencias informáticas y también, a través de la integración de las asignaturas del primer año de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas. Como parte de este proceso se estructura a continuación un algoritmo de trabajo, que incluye cómo se aplica y ejemplos de demostración de proposiciones correspondientes a las asignaturas de Matemática I y Álgebra Lineal.

Resultados y discusión

El algoritmo de trabajo para desarrollar la habilidad demostrar en los estudiantes, durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de Matemática Discreta I en el contenido técnicas de demostración se generó a partir de preguntas que debe hacerse el estudiante:

1. ¿Qué debo hacer con el problema a demostrar?
2. ¿Cómo identificar el método de demostración a utilizar?

3. ¿Cómo aplicar el método de demostración seleccionado?
4. ¿Cómo concluir la demostración?

Donde cada paso del algoritmo se describe a continuación.

1. ¿Qué debo hacer con el problema a demostrar?

Paso 1: Analizar el planteamiento del problema, modelar utilizando la lógica proposicional determinando las premisas y conclusiones, obteniendo la proposición $P \Rightarrow Q$ (si P entonces Q) donde P son las premisa y Q son las conclusiones.

2. ¿Cómo identificar el método de demostración a utilizar?

Paso 2: Identificar el método a utilizar en la demostración teniendo en cuenta la complejidad de la composición de las premisas y conclusiones.

- Método directo: cuando las premisas son más simples que las conclusiones se sugieren que se utilice este método.
- Método indirecto: cuando las premisas son más complejas que las conclusiones se sugieren que se hagan transformaciones a través de equivalencias de la lógica proposicional que son las que generan el método de reducción al absurdo y el método de contrarrecíproco.
- Método de inducción matemática: La inducción matemática es un caso especial, donde se va de lo particular a lo general y, no obstante, se obtiene una conclusión necesaria. Típicamente, el razonamiento inductivo se contrapone al razonamiento deductivo, que va de lo general a lo particular y sus conclusiones son necesarias. La inducción matemática es un método de demostración muy útil empleado corrientemente en la Matemática.

Otros métodos de demostración teniendo en cuenta las equivalencias lógicas.

- Pruebas por casos: solo hay que tener en cuenta la veracidad de dos implicaciones para obtener la veracidad de la proposición.

$$P \vee R \Rightarrow Q \cong [P \Rightarrow Q] \wedge [R \Rightarrow Q]$$

- Bicondicional: en este caso al igual que el método anterior hay que tener en cuenta la veracidad de conjunción de dos implicaciones.

$$P \Leftrightarrow Q \cong [P \Rightarrow Q] \wedge [Q \Rightarrow P]$$

- Demostración por refutación o contraejemplo: supongamos que queremos demostrar que una proposición P es falsa. La manera de hacerlo es demostrando que: P es verdadera, y esto lo podemos hacer, en teoría, mediante una demostración directa, por contrarrecíproco o por reducción al absurdo. Ahora supongamos que queremos demostrar que una proposición condicional $P \Rightarrow Q$ es falsa. Como $P \Rightarrow Q$ es falsa únicamente cuando P es verdadera y Q falsa, debemos hallar un ejemplo en el cual P es verdadera y Q falsa. La existencia de tal ejemplo demuestra que es falsa.

En este paso a medida que el estudiante resuelva demostraciones logrará la habilidad de identificar con mayor precisión el método a utilizar en la demostración.

3. ¿Cómo aplicar el método de demostración seleccionado?

Paso 3:

- Método directo: partiendo de las premisas y llegando a las conclusiones a través de definiciones, teoremas, colorarios, axiomas, operaciones matemáticas y otras proposiciones demostradas con anterioridad.
- Método indirecto:
 - ❖ Reducción al absurdo: $\neg[P \Rightarrow Q] \Rightarrow C \wedge \neg C$
 - ❖ Contrarrecíproco: $\neg Q \Rightarrow \neg P$

Permitiendo obtener una nueva premisa y una nueva conclusión y aplicando el método directo como método fundamental de demostración el cual forma parte de todos los métodos de demostración.

- Método de inducción matemática:
 - ❖ Planteamiento del problema
 - ❖ Modelar el problema para aplicar método
 - ❖ Paso Base: Se cumpla para una n pequeña la proposición
 - ❖ Paso Inductivo
 - ❖ Hipótesis: Se cumpla para un $n=k$ la proposición $P(k)$



- ❖ Tesis: Demostrar que también se cumple para $n=k+1$ la proposición $P(k+1)$. Es decir, demostrar la proposición $P(k) \Rightarrow P(k+1)$. Esto concluye que $P(n)$ es cierta. Esta proposición se demuestra utilizando los métodos de demostración directos e indirectos de acuerdo a la composición de la proposición

4. ¿Cómo concluir la demostración?

Se concluye la demostración analizando la veracidad de la demostración e identificando cual fue el método de demostración más apropiado.

Mediante la utilización del algoritmo de trabajo para desarrollar la habilidad demostrar se pone de manifiesto la integración de la asignatura Matemática Discreta I con las asignaturas Algebra Lineal, Matemática I, Matemática II y Matemáticas Discreta II de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. A continuación, se ponen ejemplos de aplicación del algoritmo con algunas de estas asignaturas por cuestiones de espacio.

Aplicación del algoritmo para desarrollar la habilidad demostrar relacionada con la asignatura Matemática I mediante la siguiente proposición a demostrar:

Dadas las funciones $f(x) = \frac{1}{\cos^2 x} - 1$ y $g(x) = x^2$. Demuestre que cuando $x \rightarrow 0$. f y g son funciones equivalentes

Paso 1: Llevar al lenguaje de la lógica proposicional sacando las premisas y las conclusiones.

P: $f(x) = \frac{1}{\cos^2 x} - 1$ y $g(x) = x^2$ funciones Q: funciones equivalentes cuando $x \rightarrow 0$.

$P \Rightarrow Q$ es la proposición que debemos demostrar.

Paso 2: Seleccionamos el método directo teniendo en cuenta la composición de las premisas y conclusiones.

Paso 3: Demostración (directa): Ya se conoce, como teorema estudiado en la asignatura de Matemática que: si

$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = 1$ entonces f y g son funciones equivalentes para $x \rightarrow a$.



Utilizando el teorema anterior calculamos $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x)}{g(x)} = ?$ De acuerdo al resultado podemos decir si son equivalentes o no.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x)}{g(x)} &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\frac{1}{\cos^2 x} - 1}{x^2} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos^2 x}{\cos^2 x \cdot x^2} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x \cdot x^2} \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 x}{x^2 \cdot \cos^2 x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 x}{x^2} * \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{\cos^2 x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} * \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} * \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{\cos^2 x} \end{aligned}$$

Tenemos como axioma de Matemática, al estar expuesto de esta manera en las tablas de equivalencia de la asignatura que $\sin(x)$ y x son equivalentes cuando $x \rightarrow 0$. Por tanto

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} * \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} * \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{\cos^2 x} = 1 * 1 * 1 = 1$$

Paso 4: Como $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\frac{1}{\cos^2 x} - 1}{x^2} = 1$ entonces se cumple que f y g son funciones equivalentes cuando $x \rightarrow 0$.

Ejemplo relacionado con Algebra lineal:

Proposición a demostrar: Si P_{AB} es la matriz de cambio de base de la base A a la base B y P_{BA} de la base B a la base A, entonces $P_{AB} = P_{BA}^{-1}$.

Paso 1: Modelando a través de lógica proposicional sacando premisa y conclusiones.

P: P_{AB} es la matriz de cambio de base de la base A a la base B y P_{BA} de la base B a la base A.

Q: $P_{AB} = P_{BA}^{-1}$.

Paso 2: Identificando el método directo de demostración para a partir de las premisas llegar a las conclusiones.

Paso 3: Demostración: Como P_{AB} es la matriz de cambio de base de la base A a la base B entonces se cumple la siguiente relación entre los vectores coordenados.



$$X_A = P_{AB} X_B \quad (1)$$

Multiplicando P_{AB}^{-1} por la izquierda en la ecuación 1 quedando de la siguiente forma:

$$P_{AB}^{-1} X_A = P_{AB}^{-1} P_{AB} X_B$$

$$P_{AB}^{-1} X_A = I X_B$$

$$P_{AB}^{-1} X_A = X_B$$

$$X_B = P_{AB}^{-1} X_A$$

Paso 4: Como la matriz de cambio de base de B a A tiene la siguiente relación $X_B = P_{BA} X_A$ por lo que se puede concluir que $P_{BA} = P_{AB}^{-1}$.

Finalmente, se recomienda en la aplicación del algoritmo de trabajo para desarrollar la habilidad demostrar en los estudiantes que se debe tener en cuenta las cinco etapas por las que atraviesa el desarrollo de habilidades, aunque con cierta flexibilidad en su aplicación, según su complejidad y características de los estudiantes.

Etapas:

Etapas 1: Exploración, diagnóstico y motivación para el desarrollo de la demostración.

Etapas 2: Información y exposición por el profesor de todas las operaciones para la aplicación del algoritmo para el desarrollo de demostraciones utilizando diferentes métodos.

Etapas 3: Ejercitación por los alumnos de las operaciones para la aplicación del algoritmo para el desarrollo de demostraciones en ejercicios sencillos bajo el control del profesor.

Etapas 4: Sistematización por los alumnos de las operaciones para la aplicación del algoritmo para el desarrollo de demostraciones.

Etapas 5: Aplicación del sistema de operaciones para la demostración en nuevas situaciones de aprendizaje.

La propuesta que se realiza incluye elementos importantes fundamentados en investigaciones previas tales como: la contextualización del contenido a la carrera para lograr mayor significatividad, la intra e interdisciplinariedad a través de la propuesta de ejercicios relacionados con otras asignaturas y la algoritmización como contribución al desarrollo de habilidades profesionales.



Conclusiones

La formación y el desarrollo de habilidades profesionales se ha convertido en uno de los temas cardinales de reflexión en el ámbito de la Educación Superior. Se reconoce que el proceso de enseñanza aprendizaje de la habilidad demostrar en las asignaturas de la disciplina Matemática constituyen una problemática compleja para profesores y estudiantes. A pesar de ello, es escasa la literatura relacionada con el tema.

El algoritmo de trabajo propuesto para el desarrollo de la habilidad demostrar en la asignatura Matemática Discreta I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas permite relacionar el tema de técnicas de demostración con los demás temas de la misma asignatura y con otras asignaturas del primer año. También influye en el desarrollo del pensamiento lógico en estudiantes y profesores enriqueciendo el proceso de enseñanza aprendizaje y contribuye al desarrollo de la habilidad algoritmizar, fundamental para el desarrollo de aplicaciones de software.

Referencias

- Alfaro-Carvajal, C., Flores-Martínez, P., & Valverde-Soto, G. (2019). La demostración matemática: significado, tipos, funciones atribuidas y relevancia en el conocimiento profesional de los profesores de matemáticas. *Uniciencia*, 33(2), 55–75. <https://doi.org/10.15359/ru.33-2.5>
- Álvarez Aguilar, N. (2007). *La formación y desarrollo de habilidades como problema psicopedagogo*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Álvarez de Zayas, C.M. (1995). *Una escuela para la excelencia*. Centro de Estudios de Educacion Superior. Universidad de Oriente.
- Álvarez de Zayas, R.M. (s.f.). *El desarrollo de habilidades en la enseñanza de la Historia*. Material digitalizado. ISP "Enrique José Varona". Ciudad de La Habana
- Barrera, R., Cabrera, J. S., & Pérez, H. M. (2011). Tendencias actuales en el proceso de formación y desarrollo de habilidades ingeniería informática. *Revista Mendive*, 9(35 (abril-junio)), 1–7. <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/455/453>
- Craig, T.S. (2017). The uneasy role of proof in teaching engineering mathematics. Proceedings of the Fourth Biennial Conference of the South African Society for Engineering Education Cape Town 14-15



June, 52-59. <https://bit.ly/3kCmWVn>

- Estopiñán, M., y Telot, J. (2017). Contribución de la matemática discreta a la formación del ingeniero informático. *Revista Científico Pedagógica*, 3(39), 18–30. <http://atenas.umcc.cu/index.php/atenas/article/view/308/569>
- Hemmi, K., y Löfwall, C. (2010). Why do we need proof. Proceedings of CERME 6, January 28th-February 1st 2009, Lyon France. 201-210. www.inrp.fr/editions/cerme6
- Jaume, M., & Laurent, T. (2014). Teaching formal methods and discrete mathematics. *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science, EPTCS*, 149, 30–43. <https://doi.org/10.4204/EPTCS.149.4>
- Ouvrier-Bufferet, C., Meyer, A., & Modeste, S. (2018). Discrete mathematics at university level. Interfacing mathematics, computer science and arithmetic. *Indrum 2018*, 255–264. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01849537/>
- Ramírez, J. L., Juárez, M., & Remesal, A. (2012). Activity Theory and e-Course Design: An Experience in Discrete Mathematics for Computer Science. “*Mathematical e-Learning*” [Online Dossier]. *Universities and Knowledge Society Journal (RUSC)*, 9(1), 320–339. <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-ramirez-juarez-remesal/v9n1-ramirez-juarez-remesal-eng>
- Rodríguez, A. (2021). Estrategia didáctica para el Proceso Enseñanza-Aprendizaje contextualizado de matemáticas discretas en Tecnologías de la Información. *Serie Científica de La Universidad de Las Ciencias Informáticas*, 14(1), 69–83. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/729>
- Rodriguez, A., Rivero, A. M., Vinicio, L., & Pino, J. C. (2018). Didactic Strategy for the Teaching-Learning Process of Discrete Mathematics as Foundations in Computational Intelligence. *Journal of Science and Research*, 3, 15–20. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/400/289>
- Sutner, K. (2005). CDM: Teaching Discrete Mathematics to Computer Science Majors. *ACM Journal on Educational Resources in Computing*, 5(2), 1–11. <https://doi.org/10.1145/1141904.1141908>