



Revista Electrónica Educare

ISSN: 1409-4258

ISSN: 1409-4258

Universidad Nacional. CIDE

Vílchez-Quesada, Enrique

Estudio de caso: Estrategia de enseñanza y aprendizaje asistida por computadora para un curso de matemática discreta a través del uso del paquete *ViCretas* en el software *Wolfram Mathematica*

Revista Electrónica Educare, vol. 23, núm. 2, 2019, Mayo-Agosto, pp. 242-266

Universidad Nacional. CIDE

DOI: <https://doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194160170013>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

UAEH [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

[Cierre de edición el 01 de Mayo del 2019]

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

Estudio de caso: Estrategia de enseñanza y aprendizaje asistida por computadora para un curso de matemática discreta a través del uso del paquete *VilCretas* en el software *Wolfram Mathematica*

Case Study: Teaching and Computer-Assisted Learning Strategy for a Discrete Mathematics Course through the Use of the VilCretas Package in the Wolfram Mathematica Software

Estudo de caso: Estratégia de ensino e aprendizagem assistida por computador para um curso de matemática discreta através do uso do pacote VilCretas no software Wolfram Mathematica



Enrique Vilchez-Quesada
Universidad Nacional
Escuela de Informática
Heredia, Costa Rica

 enrique.vilchez.quesada@una.cr
<http://orcid.org/0000-0002-2571-5729>

Recibido • Received • Recebido: 27 / 07 / 2017

Corregido • Revised • Revisado: 30 / 10 / 2018

Aceptado • Accepted • Aprovado: 14/ 03 / 2019

Resumen: La presente investigación expone los resultados obtenidos en un estudio de caso descriptivo realizado sobre dos grupos experimentales de un curso de matemática discreta en la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), donde se implementó una estrategia de enseñanza y aprendizaje asistida por computadora, basada en el uso de un paquete de software creado por el autor, denominado: *VilCretas*, cuya plataforma de uso la provee el programa comercial *Wolfram Mathematica*. La metodología empleada en esta investigación fue de naturaleza mixta, combina una observación participante durante el primer ciclo lectivo 2017, con la aplicación de un cuestionario al finalizar la experiencia. El estudio se centró en determinar el nivel de satisfacción mostrado en la población estudiantil, en cuanto a las actividades de aprendizaje desarrolladas y la identificación de fortalezas y debilidades de uso del paquete *VilCretas* como un recurso didáctico para apoyar la docencia en el campo de la matemática finita. El análisis de resultados se establece a partir de un instrumento conformado por una escala *Likert*, donde se estima la media aritmética de los valores cuya representación corresponden a las respuestas por individuo, además, se aplicó una prueba de hipótesis *t* de *Student* para comparar el rendimiento académico mostrado por los grupos experimentales y un grupo control. El estudio comparte una serie de evidencias respecto a las características positivas que posee el paquete *VilCretas* desde una perspectiva didáctica y de manera vinculante el aporte brindado por las actividades de tipo laboratorio que se utilizaron con el grupo de estudiantes participantes, para producir mejores aprendizajes.

Palabras claves: Aprendizaje; enseñanza; matemática discreta; paquete de software *VilCretas*; percepción.



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

Abstract: This research paper presents the results obtained in a descriptive case study carried out on two experimental groups of a course of discrete mathematics at the National University of Costa Rica (UNA). At the UNA, a computer-assisted teaching and learning strategy was implemented based on the use of a software package created by the author, named VilCretas; its platform of use is provided by Wolfram Mathematica, a commercial program. The methodology used in this research was mixed in nature, combining a participant observation, during the first half of the year 2017, with the application of a questionnaire at the end of the experience. The study focused on determining the level of satisfaction shown in the student population in terms of learning activities developed, and the identification of strengths and weaknesses in the use of the VilCretas package as a didactic resource to support teaching in the field of finite mathematics. The analysis of results was established from an instrument conformed by a Likert scale, where the arithmetic mean of the values, whose representation corresponds to the answers per individual, is estimated. In addition, a test of Student's hypothesis t was applied to compare the academic performance shown by the experimental groups and a control group. The study shares a series of evidence of the positive characteristics that the VilCretas package has under a didactic perspective and, in a binding way, the contribution provided by the laboratory-type activities that were used with the participating students, to produce better learning.

Keywords: discrete mathematics; learning; perception; VilCretas software package; teaching.

Resumo: Esta pesquisa expõe os resultados obtidos em um estudo de caso descritivo realizado em dois grupos experimentais de um curso de matemática discreto na Universidade Nacional da Costa Rica (UNA), onde foi implementada uma estratégia de ensino e aprendizagem assistida por computador, com base no uso de um pacote de software criado pelo autor, chamado VilCretas, cuja plataforma de uso é fornecida pelo programa comercial Wolfram Mathematica. A metodologia utilizada nesta investigação foi de natureza mista, combinando uma observação participante durante o primeiro ano letivo de 2017, com a aplicação de um questionário no final da experiência. O estudo centrou-se na determinação do nível de satisfação demonstrado na população estudantil, em termos das atividades de aprendizagem desenvolvidas, e na identificação dos pontos fortes e fracos na utilização do pacote VilCretas como um recurso didático de apoio ao ensino no domínio da matemática finita. A análise dos resultados é estabelecida a partir de um instrumento constituído por uma escala de Likert, onde é estimada a média aritmética dos valores cuja representação corresponde às respostas por indivíduo. Além disso, foi aplicado um teste de hipótese t de Student para comparar o desempenho acadêmico apresentado pelos grupos experimentais e um grupo controle. O estudo compartilha uma série de evidências sobre as características positivas do pacote VilCretas a partir de uma perspectiva didática e de forma vinculante a contribuição oferecida pelas atividades do tipo laboratório, que foram utilizadas com o grupo de estudantes participantes, para produzir uma melhor aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizagem; ensino; matemática discreta; pacote de software VilCretas; percepção.

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>URL: <http://www.una.ac.cr/educare>CORREO: educare@una.cr

Introducción

En el contexto de la cátedra del curso *EIF-203 Estructuras Discretas para Informática*, materia que forma parte del plan de estudios de la carrera *Ingeniería en Sistemas de Información* de la Universidad Nacional de Costa Rica, se inició el desarrollo de un proyecto de investigación en docencia denominado: “*VilCretas* un recurso didáctico a través del uso del software *Mathematica* para el curso *EIF-203*”, código SIA: 0080-15. El proyecto tuvo como principales objetivos: diseñar un paquete de software dirigido al programa *Wolfram Mathematica* que sirve como recurso didáctico para ejercer la docencia en cursos de matemática discreta, y analizar las fortalezas y debilidades de una estrategia asistida por computadora implementada mediante el uso de dicho paquete, con la intención de valorar su efectividad didáctica.

El paquete de software llamado *VilCretas* fue elaborado por el autor del presente artículo durante el año 2016, siguiendo una metodología que responde a un paradigma de programación funcional. Lo anterior obedeció a las características intrínsecas del lenguaje simbólico que provee el software *Wolfram Mathematica*. En palabras de su autor: “*Mathematica* utiliza su arquitectura única para automatizar todos los aspectos relacionados con visualización, análisis, detección y renderizado” (Wolfram reinvents *Mathematica*, 2007, p. 17). En *VilCretas* se integraron doscientos treinta funciones orientadas al trabajo didáctico en el contexto de los contenidos del curso *EIF-203* y cualquier otra materia con propiedades similares. El ciclo de desarrollo de cada uno de los comandos abarcó: su diseño, programación, integración al paquete, implementación y pruebas. *VilCretas* se centra en las áreas de contenido de la materia *EIF-203* (Vílchez, 2013): “recursividad, relaciones de recurrencia, análisis de algoritmos, relaciones binarias, teoría de grafos, teoría de árboles, máquinas y autómatas de estado finito ... y lenguajes y gramáticas” (p. 7269).

La presente investigación parte de un problema inmerso en la cátedra del curso *EIF-203* donde, desde hace varios años, se han venido impulsado distintos esfuerzos de innovación educativa (Vílchez, 2014; Vílchez y González, 2014; Vílchez, 2016) sin haber alcanzado un adecuado equilibrio entre la necesaria rigurosidad que implica un curso de matemática discreta y la transformación de las prácticas educativas en pro de una mayor comprensión conceptual y procedimental. La realidad circunscrita fue el reconocimiento de un abuso en las metodologías de enseñanza tradicionales justificado por la excesiva cantidad de contenidos que demanda este tipo de materias. A la luz de esta problemática, se hizo latente la necesidad del desarrollo de una herramienta de software de fácil uso, sin perder las potencialidades de cálculo, programación y visualización de la aplicación *Wolfram Mathematica*, evidenciadas por Vílchez y González (2014). Además de ello, dado el éxito alcanzado en otro estudio con características similares en el campo del álgebra lineal (Vílchez, 2015), se tomó la decisión de encausar la presente propuesta de investigación en un marco de acción análogo.



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

Ante este panorama y el reconocimiento del uso de la tecnología educativa como un mecanismo de mediación pedagógica, se formuló a principios del año 2017 un planeamiento didáctico permeado por una estrategia de enseñanza y aprendizaje asistida por computadora, basada en el diseño de una serie de actividades tipo laboratorio con el paquete *VilCretas*. El presente estudio comparte los resultados obtenidos de esta experiencia de implementación, donde destaca el impacto positivo y negativo en términos de percepción de una población estudiantil participante conformada por cuarenta y seis estudiantes, en lo que respecta a las actividades propuestas, las fortalezas y debilidades del recurso didáctico *VilCretas* y la documentación creada para el empleo del paquete. Se recurrió a escritorios virtuales con videos embebidos a través de una herramienta Web 2.0 denominada *Symbaloo*. La investigación tuvo como principal propósito identificar la efectividad didáctica del uso del paquete *VilCretas* para impartir un curso de matemática discreta.

Marco teórico

Dificultades inmersas en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática

Los modelos educativos actuales develan en su estructura, en muchos países del mundo, la secuela de un sistema económico industrializado que proveía con anhelo la idea de educar desde un esquema de repetición constante (Robinson, 2015). Ciertamente, la educación matemática no ha escapado de esta realidad, donde, con frecuencia, en las instituciones de enseñanza y aprendizaje, la repetición pura de símbolos como las tablas de multiplicar, las operaciones aritméticas y la ejecución de algoritmos al resolver ejercicios, muchas veces cobra un fin en sí misma. Esta perspectiva, relacionada con teorías psicológicas del aprendizaje basadas en el estímulo y la respuesta, como proponen Resnick y Ford (1990), supone la tarea de la enseñanza como un medio para dotar los recursos y hábitos necesarios en el alumnado, con la intención de que pueda resolver problemas y efectuar cálculos de manera exitosa.

Las prácticas educativas de naturaleza tradicional confunden el aprendizaje de los conocimientos matemáticos con las credenciales académicas que otorgan al alumnado una condición de aprobado o reprobado. Un buen sujeto estudiante presta atención, realiza con estricta escolaridad sus tareas y, en general, da un cumplimiento cabal a las instrucciones del docente, tal y como lo expone Cantoral (2016):

Se supone, en esta visión, que el aprendizaje de los alumnos depende exclusivamente de la atención que presten en su clase y del seguimiento que hagan de la exposición del profesor, del dominio que éste tenga tanto al nivel del arte en su enseñanza, como al de su maestría en el tema. (p. 78)

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

Conocimientos matemáticos adquiridos con este enfoque se olvidan con mayor rapidez, al no tener ninguna vinculación con las experiencias previas o los intereses cognitivos de sus aprendices. Una educación matemática de calidad, por consiguiente, no puede ignorar el desarrollo de competencias más sublimes, amparadas en el fortalecimiento del pensamiento lógico y su quehacer simbólico, la relación intrínseca entre el contenido matemático y la interpretación precisa de la realidad y, por supuesto, la capacidad en la detección y resolución de problemas hacia la toma de decisiones. En este contexto, como lo apunta [Artigue \(2013\)](#), hoy por hoy, la matemática educativa presenta un importante desafío: “avanzar hacia prácticas de enseñanza más eficaces y estimulantes y de la producción de recursos adaptados a estos cambios” (p. 54). La presente investigación asume este importante reto en un área de conocimiento específica como lo es la matemática discreta, al integrar el uso pedagógico de un paquete de software (*VilCretas*) que proporciona interesantes oportunidades de transformación en la acción didáctica.

La complejidad en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática tiene, además, una estrecha relación con las creencias que suscriben sus principales actores: docentes y estudiantes. Se ha creado alrededor de esta disciplina connotaciones aceptadas socialmente. Quien demuestra habilidades hacia la matemática se etiqueta como una persona inteligente puesto que la materia es catalogada casi de manera automática como un área de conocimiento de difícil comprensión. No hay, en general, socialmente una visión positiva hacia el estudio de la matemática. [Gamboa y Moreira \(2017\)](#) así lo evidencian:

Tanto estudiantes como docentes concuerdan en señalar que la enseñanza de las matemáticas se caracteriza por ser mecanicista. Los primeros indican que los profesores siguen una metodología tradicional caracterizada por explicaciones teóricas, ejemplos y ejercicios, enfatizando en procedimientos y reglas; y los segundos indican que los alumnos son quienes, cada vez más, demandan una enseñanza más algorítmica, tipo receta, en la que la comprensión, el razonamiento y el aprendizaje no son la prioridad. (p. 37)

Pese a la divergencia de posiciones frente a esta problemática, la crisis del aprendizaje hacia la matemática debe ser enfrentada desde varias vertientes curriculares y una de ellas con protagónico rol, la constituye la enseñanza. Enseñar matemática refiere “a todos aquellos procesos de transferencia, transmisión, reconstrucción del conocimiento y métodos matemáticos” ([Ruiz, Chavarría y Mora, 2003, p. 184](#)). La clave reside en proveer espacios de aprendizaje donde se dosifique una matemática para todas las personas, que brinde igualdad de oportunidades y vínculos socio afectivos, producto de una valoración hacia el error y la generación de ideas que fomenten la creatividad personal y colectiva. [Gerver \(2013\)](#) concibe los procesos educativos como un “viaje de descubrimiento” (p. 93) estimulados hacia la imaginación por una curiosidad incesante. En la enseñanza de la matemática, lo anterior ha dado cabida a ambientes educativos de naturaleza experimental, gobernados por un pensamiento heurístico, en el marco de la incertidumbre ocasionada por un aprendizaje fundamentado en una participación dinámica.



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

La matemática discreta, en particular, presenta, con bastante frecuencia, el contraste entre lo que el personal docente asume como conocimientos previos del alumnado y la situación real del estudiantado acostumbrado, en la mayoría de los casos, a evitar la lógica y el formalismo. Naturalmente, la dicotomía ocasiona serias dificultades de aprendizaje y escenarios educativos donde se destilan los contenidos académicos abatiendo con facilidad las oportunidades de éxito. [Ramírez, Juárez y Remesal \(2012\)](#), señalan, en este sentido:

Hoy en día, se espera que los estudiantes tengan capacidad para leer y escribir especificaciones formales en su práctica profesional (Boca, Bowen y Duche, 2006). Sin embargo, aunque muchos de ellos se familiarizan por primera vez con las matemáticas formalizadas o semiformalizadas en los cursos de Matemática discreta (MD), sus profesores esperan que posean un dominio suficiente de LPO [lógica de primer orden]. De ahí que los estudiantes tengan dificultades para entender y comunicar conceptos nuevos y complejos. (p. 132)

La transición hacia un aprendizaje de la matemática finita más justo y equitativo demanda acciones educativas que faciliten puentes cognitivos entre la abstracción y una mejora de la comprensión conceptual, y su aplicación en la resolución de ejercicios y problemas contextualizados. En este punto, el uso de la tecnología educativa puede contribuir favorablemente en la consecución de enfoques de enseñanza más participativos y de naturaleza constructiva por descubrimiento ([García, 2014](#)). El presente trabajo parte de esta premisa, donde el desarrollo del paquete *VilCretas* responde a la búsqueda de nuevos planteamientos pedagógicos en el área de la matemática discreta.

Tecnología educativa en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática

La tecnología educativa (TE) supone el uso y aplicación de los medios tecnológicos en el campo educativo, con la principal intención de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. De acuerdo con [Cabero \(2007\)](#), se conceptualiza como: “el modo sistemático de concebir, aplicar y evaluar el conjunto de procesos de enseñanza y aprendizaje teniendo en cuenta a la vez los recursos técnicos y humanos y las interacciones entre ellos, como forma de obtener una más efectiva educación” (p. 22). Desde este punto de partida, la TE está bien integrada dentro de un sistema educativo, cuando provee un entorno de mediación pedagógica concordante con los fines didácticos que se persiguen; estos últimos cobran un rol que subordina cualquier empleo de tecnología con un fin en sí misma.

En el campo de la educación matemática, la influencia del consumo de la tecnología en nuestras sociedades actuales ha tomado una fuerte repercusión en el ámbito de la generación de experiencias de aula, proyectos institucionales y planes de estudios del futuro personal

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

formador (Artigue, 2011). Concretamente a nivel de su enseñanza, se erige el reto sustancial de favorecer un aprendizaje más participativo en correlación con el desarrollo de habilidades y competencias que atiendan las necesidades de una economía dinámica, donde los individuos sean capaces de recolectar información clave en el vasto abismo de las tecnologías digitales, interpretar sus consecuencias y ajustar sus análisis hacia la resolución de problemas. Santos (2016), refuerza estas ideas:

Hoy en día es muy común leer que empresas internacionales en distintos ramos contratan a su personal a partir de interrogarlos sobre cómo formularían una pregunta relacionada con el área de la empresa y sobre las posibles formas de responderla. Es decir, les interesa conocer las formas de pensar que exhiban los individuos y las decisiones que tomen en los procesos de representar y explorar diversos problemas. (pp. 335-336)

La TE en la enseñanza de la matemática se vislumbra, desde esta perspectiva, como un recurso sistemático de nuevas oportunidades de aprendizaje, amparado en un aumento de la motivación estudiantil, creación de objetos de visualización/manipulación con implicaciones de mejora conceptual y algorítmica, incubación de contextos donde el alumnado construya conexiones entre el contenido matemático y sus formas de aplicación ante problemas reales y, en general, dotando al proceso educativo de una mayor riqueza experimental (Molina-Mora, 2015). Tales facultades ofrecen una tentadora invitación, sin embargo, ¿por qué el impacto de la TE en las prácticas docentes suele manifestar resistencias ante la integración tecnológica? Etcheverry, Evangelista, Reid y Torroba (2005) argumentan:

Al trabajar en un ambiente informático tenemos que estar dispuestos a lidiar con situaciones imprevisibles, enfrentando distintos tipos de riesgos: pérdida de control, pérdida de autonomía y obsolescencia; que aparecen principalmente cuando ocurren problemas técnicos, cuando los alumnos eligen hacer cosas diferentes a las planificadas por el profesor ya sea usando la ayuda, diferentes softwares y descubriendo nuevas cosas que el profesor no puede imaginar que sean posibles. (p. 30)

Renunciar al control en una cultura educativa inmersa aún en la memorización, transmisión y repetición de contenido da cuenta de las dificultades implícitas en la incorporación de la tecnología con fines educativos. Otro aspecto esencial, lo confiere la imposibilidad de transferir a configuraciones educativas genéricas, experiencias didácticas basadas en la utilización de software, redes u otros medios digitales. Cabero (2007) lo justifica, dado que los productos de este tipo de innovaciones formativas pueden no ser tan exitosos en circunstancias pedagógicas distintas. De allí la necesidad de adaptar los recursos tecnológicos vacantes con un claro diseño pedagógico que oriente la dupla enseñanza-aprendizaje.



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

Esta investigación reconoce la importancia de consolidar el desarrollo de TE con fines específicos y ante necesidades en ambientes definidos como lo es la cátedra del curso *EIF-203*. El paquete *VilCretas*, a este respecto, se clasifica de acuerdo con Couturejuzón (2003) como un software interactivo, que admite en su arquitectura la importancia de la visualización y manipulación en la enseñanza de la matemática, a través de la transformación de contenidos, su interpretación, análisis y formas múltiples de representación (Vílchez, 2017a).

Wolfram Mathematica

Wolfram Mathematica es un software comercial desarrollado por la empresa *Wolfram Research*. Su autor es el reconocido físico de partículas el doctor *Stephen Wolfram*, quien construyó su primera versión en el año de 1988 y a la fecha ha generado, junto a su grupo de investigación, una revolución científica en el campo de las ciencias de la computación a través de la implementación exitosa de distintos proyectos de innovación tecnológica (Wolfram, 2018).

Una de las características más importantes de este software reside en sus posibilidades de expansión mediante el uso de su propio lenguaje de programación denominado: *Wolfram Language*. Este lenguaje permite a todo su público usuario añadir al sistema nuevas funciones o comandos para trabajar en áreas de estudio específicas. La presente investigación se ha basado en el desarrollo de un paquete de software creado en este lenguaje para un campo educativo muy particular, como lo es la matemática discreta.

Metodología del estudio

El presente estudio tiene como objetivo determinar la efectividad didáctica del paquete *VilCretas* circunscrito en un proceso de validación de público usuario, estructurado a través de un estudio de caso de naturaleza descriptivo, mediante el uso de dos grupos experimentales y un grupo control. Además, por medio de una observación participante, se logró triangular la información sobre las ventajas, desventajas y nivel de satisfacción de la población estudiantil, en relación con el uso del paquete *VilCretas*. Las observaciones participantes fueron documentadas a través del empleo de minutas con anotaciones descriptivas sobre el comportamiento del alumnado y su correspondiente interpretación.

La experiencia de enseñanza y aprendizaje con los grupos experimentales se gestó durante el I semestre del año 2017, caracterizada por un proceso sistemático subdividido de acuerdo con los ejes de contenido del curso *EIF-203* y en dependencia con un minucioso planeamiento didáctico asistido por computadora. Al finalizar el período lectivo, se aplicó un cuestionario a la muestra de estudiantes participantes, empleando el software *SPSS* en la etapa posterior de tabulación de información.

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>URL: <http://www.una.ac.cr/educare>CORREO: educare@una.cr

La combinación del enfoque cualitativo y cuantitativo proporcionó una adecuada comparación de resultados con la finalidad de detectar verazmente el nivel de satisfacción mostrado por el alumnado en cada una de las actividades de aprendizaje basadas en la utilización del paquete *VilCretas*.

Población participante y recogida de datos

Los grupos experimentales conformaron un total de cuarenta y seis estudiantes a los cuáles se les impartió el curso *EIF-203* mediante un planeamiento didáctico basado en el empleo de lecciones tipo laboratorio. El criterio de selección de los grupos experimentales se basó en el azar, siendo asignados al autor de este trabajo de manera aleatoria. Se crearon ocho lecciones con estas características, una por cada uno de los ejes temáticos principales de esta materia. En el laboratorio de informática se le brindó al alumnado un tiempo promedio de dos horas para resolver las distintas situaciones problemáticas empleando como base el paquete *VilCretas*.

Todos los procedimientos, análisis, respuestas y archivos necesarios en la toma de decisiones e interpretación de resultados se entregaron por parte del estudiantado utilizando el aula virtual institucional de la Universidad Nacional de Costa Rica. Las actividades fueron presenciales (como ya se mencionó) y sus productos se suministraron en el aula virtual con la intención de dejar un registro digital sobre las huellas de aprendizaje trazadas en los ocho laboratorios implementados durante el I semestre del año 2017. Cabe destacar que el autor de esta propuesta asumió un rol de observador participante construyendo minutas descriptivas sobre las actitudes y comportamientos detectados.

La muestra de estudiantes se caracterizó por treinta y cinco de género masculino y once de género femenino, 60.9% en un rango de edad entre los 17 y 19 años y 39.1% en un rango entre los 20 y 23 años. Cinco estudiantes habían matriculado en el I semestre 2017 más de 18 créditos, treinta y cinco alumnos entre 12 y 18 créditos (lo cual constituye tiempo completo en la UNA) y seis estudiantes de 6 a 11 créditos. Treinta cinco llevaban el curso *EIF-203* por primera vez, diez entre 2 y 3 veces y, uno entre 4 y 5 veces. Finalmente, 80.4% indicaron llevar por primera vez un curso asistido por computadora, siendo la mayoría, alumnado neófito en cuanto al uso de este tipo de metodología.

Al finalizar el período lectivo, se pasó un cuestionario a esta muestra estudiantil, caracterizado por tres dimensiones: la efectividad de las actividades de enseñanza y aprendizaje asistidas por computadora (los laboratorios), la calidad del paquete *VilCretas* para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática discreta y la calidad de las *Webmixes* para el uso del paquete *VilCretas*.

Este último aspecto se fundamentó en rescatar la opinión del alumnado sobre doscientos treinta y un videos creados con la intención de explicar el funcionamiento, comando por comando, del paquete *VilCretas*. Los videos fueron organizados en escritorios virtuales (denominados *Webmixes*) a través de las prestaciones brindadas por la plataforma *Symboloo* (Vilchez, 2017b).



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

El cuestionario en sus tres dimensiones se basó en el empleo de una escala *Likert* con cinco puntuaciones en el rango: 1 muy de acuerdo, 2 de acuerdo, 3 mediamente de acuerdo, 4 en desacuerdo y 5 muy en desacuerdo. Además, se incorporaron cuatro preguntas abiertas codificadas en categorías con el criterio de determinar un mismo patrón de respuesta en al menos treinta y tres participantes.

Fiabilidad y validez del cuestionario

El cuestionario se validó mediante la colaboración de un estadístico de la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional de Costa Rica y la revisión de cinco personas expertas de contenido que forman parte de la cátedra del curso *EIF-203 Estructuras Discretas para Informática*. Los enunciados de las preguntas que usaron una escala tipo *Likert* se fundamentaron en una serie de indicadores definidos en un diferencial semántico aplicado en un proceso de evaluación previo del paquete *VilCretas*, mediante la participación de 20 docentes (Vílchez, 2017c).

El cuestionario fue objeto de un proceso de medición de confiabilidad alfa de *Cronbach*. En la [Tabla 1](#) se muestran los resultados obtenidos por dimensión, recurriendo al uso del software *SPSS*.

Tabla 1: Coeficientes alfa de Cronbach

Dimensión	Valor del coeficiente alfa de Cronbach	Número de ítems
Efectividad de las actividades	0.837	12
Calidad del paquete <i>VilCretas</i>	0.929	18
Calidad de las <i>Webmixes</i>	0.861	11

Nota: Elaboración propia.

Gay, Mills y Airasian (2006) argumentan adecuado un coeficiente alfa de *Cronbach*, si este tiene un valor mayor o igual a 0.8. En correspondencia con estos estudios, concluiríamos una fiabilidad propicia en las tres dimensiones que constituyen el instrumento aplicado a los grupos experimentales del presente estudio.

Resultados y discusión

En este apartado, se compartirán los resultados obtenidos y su interpretación, sobre cada una de las dimensiones del cuestionario aplicado a la muestra estudiantil proveniente de los grupos experimentales. Además, se socializan algunos elementos descriptivos que tomaron como fuente las minutas de las distintas observaciones participantes, que caracterizaron este proceso de investigación. Finalmente, se presenta una prueba de hipótesis generada con el objetivo de comparar el rendimiento académico mostrado en los grupos experimentales versus un grupo control.

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>URL: <http://www.una.ac.cr/educare>CORREO: educare@una.cr

Actividades de enseñanza y aprendizaje asistidas por computadora

Las actividades implementadas en el laboratorio de informática con los grupos experimentales pretendieron propiciar espacios de aprendizaje asistidos por computadora, abriendo un nuevo abanico de posibilidades de exploración, análisis y reforzamiento conceptual-algorítmico, recurriendo al uso del paquete de software *VilCretas*. En la [Tabla 2](#) se muestran los valores porcentuales obtenidos en esta dimensión, para valorar su impacto en los procesos educativos en un curso de matemática discreta.

Tabla 2: Porcentajes escala Likert: Actividades asistidas por computadora

Actividades asistidas por computadora (AAPC)	1. Muy de acuerdo	2. De acuerdo	3. Medianamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5. Muy en desacuerdo
1. Los laboratorios le parecieron útiles.	47.8%	41.3%	10.9%	0%	0%
2. Los laboratorios fueron difíciles.	6.5%	21.8%	58.7%	13%	0%
3. Los laboratorios fueron divertidos.	6.5%	30.4%	50%	8.7%	4.4%
4. Los laboratorios tuvieron instrucciones claras.	23.8%	34.8%	37%	2.2%	2.2%
5. Los laboratorios fueron agradables.	30.4%	45.7%	17.4%	6.5%	0%
6. La organización del tiempo fue la adecuada en la realización de las actividades asistidas por computadora (AAPC).	56.5%	26.1%	17.4%	0%	0%
7. Las AAPC motivaron el estudio hacia la materia.	43.6%	45.7%	8.5%	2.2%	0%
8. Las AAPC fueron formativas en términos de aprendizaje.	58.7%	34.8%	4.3%	2.2%	0%
9. Las AAPC llenaron sus expectativas.	45.7%	32.6%	15.2%	4.3%	2.2%
10. Se tiene en general una percepción positiva de las AAPC.	56.5%	30.5%	6.5%	4.3%	2.2%
11. Le agradó el uso de software para el curso <i>EIF-203</i> .	60.9%	21.7%	13%	2.2%	2.2%
12. Preferiría una metodología no tradicional (con uso de software).	54.3%	26.2%	8.7%	6.5%	4.3%

Nota: Elaboración propia.



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

Al este respecto se rescata como apreciaciones positivas de las AAPC las siguientes: fueron útiles (89.1%), con un nivel de dificultad promedio (71.7%), fueron agradables (76.1%), la organización del tiempo fue la adecuada (82.6%), motivaron el estudio hacia la materia (89.3%), fueron formativas (93.5%), llenaron las expectativas esperadas (78.3%), hay en general una percepción positiva (87%), se sintió agrado en el uso de software (82.6%) y hay complacencia en el empleo de la metodología asistida por computadora (80.5%). En las bitácoras de las observaciones participantes, se logró identificar en muchos de los laboratorios cierta ansiedad en el trabajo de las AAPC, se intuyó por parte de la población estudiantil falta de experiencia en un enfoque basado en la resolución de problemas, por lo que la inseguridad o la angustia se hicieron presentes de manera constante. Mucho alumnado no está formado para enfrentar exitosamente la resolución de problemas, aún en un nivel universitario, por lo que su inmersión debe ser gradual. En las AAPC propuestas a los grupos experimentales, los problemas abordados se caracterizaron por ser relativamente abiertos con varias formas de resolución o interpretación, lo cual no fue del agrado de muchos, tendiendo a catalogar los enunciados o las consignas de trabajo como incompletas o poco claras. Esto evidenció dificultad en la comprensión de los problemas, el plan hacia su resolución y desde luego el análisis posterior retrospectivo sobre los mecanismos de razonamiento empleados. En el laboratorio de informática, el grupo de estudiantes requirió de una ayuda constante por la parte docente para identificar los aspectos más relevantes en las situaciones problema. Posterior a ello, cada subgrupo de trabajo logró tener, poco a poco, una mayor independencia en el planteo de hipótesis, establecimiento de semejanzas, diferencias y argumentación matemática de su aprendizaje. Los resultados de la [Tabla 2](#) lo constatan, 41.4% del estudiantado indicó que las instrucciones de las AAPC no fueron claras y 63.1% señaló que los laboratorios no resultaron divertidos.

Para analizar la escala tipo *Likert* se utilizó el programa *SPSS* creando una nueva variable denominada MEDIA, esta acumuló la media aritmética “n” de los valores que representan las respuestas por individuo. Posteriormente, con la finalidad de analizar el significado de las medias, se creó una escala valorativa, como se detalla a continuación: $1 \leq n < 2$ la clasificación fue muy favorable, $2 \leq n < 3$ fue favorable, $3 \leq n < 4$ fue desfavorable y $4 \leq n \leq 5$ fue muy desfavorable. [Hurtado y Hurtado \(2015\)](#) recomiendan este tipo de rangos con la intención de estudiar una escala tipo *Likert*, como la que es objeto de investigación en el presente reporte. Luego, en el programa *SPSS* se creó una agrupación visual de acuerdo con la escala anterior. Los porcentajes obtenidos en función de esta escala valorativa fueron: 63.04% muy favorable, 32.61% favorable y 4.35% desfavorable. La [Figura 1](#) muestra los porcentajes obtenidos.

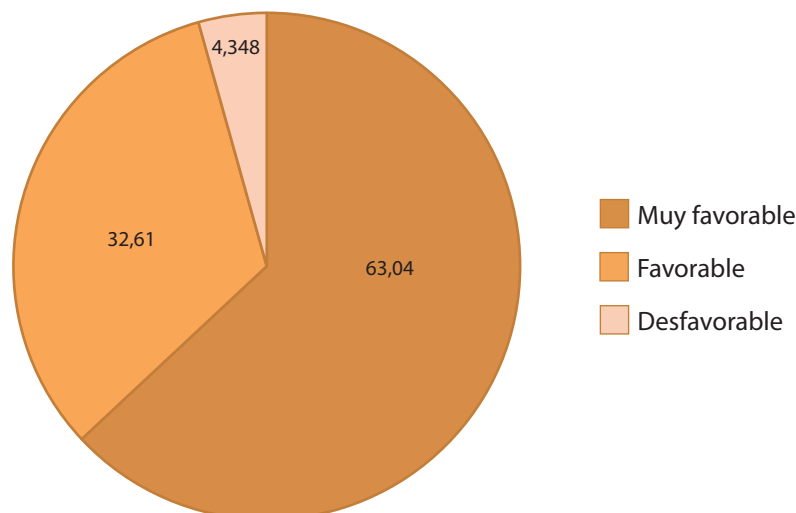
doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>URL: <http://www.una.ac.cr/educare>CORREO: educare@una.cr

Figura 1: Porcentajes de la escala valorativa en la dimensión actividades asistidas por computadora.

Nota: Elaboración propia.

Como se evidencia, hay una percepción mayoritaria en la jerarquía de muy favorable y favorable, respecto a considerar positivamente las actividades asistidas por computadora diseñadas como apoyo, en un curso de matemática discreta.

En el instrumento aplicado a los grupos experimentales se incluyeron dos preguntas abiertas relacionadas con las AAPC, específicamente: ¿señale al menos tres fortalezas que considere pertinentes en las AAPC realizadas durante el semestre?, ¿señale al menos tres debilidades de las AAPC? En relación con las fortalezas se identificaron las siguientes categorías:

- Refuerzan los contenidos vistos en clase de forma más dinámica y, por lo tanto, fortalecen los procesos de aprendizaje.
- Aportan ejemplos interesantes para profundizar la materia y del mismo modo, practicar pensando en las evaluaciones escritas.
- Permiten un aprendizaje visual al hacer uso de gráficas y animaciones. El software promueve una visualización clara y completa de conceptos y teoremas.
- Brindan un acercamiento a ejemplos reales pudiendo aplicar los conocimientos teóricos-prácticos aprendidos en el curso.
- Posibilitan la exploración y resolución de ejemplos con un mayor nivel de dificultad mejorando la motivación hacia el estudio de la materia.
- Promueven el trabajo en grupo estimulando un mayor nivel de interacción del estudiantado.

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

La **Figura 2** comparte una nube de palabras obtenida al transcribir todas las respuestas de la población estudiantil. Como se aprecia se destaca la ayuda del software para facilitar y mejorar el aprendizaje y la comprensión conceptual de los temas y problemas emprendidos.



Figura 2: Nube de palabras sobre las fortalezas de las actividades asistidas por computadora.

Nota: Elaboración propia.

Con respecto a las posibilidades de mejora de las AAPC el alumnado apuntó:

- Las indicaciones requieren un mayor nivel de claridad pues muchos ejercicios propuestos no eran similares a los resueltos en las lecciones convencionales.
- En algunas actividades se demandó una comprensión más avanzada de la materia, su nivel de dificultad complicó la resolución y comprensión.
- No en todo momento se tiene acceso a una computadora, o bien, a internet.
- El empleo de un software matemático por primera vez puede provocar un choque cognitivo.
- Los laboratorios consumen mucho tiempo de resolución.

La **Figura 3** expone una nube de palabras con todas las respuestas de participantes. En ella se reflejan dos oportunidades de mejora muy puntuales: disposición de mayor tiempo para resolver los laboratorios y un fortalecimiento en la claridad de las consignas de trabajo.

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

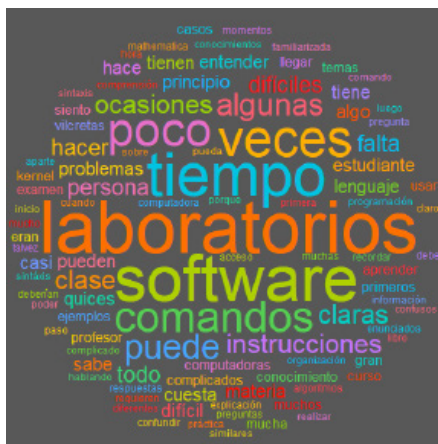


Figura 3: Nube de palabras sobre las debilidades de las actividades asistidas por computadora.

Nota: fuente elaboración propia.

***VilCretas* como recurso didáctico en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática discreta**

La efectividad de uso del paquete *VilCretas* como un recurso de mediación pedagógica en un curso de matemática discreta, se describe en la [Tabla 3](#), que resume los valores porcentuales de las respuestas adquiridas al suministrar el cuestionario en los grupos experimentales.

Tabla 3: Porcentajes escala Likert: Calidad del paquete *VilCretas*

Puntos fuertes y débiles	1. Muy de acuerdo	2. De acuerdo	3. Medianamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5. Muy en desacuerdo
1. <i>VilCretas</i> es útil.	67.4%	23.9%	8.7%	0%	0%
2. <i>VilCretas</i> es de uso fácil.	41.3%	34.8%	19.5%	2.2%	2.2%
3. <i>VilCretas</i> es una herramienta completa para el curso <i>EIF-203</i> .	47.8%	43.5%	6.5%	2.2%	0%
4. <i>VilCretas</i> motiva el estudio hacia la materia.	43.5%	34.8%	19.5%	2.2%	0%
5. <i>VilCretas</i> provee recursos de análisis y exploración.	60.9%	28.3%	6.4%	2.2%	2.2%
6. <i>VilCretas</i> es un paquete de software que no le resulta aburrido.	34.8%	37%	23.8%	2.2%	2.2%
7. <i>VilCretas</i> facilita la visualización de conceptos.	56.5%	32.6%	8.7%	2.2%	0%

continúa

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

8. <i>VilCretas</i> permite analizar problemas.	58.6%	37%	2.2%	2.2%	0%
9. <i>VilCretas</i> permite resolver problemas de manera adecuada.	71.8%	23.9%	4.3%	0%	0%
10. <i>VilCretas</i> facilita la profundización de los contenidos.	56.5%	28.3%	10.9%	4.3%	0%
11. <i>VilCretas</i> es una herramienta propicia para el curso <i>EIF-203</i> .	56.5%	32.7%	4.3%	4.3%	2.2%
12. Los comandos de <i>VilCretas</i> que resuelven procedimientos completos, mejoran la comprensión de algoritmos.	63%	28.4%	4.3%	4.3%	0%
13. <i>VilCretas</i> permite abordar el estudio de problemas con datos reales.	54.3%	32.6%	10.9%	2.2%	0%
14. Los objetos dinámicos (<i>CDFs</i>) generados por <i>VilCretas</i> , mejoran la comprensión conceptual.	47.8%	47.8%	4.4%	0%	0%
15. El uso de <i>VilCretas</i> y software facilita el aprendizaje (la obtención del conocimiento).	56.5%	28.3%	10.8%	2.2%	2.2%
16. El uso de <i>VilCretas</i> y de software mejora la enseñanza (formas de explicación del personal docente).	67.4%	19.6%	8.7%	4.3%	0%
17. Le agradó el uso del paquete <i>VilCretas</i> .	67.4%	23.9%	2.2%	6.5%	0%
18. Se tiene en general una percepción positiva de <i>VilCretas</i> , para apoyar desde un punto de vista educativo el curso <i>EIF-203</i> .	71.7%	17.4%	6.5%	2.2%	2.2%

Nota: Elaboración propia.

Los resultados permiten inferir como aspectos positivos en el paquete *VilCretas* los que prosiguen: útil (91.3%), fácil de manejar (76.1%), completo (91.3%), motiva el estudio hacia la materia (78.3%), facilita recursos de análisis y exploración (89.2%), no resulta aburrido (71.8%), promueve la visualización (89.1%), permite analizar problemas (95.6%), facilita la resolución de problemas (95.7%), permite profundizar contenidos (84.8%), es adecuado para el curso *EIF-203* (89.2%), mejora la comprensión de procedimientos (91.4%), facilita el abordaje de problemas con datos reales (86.9%), mejora la comprensión conceptual (95.6%), promueve la obtención del conocimiento (84.8%), mejora las formas de explicación docente (87%), hubo agrado en el uso del paquete *VilCretas* (91.3%) y se dio una percepción general positiva sobre el empleo de *VilCretas* como un recurso de apoyo (89.1%). De las percepciones anteriores, destaca “no resulta ser aburrido” como la menor en términos porcentuales. Si se analiza la forma de trabajo del software *Wolfram Mathematica* en un ambiente de público usuario con pocos recursos visuales, este porcentaje no resulta ser tan alarmante.

La escala tipo *Likert* se analizó creando una nueva variable denominada MEDIA, cuya asignación corresponde a la media aritmética “n” de los valores que representan las respuestas por individuo. Para analizar el significado de las medias, se creó en el software *SPSS* una escala

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

valorativa, a saber: $1 \leq n < 2$ la interpretación fue muy favorable, $2 \leq n < 3$ fue favorable, $3 \leq n < 4$ fue desfavorable y $4 \leq n \leq 5$ fue muy desfavorable. Los porcentajes obtenidos en esta agrupación de escala valorativa fueron: 80.43% muy favorable, 15.22% favorable y 4.35% desfavorable. La tendencia representada en la [Figura 4](#) apoya una concentración en una postura muy favorable y favorable lo que permite evidenciar una percepción muy positiva sobre el paquete *VilCretas* como un recurso para patrocinar procesos de enseñanza y aprendizaje en un curso de matemática discreta.

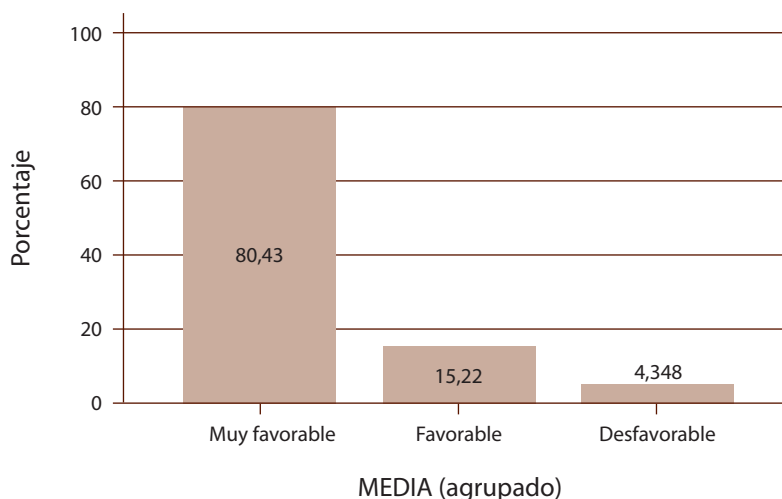


Figura 4: Porcentajes de la escala valorativa en la dimensión calidad del paquete *VilCretas*.

Nota: Elaboración propia.

También, en el instrumento se incluyeron dos preguntas abiertas: ¿señale al menos tres fortalezas que considere pertinentes del paquete *VilCretas*?, ¿señale al menos tres debilidades del recurso? En cuanto a las fortalezas, se detectaron en las respuestas del grupo de participantes las siguientes categorías:

- La sintaxis de los comandos es simple lo que contribuye con un uso eficaz del software *Wolfram Mathematica*.
- El paquete posee una documentación de ayuda muy adecuada lo cual compensa la gran cantidad de comandos que presenta.
- Las instrucciones de *VilCretas* que resuelven procedimientos de forma completa mejoran mucho la comprensión de los algoritmos.
- *VilCretas* es una herramienta útil para el análisis, resolución de problemas y el uso de datos reales de una forma rápida y eficiente.
- Facilita la explicación al personal docente de conceptos y procedimientos.

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

La **Figura 5** comparte una nube de palabras generada al procesar todas las respuestas del alumnado en el instrumento. En ella se resalta cómo los comandos de *VilCretas* son de uso fácil, al contribuir en la resolución de problemas y en una mejoría hacia la aprehensión de los temas.



Figura 5: Nube de palabras sobre las fortalezas del paquete *VilCretas*.

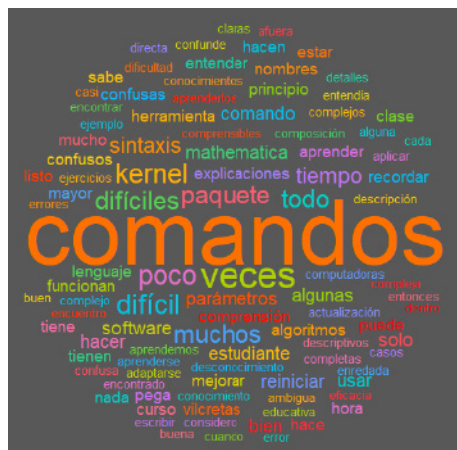
Nota: Elaboración propia.

En cuanto a las posibilidades de mejora del paquete *VilCretas*, el estudiantado señaló:

- El número de comandos es muy significativo, lo cual dificulta en ocasiones recordar su uso.
- Algunos comandos de *Wolfram* utilizan muchos parámetros, lo que complica la comprensión sintáctica.
- La herramienta puede generar dependencia, pues con solo correr un comando realiza todos los procedimientos de los algoritmos vistos en clase.
- Se requiere tiempo para poder familiarizarse con su empleo y manejarlo adecuadamente.
- El *kernel* de *Mathematica* ocasionalmente se queda pegado sin brindar una salida satisfactoria.
- En ocasiones, cuando no corre un comando, es difícil encontrar los errores de sintaxis.

La [Figura 6](#) refiere a una nube de palabras hallada al transcribir todas las respuestas de los participantes. En ella se refuerza las limitaciones del paquete respecto a las dificultades que plantea su empleo por: el número de parámetros que ocupan algunos de sus comandos, las limitaciones del *kernel* de *Mathematica* y el tiempo que demanda recordar sus propiedades y aprender sus distintas áreas de desempeño.

CORREO: educare@una.cr



Nota: Elaboración propia.

Webmixes para el uso del paquete VilCretas

Al realizar un análisis porcentual, las *Webmixes* se consideran: útiles (89.2%), los videos que las conforman son claros en sus explicaciones (97.8%), son agradables (78.3%), los videos son adecuados en contenido (91.3%), no son estresantes (82.6%), el tiempo de duración de los videos es el apropiado (76.1%), son relevantes para aprender a utilizar el paquete *VilCretas* (86.9%), se tiene en general una percepción positiva de las *Webmixes* (91.3%). Cabe destacar un 43.5% tendiente a no considerar divertidas las *Webmixes*, un 34.7% a opinar que su contenido no es formativo y un 30.4% del alumnado concibe las *Webmixes* como recursos que no motivan. En la observación participante desarrollada durante el I semestre 2017, se identificó, como una razón de estas oportunidades de mejora, el hecho de vislumbrar a las *Webmixes* por parte de la población de estudiantes, como un bien de consulta más técnico que teórico-práctico. Las *Webmixes* son valoradas como un material tipo manual de usuario del paquete *VilCretas*, con la particularidad de poseer un formato en video.

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

De manera similar a las dos dimensiones del cuestionario ya analizadas, la escala tipo *Likert* se estudió en este caso, creando en el software *SPSS* una nueva variable denominada *MEDIA*, cuyo valor es igual a la media aritmética “n” de cada una de las asignaciones que representan las respuestas por individuo. Posteriormente, el significado de las medias se interpretó, a través de la escala valorativa: $1 \leq n < 2$ la clasificación fue muy favorable, $2 \leq n < 3$ fue favorable, $3 \leq n < 4$ fue desfavorable y $4 \leq n \leq 5$ fue muy desfavorable. Al generar una agrupación visual en el programa *SPSS* y al calcular los porcentajes en función de esta escala valorativa, se obtuvo: 65.22% muy favorable, 32.61% favorable y 2.17% desfavorable, tal y como se observa en la [Figura 7](#). Esto evidencia posturas mayoritarias muy favorables y favorables respecto a estimar de manera positiva las *Webmixes* como un medio de apoyo apropiado para aprender a utilizar el paquete *VilCretas*.

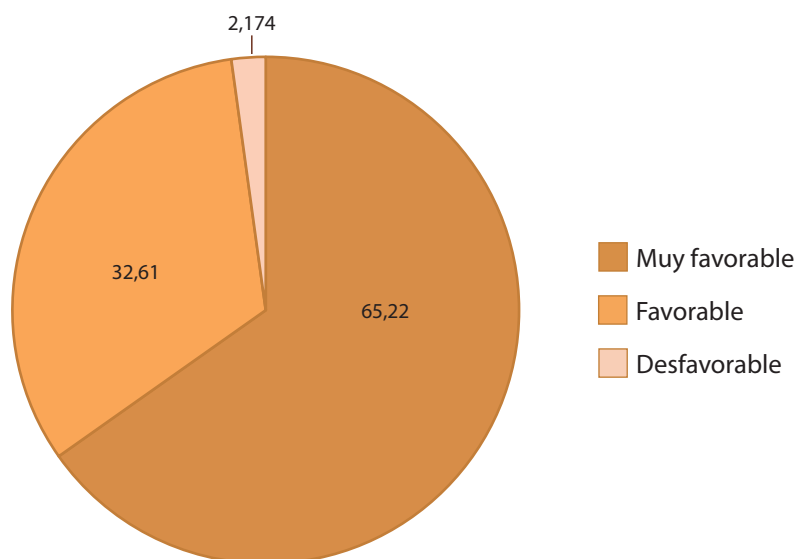


Figura 7: Porcentajes de la escala valorativa en la dimensión calidad de las *Webmixes*.

Nota: fuente elaboración propia.

Comparación grupos experimentales y grupo control

En este estudio se utilizó un grupo control que sirvió de base para comparar el rendimiento académico en relación con los grupos experimentales partícipes del uso del paquete *VilCretas*. El grupo control estuvo conformado por veintitrés estudiantes a quienes se les aplicaron las mismas comprobaciones cortas y exámenes parciales empleados en los grupos experimentales.

Desde esta perspectiva, los registros de nota finales durante el I semestre 2017, brindaron los datos necesarios para comparar el rendimiento académico mostrando recurriendo a una prueba de hipótesis *t* de *Student*. [Hurtado y Hurtado \(2015\)](#) sugieren el uso de este tipo de prueba paramétrica en diseños de investigación para muestras independientes que tienen grupos a los que se les aplican dos condiciones diferentes, con la intención de comparar las medias. Si la diferencia entre las medias es reducida se acepta la hipótesis nula.

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>URL: <http://www.una.ac.cr/educare>CORREO: educare@una.cr

La hipótesis alternativa de la prueba realizada en esta pesquisa se sustentó en la siguiente afirmación: los procesos de enseñanza y aprendizaje en el curso *EIF-203 Estructuras Discretas para Informática* mejoraron en términos de rendimiento académico al utilizar el paquete de software *VilCretas* como un recurso de mediación pedagógica. Los datos se tabularon y procesaron en el software *SPSS*; se obtuvo lo que se visualiza en la [Tabla 4](#).

Tabla 4: Prueba t de Student: comparación de rendimiento académico

		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
							Inferior	Superior
Calificaciones finales	Se han asumido varianzas iguales en las medias	-2.051	64	0.044	-0.47068	0.22946	-0.929	-0.012
	No se han asumido varianzas iguales en las medias	-2.137	50.5	0.037	-0.47068	0.22027	-0.912	-0.028

Nota: Elaboración propia.

Al observar la columna **Sig. (bilateral)** se concluye que el valor del nivel de significación p hallado al no asumir varianzas iguales en las medias (0.037) es menor a 0.05, el mínimo aceptable. Lo anterior significa que los resultados de la diferencia entre las medias no son aleatorios, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por este motivo, sí se manifiesta diferencia en cuanto a los niveles de aprobación a favor de la estrategia mediada por computador a través del uso del paquete *VilCretas*, en comparación con un enfoque más tradicional.

Conclusiones

La experiencia de desarrollo e implementación de uso del paquete *VilCretas* ha resultado ser muy exitosa en la población estudiantil que constituyó los grupos experimentales del presente estudio.

La investigación arrojó claras evidencias sobre los beneficios obtenidos en las actividades tipo laboratorio diseñadas en función de los aprendizajes promovidos mediante una estrategia de enseñanza asistida por computadora. Las AAPC fueron útiles, promotoras de motivación en un área de conocimiento abstracta, equilibradas en su nivel de dificultad, agradables, adecuadamente organizadas con respecto al tiempo disponible y formativas, generadoras de espacios de análisis y profundización en las áreas de contenido del curso *EIF-203 Estructuras Discretas para Informática*.



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

Por otra parte, el paquete *VilCretas*, de acuerdo con la percepción de la muestra estudiantil, se concibe como un recurso didáctico útil, completo, motivador y fácil de emplear, pues reduce la complejidad sintáctica propia del software *Wolfram Mathematica*. Provee, además, un ambiente de visualización, análisis, exploración y resolución de problemas convencionales y con datos reales, fortaleciendo una profundización de contenido matemático discreto, tendiente a mejorar la comprensión conceptual-procedimental y espolear un auto aprendizaje.

Las *Webmixes* diseñadas como medios de documentación para el uso del paquete *VilCretas* resultaron ser útiles, claras en sus explicaciones, agradables, adecuadas en contenido, no estresantes, con un tiempo apropiado de duración en los videos que las conforman y relevantes como mecanismos de apoyo del público usuario.

En futuras versiones del curso *EIF-203* fundamentadas en la utilización del paquete *VilCretas*, se sugiere brindar una introducción más propicia acerca del funcionamiento básico del software *Wolfram Mathematica* y fortalecer de manera progresiva un enfoque basado en la resolución de problemas.

Los resultados compartidos en esta investigación ponen de manifiesto el objetivo de crear una educación matemática centrada en un diseño pedagógico innovador, a través del cual se oriente la enseñanza hacia procesos de aprendizaje de naturaleza heurística, que estimulen la visualización, manipulación y construcción autónoma de conocimiento matemático discreto. Este estudio es un reflejo de una búsqueda de cambio metodológico en un área de conocimiento de difícil comprensión, y asume, responsablemente, el reto sustancial, causado por la incertidumbre de una transformación didáctica pionera.

Agradecimientos y dedicatoria

En memoria del señor director de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional de Costa Rica; MSc. Alberto Segura Gutiérrez, quien con su apoyo incondicional brindó el cimiento necesario y suficiente para garantizar el éxito del desarrollo del proyecto de investigación en docencia titulado: "*VilCretas* un recurso didáctico a través del uso del software *Mathematica* para el curso *EIF-203 Estructuras Discretas para Informática*", código SIA: 0080-15.

Referencias

Artigue, M. (2011). Tecnología y enseñanza de las matemáticas: Desarrollo y aportes de la aproximación instrumental. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 6(8), 13-33. Recuperado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/6948>

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

- Artigue, M. (2013). La educación matemática como un campo de investigación y como un campo de práctica: Resultados, desafíos. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(11), 43-59. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/issue/view/1518>
- Cabero, J. (2007). Tecnología educativa: Su evolución histórica y su conceptualización. En J. Cabero (Coord.), *Tecnología educativa* (pp. 13-27). España: Mc Graw-Hill.
- Cantoral, R. (2016). *Teoría socioepistemológica de la matemática educativa*. Estudios sobre construcción social del conocimiento. México: Gedisa.
- Couturejuzón, L. (2003). Cumplimiento de los principios didácticos en la utilización de un software educativo para la educación superior. *Educación Médica Superior*, 17(1), 53-57. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412003000100006&lng=es&tlng=es
- Etcheverry, N., Evangelista, N., Reid, M. y Torroba, E. (2005). La tecnología en la formación de profesores de matemática. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 5(9), 29-37. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1317913.pdf>
- Gamboa R. y Moreira, T. E. (2017). Actitudes y creencias hacia las matemáticas: Un estudio comparativo entre estudiantes y profesores. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 17(1), 1-45. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v17i1.27473>
- García, A. (2014). *Estrategia metodológica para la elaboración y utilización de objetos de aprendizaje interactivos y experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática discreta en la UCI* (Tesis de maestría). Universidad de la Habana, Cuba. Recuperada de https://www.researchgate.net/profile/Alien_Garcia_Hernandez/publication/286231798_Estrategia_metodologica_para_la_elaboracion_y_utilizacion_de_objetos_de_aprendizaje_interactivos_y_experimentales_en_el_proceso_de_ensenanza-aprendizaje_de_la_Matematica_Discreta_en_la_UCI/links/5666e40308ae8905db8aa3de/Estrategia-metodologica-para-la-elaboracion-y-utilizacion-de-objetos-de-aprendizaje-interactivos-y-experimentales-en-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje-de-la-Matematica-Discreta-en-la-UCI.pdf
- Gay, L. R., Mills, G. E. y Airasian, P. W. (2006). *Educational research: Competencies for analysis and Applications*. USA: Pearson Prentice Hall.
- Gerver, R. (2013). *Crear hoy la escuela del mañana: La educación y el futuro de nuestros hijos*. México: Ediciones SM.
- Hurtado, A. L. y Hurtado, C. L. (2015). *La toma de decisiones en investigación educativa con SPSS*. Recuperado de <http://www.qartuppi.com/2015/SPSS.pdf>



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

- Molina-Mora, J.-A. (2015). Experiencia basada en la triada TIC, enseñanza por proyectos y modelado para la enseñanza de sistemas de ecuaciones diferenciales. *Revista Uniciencia*, 29(2), 46-61. doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ru.29-2.4>
- Ramírez, J. L., Juárez, M. y Remesal, A. (2012). Teoría de la actividad y diseño de cursos virtuales: La enseñanza de matemáticas discretas en ciencias de la computación. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 9(1), 130-149. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78023415010>
- Resnick, L. y Ford, W. W. (1990). *La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos*. Madrid: Paidós.
- Robinson, K. (2015). *Escuelas creativas: La revolución que está transformando la educación*. USA: Vintage.
- Ruiz, Á., Chavarría, J. y Mora, F. (2003). Tendencias y retos de la educación matemática en Costa Rica. *Revista Uniciencia*, 20(1), 183-198. Recuperado de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/5975>
- Santos, L. M. (2016). La resolución de problemas matemáticos y el uso coordinado de tecnologías digitales. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 11(15), 333-346. Recuperado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/23952>
- Vílchez, E. (2013). Cuadernos interactivos para un curso de estructuras discretas. *VII CIBEM*, 7269-7276. Recuperado de <https://docplayer.es/78583065-Cuadernos-interactivos-para-un-curso-de-estructuras-discretas.html>
- Vílchez, E. (2014). Estrategias de enseñanza para el curso *EIF-203 Estructuras discretas para informática* a través del uso de las redes sociales Facebook y Twitter. *Revista Electrónica Educare*, 18(2), 39-70. doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-2.3>
- Vílchez, E. (2015). Paquete *VilGebra*: Recurso didáctico a través del uso del software *Mathematica* en el campo del álgebra lineal. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 15(1), 1-71. Recuperado de https://tecdigital.tec.ac.cr/revistamatematica/Secciones/Didactica_y_Software/RevistaDigital_Vilchez_V15_n1_2014/index.html
- Vílchez, E. (Octubre, 2016). *VilCretas* package: Educational resource through the use of *mathematica* software in the field of discrete mathematics. En S. Wolfram (Presidencia), *Wolfram Technology Conference 2016*. Conferencia llevada a cabo en USA, Champaign, Illinois.
- Vílchez, E. (Febrero, 2017a). *Matemática discreta con mathematica a través del uso del paquete VilCretas*. Trabajo presentado en el III Simposio Internacional en Matemática Educativa (III SIME), Costa Rica, Universidad de Costa Rica.

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.13>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: educare@una.cr

- Vílchez, E. (Abril, 2017b). *Webmixes para el uso del paquete VilCretas recurso en el campo de la matemática discreta*. En J. Córca (Presidencia), *VII Congreso virtual iberoamericano de calidad en educación virtual y a distancia* (EduQ@2017, pp. 1-15). Congreso virtual con sede en Argentina, Fundación Latinoamericana para la Educación a Distancia. Recuperado de http://www.eduqa.net/eduqa2017/images/ponencias/eje1/1_23_Vilchez_Quesada_Enrique_Webmixes_para_el_uso_del_paquete_VilCretas_recurso_en_el_campo_de_la_matematica_discreta.pdf
- Vílchez, E. (2017c). Evaluación del paquete *VilCretas* una percepción docente. En O. Pérez (Presidencia), *XXXI Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa*. Congreso llevado a cabo en la Universidad de Lima, Perú.
- Vílchez, E. y González, E. (2014). Percepción estudiantil sobre una metodología asistida por computadora en las áreas cognitivas del álgebra lineal y la matemática discreta. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, 14(1), 1-16. doi: <http://dx.doi.org/10.18845/rdmei.v14i1.1565>
- Wolfram reinvents *Mathematica*. (2007). *R&D Magazine*, 49(5), 10-17.
- Wolfram. (2018). *About Wolfram Research*. USA: Wolfram. Recuperado de <https://www.wolfram.com/company/background.html>

