Volumen 13, Número 2, Abril - Junio, 2025, Páginas 4 al 16
DOI: https://doi.org/10.37787/17qt2w30

Revista Científica PAKAMUROS
E-ISSN: 2522-3240
ISSN: 2306-9805

ARTÍCULO ORIGINAL

Planes de mejora y su influencia en los indicadores de aprendizaje en la enseñanza de la ingeniería

Improvement plans and their influence on learning indicators in engineering education

Frans Fuentes[1]*, Ricardo Shimabuku[1], Mario Felix Olivera[1], Jaime Honorio[1], Jannier Montenegro[1], Lenin Núñez[1] y Manuel Milla[1]

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue analizar la influencia de los planes de mejora en los indicadores de aprendizaje medidos en las asignaturas Automatización Electroneumática y Transformadores y Líneas de Transmisión que se imparten en la carrera profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú. Los planes de mejora están orientados a fortalecer la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje y se implementaron a partir del año 2020. La medición y evaluación del aprendizaje se realizó de acuerdo a las siguientes etapas: definición de los objetivos educativos del programa, construcción de la matriz de contribución de las asignaturas en los indicadores de aprendizaje, selección de las asignaturas y elaboración e implementación de los planes de mejora. Los indicadores de aprendizaje obtenidos a partir de la implementación de los planes de mejora fueron procesados siguiendo los lineamientos establecidos para un análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de Tukey, obteniéndose evidencias que indican la existencia de diferencias altamente significativas al comparar semestres e indicadores de aprendizaje respecto al porcentaje de nivel de logro alcanzado, lo que refleja la influencia de los planes de mejora que adquieren un carácter continuo al aplicarse semestre tras semestre.

Palabras clave: indicadores de aprendizaje; plan de mejora; evaluación.

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyse the influence of the improvement plans on the learning indicators measured in the subjects Electropneumatic Automation and Transformers and Transmission Lines taught in the professional career of Mechanical and Electrical Engineering at the National University of Jaén, Cajamarca, Peru. The improvement plans are aimed at strengthening the quality of the teaching-learning process and were implemented starting in 2020. The measurement and evaluation of learning was carried out according to the following stages: definition of the educational objectives of the programme, construction of the matrix of the contribution of the subjects in the learning indicators, selection of the subjects and elaboration and implementation of the improvement plans. The learning indicators obtained from the implementation of the improvement plans were processed following the established guidelines for an analysis of variance and Tukey's multiple comparisons test, obtaining evidence that indicates the existence of highly significant differences when comparing semesters and learning indicators with respect to the percentage of the level of achievement reached, which reflects the influence of the improvement plans that acquire a continuous character when applied semester after semester.

Keywords: learning indicators; improvement plan; evaluation.

* Autor para correspondencia

[1] Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: ingfrans@unj.edu.pe, shimabuku.ysa@unj.edu.pe, olivera_aldana@unj.edu.pe, jaime_honorio@unj.edu.pe, jannier_montenegro@unj.edu.pe, lenin_nunez@unj.edu.pe, manuel.milla@unj.edu.pe

INTRODUCCIÓN

Según Chávez et al. (2018), el proceso de evaluación de indicadores del aprendizaje tiene dos factores claves: el adecuado diseño de reportes para la presentación de resultados y la ejecución del plan para la comunicación de los mismos. Por eso es importante que este proceso sea aplicado sistemáticamente para lograr su sostenibilidad en el tiempo . En otro orden de ideas Cruz et al. (2020) afirman que se debe estimular a los docentes a que utilicen múltiples métodos cuando evalúen la eficacia de los cursos o programas para estimular las competencias de los estudiantes y al caracterizar de los estudiantes.

La creación de medidas fiables y válidas del dominio de las competencias en comunicación, aprendizaje permanente, innovación /creatividad y trabajo en equipo de la ingeniería exige evaluar el estado del arte de los métodos de medición de competencias (Cruz et al., 2020). De allí que sea necesario construir indicadores desde la perspectiva de su uso previsto y vinculado con condiciones específicas y acciones potenciales, requiere incluir datos de proceso más útiles en el desarrollo de esos indicadores, así como, seguimiento y análisis de la eficacia de las acciones tomadas con base en esos indicadores, contrastado con acciones alternativas (Mustaffa et al., 2019).

En ese contexto el proceso de mejora continua requiere de la medición y evaluación de los indicadores de aprendizaje a partir de los cuales se deben formular planes cuya implementación esté orientada a satisfacer los indicadores de logro de aprendizaje, por lo que se eligieron dos asignaturas en las que convergen al menos cuatro áreas técnicas de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Automatización Electroneumática y Transformadores y Líneas de Transmisión, en las que interactúan las disciplinas de automatización, diseño mecánico, diseño eléctrico y modelado.

La dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas seleccionadas permite establecer la distribución de los indicadores del aprendizaje en cada asignatura, (RA1) diseño y desarrollo de soluciones, (RA2) investigación, (RA3) uso de herramientas modernas, (RA4) trabajo individual y en equipo, (RA5) aprendizaje permanente y (RA6) comunicación los cuales se midieron en la asignatura de Automatización Electroneumática.

Asimismo, los indicadores de aprendizaje, (RA7) conocimientos de ingeniería, (RA8) análisis de problemas, (RA9) ingeniería y sociedad, (RA10) medio ambiente y sostenibilidad, (RA11) ética y (RA12) gestión de proyectos los cuales fueron medidos en la asignatura Transformadores y Líneas de Transmisión. Estos indicadores de aprendizaje forman parte de la política estratégica de la oficina de indicadores de calidad y aprendizaje, la selección de las materias se realizó en función de la especialidad y de su contribución a la formación profesional.

Esta investigación analizó los indicadores de aprendizaje medidos en las asignaturas seleccionadas, este análisis permitió la elaboración de planes de mejora orientados a fortalecer la calidad del proceso de

enseñanza aprendizaje y fueron implementados durante los semestres académicos 2020-II, 2021-I, 2021-II, 2022-I y 2022-II, de allí que sea importante estimar el efecto de los referidos planes de mejora en los logros de aprendizaje y en consecuencia en las competencias establecidas en el perfil del egresado, una necesidad crítica en las Instituciones de Educación Superior (IES).

MATERIALES Y MÉTODOS

Según Gabalán-Coello y Huggins (2018) el proceso de medición y evaluación del aprendizaje supone contar con lineamientos claramente definidos sobre los objetivos de aprendizaje que se persiguen con el desarrollo de las propuestas curriculares, de allí que a partir del método propuesto se toma como referencia la misión institucional para irradiarla por diferentes niveles hasta llegar a la construcción concreta del modelo de evaluación centrado en la coherencia institucional, proceso implica pasar por diferentes niveles de concreción al interior de la institución y particularmente del programa objeto de valoración.

Proceso de elaboración de Plan de Mejora

Tabla 1

Estructura del plan de mejora

Asignatura	Nombre de la asignatura
Indicadores de aprendizaje	Nombre de los indicadores de aprendizaje que se medirán
Indicador RA	Descripción del indicador RA
Resultado obtenido	Porcentaje de nivel de logro
Variación	Diferencia con respecto al objetivo establecido
Acción de mejora	Acción que debe aplicarse
Objetivo	Resultado esperado
Indicador	Pruebas de ejecución
Estado	Estado de aplicación

Nota. RA, indicador de aprendizaje

Tabla 2

Prioridad e impacto de la mejora

Asignatura	**Automatización Electroneumática**
Indicadores de aprendizaje	RA1 (Diseño y desarrollo de soluciones)
Indicador RA	RA1.2(El estudiante es capaz de diseñar soluciones a problemas complejos utilizando la automatización electro neumática, mecánica y de ingeniería eléctrica para satisfacer las necesidades deseadas dentro de restricciones realistas de salud pública, seguridad, económicas y ambientales).
Acción de mejora	Realizar un seminario sobre diseño técnico.
Criterios de prioridad	Importante y urgente
Nivel de prioridad	Muy alto
Impacto	Alto
Asignatura	**Transformadores y líneas de transmisión**
Indicadores de aprendizaje	RA7 (Conocimientos de ingeniería)
Indicador RA	RA7.1 y RA7.2(El estudiante es capaz de aplicar conocimientos de matemáticas en el diseño de Transformadores y Líneas de Transmisión para resolver problemas complejos de Ingeniería Mecánica y Eléctrica).

Acción de mejora	Realizar un taller sobre el manejo del software DLTCAD.
Criterios de prioridad	Importante y urgente
Nivel de prioridad	Muy alto
Impacto	Alto

Nota. La muestra, la acción de mejora de mayor impacto en cada una de las asignaturas.

Selección de muestras

Tabla 3

Distribución de los estudiantes matriculados

Semestre	Automatización electroneumática	Transformadores y líneas de transmisión	Total
2020-I	12	16	28
2020-II	26	17	43
2021-I	26	20	46
2021-II	24	29	53
2022-I	39	22	61
2022-II	31	38	69
Total	158	142	300

Nota. La Tabla muestra la distribución de los estudiantes inscritos en las asignaturas Automatización Electroneumática y Transformadores y Líneas de Transmisión, que se imparten en los semestres IX y X, respectivamente.

Técnicas y/o instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se diseñaron 12 rúbricas, de las cuales se aplicaron 06 en cada una de las asignaturas, dependiendo de los indicadores de aprendizaje a medir.

Según Coello y Huggins (2019) y Mustaffa et al. (2019) el proceso de medición y evaluación de los aprendizajes requiere contar con objetivos de aprendizaje claramente definidos y acordes con las metas que se persiguen con el desarrollo de las propuestas curriculares, de ahí que la implementación de esta propuesta debe tomar como referencia la misión institucional para irradiarla a través de diferentes niveles hasta llegar a la construcción concreta del modelo de evaluación centrado en la coherencia institucional, proceso que implica pasar por diferentes niveles de concreción al interior de la institución y particularmente del programa objeto de evaluación.

El semestre académico de mejora continua constituye una parte fundamental de la medición y evaluación de los indicadores de aprendizaje, un proceso que incluye la planificación de la evaluación, la aplicación de planes de mejora y la estimación de su impacto. En esta investigación nos centramos en el análisis de los procesos de planificación de la evaluación, evaluación de indicadores de aprendizaje e implementación de planes de mejora del programa de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

A continuación, se describen las etapas del proceso de medición de los indicadores de aprendizaje basado en los planes de mejora.

1. **Modelo de medición y evaluación**

   En este proceso se siguió el modelo que promueve la mejora continua de la calidad de los programas, garantizando que éstos cumplan con los más altos estándares internacionales para asegurar que los egresados estén preparados para ejercer su profesión.

2. **Objetivos educativos del programa**

   Los objetivos educativos fueron formulados por los docentes y validados por grupos de docentes, estudiantes, egresados, comité consultivo y empleadores, son los siguientes, OE1 se desempeña profesionalmente de manera competente para administrar, mediante la planeación, diseño, construcción, mantenimiento y/o mejoramiento, sistemas energéticos y electromecánicos, OE2 se desempeña con profesionalismo, para desarrollar investigación científica y tecnológica con carácter innovador, para el desarrollo y solución de problemas con énfasis en las diferentes áreas de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica y OE3 se desempeña profesionalmente de manera competente para formular proyectos sostenibles en el campo de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica con responsabilidad social y principios éticos y humanísticos.

3. **Matriz de contribución**

   La matriz conformada por las 64 asignaturas ubicadas en las filas y los 12 indicadores de aprendizaje ubicados en las columnas, fue elaborada por los docentes, quienes identificaron el nivel de contribución de cada una de las asignaturas que conforman el plan de estudios en relación con los indicadores de aprendizaje, lo que permitió seleccionar las asignaturas con mayor nivel de contribución donde se midieron y evaluaron los indicadores de aprendizaje.

4. **Materias para medir los indicadores de aprendizaje**

   Los temas definidos para medir y evaluar los indicadores del aprendizaje se definieron a partir de la matriz de contribución y fueron los siguientes: Automatización Electroneumática y Transformadores y Líneas de Transmisión, las cuales son del IX y X semestre del plan de estudios, respectivamente.

5. **Indicadores de aprendizaje**

   Los indicadores de aprendizaje (RA1) Diseño y desarrollo de soluciones, (RA2) Investigación, (RA3) Uso de herramientas modernas, (RA4) Trabajo individual y en equipo, (RA5) Comunicación, (RA6) Aprendizaje permanente, (RA7) Conocimientos de ingeniería, (RA5) Análisis de problemas, (RA9) Ingeniería y sociedad, (RA10) Medio ambiente y sostenibilidad, (RA11) Ética, (RA12) Gestión de proyectos, forman parte de la política estratégica de la oficina de calidad.

6. Proceso de medición y evaluación

6.1. Programación.

El proceso de medición y evaluación se realizó antes del inicio de cada semestre académico y se diseñó un formato que incluye las siguientes variables: criterios de desempeño, ponderación, estrategias didácticas, método de evaluación, asignatura, profesor, frecuencia de medición, año y semestre, fecha de la próxima evaluación, responsable de la medición y meta de desempeño.

6.2. Rúbricas.

Según Ahmed (2017), la rúbrica constituye el instrumento de medición de los indicadores del aprendizaje y está estructurado de forma que para cada indicador de rendimiento se pueda estimar el nivel de logro de la forma más objetiva posible, garantizando así la recogida de información que permita responder a los objetivos planteados en la investigación . Para la elaboración de la rúbrica se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: identificación de la asignatura, indicadores de aprendizaje a medir, contenido del temario y método a utilizar en el proceso de enseñanza aprendizaje, a continuación, se presenta la estructura y contenido de una rubrica.

Tabla 4

(RA1) Diseño y desarrollo de soluciones.

Indicadores de aprendizaje	Niveles de logro			
	Inicial (1)	**En desarrollo (2)**	**Logrado (3)**	**Avanzado (4)**
RA1.1 Diseñar soluciones a problemas complejos utilizando la automatización de la ingeniería electroneumática, mecánica y eléctrica para satisfacer las necesidades deseadas dentro de unos límites realistas de salud pública, seguridad, economía y medio ambiente.	No diseña soluciones integradas avanzadas Orientado a la mejora de la automatización electroneumática en ingeniería mecánica y eléctrica, respetando las normas de seguridad y los estándares pertinentes mediante un informe de mejora de la automatización electroneumática .	En ocasiones diseña soluciones integradas avanzadas orientadas a la mejora de la automatización electroneumática en ingeniería mecánica y eléctrica, respetando las normas de seguridad y los estándares pertinentes mediante un informe de mejora de la automatización electroneumática	Casi siempre diseña soluciones integradas avanzadas orientadas a la mejora de la automatización electroneumática en ingeniería mecánica y eléctrica, respetando las normas de seguridad y los estándares pertinentes mediante un informe de mejora de la automatización electroneumática.	Siempre diseña soluciones integrales avanzadas orientadas a la mejora de la automatización electroneumática en ingeniería mecánica y eléctrica, respetando las normas de seguridad y los estándares pertinentes mediante un informe de mejora de la automatización electroneumática.
RA1.2 Diseñar y evaluar sistemas, componentes utilizando la automatización	No diseña y evalúa sistemas, componentes o procesos en ingeniería	En ocasiones, diseña y evalúa sistemas, componentes o procesos en	Casi siempre diseña y evalúa sistemas, componentes o procesos en ingeniería mecánica	Diseña y evalúa siempre sistemas, componentes o procesos en ingeniería

electro-neumática, mecánica y de ingeniería eléctrica para satisfacer las necesidades deseadas dentro de limitaciones culturales y sociales realistas.	mecánica y eléctrica, aplicando los criterios, reglamentos de seguridad y normas pertinentes mediante un informe de mejora de la automatización electroneumática	ingeniería mecánica y eléctrica, aplicando criterios, reglamentos de seguridad y normas pertinentes mediante un informe de mejora de la automatización electroneumática	y eléctrica, aplicando los criterios, reglamentos de seguridad y normas pertinentes mediante un informe de mejora de la automatización electroneumática.	mecánica y eléctrica, aplicando los criterios, reglamentos de seguridad y normas pertinentes mediante un informe de mejora de la automatización electroneumática.

Nota. La tabla muestra la estructura de la rúbrica para los indicadores de aprendizaje (RA1) Diseño y Desarrollo de Soluciones de la asignatura Automatización Electroneumática.

6.3. Implementación

La medición y evaluación se implementó durante los semestres académicos I y II de los años 2020 a 2022, donde los docentes desarrollaron las actividades programadas y midieron los indicadores de aprendizaje, entregando dos archivos donde registraron los datos de medición y el informe de análisis e interpretación. En la asignatura de automatización electroneumática, el estudiante debe demostrar que posee competencias para realizar un diseño de ingeniería y que es capaz de aportar una solución de ingeniería de acuerdo con su formación profesional, para ello conoció problemas reales de la industria y actividades productivas de la ciudad de Jaén y propusieran soluciones desde la automatización electroneumática y la ingeniería mecánica y eléctrica.

Teniendo en cuenta que las provincias de Jaén y San Ignacio son zonas cuyas economías se basan en la producción y exportación de café, y el crecimiento inmobiliario de la ciudad y la alta demanda de ladrillos, se tomaron la producción de café y las ladrilleras como sectores para la solución de problemas complejos, además de tener en cuenta que son actividades donde se utilizan herramientas tecnológicas enfocadas a la automatización.

El proceso de medición y evaluación comenzó en la primera semana de clases, se asignó el proyecto semestral y se presentó un plan para la entrega de informes de avances. Se impartieron seminarios sobre diseño de ingeniería y se visitaron ladrilleras y microempresas de café, los estudiantes recibieron una visión global del problema para poder recopilar tanto información técnica para definir los requisitos del diseño (índices de producción, dimensiones de los insumos o componentes, zonas de montaje, suministros de energía, etc.), como información para definir las limitaciones realistas del diseño (aspectos culturales, económicos y de salud y seguridad en el trabajo, entre otros). De esta forma, se vieron expuestos a una situación real del ejercicio de su profesión, donde consideraron aspectos técnicos de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

En la segunda unidad del semestre, el estudiante presentó los avances de su diseño, involucrando a los propietarios o usuarios de la máquina que estaban diseñando. Esto les permitió recibir retroalimentación no sólo del docente, sino también del usuario y/o dueño de la empresa a la que iba dirigido el diseño, lo que contextualizaba al estudiante en una situación real de su práctica profesional, en la tercera unidad el estudiante presentó el diseño definitivo del proyecto final.

6.4. Análisis

A partir de la recopilación de datos de la medición y evaluación de los indicadores de aprendizaje y la entrega de los informes, la comisión permanente de licenciamiento, evaluación y acreditación de la calidad, junto con los docentes, analizaron los resultados obtenidos y definieron nuevas acciones de mejora.

7. Planes de mejora

7.1. Elaboración

La comisión permanente de licenciamiento, evaluación y acreditación de la calidad, junto con los docentes del programa, analizaron los resultados obtenidos y definieron nuevas acciones de mejora. Para la formulación de estas acciones, se establecieron criterios para definir el orden de ejecución, considerando una matriz de mapa de control que combina los parámetros: Prioridad, impacto y probabilidad, estableciendo que Prioridad = Impacto x Probabilidad.

7.2. Ejecución

Los planes de mejoramiento se ejecutaron después de realizar la medición y evaluación, para la investigación se aplicaron en los semestres académicos del 2020-II al 2022-II.

7.3. Análisis

El análisis consistió en determinar el estado de ejecución y verificación de las acciones de mejora programadas y ejecutadas con base en los indicadores establecidos, lo que permitió la formulación de acciones correctivas.

8. Impacto

El análisis de impacto se llevó a cabo aplicando una matriz de evaluación de la aplicación de las acciones de mejora, de acuerdo con la siguiente escala: 5-Muy alto, 4-Alto, 3-Medio, 2-Bajo y 1-Muy bajo.

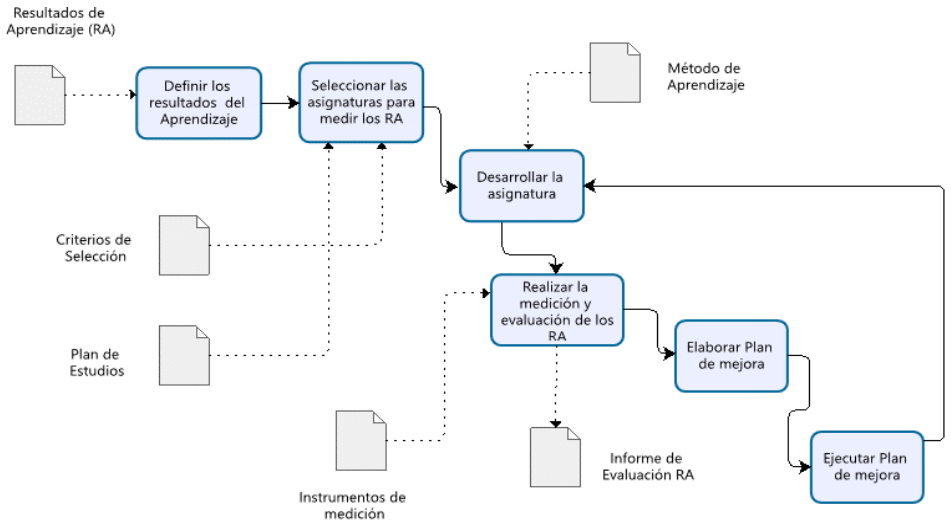
9. Análisis estadístico

Los datos se procesaron con el programa Statistix v.8 y se aplicó un análisis de varianza de dos vías (prueba F) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para discriminar el comportamiento de los niveles de los factores. Además, se elaboraron gráficos de caja y bigotes para mostrar las medidas

de tendencia central, dispersión y posición de los factores evaluados con respecto a los porcentajes obtenidos.

Figura 1

Proceso de elaboración de plan de mejora



Según la figura 1 el proceso de la ejecución del plan de mejora, inicia con la definición de los indicadores de aprendizaje en estricta correspondencia con el perfil del egresado, luego se seleccionan las asignaturas donde se medirán los indicadores de aprendizaje, esta selección responde en primer lugar al plan de estudios y en segundo lugar a los criterios de selección tales como la posibilidad de medir la mayoría de los indicadores de aprendizaje y que los contenidos conduzcan al diseño de soluciones creativas a problemas complejos de ingeniería de la vida real, se implementó un método de aprendizaje lo cual se basó en proyectos. Para evaluación se incorpora un instrumento de medición y se evalúan los indicadores de aprendizaje, generando el informe correspondiente que permite desarrollar el plan de mejora y posterior ejecución en el siguiente semestre académico, demostrando que el plan de mejora alimenta el proceso de desarrollo de la asignatura y este se repite en todos los semestres académicos.

RESULTADOS

En la tabla 5 se muestran los resultados estadísticos muestran variaciones significativas en el desempeño porcentual según el semestre académico y el indicador de aprendizaje (RA), tal como lo indica el análisis de varianza (ANOVA). Según la prueba de Tukey, el menor rendimiento se presentó en el semestre 1 y el más alto en el semestre 4, respecto a los indicadores de aprendizaje, el valor más bajo el RA 12 y el más alto en el RA 9, estas diferencias se visualizan en el gráfico de caja y bigotes para semestre y diagrama de cajas y bigotes para los indicadores de aprendizaje, figura 2 y 3 respectivamente.

Tabla 5

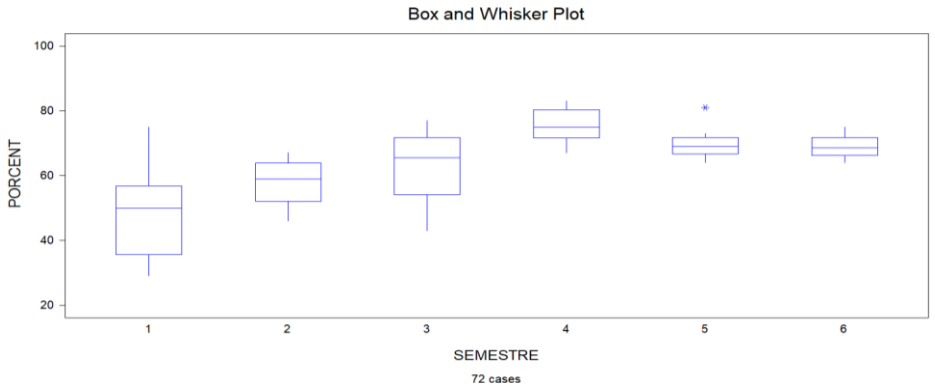
Resultados del análisis de la varianza y de la prueba de Tukey.

Factor	Análisis de varianza		Tukey's Test	
	F	P	< valores	> valores
Semestre	25.08 **	0.0000	1	4
RA	05.20 **	0.0000	12	9

Nota. La figura muestra los resultados del análisis de la varianza y de la prueba de Tukey CV:10.32; ns: No Significativo (P>0,05); *: Significativo (P<0,05); **: altamente Significativo (P<0,01)

Figura 2

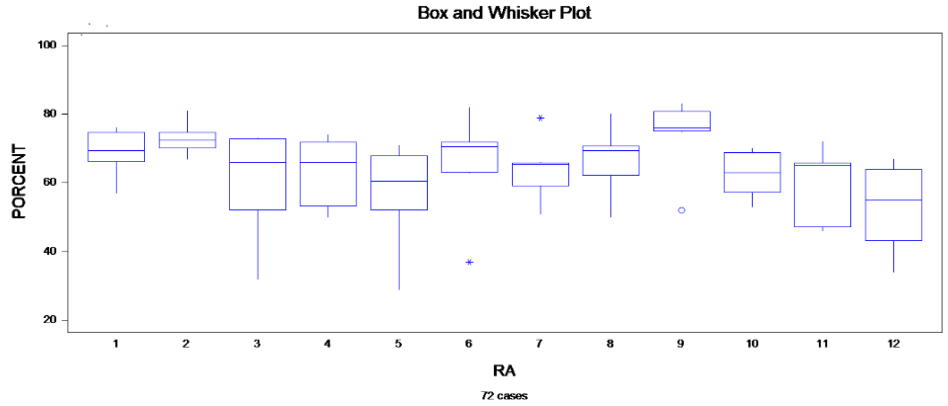
Gráfico de caja y bigotes para semestre



Nota. La Figura representa el porcentaje de cumplimiento por semestre.

Figura 3

Diagrama de cajas y bigotes para los indicadores de aprendizaje.



DISCUSIÓN

La Tabla 5 presenta evidencia que permite afirmar la existencia de diferencias altamente significativas entre los 06 semestres evaluados con respecto a los indicadores de aprendizaje, aspecto que se refleja en el valor de F=25.08** (P=0. 0000), siendo el semestre 2020-I el que arrojó valores más bajos de indicadores de aprendizaje y el semestre 2021-II el que generó valores más altos, aspectos que se corroboran en la Figura 2, ya que se observa que los semestres 2021-II y 2020-I son los que generaron valores más altos y más bajos de logros de aprendizaje, respectivamente, en la misma tabla F=05.20**

(P=0.0000) que indica la existencia de diferencias altamente significativas entre los 12 indicadores de aprendizaje evaluados con respecto a los semestres, obteniendo que RA6 presentó el menor valor y RA4 el mayor valor porcentual del nivel de logro alcanzado.

Los valores más bajos obtenidos en el semestre 2020-I se explican por tratarse del inicio del proceso de acreditación, como lo indican Ibidunni et al. (2023), lo que permitió establecer una línea de base a partir de la cual se elaboró el plan de mejora que se aplicó en el semestre siguiente, los mayores valores obtenidos en 2021-II se deben a que hasta ese semestre se implementaron 03 planes de mejora, que contribuyeron a alcanzar el nivel de logro de los indicadores de aprendizaje (Quiroga et al., 2019).

Una de las metas establecidas en el proceso de acreditación es que en cada una de las asignaturas en las que se midieron los indicadores de aprendizaje, el logro del aprendizaje debe ser mayor o igual al 70%. En el caso de los seis semestres evaluados, se encontró que a partir del semestre 2021-I se alcanzó la meta esperada (Figura 3), ya que se observa que los resultados obtenidos a partir del semestre 2020-II son significativamente superiores al resultado obtenido al inicio del proceso de medición y evaluación de los indicadores de aprendizaje, es decir, semestre 2020-I.

Por otra parte, la meta del 70% no se logró en todas las RA, como se muestra en la Figura 3, en la que se observa que de las 12 RA medidas y evaluadas, sólo cinco de ellas alcanzaron el resultado esperado, específicamente, RA7, RA8, RA9, RA11 y RA4, lo que indica que es necesario implementar un plan de mejora continua que garantice la obtención de logros de aprendizaje en todos los RA (Quiroga et al., 2019). Lo anterior lleva a pensar que un plan de mejora continua debe ir acompañado de un proceso de sensibilización y capacitación que estimule a los docentes a buscar nuevas alternativas de enseñanza que involucren las características de los estudiantes, como lo señala Cruz et al. (2020). Asimismo, los logros de aprendizaje deben estar vinculados a los enfoques didácticos de acuerdo a los temas que se abordan en las diferentes sesiones correspondientes a la impartición de las asignaturas; estos enfoques son debidamente discutidos por Titova et al. (2023).

Es necesaria una evaluación crítica del proceso de enseñanza-aprendizaje para poner en marcha estrategias de mejora, desde los planes de estudio hasta los métodos de enseñanza, tal y como lo expresan (Parejo y Araujo, 2022). Los RA deben ser analizadas y evaluadas según el nivel de logro de aprendizaje esperado en correspondencia con el perfil del egresado, lo cual coincide con lo señalado por Mahajan y Bansal (2023).

Además, es conveniente considerar la incorporación de estrategias pedagógicas que reconozcan las potencialidades de los estudiantes y los involucren en la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje, para que a través del cumplimiento proyectos de diseño den respuestas a los diversos problemas que presenta la sociedad en su conjunto, idea que es avalada por Sadler (1989), así como por Hawe y Dixon

(2014). Este proceso requiere acciones autocríticas y autorreflexivas que orienten los planes de mejora, aspectos señalados por Tai et al. (2018), así como también es de vital importancia el dominio del plan de estudios para fortalecer la formación profesional de acuerdo a lo establecido en el perfil del egresado para garantizar el éxito en la inserción laboral, afirmación que señalada por Wyatt-Smith y Adie (2021).

CONCLUSIONES

En la institución no existía una cultura de medición de indicadores de aprendizaje, ya que sólo se evaluaban los logros de aprendizaje a través de los instrumentos tradicionales.

Los indicadores de aprendizaje obtenidos en un semestre constituyen el insumo fundamental para el análisis y elaboración de planes de mejora, los cuales adquieren un carácter continuo al ser aplicados semestre tras semestre.

En las asignaturas objeto de esta investigación, se observó un incremento progresivo en los indicadores de aprendizaje, lo que evidencia la influencia de los planes de mejora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed, S. (2017). Teaching and assessing lifelong learning in laboratory courses. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA)*. https://doi.org/10.24908/pceea.v0i0.10140

Chávez Quiroga, L. G., Madrid Alamo, A. Y., Quinde Li Say Tan, J. I., y Zapata Ojeda, M. D. (2018). Proceso de Assessment para la Facultad de Ingeniería basado en el Modelo de Acreditación ICACIT. *Proceedings of the 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion"*. The 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion". https://doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.270

Coello, J. G., y Huggins, K. (2019). The Students Outcomes ABET (1-7) and SOLO's Taxonomy: An Approach. *Proceedings of the 5th International Conference on Frontiers of Educational Technologies*, 110-117. https://doi.org/10.1145/3338188.3338212

Cruz, M. L., Saunders-Smits ,Gillian N., y and Groen, P. (2020). Evaluation of competency methods in engineering education: A systematic review. *European Journal of Engineering Education*, *45*(5), 729-757. https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1671810

Gabalán-Coello, J., y Huggins, K. (2018). Desarrollo de una metodología para la medición de los Student Outcomes (1-7) de ABET empleando taxonomía SOLO. *Proceedings of the 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion"*. The 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion". https://doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.63

Hawe, E. M., y Dixon, H. R. (2014). Building students' evaluative and productive expertise in the writing classroom. *Assessing Writing*, *19*, 66-79. https://doi.org/10.1016/j.asw.2013.11.004

Ibidunni, A. S., Nwaodu, B. Y., y Mdaka, L. E. (2023). Bringing quality management to perspective in higher education institutions' research output: A focus on selected private universities in Nigeria. *Heliyon*, *9*(4). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15443

Mahajan, R., y Bansal, D. (2023). Designing Performance Metrics and Rubrics to Assess Student Outcome Attainment in Engineering Project Design Course. *Journal of Education*, *203*(2), 459-467. https://doi.org/10.1177/00220574211032587

Mustaffa, N. A., Zulkifliand, M., y Murat, I. Z. (2019). *Measuring Course Learning Outcome for Large Class of Introductory Statistics Course*. *8*(7).

Parejo, N. F. H., y Araujo, C. C. de. (2022). Evaluación de los aprendizajes por competencias: Una mirada teórica desde el contexto colombiano. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, *XXVIII*(1), 106-122.

Quiroga, G. C., Alamo, A. M., Tan, J. Q. L. S., López, C. W., y Ojeda, M. Z. (2019). Assessment and Evaluation of the Student Outcomes and Formulation of Improvement Plans for an Engineering Academic Program. *2019 International Symposium on Engineering Accreditation and Education (ICACIT)*, 1-8. https://doi.org/10.1109/ICACIT46824.2019.9130356

Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, *18*(2), 119-144. https://doi.org/10.1007/BF00117714

Tai, J., Ajjawi, R., Boud, D., Dawson, P., y Panadero, E. (2018). Developing evaluative judgement: Enabling students to make decisions about the quality of work. *Higher Education*, *76*(3), 467-481. https://doi.org/10.1007/s10734-017-0220-3

Titova, O., Luzan, P., Davlatzoda, Q. Q., Mosia, I., y Kabysh, M. (2023). The Taxonomy Approach for Engineering Students' Outcomes Assessment. En V. Tonkonogyi, V. Ivanov, J. Trojanowska, G. Oborskyi, y I. Pavlenko (Eds.), *Advanced Manufacturing Processes IV* (pp. 380-390). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16651-8_36

Wyatt-Smith, C., y Adie, L. (2021). The development of students' evaluative expertise: Enabling conditions for integrating criteria into pedagogic practice. *Journal of Curriculum Studies*, *53*(4), 399-419. https://doi.org/10.1080/00220272.2019.1624831