

Aprendizaje basado en la investigación en la evaluación con rúbricas en álgebra lineal

Guillermo Gamarra Astuhuamán
ggamarra@undac.edu.pe

Miguel Ángel Ventura Janampa
mventuraj@undac.edu.pe

Jorge Berrospi Feliciano
jberrospif@undac.edu.pe

Fuster Palma Alvino
fpalmaa@undac.edu.pe

Josué Chacón Leandro
jchaconl@undac.edu.pe

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Pasco - Peru

RESUMEN

El estudio muestra resultados obtenidos en el área de investigación formativa en estudiantes de educación superior. El objetivo fue determinar la influencia del aprendizaje basado en la investigación en los resultados de la evaluación mediante rúbricas en álgebra lineal en estudiantes de Matemática-Física de la UNDAC. Se seleccionó un grupo de estudiantes en forma intencional que fueron 17 estudiantes del VIII semestre, sólo existe grupo experimental, se aplicó un cuestionario de 10 ítems validados por expertos en tres momentos, el cual se implementó el método del aprendizaje basado en la investigación (ABI), la durante 8 semanas, que se desarrolló el contenido programado en el sílabo. Los resultados recopilados fueron las calificaciones cualitativas y cuantitativas obtenidas a través de las rúbricas implementadas en el aula virtual de la asignatura del álgebra lineal. En el primer momento del cuestionario, la gran mayoría de los estudiantes se ubicaban en el nivel medio bajo con 64,7% y al finalizar el ABI los estudiantes se ubicaron en el nivel alto con 35,3% en comparación al primer momento. Del análisis inferencial de Friedman se obtuvo $\chi_r^2 = 20.003$ y un p-valor de 0.000, lo que evidencia la influencia del ABI aplicado a las variables de espacios vectoriales y transformaciones lineales evaluadas a través de las rúbricas.

Palabra clave: aprendizaje; investigación; rúbricas; evaluación.

Inquiry-based learning in assessment with rubrics in linear algebra

ABSTRACT

The study shows results obtained in the area of formative research in higher education students. The objective was to determine the influence of inquiry-based learning on the results of the evaluation using rubrics in linear algebra in students of Mathematics-Physics of the UNDAC. A group of students was selected intentionally that were 17 students of the VIII semester, there is only an experimental group, a questionnaire of 10 items validated by experts was applied in three moments, which the method of learning based on research (ABI) was implemented.), during 8 weeks, which developed the programmed content in the syllable. The collected results were the qualitative and quantitative qualifications obtained through the rubrics implemented in the virtual classroom of the linear algebra subject. At the first moment of the questionnaire, the vast majority of the students were located in the lower middle level with 64.7% and at the end of the ABI the students were located in the high level with 35.3% compared to the first moment. From the Friedman inferential analysis, $\chi^2 = 20.003$ and a p-value of 0.000 were obtained, which shows the influence of the ABI applied to the variables of vector spaces and linear transformations evaluated through the rubrics.

Keywords: learning; research; rubrics; evaluation.

Artículo recibido: 03 marzo 2022

Aceptado para publicación: 20 marzo 2022

Correspondencia: pggamarraa@undac.edu.pe

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

INTRODUCCIÓN

Los grandes acontecimientos que se desarrollan hoy en las universidades y la sociedad requieren cambios y mejoras en los métodos educativos en los diferentes planes de estudio y/o carreras de estudio en el Perú, tales como la formación de futuros profesionales, tecnologías, métodos de análisis de la información, etc. que no solo puedan replicar sino también crear conocimiento.

El reto de las universidades es reformar los currículos de estudio y transformarlos en espacios de colaboración, compromiso y difusión de la investigación. El objetivo es buscar una cultura investigadora entre los estudiantes que ayude a sentar las bases para la competitividad de los profesionales de este nivel. Nuestra sociedad, el conocimiento, la innovación, la tecnología y el desarrollo social nacional e internacional de estos jóvenes no han tocado estos temas.

Debemos destacar que en este nivel pretendemos alejarnos de las escuelas tradicionales, teniendo en cuenta que el alumno es un pensador positivo, no solo receptivo, con capacidad de análisis crítico objetivo y maduro, así como una constante vocación por aprender. Sin embargo, debido a la introducción de materias a través de competencias y la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), actualmente existen dificultades para evaluar a los estudiantes de las asignaturas de matemática-física, ya que las herramientas que se aplican no evalúan la efectividad de las competencias previas en el currículo de estudio.

En este contexto, la metodología docente juega un papel muy importante en la formación integral de los estudiantes universitarios, las habilidades y destrezas de docentes y estudiantes se ven reflejadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo que la metodología ha cambiado. Adquiera competencias y utilice herramientas de evaluación que están realmente diseñadas para evaluar.

Diversas encuestas (Buendía y Salmerón, 1994; Elliot, 1981; La Puebla, 1988; Lewin, 1973; López-Górriz, 1993) han destacado la importancia del vínculo entre docencia e investigación. Generalmente, se refieren a la necesidad de cambiar el proceso de aprendizaje para que los jóvenes universitarios se conviertan en sujetos activos de su propia formación profesional. Para ello, debemos aplicar métodos de aprendizaje basado en la investigación (ABI) donde los estudiantes puedan conectarse a la indagación a través de métodos científicos y actuar con conocimientos, habilidades y actitudes.

La investigación se considera una herramienta valiosa para motivar a los estudiantes a comprender y valorar las actividades de investigación en el aula, así como: la honestidad, respeto por la diversidad de pensamiento, empatía-sinergia, etc. ABI permite que los estudiantes desarrollen habilidades para adquirir métodos de vanguardia (conocimientos), resolución de problemas (procedimientos), autonomía y aprendizaje en equipo (actitudes), siempre que los docentes promuevan la introspección personal y las habilidades interpersonales de los estudiantes.

El propósito de este trabajo fue examinar algunos aspectos teóricos del aprendizaje basado en la investigación, pero también se le conoce como aprendizaje basado en la indagación, y se debe tener en cuenta que el término indagación se usa con mayor frecuencia en la literatura anglosajona; y para evaluar la enseñanza del proceso de la asignatura de álgebra lineal, y se utilizaron diferentes rubricas para ello.

El modelo de Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI) surgió a partir de las críticas realizadas por Ernest Boyer (educador estadounidense) a fines de la década de 1990 sobre la insuficiente participación de los estudiantes en actividades de investigación y la consiguiente falta de habilidades por los estudiantes. (Martínez y Buendía, 2005; Torres, 2012, como se cita en Peñaherrera et al., 2014).

Según el Instituto Tecnológico de Monterrey, establece que “El aprendizaje basado en la investigación (ABI) es un método de enseñanza que permite el uso de estrategias activas de aprendizaje para desarrollar la capacidad del estudiante para realizar investigaciones creativas en el mundo del conocimiento”.

Por otro lado, la Universidad de Indiana citada por Heick (2013) afirma que “el aprendizaje basado en la indagación es un modelo de enseñanza que enfoca el aprendizaje en la solución de un problema específico o la respuesta a un problema central”.

A su vez, Warner y Myer (2015) afirman que “es un método de enseñanza que combina la curiosidad de los estudiantes con el método científico para promover el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico mientras se aprende ciencia”.

El informe de Boyer (1990) se distingue cuatro dimensiones, funciones o de trabajo académico, que son:

1. The Scholarship of Discovery o profesionalidad investigadora, consiste básicamente en lo que siempre se ha pensado como investigación; los profesores de medicina estudian medicina, los profesores de ingeniería estudian ingeniería, los profesores de

historia son historiadores además de profesores, etc.; cada uno investiga en su propia área de conocimiento.

2. The Scholarship of Integration no es muy diferente del concepto y el uso común del término investigación, pero el enfoque aquí está en un contexto más global e interdisciplinario; la investigación en cada disciplina está en un contexto más amplio (por ejemplo, ética y biología). Urbanismo y Sociología, Ingeniería y Ecología, etc.).
3. The Scholarship of Application o uso creativo y responsable del conocimiento para resolver problemas específicos de la sociedad. En los dos primeros significados del término scholarship, corresponde al académico (o en términos más genéricos) quien determina lo que se investiga; en The Scholarship of Application, es la sociedad, el grupo, el gobierno, la corporación la que define o establece la agenda de investigación para la profesión académica, etc.
4. The Scholarship of Teaching (que ahora tiende a ser denominada the Scholarship of Teaching and Learning) es la dimensión académica que realmente me interesa poner de relieve en este momento porque es la que ha estimulado la abundante investigación sobre lo que sucede en las aulas universitarias y donde se advierte más la originalidad y el impacto del informe de Boyer. Las tres acepciones anteriores de scholarship no parece que constituyan realmente una novedad (quizás lo sea su sistematización); están en la línea de lo que siempre se ha entendido por investigación referida a profesores universitarios.

Esta es la dimensión académica que realmente me interesa destacar ahora, porque ha inspirado una gran cantidad de investigaciones sobre lo que sucede en las aulas universitarias, y donde el ingenio y el impacto del informe Boyer. Los primeros tres significados de scholarship no parecen constituir realmente una novedad (quizás su sistematización sí lo sea); en consonancia con la antigua comprensión de la investigación sobre los profesores universitarios

El aprendizaje basado en la investigación (ABI) está ganando popularidad en los cursos de ciencias, la investigación internacional y la enseñanza. El aprendizaje basado en la investigación es una estrategia educativa en la que los estudiantes siguen métodos y prácticas similares a las de los científicos profesionales para construir el conocimiento (Keselman, 2003). Es un proceso de descubrimiento de nuevas relaciones causales, donde

los estudiantes formulan hipótesis y las prueban realizando experimentos y/o realizando observaciones (Pedaste, Maeots, Leijen & Sarapuu, 2012).

Finalmente, podemos señalar que ABI comprende la aplicación de estrategias didácticas cuyo propósito es vincular la investigación y la docencia, permitiendo a los estudiantes participar en la investigación de forma parcial o totalmente científica en el aula universitaria.

La investigación servirá como antecedentes para determinar que se debe implementar el enfoque en los programas de estudio de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UNDAC, que permitirá a los estudiantes descubrir nuevas ideas, estar en el centro del proceso del aprendizaje que girará en torno a los estudiantes, , y la evaluación será a través de la valoración de las habilidades de procesamiento de información.

Asimismo, en los últimos 20 años han surgido nuevas tendencias de evaluación, tratando de responder a la demanda de evaluación tradicional basada en el uso de pruebas estandarizadas. Estos requisitos han jugado un papel especial en el campo de la educación superior, donde los problemas de evaluación del desempeño semestrales se han convertido en el tema de numerosas encuestas y publicaciones que brindan alternativas a las pruebas de opción múltiple. A través de este trabajo de investigación, se discutirán las ventajas y desventajas de la evaluación a través de rúbrica por parte de los estudiantes del programa de Matemática-Física UNDAC en la asignatura de álgebra lineal.

Asimismo, en los últimos 20 años han surgido nuevas tendencias evaluativas que intentan dar respuesta a la necesidad de evaluaciones tradicionales basadas en el uso de pruebas estandarizadas. Estos requisitos desempeñan un papel especial en la educación superior, donde los problemas de evaluación del desempeño semestrales se han convertido en el tema de numerosas investigaciones y publicaciones, y ofrecen una alternativa a las pruebas de opción múltiple. A través de este trabajo de investigación, se discutirán las fortalezas y debilidades de la evaluación a través de rúbricas por parte de los estudiantes de Matemáticas-Física UNDAC en la asignatura de Álgebra Lineal.

MÉTODOS Y MATERIALES

La metodología de la investigación de esta investigación fue de carácter descriptivo y explicativo; la investigación se caracterizó por el diseño cuasi – experimental con un solo grupo natural tiene pre-test y doble post-test, los datos cuantitativos y cualitativos, la cual se buscó determinar la relación de los aprendizajes de espacios vectoriales y

transformaciones lineales a través del instrumento de evaluación rúbricas, los datos fueron recolectados en tres momentos. Cuyo esquema propuesto por Echevarría, (2016, p. 86).

t_1	t_2	t_3	t_3	t_5
NG_1	O_1	X_1	O_2	O_3

Donde:

- $t_1 - t_5$: Momentos del experimento
- NG_1 : Grupo natural con experimentación.
- O_1 : Medición del pretest.
- X_1 : Tratamiento experimental (variable independiente)
- O_2 y O_3 : Medición del postest

La investigación se realizó en los estudiantes del Programa de Estudios de Matemática – Física de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de la Región Pasco ubicado a una altitud de 4380 m s. n. m. en Perú.

La muestra de estudio fue no probabilística de tipo intencional que es cuando el investigador establece previamente los criterios para seleccionar las unidades de análisis Gamarra et al. (2015). En el estudio han participado estudiantes del VIII Semestre entre las edades de 18 y 20 años de edad; que son en total 17 estudiantes matriculados por primera vez en la asignatura de álgebra lineal; se ha excluido del estudio a los estudiantes que fueron reprobados el año 2020-B, de ellos el 29,4% son mujeres y 70,6% varones.

Como en toda investigación científica se planifica, se recoge información, se analiza e interpreta y se elabora el informe. El diseño fue articulado en tres fases:

- **Primera Fase:** se identificó los antecedentes y los temas que se pueden utilizar como fuentes de información y las posibilidades que brindan para los propósitos y objetivos de la investigación. Se determinó las razones y consecuencias de la solución del problema, luego se analiza la viabilidad de la investigación y finalmente se determinó la utilidad para la comunidad universitaria. El contexto de esta investigación se ejecutará con respecto al objetivo se denomina fase de búsqueda. Busque teorías orientadas a la investigación y sus relaciones de variación, y luego han seleccionado los sujetos mediante un muestreo no probabilístico para determinar la validez y confiabilidad de los instrumentos verificados por expertos. En esta investigación, se denomina etapa metodológica.

- **Segunda fase:** Se siguió el procesamiento y organización de los datos, la aplicación de técnicas de análisis y la interpretación de los resultados de la encuesta se relacionan con los objetivos del diseño de la encuesta, y el informe se elabora de acuerdo con las especificaciones establecidas por el Instituto Central de Investigación de la UNDAC. Finalmente, el informe se entregó al responsable para su posterior liberación. Esto se llama fase de resultados.
- **Tercera fase:** En esta etapa, los resultados de la investigación a realizar serán publicados en la web de la universidad y publicados en revistas indexadas para que los interesados puedan ampliar la investigación.

Se usó dos tipos de instrumentos: el primero fue el cuestionario constituido por diez preguntas y las segundas son cinco rúbricas para ello se analizó primero el coeficiente de validez de contenido (CVC), siguiendo la valoración del coeficiente de Kappa (Landis y Koch 1977). Para ello se solicitó a tres expertos conformados por dos doctores en matemática y un doctor en metodología de la investigación y cuyos resultados se muestran en la tabla 1 y 2

Tabla 1

Coefficiente de concordancia de Kappa

Kappa General						
	Kappa	Error estándar asintótico	Z	P Valor	Inferior al 95% CI asintótica unida	IC asintótica superior al 95% unida
General	,547	,143	3,820	,000	,266	,828

El resultado obtenido en la tabla 1, se observa que el valor de Kappa es 0,547 y realizando la comparación de la valoración de concordancia propuesta por Kappa, es superior a 0,40; lo cual podemos inferir que la validez de contenido del instrumento de cuestionario del test hay una consistencia interna por parte de los expertos.

Tabla 2

Coefficiente de concordancia de Kappa

Kappa General						
	Kappa	Error estándar asintótico	Z	P Valor	Inferior al 95% CI asintótica unida	IC asintótica superior al 95% unida
General	,595	,184	3,234	,001	,234	,955

El resultado obtenido en la tabla 2, se observa que el valor de Kappa es 0,595 y analizando la valoración de concordancia propuesto por Kappa, se observa que es superior a 0,40; entonces podemos inferir que la validez de contenido del instrumento de evaluación de rúbricas hay una consistencia interna por parte de los expertos.

Para determinar la confiabilidad de los instrumentos se determinó con el coeficiente Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951); se trabajó con 13 estudiantes del Programa de Estudios de Matemática – Física que no fueron parte de la muestra de estudio y 10 estudiantes para las rúbricas, los resultados de confiabilidad se muestran en la tabla 3 y 4.

Tabla 3

Confiabilidad del cuestionario

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,834	,827	10

Fuente: Base de datos prueba piloto.

El coeficiente Alfa de Cronbach obtenido de 0.834, representa un alto grado de confiabilidad de consistencia interna y estabilidad. Por lo tanto, el cuestionario es confiable; así se eliminará cualquier ítem del instrumento, el coeficiente de confiabilidad no aumenta, lo cual indica que todos los ítems resultan necesarios e importantes.

Tabla 4

Estadístico de confiabilidad del instrumento rúbrica

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,787	,796	5

Fuente: Base de datos prueba piloto.

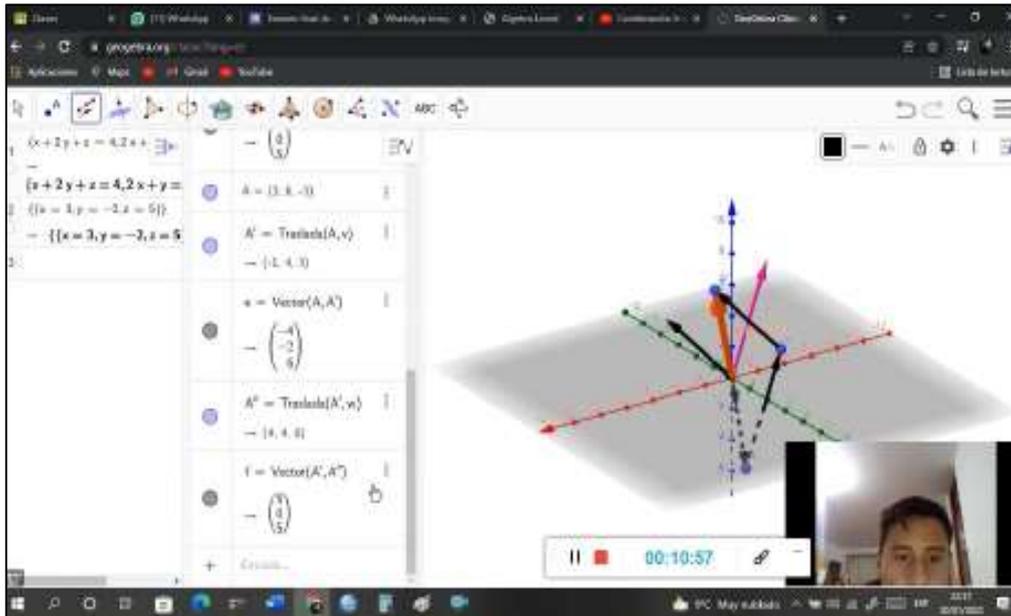
El coeficiente Alfa de Cronbach obtenido de 0.787, representa un alto grado de confiabilidad de consistencia interna y estabilidad; entonces el instrumento de la rúbrica es confiable; así se eliminará cualquier ítem del instrumento, el coeficiente de confiabilidad no aumenta, lo cual indica que todos los ítems resultan necesarios e importantes.

RESULTADOS

Se exponen los resultados obtenidos de los estudiantes del Programa de estudios de Matemática – Física de la UNDAC en el año 2021, en primer lugar, se exponen los resultados descriptivos y en segundo momento la hipótesis de trabajo.

Figura 1

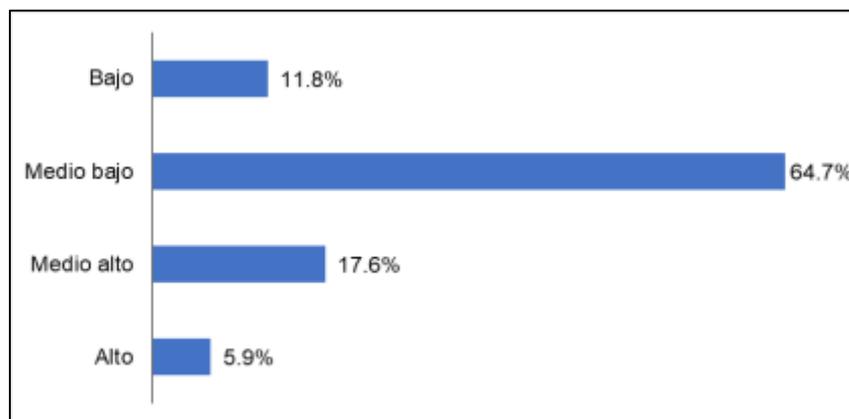
Exposición de un problema con GeoGebra



Se evalúa la exposición del estudiante a través de la rúbrica analítica del proceso de una resolución de problemas, el alumno muestra un alto nivel de análisis para resolver el problema propuesto en clase lo cual comprende y aplica los conceptos y teoremas, presenta una buena estrategia para resolver el problema, el diagrama que presenta es claro y ayuda a comprender el problema y se observa en 3D el resultado; los errores de los procedimientos son mínimos y son corregidos por el propio estudiante en el momento, finalmente realiza la comprobación de su resultado y recibe consultas de sus compañeros de clase y ayuda a sus compañeros que tienen dificultades para resolver el problema propuesto.

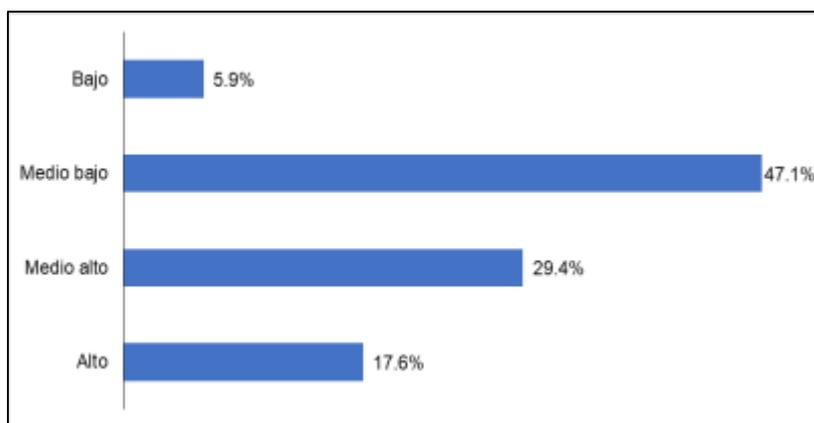
Figura 2

Resultados del primer momento evaluado



De los resultados obtenidos del cuestionario aplicado en el primer momento y cuya valoración se determinó con la rúbrica, donde sólo un estudiante (5.9%) de la Programa de Estudios de Matemática – Física identifica en forma clara los conceptos, aplica correctamente los conceptos matemáticos, interpreta los resultados de espacios vectoriales y muestra respeto a sus compañeros de aula. Así mismo, el 64,7% de los estudiantes en el nivel medio bajo es decir hay un cierto nivel de confusión de los conceptos, se equivocan en aplicar las propiedades matemáticas, sus respuestas son parcialmente correctas y se observa poca concentración al momento de resolver el cuestionario. Finalmente se tienen un 11,8% de los estudiantes se ubica en el nivel bajo, desconocen los conceptos o definiciones, no identifica los conceptos elementales y sus respuestas son incorrectas, como también se observa que están muy inquietos o intentan hacer trampa en la evaluación.

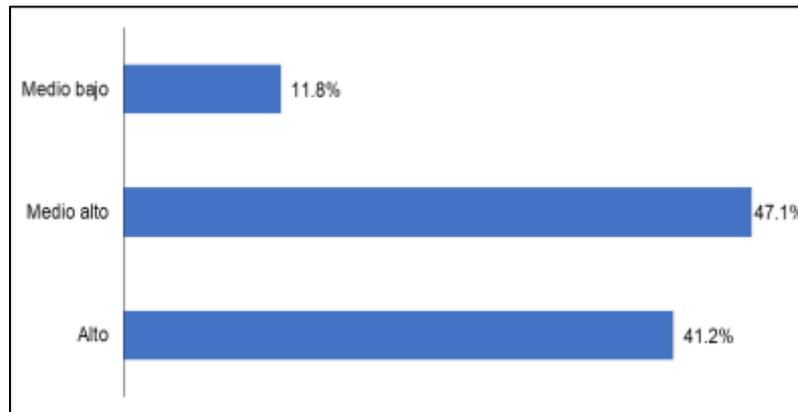
Figura 3 Resultado del segundo momento evaluado.



De los resultados obtenidos del cuestionario aplicado en el segundo momento y cuya valoración se determinó con la rúbrica, donde existe tres estudiantes (17,6%) de la Programa de Estudios de Matemática – Física identifica en forma clara los conceptos, aplica correctamente los conceptos matemáticos, interpreta los resultados de espacios vectoriales y muestra respeto a sus compañeros de aula. Así mismo, el 47,1% de los estudiantes en el nivel medio bajo es decir hay un cierto nivel de confusión de los conceptos, se equivocan en aplicar las propiedades matemáticas, sus respuestas son parcialmente correctas y se observa poca concentración al momento de resolver el cuestionario. Finalmente se tienen un 11,8% de los estudiantes se ubica en el nivel bajo donde desconocen los conceptos o definiciones, no identifica los conceptos elementales y sus respuestas son incorrectas, como también se observa que están muy inquietos.

Figura 4

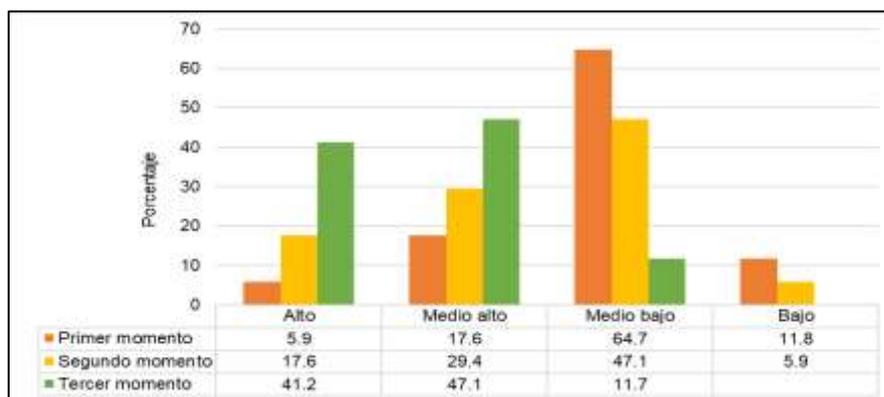
Resultado del tercer momento evaluado.



De los resultados obtenidos del cuestionario aplicado en el primer momento y cuya valoración se determinó con la rúbrica (ver anexo 3), donde sólo un estudiante (41.2%) de la Programa de Estudios de Matemática – Física identifica en forma clara los conceptos, aplica correctamente los conceptos matemáticos, interpreta los resultados de espacios vectoriales y muestra respeto a sus compañeros de aula. Así mismo, el 47.1% de los estudiantes en el nivel medio alto; es decir existe aún hay poca claridad del dominio de los conceptos referidos a espacios vectoriales y transformaciones lineales, la equivocan es poco en aplicar las propiedades matemáticas, sus respuestas son correctas, pero falta interpretar y se observa una buena concentración al momento de resolver el cuestionario. Finalmente se tienen un 11,7% de los estudiantes desconocen los conceptos o definiciones, no identifica los conceptos elementales y sus respuestas son incorrectas, como también se observa que están muy inquietos o intentan hacer trampa en la evaluación.

Figura 5

Comparación de los resultados de los tres momentos



De los resultados obtenidos del cuestionario aplicado en los tres momentos se observa que en el primer momento los resultados se concentran con el mayor porcentaje en el nivel medio bajo con 64,7%, sin embargo, en el segundo momento de la aplicación del cuestionario se observa la mejora de los resultados, donde existe un incremento en el nivel alto en 11,8% y en el nivel bajo en 11,7%; es decir hay mejoras en la comprensión de los conceptos matemáticos, así como también hay mejoras en los procedimientos de sus soluciones y explicaciones que realiza. Finalmente se tiene que en el tercer momento de la aplicación del cuestionario los estudiantes de Matemática – Física, el nivel alto mejoró en comparación al primer momento en 35,3% y con respecto al segundo momento en 23,6%; donde existe que los estudiantes precisan correctamente los conceptos de espacios vectoriales y transformaciones lineales, sus procedimientos que presentan son adecuados lo mismo que interpretan y grafican correctamente. Así mismo se observa en el tercer momento de aplicación ningún estudiante se encuentra en el nivel bajo.

Para contrastar la hipótesis de trabajo, en primer lugar, se analiza si los datos obtenidos en los tres momentos de aplicación de los estudiantes del VIII Semestre del Programa de Estudios se distribuyen en forma normal, para ello se analizó con la prueba estadística Shapiro-Wilk, ya que la muestra de estudio es menor a 30 unidades de análisis, el resultado se presenta en la tabla 5.

Tabla 5

Prueba de normalidad de los momentos de aplicación del cuestionario

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Primer momento	0.950	17	0.451
Segundo momento	0.943	17	0.049
Tercer momento	0.891	17	0.041

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

El nivel de significación de p-valor (sig.) obtenido en el test Shapiro-Wilk; para el primer momento es de 0.45 es mayor que 0,05; podemos indicar los datos son normales; sin embargo, los resultados de la tabla 5 del segundo momento y tercer momento de aplicación del cuestionario son menores que 0,05; es decir que el Sig (p-valor) < 0,05; entonces se concluye que los datos obtenidos no se ajustan a una distribución, lo cual nos conlleva a contrastar la hipótesis con pruebas estadísticas no paramétricas.

Analizando con respecto a los resultados obtenidos en el grupo experimental aplicados en los tres momentos a los estudiantes del Programa de estudios de Matemática – Física de la UNDAC se plantearon las hipótesis estadísticas

H₀: No hay diferencias en los resultados de evaluación con rubricas en los tres momentos obtenidos en el álgebra lineal a través del ABI.

$$M_1 = M_2 = M_3$$

H₁: Hay diferencias en los resultados de evaluación con rubricas en los tres momentos obtenidos en el álgebra lineal a través del ABI.

$$M_1 \neq M_2 \neq M_3$$

Para analizar el resultado de la prueba se fijó un nivel de significación de $\alpha = 0.05$ (5%) y el modelo estadístico para contrastar las hipótesis fue la prueba no paramétrica de Friedman (1937).

$$F = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{i=1}^k (R_j)^2 - 3n(k+1)$$

La prueba Friedman para muestras relacionadas se aplicó porque los resultados obtenidos fueron datos de tipo ordinal que van desde: bajo, medio bajo, medio alto y alto y según el resultado obtenido en la tabla 5, los datos no se ajustan a una distribución normal y cuyos resultados son:

Tabla 6

Resultados no paramétrica de Friedman para los tres momentos de aplicación del cuestionario en algebra lineal.

Estadísticos de prueba^a

N	17
Chi-cuadrado	20,033
gl	2
Sig. asintótica	,000
Significación exacta	,000
Probabilidad en el punto	,000

a. Prueba de Friedman

Según los resultados de la prueba de Friedman en la tabla 6, se obtiene estadísticos significativos puesto que p-valor (0,000) es menor que el nivel de significación, entonces se rechaza la hipótesis nula.

Los resultados de aplicación del cuestionario en los tres momentos la evaluación mediante rúbricas en el álgebra lineal se observa en la tabla 6, el estadístico de contraste es $\chi^2_{r-calculado} = 20.033$, y los grados de libertad es 2 determinando en $\chi^2_{r-tabla} = 13.82$ resulta que $\chi^2_{r-calculado} > \chi^2_{r-tabla}$ para $p < 0.001$. Es decir, el valor encontrado es 0.000 menor que el nivel de significación 0.05; lo que significa que los resultados de la diferencia no son aleatorios puesto que existe una diferencia significativa; es así nos lleva a rechazar la hipótesis nula para cualquier nivel y aceptar la hipótesis de investigación. Por lo tanto, se concluye que existe diferencias estadísticamente significativas respecto al aprendizaje basado en la investigación en los estudiantes del VIII semestre del Programa de Matemática – Física en la asignatura del álgebra lineal en el año 2021 – B.

DISCUSIÓN

La aplicación del aprendizaje basado en la investigación (ABI) mejora el rol del estudiante comprometido con el trabajo en forma individual y grupal con el ABI, además los estudiantes se comprometen aprender, donde se formulan preguntas relevantes a seguir investigando y sea un estudiante inquisidor y guste resolver problemas relacionados al álgebra lineal. En cuanto a su perfil el estudiante se desenvuelve como investigador en el proceso del aprendizaje y tenga una experiencia como investigador que le permita: a teorizar acerca de posibles soluciones, escoge una metodología para investigar alternativas de solución, generar evidencias con base en la investigación, analizar la información o datos que se presenta, y finalmente que formule inferencia mediante el proceso de investigación con rigor al aprendizaje de la asignatura. Esta teoría expuesta en el párrafo anterior concuerda con la teoría de Heick (2013, p. 268) donde indica que “Es un modelo de enseñanza que se centra en el aprendizaje de la solución de un problema en particular o la respuesta a una pregunta central”; así como el estudio de Warner y Myer (2015) señala que la enseñanza que combina la curiosidad de los estudiantes y el método científico para promover el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico a la vez que aprender ciencia.

Pero desde la óptica de la investigación desarrollada en los estudiantes de educación superior se requiere equipar con herramientas y experiencias que le permiten realizar

investigación y así la universidad contribuirá con los problemas sociales de la región Pasco; entonces el ABI promoverá una experiencia de trabajo de investigación, y que favorezca la toma de conciencia sobre el valor de la investigación universitaria

Finalmente, al analizar la hipótesis de investigación con la prueba estadística de Friedman obtenidos en la tabla 6 se observa claramente que es significativo puesto que p-valor (0,000) es menor que el nivel de significación (0,05), entonces se rechaza la hipótesis nula; por lo que se concluye que existe diferencias estadísticamente significativas respecto al aprendizaje basado en la investigación en los estudiantes del VIII semestre del Programa de Matemática – Física en el año 2021 – B. Así mismo con los resultados de comparación de la figura 5, se tiene que en el primer momento los resultados se concentra con el mayor porcentaje en el nivel medio bajo con 64,7%, sin embargo, en el segundo momento de la aplicación del cuestionario se observa la mejora de los resultados, donde existe un incremento en medio alto en 11,8% y en el nivel alto en 11,7%; es decir hay mejoras en la comprensión de los conceptos matemáticos, así como también hay mejoras en los procedimientos de sus soluciones y explicaciones que realiza. Estos resultados confirman con los obtenidos por Espinel-Guadalupe, Johana, & Junes Robles, Amaya, & Ramírez-Calixto, Carmita, & Ramírez-Anormaliza, Richard (2016), que el ABI es una buena didáctica para lograr el desarrollo de la investigación superior en especial en la República del Ecuador y concluye que existe una relación entre los estudiantes que utilizan más información científica para realizar sus trabajos autónomos y los profesores que comparten sus investigaciones en el aula.

CONCLUSIONES

El aprendizaje basado en la investigación mejora significativamente en las evaluaciones realizadas mediante rúbricas, los resultados obtenidos en la tabla 18 a través de la prueba no paramétrica de Friedman se obtiene que el p-valor (0,002) es menor que el nivel de significación (0,05). Entonces hay evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula y concluir que existe diferencias en los resultados de evaluación con rubricas en los tres momentos obtenidos de espacios vectoriales a través del ABI, por los estudiantes del programa de estudios Matemática – Física de la UNDAC en el año académico 2021-B.

El aprendizaje basado en la investigación mejora significativamente en las evaluaciones realizadas mediante rúbricas, los resultados obtenidos en la tabla 19 a través de la prueba no paramétrica de Friedman se obtiene que el p-valor (0,001) es menor que el nivel de

significación (0,05). Entonces hay evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula y concluir que existe diferencias en los resultados de evaluación con rubricas en los tres momentos obtenidos de las transformaciones lineales a través del ABI, por los estudiantes del programa de estudios Matemática – Física de la UNDAC en el año académico 2021-B.

Finalmente, el aprendizaje basado en la investigación influye significativamente en las evaluaciones realizadas mediante rúbricas en el álgebra lineal, los resultados obtenidos en la tabla 20 a través de la prueba no paramétrica de Friedman se obtiene que el p-valor (0,000) es menor que el nivel de significación (0,05). Entonces hay evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula y concluir que existe diferencias estadísticamente significativas en los tres momentos obtenidos en el algebra lineal a través del ABI por los estudiantes del VIII semestre del Programa de Matemática – Física en el año 2021 – B.

LISTA DE REFERENCIAS

- Almeida, E., Pacheco, S., Astudillo, A., y Fierro, R. (2020). Aprendizaje Basado en la Investigación como práctica docente en las aulas Universitarias y su relación con los procesos de titulación de los estudiantes. *Revista Rehuso*, 5(1), 124-133. Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1684>.
- Anzules, J. H., Prieto, C. T., Nicolalde, B. F., Nicolalde, F. F., & Flores, J. (2017). Influencia en el rendimiento de los estudiantes cuando se aplica el aprendizaje basado en investigación a la unidad de dilatación térmica como práctica experimental. *Revest Latin American Journal of Science Education*, 4, 22019. Recuperado de: http://lajse.org/nov17/22019_Bolivar_2017.pdf.
- Altbach, P., Reisberg, L., y Rumbley, L. (2009). *Trends in Global Higher Education: Tracking an Academic Revolution*. UNESCO.
- Boyer, E. (2016). *Una propuesta para la educación superior del futuro*, México: Fondo de Cultura Económica. (p.6)
- Boyer, E.L. (1990). *Scholarship Reconsidered: Priorities of the Professoriate*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.
- Bunge, M. (2000). *La investigación científica: Su estrategia y filosofía*. México: Siglo XXI de España Editores,

- Briseño, L. M. G., & Sánchez, M. C. (2016). Aprendizaje Basado en la Investigación Científica (ABIC), en los estudiantes de LCP del CUCIÉNEGA de la Universidad de Guadalajara. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (13), 514-539. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5844680>.
- Buendía, L. y Salmerón, H. (1994). Intervención cooperativa a través de la investigación cooperativa. *Revista de Investigación Educativa*, 23, 226 – 231. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/175/17515081009.pdf>.
- Campos, A. (2017). *Enfoques de enseñanza basados en el aprendizaje ABP, ABPr, ABI y otros métodos en el aprendizaje*. Colombia: Ediciones de la U
- De La Fuente, M. F., Coronado, D. R., & Cañedo, N. F. (2018). El aprendizaje basado en la investigación (ABI) como un factor para el fortalecimiento de los programas educativos de la Universidad Quintana Roo en Playa del Carmen, México. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 13(1), 131.
- Echevarría, H. (2016). *Los diseños de investigación cuantitativa en psicología y educación*. Argentina: Universidad Nacional del Río Cuarto. (p.86).
- Espinell-Guadalupe, Johana, & Junes Robles, Amaya, & Ramírez-Calixto, Carmita, & Ramírez-Anormaliza, Richard (2016). Aprendizaje Basado en la Investigación: caso UNEMII. *Revista Ciencia Unemi*, 9(21), 49-57. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=582661267005>.
- Gamarra, G., Rivera, T., Wong, F y Pujay, E. (2015). *Estadística e investigación con aplicaciones de SPSS*. San Marcos.
- Hernández, R., y Moreno, S. (2007). *La evaluación cualitativa: una práctica compleja*. [Archivo PDF]. <http://www.scielo.org.co/pdf/eded/v10n2/v10n2a14.pdf>
- Indiana University, Jacobs Educators. (2016). *Inquiry-Based Learning, What do you mean by inquiry-based learning?*. <http://iub-edu/pbltec/wordpressj/jacobs-educator-programs/>
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). (2016). *Aprendizaje basado en investigación. Investigación e innovación educativa*. Recuperado de http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abi/copabi.htm

- Martínez, A. y Buendía, A. (2005). *Aprendizaje basado en la investigación*. Tecnológico de Monterrey. Recuperado de [http://www.mty.itesm.mx/rectoria/dda/rieee/pdf-05/29\(EGADE\).A.BuendiaA](http://www.mty.itesm.mx/rectoria/dda/rieee/pdf-05/29(EGADE).A.BuendiaA).
- Monge, E., Mendoza, S., Astudillo, A., y Fierro, R. (2020) Aprendizaje basado en la investigación como práctica docente en las aulas universitarias y su relación con los procesos de titulación de los estudiantes. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7408921>.
- Peñaherrera, M., Chiluiza, K. y Ortiz, A. (2014). Inclusión del aprendizaje basado en investigación (ABI) como práctica pedagógica en el diseño de programas de postgrados en Ecuador. Elaboración de una propuesta. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 5(2), 204–220. [http://www.ugr.es/~jett/pdf/Vol5\(2\)_015_jett_Penaherrera_Chiluiza_Ortiz.pdf](http://www.ugr.es/~jett/pdf/Vol5(2)_015_jett_Penaherrera_Chiluiza_Ortiz.pdf).
- Pimienta, J., y De La Oden, A. (2017). *Metodología de la investigación*. México: Pearson Educación.
- Popper, K. R. (1980) *La lógica de la investigación científica*. Sánchez Zabala, V. (trad.), Madrid: Tecnos.
- Rodríguez, E. M. R., & Bustillos, R. J. S. (2017). Aprendizaje basado en la investigación en el trabajo autónomo y en equipo. *Revista Negotium*, 13(38), 5-16.
- Santana, L. E., Suárez, A., & Feliciano, L. (2020). El aprendizaje basado en la investigación en el contexto universitario. *Revista Española de Pedagogía*, 78(277), 519-538. Published By: Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Recuperado de: <https://www.jstor.org/stable/26930517>.
- Riguad, N. (2018). *Metodología para evaluar competencias matemáticas: Pensamiento matemático*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Werner, A. J. and Myers, B. E. (2015). *What is Inquiry-Based Instruction*. University of Florida. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/wc/WC07500.pdf>