



Propuesta didáctica para la formulación de modelos matemáticos de programación lineal mediante formación virtual

Didactic proposal for the formulation of mathematical models of linear programming through virtual training

Proposta didática para formulação de modelos matemáticos de programação linear através de treinamento virtual

Fanny Ángela Morocho-Tayupanda ^I
angie.morocho25@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-2808-1287>

Guillermo Edvin Machado-Sotomayor ^{II}
guillermo.machado@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5226-468X>

Correspondencia: angie.morocho25@gmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 13 de agosto de 2023 * **Aceptado:** 10 de septiembre de 2023 * **Publicado:** 10 de octubre de 2023

- I. Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.
- II. Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.

Resumen

El estudio tuvo como propósito elaborar una propuesta didáctica para facilitar la formulación y solución de modelos matemáticos de programación lineal mediante formación virtual. Se aplicó una metodología de investigación mixta, en la que luego de analizar estrategias didácticas para modalidad virtual e implementar la propuesta a través de la creación de un curso virtual en plataforma Moodle utilizando metodología PACIE, se observó que el 94,7 % de los participantes realizaron todas las actividades planteadas. Posteriormente se procedió con la aplicación de encuestas a los alumnos participantes que recabaron datos cuantitativos y cualitativos relativos al curso. Entre los principales resultados se destacan que el 50% de los estudiantes no conocía sobre programación lineal, además que se utilizaron videos interactivos y software matemático (Matlab) en el curso y que al finalizar el mismo, un 56,25% recomienda el curso y coincide en que las actividades propuestas reforzaron el aprendizaje de la programación lineal.

Palabras Clave: Programación lineal; Estrategia didáctica; Modelación matemática; PACIE; Moodle; Matlab.

Abstract

The purpose of the study was to develop a didactic proposal to facilitate the formulation and solution of mathematical models of linear programming through virtual training. A mixed research methodology was applied, in which after analyzing teaching strategies for virtual modality and implementing the proposal through the creation of a virtual course on the Moodle platform using PACIE methodology, it was observed that 94.7% of the participants They carried out all the proposed activities. Subsequently, surveys were administered to the participating students, which collected quantitative and qualitative data related to the course. Among the main results, we highlight that 50% of the students did not know about linear programming, in addition that interactive videos and mathematical software (Matlab) were used in the course and that at the end of the course, 56.25% recommended the course and agrees that the proposed activities reinforced the learning of linear programming.

Keywords: Linear programming; teaching strategy; mathematical modeling; PACIE; Moodle; Matlab.

Resumo

O objetivo do estudo foi desenvolver uma proposta didática para facilitar a formulação e solução de modelos matemáticos de programação linear por meio de treinamento virtual. Foi aplicada uma metodologia de pesquisa mista, na qual após analisar estratégias de ensino para a modalidade virtual e implementar a proposta através da criação de um curso virtual na plataforma Moodle utilizando a metodologia PACIE, observou-se que 94,7% dos participantes realizaram todas as propostas. Atividades. Posteriormente, foram aplicados questionários aos alunos participantes, que coletaram dados quantitativos e qualitativos relacionados ao curso. Dentre os principais resultados destacamos que 50% dos alunos não conheciam programação linear, além de que no curso foram utilizados vídeos interativos e softwares matemáticos (Matlab) e que ao final do curso 56,25% recomendaram o curso e concorda que as atividades propostas reforçaram o aprendizado da programação linear.

Palavras-chave: Programação linear; estratégia de ensino; modelagem matemática; PACIE; Moodle; Matlab.

Introducción

La enseñanza de matemáticas en la universidad tiene sus retos tanto para estudiantes como para los docentes, como lo señala (Giler, 2021, p. 577) “La enseñanza de las matemáticas a nivel universitario, se presenta como un gran desafío para los profesores, ya que están actualizándose constantemente en nuevas estrategias didácticas para promover eficientemente el aprendizaje en los discentes”. Por su parte Suárez citado en Giler 2021, señala que “para los estudiantes el estudio de la matemática tiene una connotación de dificultad elevada, que determina la elección de la carrera universitaria.” (p. 576). Por tanto, si la matemática es aceptada como una materia compleja en el aprendizaje y la enseñanza, esta avocada a buscar estrategias que permitan cubrir los objetivos de estudio y que en cualquiera de las modalidades de educación universitaria que se oferte, mantenga la calidad educativa. Caben entonces las siguientes interrogantes:

¿Qué nuevas estrategias didácticas de innovación se pueden implementar para la enseñanza de matemáticas en la educación superior del Ecuador?

¿Cómo se aplican las estrategias didácticas para la formulación y resolución de modelos matemáticos en la educación virtual universitaria del Ecuador?

¿Ayudaría implementarse nuevas propuestas didácticas en la formulación y solución de modelos matemáticos en programación lineal, en la educación virtual universitaria del Ecuador?

El principal objetivo de la investigación fue elaborar una propuesta didáctica para facilitar la formulación y solución de modelos matemáticos de programación lineal mediante formación virtual. Para alcanzar este propósito se procedió a identificar los tipos de recursos de educación virtual más aplicados en las matemáticas de educación universitaria, establecer un diseño instruccional para formación virtual universitaria en modelamiento matemático y finalmente analizar algunos elementos didácticos para la formulación de modelos matemáticos de programación lineal.

Actualmente la tecnología es uno de los elementos más versátiles en la sociedad, encontrándose en diversos ámbitos, como el entretenimiento, actividades comerciales, productivas, económicas entre otras, en la que destaca por ejemplo la educación a todo nivel.

Las formas de enseñar y aprender han tenido cambios cruciales en los últimos años en el Ecuador, sobre todo debido al forzado uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) producido por el confinamiento que se debió realizar por la pandemia del Covid 19.

Según Murillo y Martínez-Garrido citados en Zambrano (2022) concluyen que “las Tic son instrumentos dinámicos que permiten al docente cumplir con los desafíos de la educación actual, especialmente porque los estudiantes participan en forma activa en la adquisición de nuevos conocimientos” (p. 29)

En el ámbito de la educación universitaria, la programación lineal como herramienta de optimización es utilizada en aspectos relacionados a la administración eficiente de procesos en todos los ámbitos de la economía; convirtiéndose en una práctica habitual en la ciencia, la ingeniería y en los negocios. Por tanto, la enseñanza de modelamiento matemático de programación lineal en nivel universitario, específicamente en las carreras de ingeniería es un factor importante que puede ser orientado mediante modalidad de formación virtual que incorpore estrategias didácticas atractivas para los estudiantes y que logren el objetivo de la materia.

La educación superior en el Ecuador ha sufrido transformaciones en los últimos tres años, más aún en la modalidad virtual, debido en gran parte al desarrollo de las tecnologías que han evolucionado rápidamente. En la enseñanza de las matemáticas a nivel universitario se pueden aplicar diversas estrategias didácticas que solventen las dificultades de los estudiantes afrontan en el aprendizaje de esta materia y permita lograr la mejora de las capacidades para el modelado.

Teniendo amplia aplicación el modelamiento matemático de programación lineal, se estudia en diversas áreas del conocimiento, siendo importante su aprendizaje en las carreras de educación superior, por lo que implementar nuevas estrategias de aprendizaje en este ámbito aporta en el desarrollo de la población estudiantil de futuros profesionales.

Dentro de la contextualización de la investigación, se indica que en el estudio de la ingeniería según Cross citado en Cardona (2020) los procesos de diseño en ingeniería utilizan cada vez más el modelado matemático como forma primaria; lo que permite al ingeniero desarrollar nuevas tecnologías, explorar campos emergentes especializados y predecir el comportamiento de un sistema antes de que realmente se construya. Un proceso de modelación matemática elemental se resume en la siguiente figura.

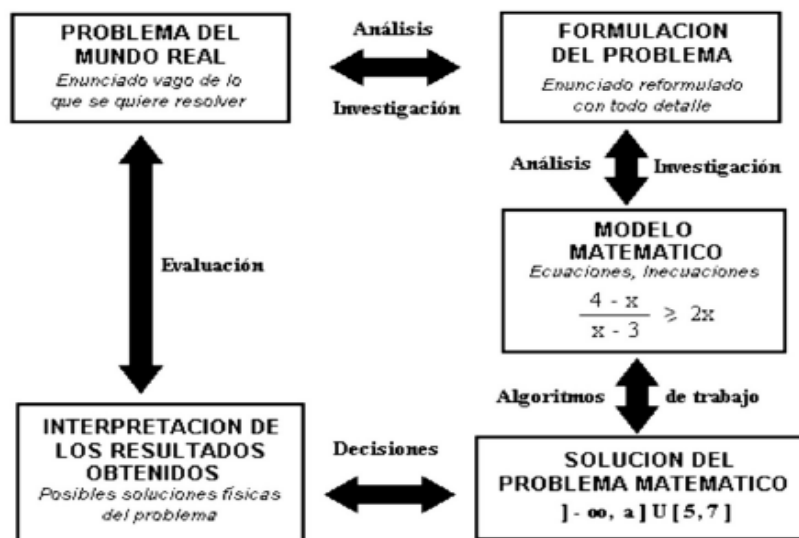


Figura 1 Proceso de modelación matemática elemental

Fuente: (Cruz, 2010)

De acuerdo con Cruz (2010) la modelación matemática “es un proceso que se relaciona directamente con el diseño en ingeniería pues exige el desarrollo de competencias para”:

Visualizar en paralelo y bidireccionalmente lo contextual y su formulación en términos de un dominio matemático adecuado a la situación.

Confrontar situaciones reales, de manera individual y colectiva, que deben ser comunicadas con diferentes modalidades de representación (el lenguaje natural, el lenguaje matemático).

Apreciar el conocimiento matemático como útil, pertinente, con significado y con posibilidades de ser reconstruido, atendiendo a las necesidades del evento en el cual se está trabajando.

Validar los modelos y las soluciones atendiendo tanto a la teoría como a la situación contextual. (p.8)

Estas competencias que se exigen actualmente a los profesionales de ingeniería sirven para su desarrollo cognitivo en el planteamiento de soluciones para las diversas problemáticas a resolver. Como afirma Maldonado (2013) “los modelos conceptuales, inspirados en la observación de máquinas antiguas, evolucionan a partir de la demostración matemática y la simulación computacional; el funcionamiento de una máquina se simula antes de su construcción”, siendo de gran utilidad en el ámbito profesional, permitiendo realizar comprobaciones previas a las implementaciones.

En el caso específico de la programación lineal, se define como “un método matemático de optimización, que permite representar modelos lineales para reducir costos o maximizar ganancias en diferentes áreas de una organización” (Santana, 2017, p. 2).

La programación lineal como herramienta de optimización es utilizada en aspectos relacionados a la administración eficiente de procesos en todos los ámbitos de la economía; convirtiéndose en una práctica habitual en la ciencia, la ingeniería y en los negocios.

Por tanto, la enseñanza de modelamiento matemático de programación lineal en nivel universitario, específicamente en las carreras de ingeniería es un factor importante que puede ser orientado mediante un curso virtual que incorpore estrategias didácticas.

Para este propósito de formación virtual en matemáticas se pueden utilizar diversos los conocidos Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVAs), que técnicamente son los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS) por sus siglas en inglés *Learning Management System*, entre los cuales se pueden destacar por su difusión y uso principalmente de dos tipos: los comerciales o de licencia pagada y los de software libre, como se aprecia en la siguiente figura 2



Figura 2 Tipos de LMS

Fuente: (TPElearning, 2022)

En los mencionados LMS se pueden gestionar diversas herramientas para el aprendizaje de las matemáticas como simuladores, o programas relacionados como, por ejemplo: GeoGebra, MATLAB, Microsoft Mathematics 4.0, VinPlot, MAPLE (Mathematical Pleasure), DERIVE. Establecer un diseño instruccional para formación virtual universitaria en modelamiento matemático. El funcionamiento general de un LMS se puede ver en la siguiente figura:



Figura 3 Funcionamiento del LMS

Fuente: (Almonte, 2021)

Ahora bien, en la formación virtual el solo uso de herramientas no conlleva a un proceso enseñanza-aprendizaje, sino que es necesario la implementación planificada que parte de un diseño instruccional, definido por (ITMadrid Digital School, 2022) como un “Proceso de analizar, diseñar y desarrollar materiales digitales de aprendizaje, centrado en el estudiante, a objeto de alcanzar objetivos personales u organizacionales perfectamente definidos” (p.1). Para poder elaborar una propuesta de diseño instruccional se requiere de un equipo humano, una metodología, un modelo pedagógico y comprender que tipo de tecnologías se va utilizar. Entre los tipos de diseños instruccionales constan: ADDIE, PACIE, ASSURE, entre otros.

Metodología

El estudio se desarrolló desde un enfoque mixto, que de acuerdo con Hernández et. al (2014) El “Enfoque mixto utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (p. 7). Mediante el que se propondrá un análisis de las estrategias didácticas aplicadas en las matemáticas a nivel universitario a nivel regional y mundial y que se hayan realizado mediante un LMS, a fin de poder

realizar una propuesta que sea válida para el aprendizaje de modelamiento matemático en programación lineal.

La triangulación es una de las justificaciones del uso del enfoque mixto para el presente estudio, pues como lo señala Hernández et. al (2014) se refiera a “Verificar convergencia, confirmación o correspondencia al contrastar datos CUAN y CUAL, así como a corroborar o no los resultados y descubrimientos en aras de una mayor validez interna y externa del estudio”. Es por esta razón que se pretende la aplicación del enfoque seleccionado.

Se aplicó un diseño exploratorio secuencial (Dexplos) de tipo comparativo, en el que constan dos fases:

- Primera: Se recolectarán y analizarán datos cualitativos para explorar un fenómeno, generando una base de datos.
- Segunda: recolectarán y analizarán datos cuantitativos y se obtendrá otra base de datos.

Y luego se generará el reporte que compare los resultados obtenidos en las dos fases anteriormente descritas.

La muestra en el enfoque cualitativo, “Se involucran a unos cuantos casos porque no se pretende necesariamente generalizar los resultados del estudio, sino analizarlos intensivamente” (Hernández et. al, 2014, p. 12). Para este caso específico se realizará mediante la muestra de participantes voluntarios, los que deben cumplir con ciertas características para que sean validos: ser estudiantes universitarios de ingeniería, o carreras de ciencias exactas, debe estar dispuesto a realizar el proceso de aprendizaje de modelamiento matemático de programación lineal, durante el tiempo que se establece para el curso de formación, finalmente emitir sus percepciones sobre el aprendizaje que ha experimentado haciendo uso de las estrategias planteadas en la formación virtual.

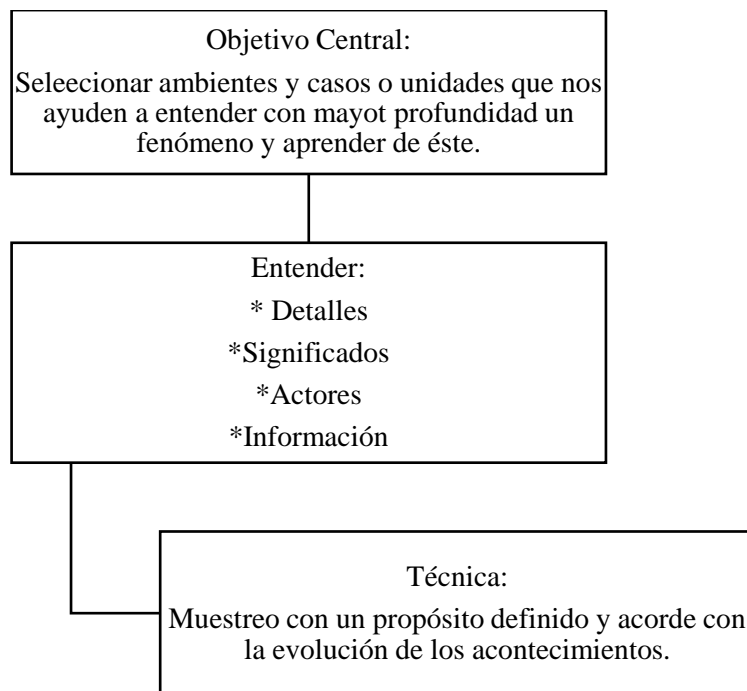


Figura 4 *Esencia del muestreo cualitativo*

Fuente: (Hernández, et. al, 2014, p. 386)

Para el estudio se realizó un planteamiento de investigación con un nivel descriptivo mediante la revisión de las diversas estrategias en la enseñanza de la matemática y posteriormente con un nivel aplicativo al momento de la realizar la propuesta para que pueda servir a los estudiantes universitarios.

La recolección de datos se los ejecutó mediante una encuesta del proceso enseñanza-aprendizaje y que se aplicará mediante Google forms, para permitir la automatización de los resultados.

El diseño del estudio se plantea de tipo investigación-acción cuyo principal precepto básico es que debe conducir a cambiar y por tanto este cambio debe incorporarse en el propio proceso de investigación. Se indaga al mismo tiempo que se interviene.

Se tomó una muestra de 19 estudiantes de la Universidad Nacional del Chimborazo UNACH, que no conozcan sobre la materia de programación lineal, a quienes se aplicó la formación virtual con los componentes didácticos analizados para este propósito.

Resultados y discusión

El diseño instruccional aplicado en el aula virtual fue mediante la metodología PACIE que de acuerdo con (Cevallos-Villacrés, Meza-Herrera, Molina-Valdiviezo, Torres-Flores, & Machado-

Sotomayor, 2015) “PACIE es una metodología que permite el uso de las TIC, como apoyo al proceso de aprendizaje y/o autoaprendizaje, potenciando el esquema pedagógico de la educación real” (p. 248). En la figura 5 se indican las actividades o herramientas utilizadas en cada etapa de la metodología PACIE del curso.



Figura 5 Aplicación de metodología PACIE

El curso fue implementado en la plataforma Moodle, como se puede apreciar en la figura 6.

Mis cursos



Figura 6 Curso de Programación Lineal implementado en Moodle

El curso consto de un bloque de información general en la que se daba la información del curso y la guía del mismo, además estaba organizado en tres unidades: Generalidades de la Programación lineal, método gráfico y método simplex. Como se aprecia en las figuras 7 y 8.



Figura 7 Información del curso de Programación Lineal

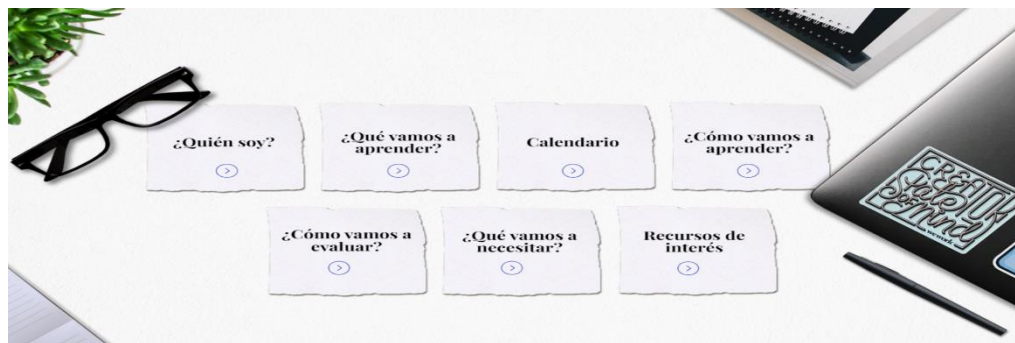


Figura 8 Guía del Curso de Programación Lineal

Se configuraron las actividades correspondientes como cuestionarios, test con video y tareas, como se aprecia en las figuras 9 y 10.

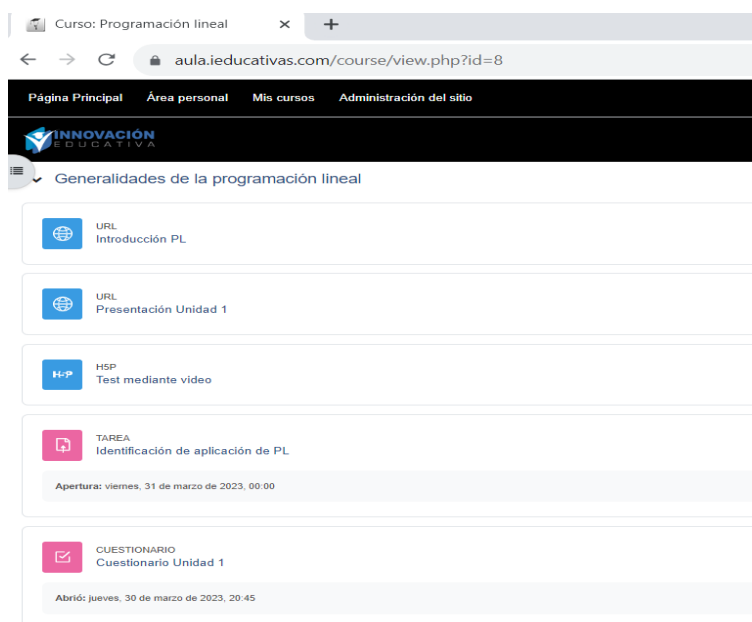
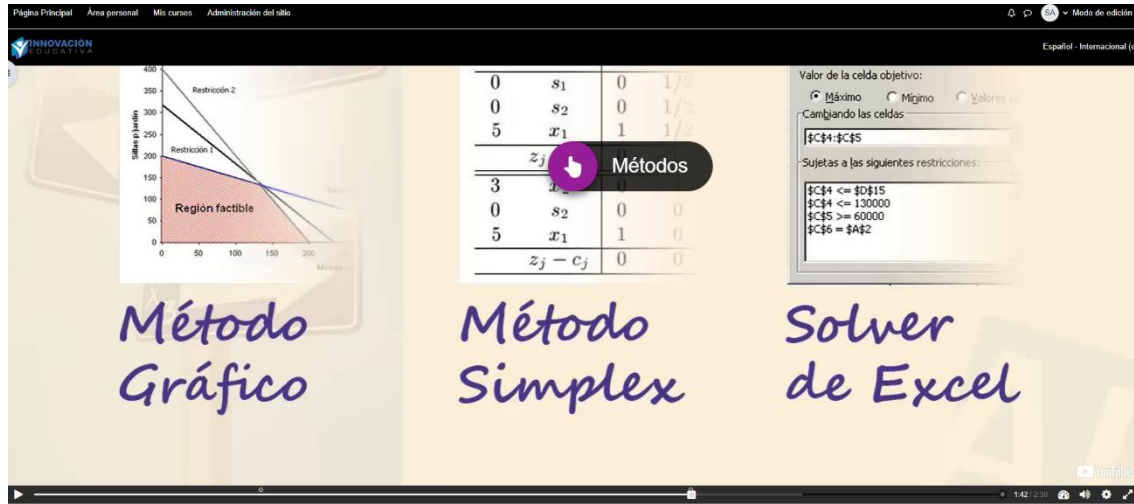


Figura 9 Configuración de las tareas de la Unidad 1



Figura

10 Test mediante video interactivo

Como resultado podemos evidenciar que, de acuerdo a los reportes generados mediante Moodle, la finalización de actividades alcanza el 94,7%, quiere decir que, de los 19 estudiantes, 18 ejecutaron la totalidad de actividades propuestas. Esto se puede apreciar en la figura 11.

Nombre / Apellido(s)	Dirección de correo	Información general	Presentación del curso	Introducción PL	Presentación Unidad 1	Test mediante video	Identificación de ...	Cuestionario Unidad 1	Ejercicio propuesto	Método gráfico	Quiz método gráfico	Ejercicio de PL con método	Maximización con el método	Minimización con el método	Quiz método Simplex	Ejercicio de PL...
Johnny Analuiza	johnny.analuiza@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Camila Cando	camila.cando@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bryan Casigna	brayan.casigna@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Jasmany Chavez	jasmany.chavez@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Alexis Chimborazo	alexis.chimborazo@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Daniel Escobar	danieli.escobar@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Karem Escudero	karem.escudero@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cristina García	cristinaa.garcia@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Jhoel Inca	jhoel.inca@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Richard Mazo	richard.mazo@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Jaime Merchan	jaime.merchan@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Dayana Moreta	dayana.moreta@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Anibal Olivo	anibal.olivo@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Eduardo Paredes	eduardo.paredes@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bryan Quizhpilema	bryan.quizhpilema@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kevin Rosero	kevin.rosero@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Angel Sanga	angel.sanga@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Christian Tuapanta	christian.tuapanta@unach.edu.ec	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ismael Uquillas	ismael.uquillas@unach.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 11 Reporte de finalización de actividades

Otro de los aspectos fundamentales en la medición del uso de aula virtual, corresponden a los factores de visualización de las actividades del curso. En las que se denota una gran revisión de los materiales elaborados y seleccionados, destacando las 475 visualizaciones del cuestionario de la unidad 1 que se puede identificar en la figura 12. Y así también las 340 visualizaciones del ejercicio de maximización con Matlab, como se aprecia en la figura 13.

Información general	63 visualizaciones por 20 usuarios	-	sábado, 5 de agosto de 2023, 00:03 (2 días 2 horas)
Presentación del curso	39 visualizaciones por 20 usuarios	-	viernes, 4 de agosto de 2023, 22:46 (2 días 4 horas)
Generalidades de la programación lineal			
Introducción PL	67 visualizaciones por 19 usuarios	-	sábado, 5 de agosto de 2023, 00:07 (2 días 2 horas)
Presentación Unidad 1	48 visualizaciones por 19 usuarios	-	sábado, 5 de agosto de 2023, 00:08 (2 días 2 horas)
Test mediante video	183 visualizaciones por 21 usuarios	-	sábado, 5 de agosto de 2023, 00:11 (2 días 2 horas)
Identificación de aplicación de PL	343 visualizaciones por 21 usuarios	-	sábado, 5 de agosto de 2023, 00:12 (2 días 2 horas)
Cuestionario Unidad 1	475 visualizaciones por 21 usuarios	-	viernes, 4 de agosto de 2023, 23:13 (2 días 3 horas)

Figura 12 Reporte de actividades Generalidad y Unidad 1

Método Gráfico			
Ejercicio propuesto	63 visualizaciones por 21 usuarios	-	viernes, 4 de agosto de 2023, 22:39 (2 días 4 horas)
Método gráfico	120 visualizaciones por 20 usuarios	-	sábado, 5 de agosto de 2023, 00:21 (2 días 2 horas)
Quiz método gráfico	144 visualizaciones por 21 usuarios	-	viernes, 4 de agosto de 2023, 22:50 (2 días 3 horas)
Ejercicio de PL con método gráfico	272 visualizaciones por 21 usuarios	-	viernes, 4 de agosto de 2023, 22:50 (2 días 3 horas)
Método simplex			
Maximización con el método simplex	120 visualizaciones por 20 usuarios	-	sábado, 5 de agosto de 2023, 00:12 (2 días 2 horas)
Minimización con el método simplex	118 visualizaciones por 20 usuarios	-	sábado, 5 de agosto de 2023, 00:17 (2 días 2 horas)

https://aula.ieducativas.com/report/outline/index.php?id=8 1/2

7/8/23, 01:51 PL_1: Actividad del curso

Actividad	Vistas	Entradas de blog relacionadas	Último acceso
Quiz método Simplex	146 visualizaciones por 21 usuarios	-	viernes, 4 de agosto de 2023, 22:55 (2 días 3 horas)
Ejercicio de PL maximización comprobado en matlab	340 visualizaciones por 21 usuarios	-	viernes, 4 de agosto de 2023, 23:03 (2 días 3 horas)

Figura 13 Reporte de actividades Unidades 2 y 3

Las evaluaciones obtenidas por los estudiantes fueron las que se muestran en la Tabla 1

Tabla 1

Cuadro de calificaciones del curso

No mb re	Apelli do	H5 P:T est me dia nte vide o (Re al)	Cuest ionari o:Cue stiona rio Unid ad 1 (Real)	Tarea :Iden tifica ción de aplica ción de PL (Real)	H5P: Maxi mizac ión con el méto do simpl ex (Real)	H5P: Mini mizac ión con el méto do simpl ex (Real)	H5P: Quiz méto do Simp lex (Real)	H5 P: Mét odo gráf ico (Re al)	H5P :Qui z méto do gráfi co (Rea l)	Tarea:Ejer cicio de PL maximizac ión comproba do en matlab (Real)	Tarea :Ejer cicio de PL con méto do gráfic o (Real)	Pr o me di o
Joh nny	Analu iza	10	6	10	10	3,33	10	10	10	10	0	7,4 2
Ca mil a	Cand o	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10, 00
Bry an	Casig ña	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10, 00
Jas man y	Chave z	0	7	10	0	0	10	0	10	10	10	3,8 6
Ale xis	Chim boraz o	0	6	10	0	0	10	0	10	10	10	3,7 1
Dan iel	Escob ar	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	9,8 6

Kar em	Escud ero	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10,00
Cris tina	Garcí a	10	10	10	10	6,67	10	10	0	10	10	8,10
Jho el	Inca	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10,00
Ric har d	Mazo	0	7	10	0	0	0	0	10	10	10	2,43
Jai me	Merc han	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10,00
Day ana	Moret a	0	5	10	0	0	10	0	10	10	0	3,13
Ani bal	Olivo	0	10	10	0	0	10	0	9	10	10	4,14
Edu ard o	Pared es	5	10	10	3,33	10	10	5	10	10	10	7,62
Bry an	Quizh pilem a	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	9,57
Kev in	Roser o	0	10	10	0	0	10	0	10	10	10	4,29
Ang el	Sanga	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10,00
Chr istia n	Tuapa nta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Ism ael	Uquill as	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	8,75

Mediante las evaluaciones se ha podido detectar que existen algunos alumnos que no ejecutaron la revisión adecuada de los videos interactivos, por lo que su calificación tuvo una significativa reducción en la nota, el promedio general del curso es de 7 sobre 10. También cabe destacar que existen seis alumnos con una calificación de 10/10, lo que representa un 31,6% del total de estudiantes del curso.

Posterior a la aplicación de curso se ejecutó una encuesta con el objetivo de medir el nivel de aceptación de los alumnos respecto a la propuesta didáctica para la formulación de modelos matemáticos de programación lineal mediante formación virtual, mediante 11 preguntas en las que participaron 16 estudiantes, arrojando los siguientes resultados.

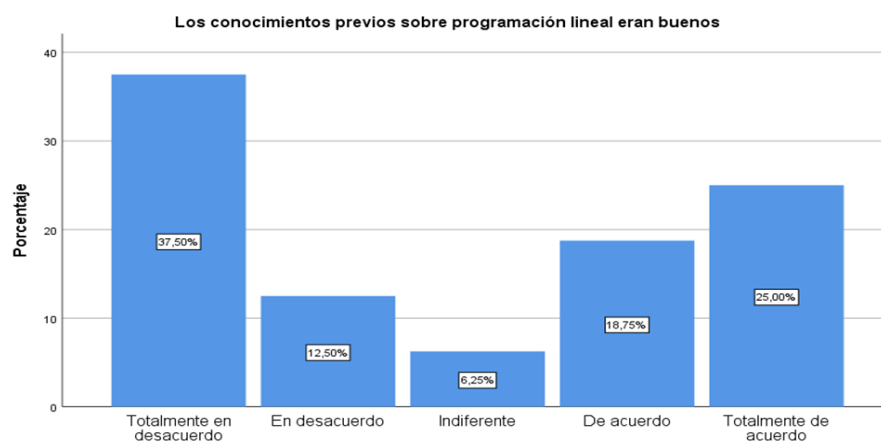


Figura 14 *Los conocimientos previos sobre programación lineal eran buenos.*

Análisis e interpretación: El 50% de los encuestados mencionaron que los conocimientos previos sobre programación lineal no eran buenos

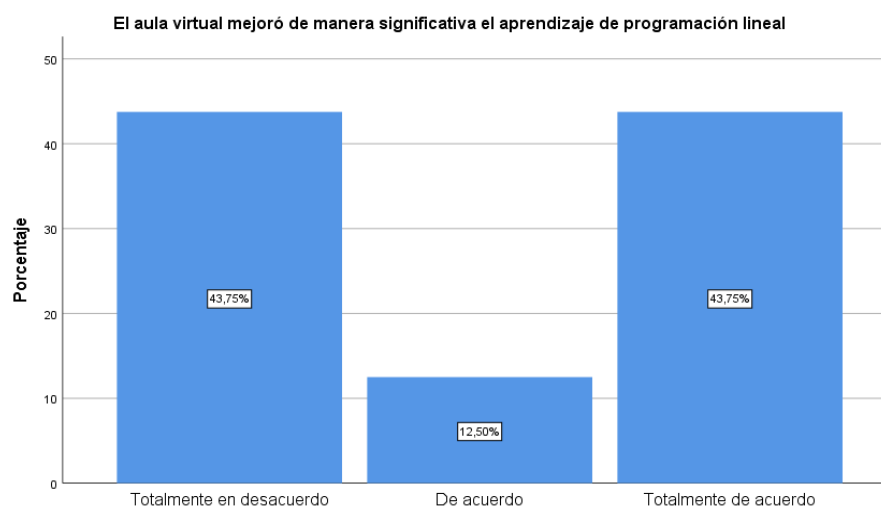


Figura 15 *El aula virtual mejoró de manera significativa el aprendizaje de programación lineal.*

Análisis e interpretación: El 56,25% de los alumnos encuestados afirman estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con que el uso del aula virtual mejoró de manera significativa el aprendizaje sobre programación lineal.

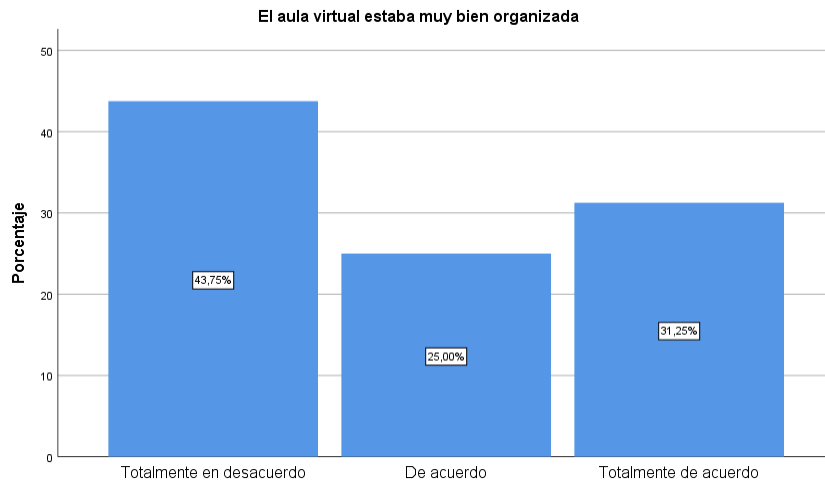


Figura 16 *El aula virtual estaba muy bien organizada*

Análisis e interpretación: El 56,25% de los alumnos encuestados mencionaron que el aula virtual implementada para enseñar programación lineal estaba muy bien organizada

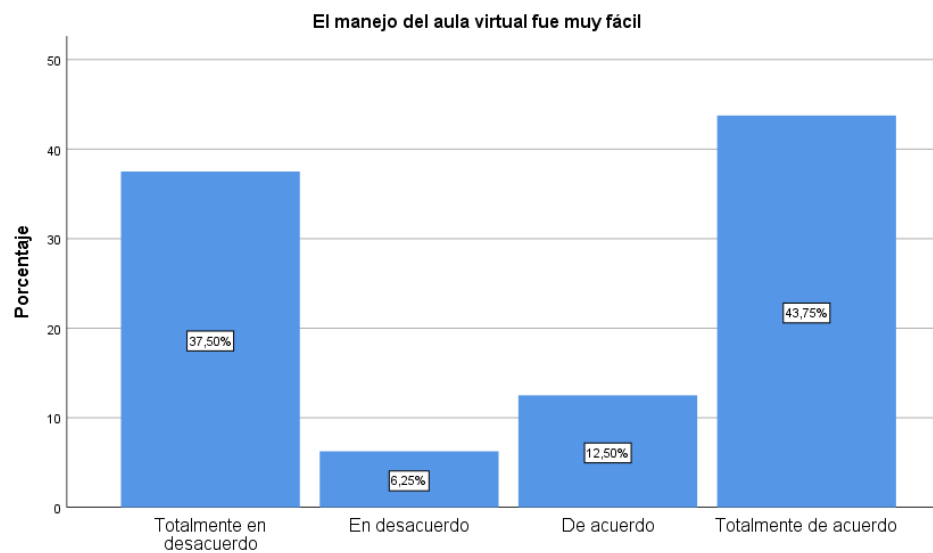


Figura 17 *El manejo del aula virtual fue muy fácil*

Análisis e interpretación: El 56,25% de los estudiantes encuestados mencionaron que el aula virtual proporcionó material útil para el aprendizaje de programación lineal.

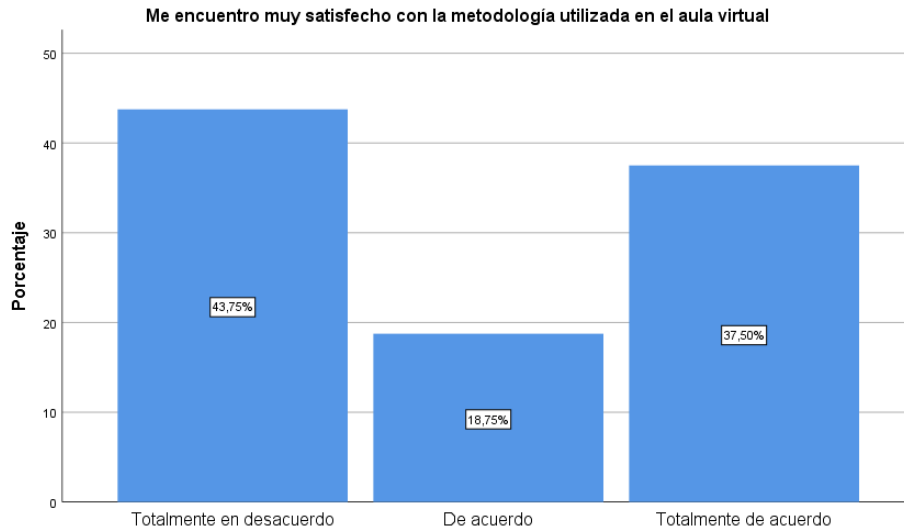


Figura 18 *Me encuentro muy satisfecho con la metodología utilizada en el aula virtual*

Análisis e interpretación: El 56,25% de los alumnos encuestados mencionaron que están satisfechos con la metodología aplicada en el aula virtual.

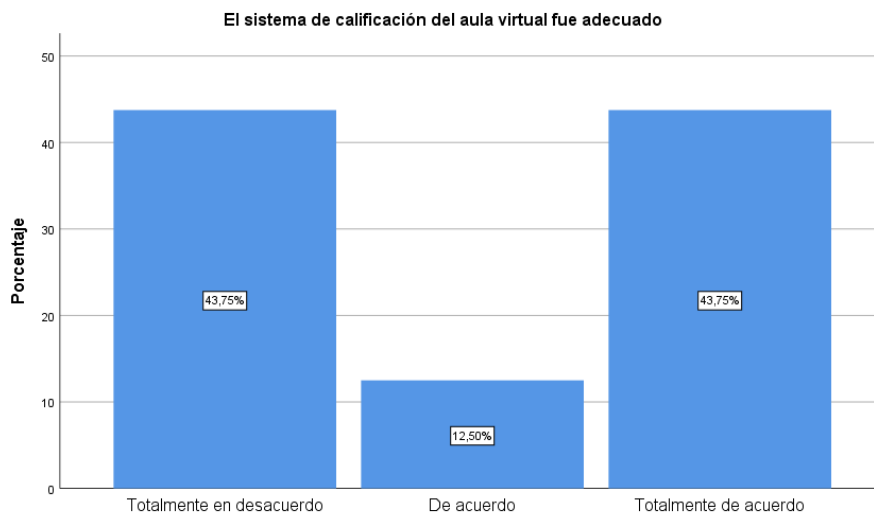


Figura 19 *El sistema de calificación del aula virtual fue adecuado*

Análisis e interpretación: El 56,25% de los alumnos encuestados mencionaron que el sistema de calificación del aula virtual fue adecuado.

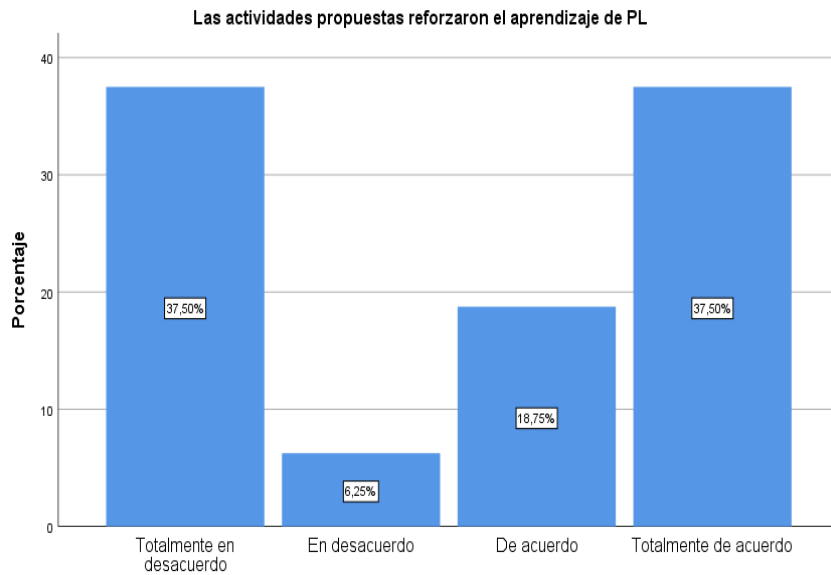


Figura 20 *Las actividades propuestas reforzaron el aprendizaje de PL*

Análisis e interpretación: El 56,25% de los estudiantes encuestados mencionaron estar de acuerdo con que las actividades propuestas reforzaron el aprendizaje de programación lineal

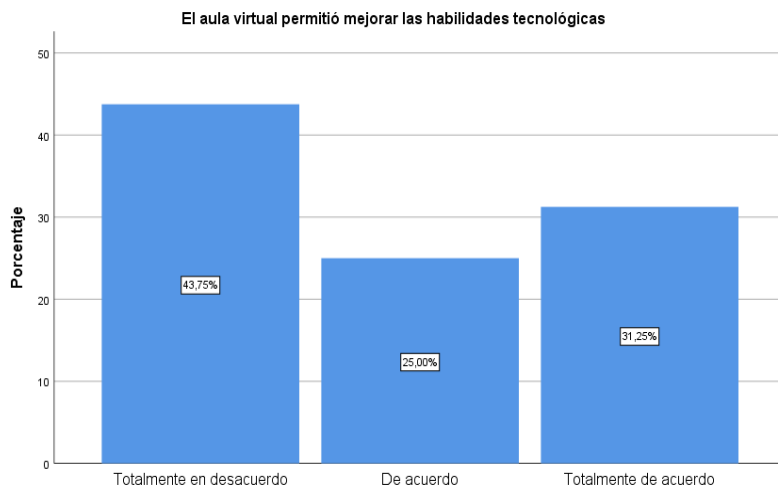


Figura 21 *El aula virtual permitió mejorar las habilidades tecnológicas*

Análisis e interpretación: El 56,25% de los alumnos encuestados afirman que el aula virtual permitió mejorar sus habilidades tecnológicas.

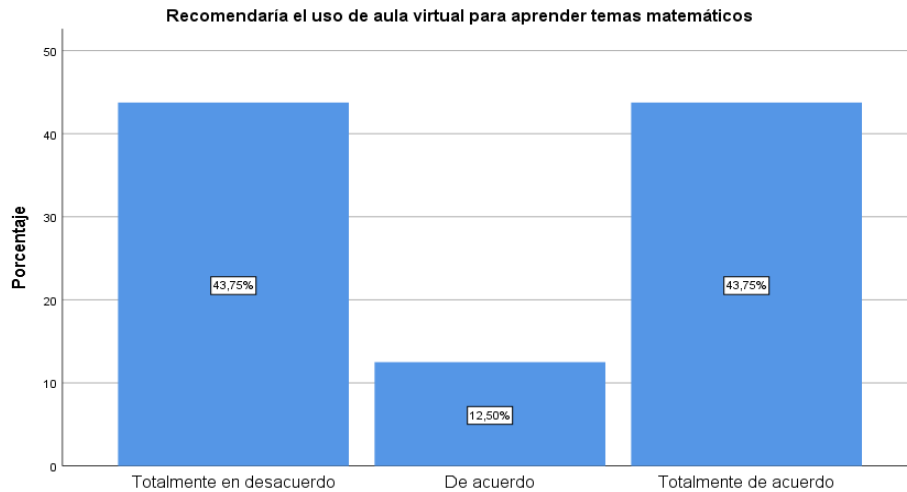


Figura 22 *Recomendaría el uso de aula virtual para aprender temas matemáticos*

Análisis e interpretación: El 56,25% de los alumnos encuestados indicaron que recomendarían el uso del aula virtual para aprender temas matemáticos.

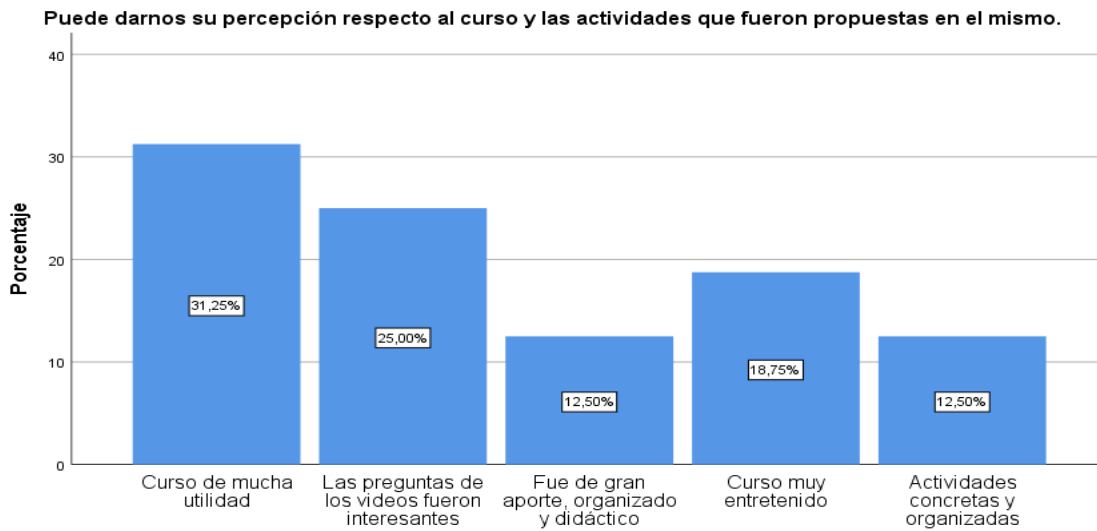


Figura 23 *Puede darnos su percepción respecto al curso y las actividades que fueron propuestas en el mismo.*

Análisis e interpretación

Las percepciones de los alumnos respecto al aula virtual, fueron bastante repetitivas y generalmente buenas, pues la mayor parte de estudiantes mencionaron que el curso fue de gran utilidad para mejorar su conocimiento, así también afirmaron, que lo que más les gustó del aula fueron los videos interactivos, puesto que no se podían distraer para acertar las respuestas, el orden y dinamismo del

aula también fue un factor primordial para los alumnos, el entretenimiento en las actividades propuestas constituye un factor relevante en el aula virtual.

En conclusión, la investigación realizó un análisis de las herramientas de educación para la enseñanza en modalidad virtual, luego se diseñaron estrategias didácticas para programación lineal mediante modelación matemática utilizando metodología PACIE, posteriormente se implementó la propuesta didáctica a través de la creación de un curso virtual en plataforma Moodle, el mismo que fue realizado por 19 alumnos de la UNACH, reflejando como resultados que 18 ejecutaron todas las actividades y 16 completaron las encuestas correspondientes que determinaron un alto índice de aceptación de la propuesta didáctica, obteniendo una nota promedio de 7 puntos sobre 10, y una aprobación al uso de videos interactivos y software matemático Matlab, así un 56,25% de los alumnos recomendarían el curso y coinciden en la percepción de que las actividades propuestas reforzaron el aprendizaje de Programación Lineal.

Referencias

- Almonte, M. (24 de 08 de 2021). <https://aprendizajeenred.es>. Obtenido de <https://aprendizajeenred.es/plataformas-lms-definicion-caracteristicas-tipos-diferencias/>
- Cardona, J. (2020). Modelado matemático de caja blanca y negra en educación en ingeniería. *Formación Universitaria*, 105-118. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v13n6/0718-5006-formuniv-13-06-105.pdf>
- Cevallos-Villacrés, Y., Meza-Herrera, M., Molina-Valdiviezo, L., Torres-Flores, G., & Machado-Sotomayor, G. (2015). PACIE Methodology Applied in Virtual Learning Environments to Support Learner Academic Performance . *Proceedings of the 7th International Conference on Computer Supported Education*, 246-252. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/2db4/a1e4ae624d56733b9c9905227f4f9fb49d24.pdf>
- Cruz, C. (2010). La enseñanza de la modelación matemática en ingeniería. *Revista Facultad de ingeniería Universidad Central de Venezuela*.
- Giler, L. (2021). La enseñanza virtual de matemática en la Educación Universitaria en el Ecuador. *Polo del conocimiento*, 566-583. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8331506.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de investigación*. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.

- ITMadrid Digital School. (05 de 06 de 2022). <https://www.itmadrid.com>. Obtenido de <https://www.itmadrid.com/que-es-el-diseno-instruccional-en-la-era-digital/>
- Maldonado, L. (2013). El modelamiento matemático en la formación del ingeniero. Bogota: Fundación Universidad Central. Obtenido de <https://www.oas.org/cotep/GetAttach.aspx?lang=En&cId=632&aid=936>
- TPElearning. (2022). <https://www.trespuntoelearning.com/como-escoger-entorno-virtual-lms-facil/>. Obtenido de <https://www.trespuntoelearning.com/como-escoger-entorno-virtual-lms-facil/>
- Zambrano, C. (2022). Las tecnologías de la información y comunicación en el desarrollo de los. Polo del conocimiento, 24-48. Obtenido de https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4980/12065#google_vignette

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).