
Análisis del rendimiento académico de docentes en formación del Centro de Actualización del Magisterio de Durango mediante métodos estadísticos experimentales

Analysis of academic performance of Teacher Trainees at the Centro de Actualización del Magisterio in Durango Using Experimental Statistical Methods

Edgar Jarib Castro-Luna.

Centro de Actualización del Magisterio de Durango, México.

jarib.castro@camdurango.com

 <https://orcid.org/0009-0008-6044-3395>

Diana María Espinosa-Sánchez

Centro de Actualización del Magisterio de Durango, México.

diana.espinosa@camdurango.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8551-4881>

José René Tapia-Martínez

Centro de Actualización del Magisterio de Durango, México.

rene.tapia@camdurango.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7873-9954>

Recepción: 29/04/2025 | Aceptación: 07/07/2025 | Publicación: 29/09/2025

Cómo citar (APA, séptima edición):

Castro-Luna, E., Espinosa-Sánchez, D. & Tapia-Martínez, J. (2025). Análisis del rendimiento académico de docentes en formación del Centro de Actualización del Magisterio de Durango mediante métodos estadísticos experimentales. *INNOVA Research Journal*, 10(3), 1-28.

<https://doi.org/10.33890/innova.v10.n3.2025.2793>

Resumen

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Actualización del Magisterio de Durango, México, con el objetivo de identificar la combinación óptima de niveles por factor controlable que favorece el Rendimiento Académico (RA), de 58 docentes en formación del primer semestre de las Licenciaturas en Educación Primaria y Preescolar. Desarrollado bajo un enfoque cuantitativo y empleando el método experimental, se sitúa a nivel explicativo con un método deductivo. Utilizando la metodología Taguchi se evaluaron inicialmente seis factores: docente, grupo, infraestructura, horario de clase, sexo y metodología empleada; obteniendo diferencia de relaciones en: metodología empleada, docente e infraestructura. Con estos se realiza posteriormente un diseño factorial y mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) y las pruebas de normalidad (Anderson-Darling), homocedasticidad (Bartlett) y de Tukey, se identifica que el único factor con significancia estadística ($p < 0.05$) es la infraestructura. Como resultado, se obtienen tendencias favorables tanto del factor docente como de la metodología empleada, no obstante a ser estadísticamente no significativos, por lo que se recomienda explorar a profundidad ambos en posteriores investigaciones. De igual manera, el emplear inicialmente el método Taguchi, seguido del diseño factorial, permitió determinar la mejor combinación de niveles por factor que inciden en el RA de los docentes en formación, implicando que las condiciones físicas del contexto educativo impactan directamente en esta, proporcionando evidencia útil para la toma de decisiones institucionales y la gestión de la planificación del ciclo escolar en cuanto a la asignación de espacios específicos a los grupos de nuevo ingreso.

Palabras clave: rendimiento académico, método experimental, análisis factorial, educación, México.

Abstract

The study was conducted at the Centro de Actualización del Magisterio in Durango, Mexico, with the aim of identifying the optimal combination of levels per controllable factor that enhances Academic Performance (AP) among 58 first-semester pre-service teachers enrolled in the Bachelor's Degrees in Primary and Preschool Education. Developed under a quantitative approach and employing the experimental method, the study is situated at an explanatory level with a deductive method. Using the Taguchi methodology, six factors were initially evaluated: teacher, group, infrastructure, class schedule, gender, and teaching methodology. Differences in relationships were found in teaching methodology, teacher, and infrastructure. A factorial design was subsequently conducted with these three factors, and through Analysis of Variance (ANOVA) and normality (Anderson-Darling), homoscedasticity (Bartlett), and Tukey tests, infrastructure was identified as the only statistically significant factor ($p < 0.05$). As a result, favorable trends were observed for both the teacher and the teaching methodology factors, although they were not statistically significant; therefore, it is recommended that both be explored in greater depth in future research. Likewise, initially using the Taguchi method followed by factorial design made it possible to determine the best combination of factor levels influencing AP in pre-service teachers, implying that the physical conditions of the educational context have a direct impact on performance. This provides useful evidence for institutional decision-making and for managing the planning of the academic cycle regarding the allocation of specific spaces to newly admitted student groups.

Keywords: academic performance, experimental method, factor analysis, education, Mexico.

Introducción

Este artículo complementa un estudio cuyos resultados fueron publicados en octubre de 2024, realizado en el Centro de Actualización del Magisterio (CAM) de Durango, México. Dicho análisis exploró la correlación entre las variables teóricas Hábitos de Estudio (HE) y Rendimiento Académico (RA). En el presente trabajo, se analizan seis factores controlables que pueden influir en el RA de los docentes en formación y que, por su naturaleza, no se abordaron en el estudio antes referido. Los factores que se consideraron fueron: docente, grupo, infraestructura, horarios de clase, sexo de los docentes en formación (estudiantes) y metodología empleada por el docente.

En esta investigación se optó por desarrollar el Diseño de Experimentos (*Design of Experiments*, DOE, son sus siglas en inglés). Esta es una metodología estadística que planifica, organiza y analiza experimentos de manera eficiente para obtener información válida y objetiva sobre relaciones entre factores (variables independientes) y respuestas a variables (dependientes). Esta metodología fue desarrollada por Fisher en la década de los treinta (Fisher, 1971). En este estudio se destacan tanto la metodología Taguchi como el diseño factorial, ya que permiten analizar la significancia de diversos factores, incluyendo sus interacciones con un número reducido de combinaciones de prueba. Investigaciones como la de Erazo-Rodríguez, et al. (2024) describen como fundamental el obtener interpretaciones precisas de resultados experimentales posterior a la estimación de factores significantes, ya sea individual o en sus interacciones, dado que esto puede condicionar la interpretación de los efectos principales y mostrar una perspectiva completa del fenómeno bajo estudio.

La metodología Taguchi fue desarrollada por el ingeniero japonés Genichi Taguchi en 1950 (Shina, 2016), ésta se aplica con éxito en procesos cuyo enfoque de calidad está alineado a procesos industriales; en el sector de la educación se visualiza su incorporación, considerando que se pueden obtener mejoras sistemáticas aplicando principios estadísticos y el diseño adecuado de experimentos, permitiendo a los directivos, docentes y/o miembros de la comunidad escolar identificar y controlar los factores que influyan significativamente en el rendimiento estudiantil, y con esto, tomar decisiones informadas para mejorar la calidad de la educación.

En el ámbito educativo son escasas las investigaciones de este tipo. Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Artamónova et al. (2010), quienes, mediante un diseño factorial, analizaron el rendimiento estudiantil involucrando factores como el sexo del estudiante, carrera y metodologías empleadas por los docentes. Sin embargo, en otras ramas, como la ingenieril, se ha probado la efectividad del diseño experimental, donde se ven involucrados múltiples factores. Para esta investigación se contempla el aplicar el diseño de experimentos al contar con una cantidad considerable de seis factores, en donde sus dimensiones intervienen y ven afectado un resultado.

En consecuencia, este estudio resulta pertinente debido a la complejidad de los diversos factores pedagógicos, individuales y contextuales, donde, para fortalecer la formación docente, se deben comprender e identificar aquellos que permitan mejorar el rendimiento académico. Por lo

tanto, al contar inicialmente con una cantidad considerable de factores, el método Taguchi permite discriminar los menos significativos, mientras que el diseño factorial permite identificar de manera precisa los efectos individuales y combinados de los factores evaluados, proporcionando así una visión integral de la problemática y con ello reconocer, que los factores pueden ser un indicador que favorezca el rendimiento académico, ya sea de manera aislada o en conjunto, siendo entonces que la combinación de ambas metodologías no solo ofrecen una mejor técnica de análisis, sino que también permite ofrecer, de manera general recomendaciones prácticas y aplicables que permitan elevar la calidad de la formación inicial docente.

Por ello, el objetivo general de esta investigación es el identificar los niveles por factor controlable, asociados a una mayor incidencia favorable en el rendimiento académico de docentes en formación en el Centro de Actualización del Magisterio de Durango, México, considerando el RA como una calificación promedio ponderada obtenida al final del semestre, tal como lo describen Merino & Peña (2023), quienes señalan que el rendimiento académico se determina tomando en cuenta tanto variables cualitativas como cuantitativas, como los promedios de calificaciones, que reflejan el nivel de aprendizaje logrado por el estudiante; empleando para esto, herramientas estadísticas orientadas al diseño experimental, como el método Taguchi, ya que, como lo describen Naranjo Palacios et al. (2020), permite organizar variables educativas (como métodos pedagógicos, recursos tecnológicos o estrategias de evaluación) en combinaciones balanceadas, reduciendo el número de experimentos requeridos para analizar su impacto en el rendimiento académico.

Los resultados obtenidos constituirán una fuente confiable en la que áreas directivas del CAM podrán apoyarse para planificar futuros semestres, considerando los factores institucionales que sean controlables. Inicialmente, se aplicará a los grupos con los que se desarrolla la presente investigación y que corresponden a los primeros semestres de las licenciaturas escolarizadas en Educación Primaria (LEPri) y Educación Preescolar (LEPree).

De igual forma, se pretende identificar aquellos factores que se desprendan del desarrollo de la investigación, que no sean controlables y que permitan dar continuidad en la aplicación del diseño ortogonal Taguchi para factores de ruido o no controlables en estudios posteriores. Estos factores se sabe que están presentes en el desarrollo de las actividades cotidianas, y al combinarse con los de mayor incidencia controlable, pueden resultar en el establecimiento de patrones a seguir por parte de la institución educativa a fin de obtener mejoras académicas en términos de rendimiento académico como resultado de una calificación.

Marco teórico

El diseño de experimentos, empleando métodos como el de Taguchi o el diseño factorial, se ha utilizado frecuentemente durante muchos años en el sector industrial, al enfocarse en mejoras en la calidad de procesos y de productos. En investigaciones como la de Wang y Huang (2015), se describe su importancia como la capacidad para analizar de manera sistemática las incertidumbres paramétricas y sus interacciones. Esta investigación se enfoca en la posibilidad de emplear este tipo de diseños experimentales dentro del ámbito educativo, con la finalidad de acotar e identificar factores estadísticamente significativos, así como sus efectos al mezclarse. En

el contexto de la educación superior, esta combinación podría facilitar la identificación de estrategias de enseñanza más efectivas y adaptadas a las necesidades contextuales específicas del alumnado.

Estudios similares al presente, se encuentran los realizados por Bastida et al. (2022), donde analizaron, mediante el método Taguchi con tres factores controlables (cuatrimestre, uso de Facebook y docente) en dos niveles, el impacto de incorporar un grupo de Facebook no obligatorio sobre los resultados de aprendizaje. Se obtuvo que los estudiantes que participaron en los grupos de Facebook mostraron un mayor compromiso con el curso y una mejor capacidad para aplicar el conocimiento teórico a problemas reales. Ree et al. (2014) encontraron que, al aplicar la metodología Taguchi para optimizar la calidad de las conferencias universitarias, identificaron los factores clave en este proceso, resaltando principalmente los controlables por el instructor.

Por su parte, el diseño factorial, flexibiliza la evaluación simultánea entre factores y sus respectivos niveles, siendo importante en estudios en donde se pretende maximizar la información obtenida empleando la menor cantidad de combinaciones de prueba posibles.

Algunas investigaciones que se asemejan a la presente son las realizadas por Mahmood et al. (2022), identificando los factores que influyen en la enseñanza en línea post pandemia COVID-19 como resultado de un diseño factorial, resaltando los que, al interactuar, influyen en su desempeño: género, nivel educativo y experiencia previa. De igual forma, Morillo (2020) evidencia la capacidad con que cuenta el diseño factorial para discriminar factores que sean de menor significancia al analizar el rendimiento del alumnado en pruebas de matemáticas, donde únicamente factores como el tipo de institución educativa y género, afectan el desempeño académico resultando significativos para el estudio.

Los autores Nja et al. (2022) realizaron un diseño factorial y examinaron las actitudes de los estudiantes en una clase específica con su rendimiento académico en alumnos de licenciatura en educación, que fueron enseñados mediante la estrategia de aula invertida. Se evaluaron factores como el método de enseñanza y la motivación, identificando si estos influyen de manera individual o conjunta en el rendimiento académico.

En casos específicos en donde se busca precisar resultados con información personalizada, enfocándose en la utilidad de determinados factores, se encuentra el estudio realizado por Asher et al. (2022), donde, con el empleo del diseño factorial, se evaluó la efectividad de una intervención de mensajes de texto dirigidos a padres de familia, con el objetivo de fomentar la lectura en el hogar durante el verano. Se obtuvo que, al personalizar información dirigida y dar énfasis a la importancia y utilidad de la lectura, se mejoró significativamente el rendimiento en las evaluaciones de lectura. Con esta metodología, se logró aislar y analizar el impacto individual y combinado de diferentes factores en el efecto de la lectura.

Por lo anterior, y al ser ambas metodologías empleadas a lo largo del tiempo como opciones confiables en el análisis y mejora de procesos, al considerar robustez, control de la variabilidad y su impacto favorable dentro del sector educativo; se contempla el empleo de

ambas para el desarrollo de la presente investigación. Sin embargo, es de considerar el contrastar opiniones opuestas de algunos autores, tal es el caso de Ponce et al. (2021), quienes encontraron al evaluar la calidad estadística de 34 artículos arbitrados con diseños experimentales, que la mayoría de los estudios tenían bajo poder estadístico, sin proporcionar suficiente información para apoyar sus conclusiones, escasa replicabilidad y deficiente reporte de resultados, lo que pone en duda la validez de sus conclusiones. Dado esto, recomiendan el usar guías para los análisis estadísticos, la réplica de estudios y dar acceso a las bases de datos para que los demás autores puedan observar lo que se hizo.

De manera similar, prácticas comunes en la aplicación de diseños factoriales, consiste en la selección por pasos, que pueden generar inferencias sesgadas y errores en estimaciones e intervalos de confianza. Aquí se advierte que la selección basada en jerarquía y heredabilidad sin respaldo teórico, puede producir inferencia inconsistente (Shi et al., 2024).

Por otro lado, en lo que se refiere al rendimiento académico, este es uno de los ejes principales en los estudios de educación, ya que ofrece la posibilidad de verificar la efectividad de los diversos procesos relativos a la enseñanza y a la adquisición de aprendizajes. Amar (2025) argumenta que el rendimiento académico hay que interpretarlo como la combinación de algunos de los múltiples factores que pueden expresar las condiciones interpersonales y las intrapersonales. Destacando factores como el pedagógico, que tiene que ver con la calidad y el uso de estrategias didácticas centradas en el estudiante y como estas tienen un impacto directo, destacando también la influencia de los entornos que promueven la participación, el respeto y la colaboración del aprendizaje significativo.

Por su parte, Gutiérrez, et al. (2021) ofrece una apreciación descriptiva, de determinado tipo de factores sobre el rendimiento académico, así como en su utilidad para fundamentar consonancias generales. En el presente, y considerando la diversidad de factores que podrían permitir establecer el análisis estadístico del rendimiento académico, se menciona aquí la calificación final del estudiante, que requiere de una serie de condiciones dadas por cada docente.

Metodología

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, caracterizado por la recopilación sistemática de datos numéricos con el propósito de comprobar las hipótesis formuladas. Permite intencionalmente manipular variables a fin de identificar patrones o relaciones causales. Según Hernández y Mendoza (2020), los estudios cuantitativos permiten examinar el comportamiento de fenómenos mediante la manipulación intencionada de variables y el análisis estadístico de los datos obtenidos.

Del tipo experimental, ya que se puede definir que un experimento, según lo describen Hernández y Mendoza (2020), es un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos), dentro de una situación de control para el investigador. Dentro de este apartado, y en específico como experimentos auténticos o puros, se considera que son aquellos en los que se pueden

manipular variables independientes para ver sus efectos sobre variables dependientes en una situación de control (Leatherdale, 2018).

Se sitúa en el nivel de diseño factorial al contemplar la manipulación intencionada y análisis de forma simultánea de variables independientes sobre el efecto resultante sobre una dependiente, en el caso del presente estudio, el RA. De tipo causal – explicativo al buscar identificar las causas de los eventos o fenómenos, tal como lo describen Hernández y Mendoza (2020), ya que se enfoca en comprender por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

Bajo un método deductivo, según lo expresa Espinoza (2023) al ser este un método científico que, partiendo de las premisas, lleva a las conclusiones, considerando que la conclusión está implícita en el análisis del fenómeno estudiado.

La variable de respuesta obtenida se traduce como rendimiento académico del docente en formación y esta se obtiene del promedio ponderado obtenido al final del curso, contemplando la suma de las dos unidades parciales y evidencia final; con fundamento en las normas de control escolar para los planes de estudio 2022 de las Licenciaturas en Educación Primaria y Preescolar, emitidas por la Dirección General de Educación Superior para el Magisterio . [DGESuM] (2022) Donde en su capítulo quinto, referido a la acreditación, específicamente en el numeral 5.3 criterios de acreditación, inciso g, se establece que, la evaluación global del curso ponderarán las calificaciones de las unidades de aprendizaje que lo conforman, y su valoración será del 50%.

La evidencia final tendrá asignado el 50% restante a fin de completar el 100%. Lo anterior se refiere a que la calificación promedio de las dos unidades parciales corresponde al 50%. Al final del semestre, los alumnos presentan una evidencia final o proyecto integrador, el cual les representa una calificación del 50% restante de la calificación global semestral.

Considerando esto y que ambas calificaciones representan de forma sumativa una global, se decidió tomarlas por separado, a fin de cumplir con los requerimientos en el desarrollo del Análisis de Varianza (ANOVA), en donde los grados de libertad o réplicas necesarias deben ser como mínimo dos para poder calcular la varianza del error, ya que de contar con una sola calificación, no se podría estimar, invalidando el cálculo del estadístico de prueba f resultante; tal y como lo describe Montgomery (2017), donde explica que dos réplicas son el mínimo para generar una estimación robusta de la varianza residual, mejorando la capacidad del test para detectar diferencias significativas, ya que cada tratamiento debe tener al menos dos réplicas para permitir la estimación de la varianza del error y garantizar que el estadístico f tenga una distribución válida.

Es indispensable describir que, al realizar diseños experimentales, en específico factoriales, y aplicar métodos como el de Taguchi, la selección de las combinaciones de prueba experimental toma como base arreglos que ya se encuentran predefinidos. Con estos, se establecen las combinaciones de prueba que habrán de realizarse contemplando los niveles de cada factor. Su estructura está dada al generarse aleatoriamente resultado de las corridas experimentales, ya que no se realiza sobre las muestras en sí, sino sobre las combinaciones derivadas del diseño. Según Naranjo et al. (2020), los arreglos están estructurados para facilitar la

selección de combinaciones de prueba considerando los niveles de cada factor, optimizando así los recursos y el tiempo en la experimentación.

Investigaciones de aplicación similares a la presente, han encontrado significancia al emplear el método Taguchi y el diseño factorial general, tal es el caso de Dar et al. (2024), en donde se comprobó la eficacia de ambos métodos, y en donde se logró cubrir todo el espacio experimental de forma eficiente, sin la necesidad de llevar a cabo un muestreo aleatorio. Este estudio comparó la eficiencia de ambos métodos en la obtención del costo promedio ponderado de capital, considerando factores como capital total, deuda total, tasas impositivas y costo de la deuda. Respecto a la población considerada, se presenta a continuación la tabla 1, en donde se describe la cantidad de alumnos participantes por grupo y su sexo.

Tabla 1

Características de la población participante

Grupo	Hombres	Mujeres	Total
LEPri 1A	4	15	19
LEPri 1B	5	14	19
LEPree 1	0	20	20
Total	9	49	58

Fuente: Elaboración propia.

Los formatos de listas de calificaciones y actas de evaluación final, fueron solicitados al departamento de control escolar de la institución para su análisis. Se contemplaron seis factores controlables en distintos niveles, tal como se describe en la tabla 2, lo que dificulta el análisis de los efectos al pretender realizar el experimento factorial inicialmente. La selección de estos factores obedece a los resultados de la revisión de las actas de academia generadas durante el ciclo escolar, y en donde, posterior a las reuniones periódicas que se tienen con el personal docente que atendió los grupos de ambas licenciaturas, se obtiene cualitativamente información respecto a las principales incidencias presentadas a lo largo del semestre, mismas que permitieron identificar los factores considerados; contemplando únicamente estos del tipo controlable, es decir, que se puedan manipular institucionalmente.

Tabla 2

Factor, niveles y codificación para el arreglo

Factor	Niveles y codificación		
Docente	EJCL	DMES	JRTM
Grupo	LEPri 1A	LEPri 1B	LEPree 1
Infraestructura	Suficiente (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)
Horario de clase	Antes del receso (I)	Después del receso (D)	
Sexo del alumno	Hombre (H)	Mujer (M)	
Metodología empleada	Tradicional (1)	IKEA (2)	

Fuente: Elaboración propia.

Los factores consideran al docente y se codifican con las iniciales de los tres participantes que de forma aleatoria fueron seleccionados para su participación con base en la plantilla que atendió los grupos del primer semestre. Los grupos consideran los primeros semestres de ambas carreras; dos de la Licenciatura en Educación Primaria (LEPri) y uno de la Licenciatura en Educación Preescolar (LEPree). Cabe hacer la aclaración que ambas se encuentran ubicadas en diferentes sedes; para el caso de la LEPri, en el fraccionamiento Acereros, la LEPree en el fraccionamiento Real Victoria de la ciudad de Durango, México.

Ambas sedes con diferentes características en cuanto a su infraestructura, accesibilidad, contexto urbano y escolar, instalaciones, contemplando espacios físicos como aulas, sanitarios, mobiliario, cafetería y acceso a internet. No obstante a esto, aunque ambos grupos de la LEPri se encuentran dentro de la misma ubicación, las características en cuanto al tipo de infraestructura son diferentes, por lo que este factor se codifica en suficiente, regular e insuficiente. Se atribuye el nivel regular al espacio físico de la sede Real Victoria, y los niveles suficiente e insuficiente a la sede Acereros.

Por otra parte, y considerando el horario en que se imparte la clase, se planteó el contrastar los horarios al iniciar la jornada académica o antes del receso (I), y después del mismo (D). De igual forma, y contemplando que la mayoría del alumnado son mujeres, se consideró importante incluir el sexo como factor de análisis e identificar si de alguna forma este influye en el RA. En relación con la metodología empleada, se codificó como 1 al desarrollado de forma tradicional, considerando esto únicamente al seguir las instrucciones proporcionadas por los programas de estudio y centrarse en el desarrollo básico de las actividades y evidencias solicitadas. Esta metodología se realizó en la unidad uno para los tres grupos, obteniendo una calificación cuantitativa continua.

Para la codificación 2 se empleó una metodología activa denominada IKEA, cuyo enfoque de reciente investigación y desarrollo se desprende de trabajos y publicaciones previas, en donde principalmente se buscó evaluar la influencia que tiene esta metodología tanto en la Motivación como en la Metacognición de los estudiantes de educación superior. Este factor como parte del diseño experimental, es el único al que le fue aplicado un instrumento; mismo que cuenta con validez de constructo y confiabilidad para evaluar el efecto de esta metodología en alumnos de educación superior (Tapia et al., 2025).

El análisis de su confiabilidad se realizó empleando los coeficientes Alfa de Cronbach y por división de mitades de Spearman Brown, obteniendo .972 y .926 respectivamente, considerando un nivel de consistencia adecuado al correlacionarse positivamente bajo un nivel de significancia del .000; encontrando que las cinco dimensiones en que se divide el instrumento explican el 68.175% de la varianza. De tal manera que el desarrollo y evaluación de esta metodología se realizó en la unidad dos para los tres grupos, obteniendo una calificación cuantitativa continua.

Profundizando respecto al factor de la metodología empleada. El efecto IKEA considera que involucrar activamente al estudiante en la construcción de su aprendizaje puede ayudar a potenciar la motivación, el compromiso y el rendimiento académico (Freeman et al., 2014; Prince, 2004). Para autores como Lara et al. (2025), consideran como fundamentales el

proporcionar al alumnado estrategias activas que les permitan tener una mejor retención de los conocimientos adquiridos, considerando factores como la motivación, atención y la aplicación práctica del conocimiento adquirido. Dedicar tiempo y esfuerzo al desarrollo de las actividades escolares, no solo aumenta la satisfacción personal, sino que posibilita la retención del conocimiento, específicamente cuando el aprendizaje tiene una aplicación directa en el contexto. Por su parte, Miranda y Choez (2024) realizaron una revisión sistemática sobre el impacto de las metodologías activas en el rendimiento académico y la motivación estudiantil, obteniendo que estrategias como el aprendizaje basado en proyectos, el aula invertida y el aprendizaje colaborativo influyen en el desempeño académico y la motivación.

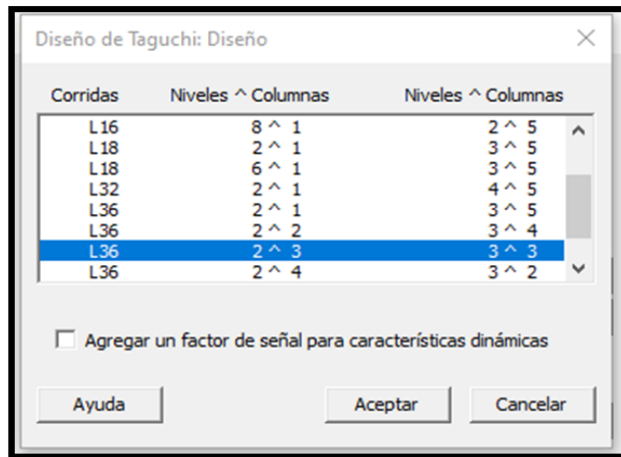
La comparativa entre ambas metodologías que los docentes deliberadamente emplearon con los grupos, en conjunto con otros cinco factores controlables que inherentemente se encuentran presentes, pretende, de inicio, identificar tres de estos que permitan obtener resultados de significancia en sus efectos, tanto de manera lineal como en las interacciones entre sus términos. Debido a que son varios factores y esto dificulta el desarrollo inicial de un diseño factorial, se opta por comenzar con la metodología Taguchi a fin de identificar los tres factores iniciales significativos, para posteriormente desarrollar un diseño factorial que permita estimar las significancias antes descritas.

Resultados y Discusión

Dada la cantidad de factores y niveles correspondientes a cada uno de estos, se considera que el modelo se tendrá que ajustar a un diseño de nivel mixto, al contar con seis factores en distintos niveles: tres con dos niveles y el resto con tres. De igual forma, estos niveles se codifican tal y como se precisa en la tabla 3. La variable de respuesta se encontrará codificada como Rendimiento Académico (RA). Mediante el empleo del software estadístico Minitab (V19), se selecciona el arreglo Taguchi adecuado a la cantidad de factores y niveles correspondientes, ajustándose al L36 ($2^3 3^3$). Se generan 36 corridas experimentales, tal y como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Diseño del arreglo adecuado



The screenshot shows the 'Diseño de Taguchi: Diseño' window in Minitab. It displays a table with three columns: 'Corridas', 'Niveles ^ Columnas', and 'Niveles ^ Columnas'. The table lists 11 rows of experimental runs. The 8th row, labeled 'L36', is highlighted in blue and shows the design matrix for a $2^3 3^3$ design. Below the table, there is a checkbox for 'Agregar un factor de señal para características dinámicas' which is unchecked. At the bottom, there are three buttons: 'Ayuda', 'Aceptar', and 'Cancelar'.

Corridas	Niveles ^ Columnas	Niveles ^ Columnas
L16	8^1	2^5
L18	2^1	3^5
L18	6^1	3^5
L32	2^1	4^5
L36	2^1	3^5
L36	2^2	3^4
L36	2^3	3^3
L36	2^4	3^2

☐ Agregar un factor de señal para características dinámicas

Ayuda Aceptar Cancelar

A continuación, en la tabla 3 se precisa el diseño generado y las combinaciones de prueba resultantes del arreglo. Se emplean las listas de calificaciones oficiales proporcionadas por el departamento de control escolar de la institución, correspondientes al ciclo escolar 2024 - 2025, en específico al semestre non de agosto 2024 a enero de 2025, y se capturan según la combinación requerida por el software Minitab, sin contemplar la exclusión de elementos.

Tabla 3

Diseño Taguchi generado

Metodología empleada	Horario de Clase	Sexo del Alumno	Grupo	Docente	Infraestructura	RA
1	I	H	LEPri 1A	EJCL	1	8.30
1	I	H	LEPri 1B	DMES	2	9.70
1	I	H	LEPRee 1	JRTM	3	9.75
1	I	H	LEPri 1A	EJCL	1	9.70
1	I	H	LEPri 1B	DMES	2	9.30
1	I	H	LEPRee 1	JRTM	3	9.00
1	I	M	LEPri 1A	EJCL	2	9.70
1	I	M	LEPri 1B	DMES	3	9.00
1	I	M	LEPRee 1	JRTM	1	7.50
1	D	H	LEPri 1A	EJCL	3	9.70
1	D	H	LEPri 1B	DMES	1	9.00
1	D	H	LEPRee 1	JRTM	2	5.00
1	D	M	LEPri 1A	DMES	3	10.0
1	D	M	LEPri 1B	JRTM	1	10.0
1	D	M	LEPRee 1	EJCL	2	9.00
1	D	M	LEPri 1A	DMES	3	9.00
1	D	M	LEPri 1B	JRTM	1	9.00
1	D	M	LEPRee 1	EJCL	2	10.0
2	I	M	LEPri 1A	DMES	1	9.00
2	I	M	LEPri 1B	JRTM	2	9.00
2	I	M	LEPRee 1	EJCL	3	9.75
2	I	M	LEPri 1A	DMES	2	10.0
2	I	M	LEPri 1B	JRTM	3	10.0
2	I	M	LEPRee 1	EJCL	1	10.0
2	I	H	LEPri 1A	JRTM	2	9.00
2	I	H	LEPri 1B	EJCL	3	9.00
2	I	H	LEPRee 1	DMES	1	10.0
2	D	M	LEPri 1A	JRTM	2	10.0
2	D	M	LEPri 1B	EJCL	3	10.0
2	D	M	LEPRee 1	DMES	1	10.0

Metodología empleada	Horario de Clase	Sexo del Alumno	Grupo	Docente	Infraestructura	RA
2	D	H	LEPri 1A	JRTM	3	10.0
2	D	H	LEPri 1B	EJCL	1	8.30
2	D	H	LEPRee 1	DMES	2	10.0
2	D	H	LEPri 1A	JRTM	1	9.30
2	D	H	LEPri 1B	EJCL	2	10.0
2	D	H	LEPRee 1	DMES	3	10.0

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis del diseño se contempla la opción de señal a ruido: lo mayor es lo mejor, al considerar que las mejores calificaciones corresponden a un mejor rendimiento académico. Como resultado, se presenta la tabla 4 de respuesta para relaciones de señal a ruido, y la tabla 5 de respuesta para medias, observando en ambas el mismo orden de clasificación de factores en significancia.

Tabla 4

Tabla de respuesta para relaciones de señal a ruido

Nivel	Metodología empleada	Sexo del alumno	Horario de clase	Grupo	Docente	Infraestructura
1	18.80	19.36	19.11	19.55	19.52	19.19
2	19.66	19.27	19.52	19.38	19.63	19.10
3				19.02	18.80	19.66
Delta	0.86	0.09	0.41	0.53	0.84	0.57
Clasificar	1	6	5	4	2	3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5

Tabla de respuesta para medias

Nivel	Metodología empleada	Sexo del alumno	Horario de clase	Grupo	Docente	Infraestructura
1	8.856	9.322	9.145	9.52	9.495	9.160
2	9.631	9.320	9.497	9.33	9.600	9.170
3				9.11	8.867	9.633
Delta	0.775	0.002	0.352	0.407	0.732	0.473
Clasificar	1	6	5	4	2	3

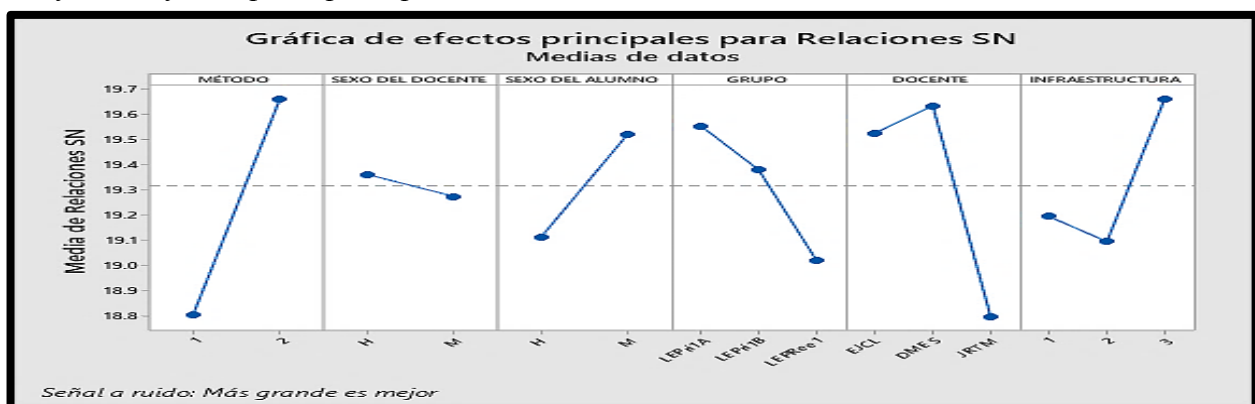
Fuente: Elaboración propia.

El optar por la metodología Taguchi, se focalizó en identificar los tres factores iniciales que resulten con mayor significancia en los efectos de la variable de respuesta, y esto, a su vez, permita discriminar los restantes. En la figura 2 se presenta la gráfica de efectos principales, donde los tres factores iniciales de influencia resultantes son: metodología empleada, docente e infraestructura. Con estos se realiza un segundo análisis, ahora mediante un diseño factorial general, dadas las diferencias en niveles de los tres factores.

Este diseño se enfocará en identificar los efectos de mayor incidencia por nivel con relación al rendimiento académico de los docentes en formación.

Figura 2

Gráfica de efectos principales para relaciones



Fuente: Elaboraba empleando Minitab.

Diseño factorial

La aplicación del diseño factorial en este estudio se basa en la necesidad de examinar simultáneamente, el efecto de múltiples factores independientes sobre una variable dependiente, en este caso, el rendimiento académico de los docentes en formación. La selección del presente enfoque metodológico se encuentra en consonancia con las bases esenciales del diseño factorial, que no solo permite valorar los efectos principales de cada variable, sino que también la comprobación de las interacciones entre ellas, proporcionando así una visión más completa y realista del fenómeno educativo, como lo sugiere Montgomery (2017).

Asimismo, el diseño factorial se basa en la capacidad de examinar el impacto de factores separados y su interacción en entornos educativos reales, donde las variables no funcionan de forma autónoma, sino que interactúan entre sí. Esto permite la determinación de conjuntos particulares de condiciones pedagógicas e institucionales que influyen significativamente en la variable de estudio, lo cual es primordial en la formulación de una toma de decisiones institucional basada en evidencia. Por ello, el modelo factorial empleado fue validado con las pruebas de normalidad (Anderson-Darling) y la prueba de homocedasticidad (Bartlett). Estas pruebas garantizan el cumplimiento de los prerequisites fundamentales para el uso adecuado de

un diseño experimental y, por lo tanto, garantizan la solidez y consistencia de los resultados obtenidos.

Prueba de normalidad de los datos

Para considerar viable el desarrollo de un experimento, se debe satisfacer la condición de aleatoriedad de los residuos o errores, los cuales se deben aproximar a una distribución normal con media cero y varianza constante, siendo estas independientes entre sí. Considerando esto, se establecen inicialmente las siguientes hipótesis de prueba, relacionadas con la normalidad de los datos o de bondad de ajuste:

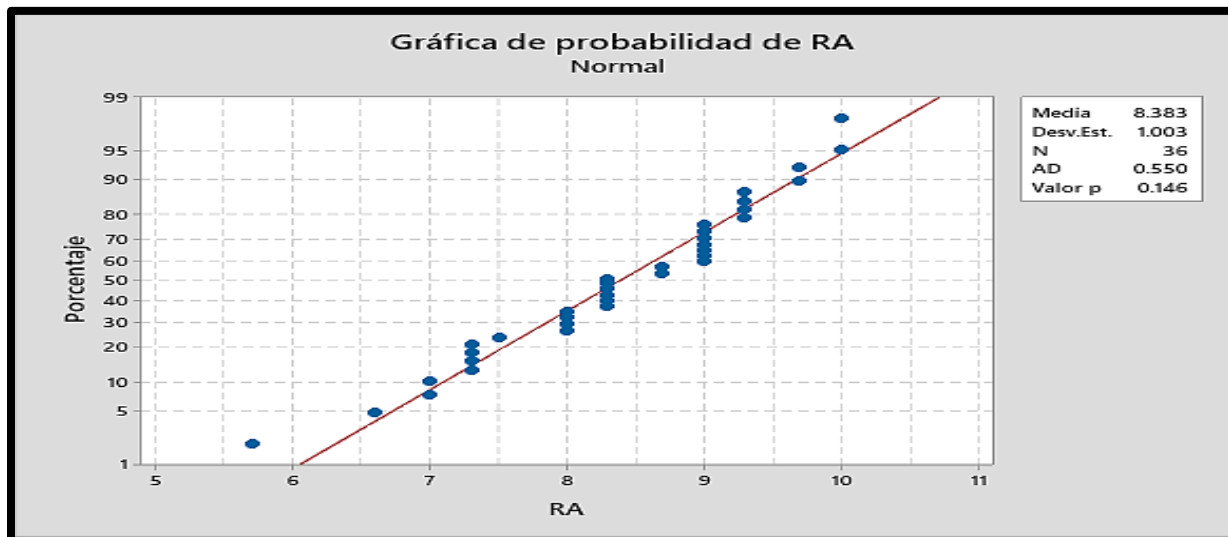
Ho: Los errores o residuos tienden a una distribución normal.

Hi: Los errores o residuos no tienden a una distribución normal.

En la figura 3 se muestra la representación gráfica que, mediante el software Minitab se realizó respecto a la prueba de normalidad. Se empleó el estadístico de prueba Anderson Darling, aceptando al contraste del valor p versus nivel de significancia la Ho. Por lo que se establece que se cumple con el supuesto de normalidad de los datos.

Figura 3

Prueba de bondad de ajuste



Fuente: Elaboraba empleando el software Minitab.

Prueba de homocedasticidad o igualdad de varianzas.

En investigaciones en donde se aplica el análisis de Varianza (ANOVA), se recomienda ampliamente verificar la homocedasticidad u homogeneidad que tengan las varianzas de los grupos que se comparan, con el fin de comprobar la validez de los resultados obtenidos. En años

recientes se destaca la importancia de aplicar estas pruebas, como la de Bartlett, en contextos donde los tamaños de muestra son pequeños o las varianzas pueden diferir significativamente, según lo describen (Wang & Liang, 2021). Cabe describir que en el estudio realizado proponen su resolución ante cálculos más exactos en el valor p, mediante el método Montecarlo.

Con el apoyo del software Minitab se realiza la prueba de Bartlett, comprobando previamente la normalidad de los datos. Para la comprobación se plantean las hipótesis de prueba:

Ho: La varianza de los residuos es constante.

Hi: La varianza de los residuos no es constante.

A continuación, se presenta la tabla 6 con el resultado de la prueba realizada.

Tabla 6

Prueba de igualdad de varianzas

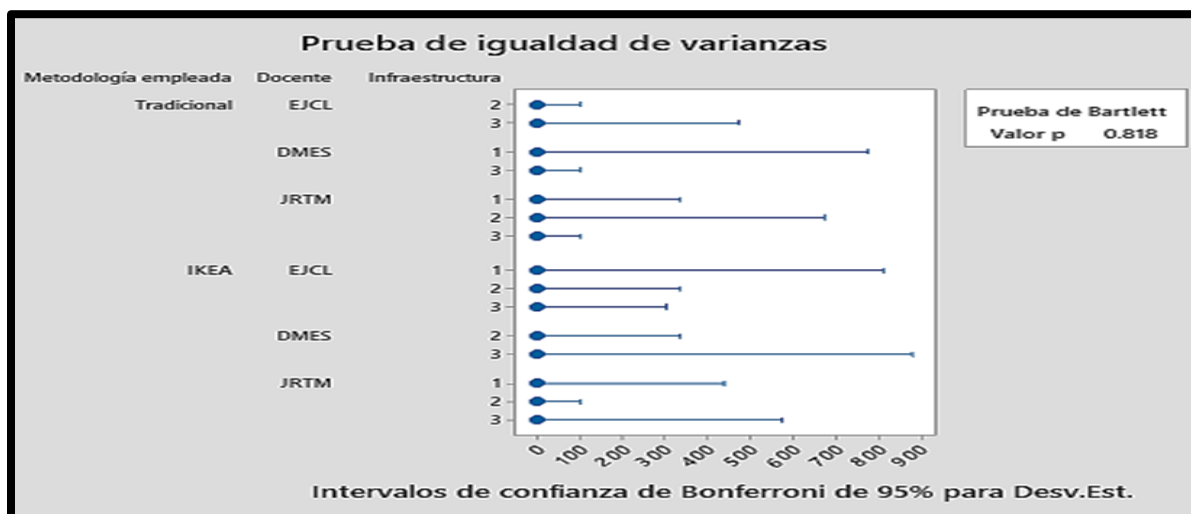
Método	Valor p
Bartlett	0.818

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye, a través del valor p resultante, que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, el experimento presenta una varianza constante en sus residuos. En la figura 4 se presenta la comparación entre factores y el resultado obtenido de la prueba.

Figura 4

Gráfica de igualdad de varianzas



El cumplir favorablemente con las pruebas de normalidad y homocedasticidad, permite realizar conclusiones acertadas respecto a la población que se está analizando, por lo que se considera viable el realizar el diseño factorial con los tres factores considerados. En la figura 5 se presenta el diseño factorial propuesto. De igual forma, en la tabla 7 el diseño generado, con las combinaciones de prueba respecto al RA.

Figura 5

Diseño factorial completo general



Factor	Nombre	Tipo	Niveles	Valores de nivel		
A	Metodología	Texto	2	Tradicional	IKEA	
B	Docente	Texto	3	EJCL	DMES	JRTM
C	Infraestructura	Numérico	3	1	2	3

Fuente: Elaboraba empleando el software Minitab

Tabla 7

Diseño factorial generado

Metodología empleada	Horario de Clase	Sexo del Alumno	Grupo	Docente	Infraestructura	RA
1	I	H	LEPri 1A	EJCL	1	8.30
1	I	H	LEPri 1B	DMES	2	9.70
1	I	H	LEPree 1	JRTM	3	9.75
1	I	H	LEPri 1A	EJCL	1	9.70
1	I	H	LEPri 1B	DMES	2	9.30
1	I	H	LEPree 1	JRTM	3	9.00
1	I	M	LEPri 1A	EJCL	2	9.70
1	I	M	LEPri 1B	DMES	3	9.00
1	I	M	LEPree 1	JRTM	1	7.50
1	D	H	LEPri 1A	EJCL	3	9.70
1	D	H	LEPri 1B	DMES	1	9.00
1	D	H	LEPree 1	JRTM	2	5.00
1	D	M	LEPri 1A	DMES	3	10.0
1	D	M	LEPri 1B	JRTM	1	10.0
1	D	M	LEPree 1	EJCL	2	9.00
1	D	M	LEPri 1A	DMES	3	9.00
1	D	M	LEPri 1B	JRTM	1	9.00
1	D	M	LEPree 1	EJCL	2	10.0
2	I	M	LEPri 1A	DMES	1	9.00

Metodología empleada	Horario de Clase	Sexo del Alumno	Grupo	Docente	Infraestructura	RA
2	I	M	LEPri 1B	JRTM	2	9.00
2	I	M	LEPRee 1	EJCL	3	9.75
2	I	M	LEPri 1A	DMES	2	10.0
2	I	M	LEPri 1B	JRTM	3	10.0
2	I	M	LEPRee 1	EJCL	1	10.0
2	I	H	LEPri 1A	JRTM	2	9.00
2	I	H	LEPri 1B	EJCL	3	9.00
2	I	H	LEPRee 1	DMES	1	10.0
2	D	M	LEPri 1A	JRTM	2	10.0
2	D	M	LEPri 1B	EJCL	3	10.0
2	D	M	LEPRee 1	DMES	1	10.0
2	D	H	LEPri 1A	JRTM	3	10.0
2	D	H	LEPri 1B	EJCL	1	8.30
2	D	H	LEPRee 1	DMES	2	10.0
2	D	H	LEPri 1A	JRTM	1	9.30
2	D	H	LEPri 1B	EJCL	2	10.0
2	D	H	LEPRee 1	DMES	3	10.0

Fuente: Elaboración propia.

El orden en las corridas de forma estandarizada, garantiza la aleatoriedad requerida del diseño experimental. A continuación, en la tabla 8 se presenta el Análisis de Varianza resultante del diseño factorial, en donde, se puede apreciar que el factor infraestructura resulta significativo al ser menor al contraste del 0.05 respecto al nivel de significancia.

Tabla 8

ANOVA del diseño factorial

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	17	18.9700	1.1159	1.24	0.330
Lineal	5	10.8367	2.1673	2.40	0.078
Metodología empleada	1	0.4900	0.4900	0.54	0.471
Docente	2	3.0200	1.5100	1.67	0.216
Infraestructura	2	7.3267	3.6633	4.06	0.035
Interacciones de 2 términos	8	6.9883	0.8735	0.97	0.491
Metodología empleada*Docente	2	3.5000	1.7500	1.94	0.173
Metodología empleada*Infraestructura	2	0.5600	0.2800	0.31	0.737
Docente*Infraestructura	4	2.9283	0.7321	0.81	0.535
Interacciones de 3 términos	4	1.1450	0.2862	0.32	0.863
Metodología*Docente*Infraestructura	4	1.1450	0.2862	0.32	0.863

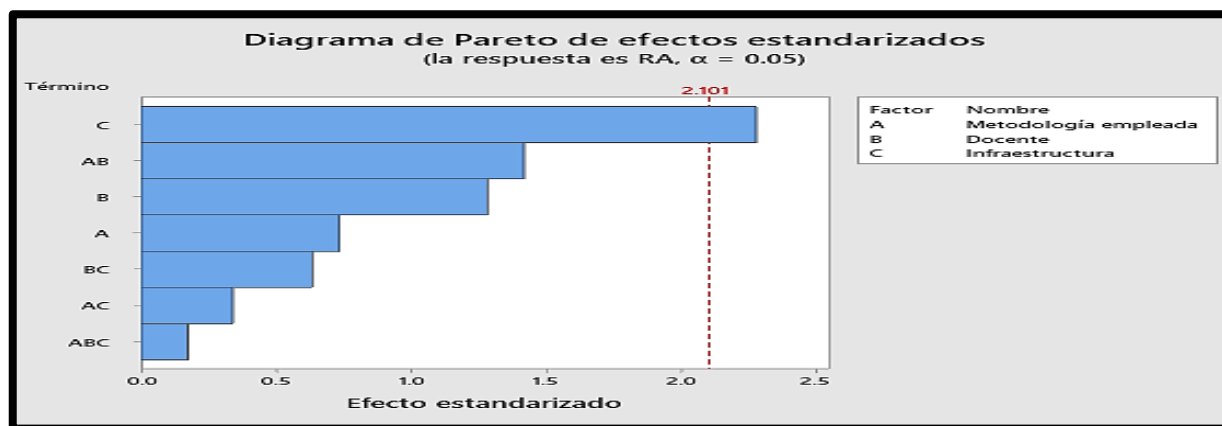
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Error	18	16.2600	0.9033		
Total	35	35.2300			

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6 se muestra la gráfica de Pareto en donde sobresale el factor infraestructura al resultar significativo.

Figura 6

Diagrama de Pareto

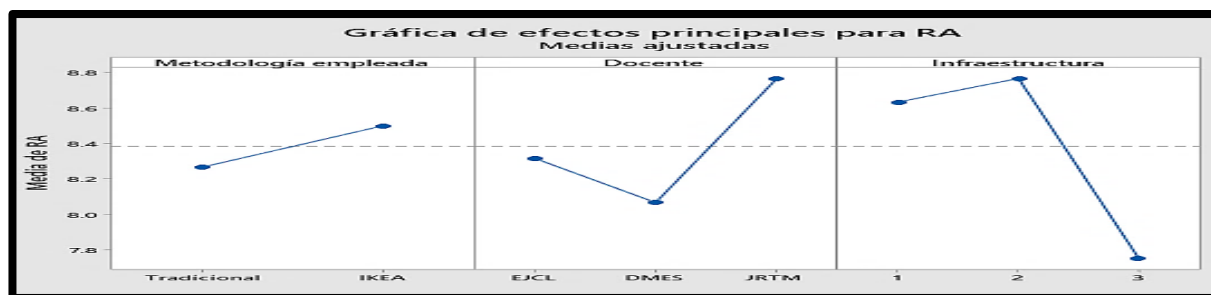


Fuente: Elaboraba empleando el software Minitab

A continuación, se presenta la figura 7 con la gráfica de efectos principales para medias ajustadas, en donde, como análisis e interpretación de la misma, se observa que el factor infraestructura presenta un mayor efecto sobre la media ajustada del RA. Como resultado del experimento, y al considerar el factor infraestructura como significativo, se considera que la mejor combinación de niveles por factor que maximizan el rendimiento académico se encuentra únicamente condicionado al desarrollo de las actividades con el nivel de infraestructura.

Figura 7

Gráfica de efectos principales



Tanto en el ANOVA del diseño factorial, como en la gráfica de efectos principales, se obtiene que los efectos por nivel en dos factores no resultan significativos. Dado lo anterior, es importante corroborar estadísticamente estas diferencias.

Comparación de Medias por el Método de Tukey

Al identificar diferencias significativas de grupos contrastados mediante un ANOVA, es necesario establecer con precisión entre cuáles de estos existe esta diferencia. El método de comparaciones múltiples de Tukey es una técnica estadística ampliamente usada y donde autores como Rodríguez et al. (2022), señalan que el uso de este método puede ser adecuado considerando su capacidad para controlar el error tipo I en comparaciones múltiples, principalmente cuando se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas como es el caso de la presente investigación.

En la tabla 9 se presenta el resultado de la prueba de comparación de medias para el factor Metodología empleada, donde resultan similares, compartiendo el mismo factor de agrupación al utilizar el método de Tukey a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 9

Comparación de medias y agrupación para Metodología empleada

Metodología empleada	N	Media	Agrupación
IKEA	18	8.500	A
Tradicional	18	8.267	A

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta en la tabla 10, la prueba Tukey realizada al factor Metodología empleada, en donde al comparar las medias, el factor de agrupación de la tabla anterior y al obtener un valor p que resulta no significativo al contraste con el nivel de significancia del 0.05, se concluye que no existe diferencia significativa entre las metodologías empleadas relacionadas al rendimiento académico.

Tabla 10

Prueba Tukey para Metodología empleada

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
IKEA - Tradicional	-0.250	0.403	(-1.240, 0.740)	-0.62	0.810

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11 se presenta el resultado de la prueba de comparación de medias para el factor docente, y su agrupación utilizando el método de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Como se puede observar, las medias de los tres niveles presentan similitud, además de compartir el factor de agrupación.

Tabla 11

Comparación de medias y agrupación para Docente

Docente	N	Media	Agrupación
JRTM	12	8.767	A
EJCL	12	8.317	A
DMES	12	8.067	A

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta en la tabla 12, la prueba Tukey realizada simultáneamente al factor Docente, en donde al comparar las medias, el factor de agrupación de la tabla anterior y al obtener un valor p no significativo al contraste con el nivel de significancia del 0.05 en los tres casos, se concluye que no existe diferencia significativa entre ninguno de los niveles del factor.

Tabla 12

Prueba simultánea Tukey para Docente

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
DMES - EJCL	-0.250	0.403	(-1.240, 0.740)	-0.62	0.810
JRTM - EJCL	0.450	0.403	(-0.540, 1.440)	1.12	0.511
JRTM - DMES	0.700	0.403	(-0.290, 1.690)	1.74	0.207

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 se presenta el resultado de la prueba de comparación de medias para el factor infraestructura, y su agrupación utilizando el método de Tukey a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 13

Comparación de medias y agrupación para Infraestructura

Infraestructura	N	Media	Agrupación
2	12	8.767	A
1	12	8.633	A B
3	12	7.750	B

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la tabla 14 se presenta la prueba de Tukey realizada simultáneamente al factor Infraestructura, en donde al comparar las medias, el factor de agrupación de la tabla

anterior, encontrarse el nivel 1 del factor en dos agrupaciones diferentes (A y B), y al obtener un valor p significativo al ser menor que el nivel de significancia en la diferencia de niveles 3-1, se interpreta que existe evidencia estadística suficiente para concluir que si hay diferencia entre los niveles del factor.

Tabla 14

Prueba simultánea Tukey para Infraestructura

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2 - 1	0.133	0.375	(-0.788, 1.054)	0.36	0.933
3 - 1	-0.883	0.375	(-1.804, 0.008)	-2.35	0.042
3 - 2	-1.017	0.375	(-1.938, -0.096)	-2.71	10.028

Fuente: Elaboración propia.

Al profundizar en el análisis de los resultados, se obtiene que tanto el factor metodología empleada como el docente resultaron ser estadísticamente no significativos; sin embargo para este último se puede identificar una tendencia de los promedios entre los docentes participantes; estos hallazgos concuerdan parcialmente con lo reportado por Quiroz y Franco (2019), donde se analizó la relación entre la formación docente y el rendimiento académico de los estudiantes universitarios, encontrando una correlación significativa entre ambas. Sugiriendo que otras variables atribuibles al docente infieren como; la formación académica, experiencia profesional, así como la percepción de los estudiantes ante el desempeño de estos, pueden tener efectos relevantes, aunque difíciles de medir cuantitativamente en estudios convencionales.

Por su parte, el factor infraestructura resulta ser estadísticamente significativo, y se establece una clara relación entre el impacto que tienen tanto los entornos físicos como las condiciones contextuales del entorno en el rendimiento académico.

En este punto, resulta necesario profundizar en el factor, ya que, al ser multivariable, se pueden contemplar en estudios posteriores algunas otras características presentes a nivel áulico; como puede ser el caso de las condiciones ambientales, donde estas pueden resultar beneficiosas, específicamente las térmicas, dado que estas pueden influir en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios (Romero et al., 2024).

Para el desarrollo de la presente investigación, se seleccionaron arbitrariamente tanto factores como niveles controlables, mismos que, pragmáticamente, se asumen infieren en la variable de respuesta; sin embargo, se identifica que pueden añadirse tanto niveles a cada factor como factores en sí al experimento original, con la posibilidad de ser estos del tipo no controlable o de ruido, lo que dificultará su análisis replicando la metodología propuesta. Por consiguiente, se hace la recomendación para futuras investigaciones que ante la posibilidad de involucrar este tipo de factores, así como su incremento tanto en cantidad de estos como en niveles, se recurra al diseño de un arreglo ortogonal Taguchi, a fin de considerar categorías del tipo controlable como

de ruido y así lograr un diseño robusto. Ejemplo de aplicación es el desarrollado por Hamzaçebi (2020), en donde se describe la forma para identificar variables independientes y su efecto en características de rendimiento de un producto, clasificándolas como controlables y no controlables.

De igual manera, se reconoce la viabilidad de aplicación de herramientas estadísticas multivariadas. Al considerar análisis de este tipo, posibilitará involucrar otros factores institucionales de tipo socio demográficos del alumnado, tales como zona habitacional, estado civil, situación laboral, si cuenta con algún tipo de beca, dependientes económicos, institución de procedencia, entre otros. Para esto, se considera la propuesta hecha por Taguchi y Jugulum (2002), con la aplicación del Sistema Mahalanobis-Taguchi (MTS) como método para reducir el número de corridas, ya que permite seleccionar las variables significativas en sistemas multidimensionales, integrando la distancia de Mahalanobis (DM), que detecta anomalías y estudia correlaciones, con herramientas Taguchi (arreglos ortogonales y señal a ruido).

Investigaciones similares a lo propuesto se encuentra la realizada por Morales et al. (2019), donde aplicaron MTS para identificar factores asociados a la reprobación a nivel licenciatura. Al aplicar esta metodología, se logró cuantificar el grado de anormalidad y determinar los factores significativos en el desempeño docente para dos facultades de una institución de educación superior (Zaini & Abu, 2024). Durán et al. (2015), utilizaron esta metodología, para determinar qué factores contribuyen al éxito de los egresados, analizando una gran cantidad de información, logrando reducir eficientemente el número de factores, enfocándose únicamente en los de mayor impacto en el desempeño profesional de los egresados.

Conclusiones

El emplear de inicio el método Taguchi, permitió identificar y seleccionar los tres factores controlables con mayor influencia sobre el rendimiento académico en los docentes en formación del primer semestre en el Centro de Actualización del Magisterio de Durango, México. Posteriormente, empleando el diseño factorial, se logró obtener una aproximación a la mejor combinación de niveles por factor que favorece dicha variable de estudio.

Los resultados indican que los factores infraestructura, metodología empleada y perfil del docente son los que presentan mayor efecto en la variable de estudio; resultando únicamente el primero de estos estadísticamente significativo. De aquí se desprenden algunos factores, los cuales podrían resultar determinantes, como el acceso y la estabilidad que se cuente en las instalaciones al internet; ejemplo de esto es el estudio realizado por Díaz et al. (2021), en donde analizaron la influencia del acceso a internet en el rendimiento académico, encontrando una correlación fuertemente positiva entre ambos factores.

El factor metodología empleada resultó no significativo, no obstante, mostró una tendencia favorable respecto al rendimiento académico. Esto sugiere que podría estar influenciado por otros elementos que en el presente estudio, no se lograron dimensionar. A su vez, se visualiza un futuro estudio del tipo descriptivo correlacional entre los factores metodología empleada y docente; dado que este último constituye un elemento relevante en la

determinación del rendimiento académico del alumnado. Si bien es cierto, la prueba de Tukey no reveló diferencias significativas entre los niveles del factor, sí evidenció una tendencia que justifica su análisis en futuras investigaciones. Ejemplo de esto es el estudio de caso desarrollado. Por Germania et al. (2021), en donde analizaron los factores que inciden en el rendimiento académico, destacando la influencia de variables contextuales y pedagógicas. Esta posible limitación podría disminuir en próximas investigaciones, si se considera la posibilidad de estandarizar las herramientas que se utilizan durante el proceso de evaluación, ya que esto puede influir, en los sesgos de medición o reducir la confiabilidad de los datos.

Del mismo modo, investigaciones como la realizada por Wang y Luo (2023), analizaron cómo el uso de estrategias metacognitivas y el aula invertida pueden contrarrestar los efectos negativos del inicio temprano de clases en estudiantes a nivel superior. Además, se encontró que, no es suficiente con cambiar el horario de las clases si se pretende mejorar el rendimiento académico; sino que es importante considerar estrategias pedagógicas activas para favorecer el aprendizaje.

Es recomendable el seguir explorando los niveles que se desprenden del factor docente, y no únicamente contemplar elementos cuantitativos, como es el caso de calificaciones, para la presente investigación, sino también mediante indicadores cualitativos. Estudios recientes, como el de Kumar et al. (2024), destacan la necesidad de poner un mayor énfasis en los enfoques de aprendizaje personalizados, las estrategias para mejorar la gestión del tiempo, la adaptabilidad de los estudiantes, así como el apoyo a la salud mental en contextos académicos en constante evolución. Lo anterior, si se pretende obtener mejoras sustanciales en el rendimiento académico de los alumnos de educación superior. Por ello, se sugiere hacer estudios donde se considere a la totalidad de alumnos y docentes, para no limitar la generalización, así como la aplicación en diversos contextos educativos.

Al realizar la presente investigación, se obtiene información confiable, que a su vez permite identificar áreas de oportunidad. A corto plazo, permite realizar recomendaciones institucionales relacionadas con la asignación de espacios para los grupos de nuevo ingreso que han de incorporarse dentro del ciclo escolar 2025-2026. Por ello, se puede considerar hacer un análisis con mayor profundidad; se podría hacer una observación longitudinal que permita obtener los efectos o cambios a largo plazo con referencia al rendimiento académico.

Por último, el objetivo principal de la investigación conlleva un nuevo planteamiento del problema, con la necesidad de investigar y profundizar en nuevos factores que inciden favorablemente no solo en el rendimiento académico del alumnado del CAM, sino en la eficiencia terminal de los mismos, orientada a reducir el índice de reprobación en asignaturas específicas en el transcurso de su formación, y con esto, la posible deserción escolar.

Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades del Centro de Actualización del Magisterio de Durango, México. En específico a la dirección y al departamento de control escolar por las facilidades en la información proporcionada, misma que permite el realizar la presente investigación.

Financiamiento

Sin financiamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe ningún conflicto de intereses o circunstancia alguna que pueda afectar la objetividad en el desarrollo profesional de nuestras actividades. El compromiso con la validez, el rigor y el bienestar de la investigación como interés primario permanece íntegro y libre de cualquier tipo de influencia externa. Asimismo, manifestamos que ningún beneficio secundario, incluyendo, pero no limitado a ventajas económicas, reconocimiento, prestigio o promoción profesional, ha influido ni influirá en el desarrollo, análisis o difusión de los resultados de esta investigación.

Contribución de los autores

Rol de Contribución	Autor(es)
Conceptualización	Edgar Jarib Castro Luna
Curación de datos	Edgar Jarib Castro Luna
Análisis formal	Edgar Jarib Castro Luna
Adquisición de financiación	No aplica
Investigación	Edgar Jarib Castro Luna, <<principal>> Diana María Espinosa Sánchez, <<que apoya>> René Tapia Martínez <<que apoya>>.
Metodología	Edgar Jarib Castro Luna
Administración de proyectos	Edgar Jarib Castro Luna, <<principal>> Diana María Espinosa Sánchez, <<que apoya>> René Tapia Martínez <<que apoya>>
Recursos	Edgar Jarib Castro Luna, <<principal>> Diana María Espinosa Sánchez, <<que apoya>>.
Software	Edgar Jarib Castro Luna
Supervisión	Edgar Jarib Castro Luna
Validación	Edgar Jarib Castro Luna
Visualización	Edgar Jarib Castro Luna, <<principal>> Diana María Espinosa Sánchez, <<que apoya>>.
Escritura – borrador original	Edgar Jarib Castro Luna
Redacción, revisión y edición	Edgar Jarib Castro Luna, <<principal>> Diana María Espinosa Sánchez, <<que apoya>> René Tapia Martínez <<que apoya>>.

Referencias bibliográficas

- Amar, H. M. (2025). Educación y solidaridad en el pensamiento de Juan Carlos Tedesco (1992-2009). *Espacios en blanco. Serie indagaciones*, 35(1), 13-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.37177/unicen/eb34-425>
- Artamónova, I., Henao, S. A. F., & Mosquera, J. D. (2010). Análisis del rendimiento de los estudiantes aplicando diseño de Experimentos: caso particular. *Scientia et technica*, 16(44), 78-83. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=84917316014>
- Asher, C. A., Scherer, E., & Kim, J. S. (2022). Using a Factorial Design to Maximize the Effectiveness of a Parental Text Messaging Intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 15(3), 532–557. <https://doi.org/10.1080/19345747.2021.2009073>
- Bastida, E., Elías, M. C., Franco, F., & Covarrubias, M. (2022). Bridging Theory and Practice Using Facebook: A Case Study. *Education Sciences*, 12(5), 355. <https://doi.org/10.3390/educsci12050355>
- Dar, A. A., Gulzar, Z., Babu, R. A., Ali, L., & Shreedevi, G. (2024). Comparison: Taguchi method and full factorial design in WACC. *International Journal of Intelligent Enterprise*, 300–315. <https://doi.org/10.1504/IJIE.2024.139777>
- Díaz, Y. M., Valentín, T. F., Álvarez, J. R., & Ortiz, J. G. (2021). Influencia del Internet en el Rendimiento Académico de los Estudiantes de Educación Básica Regular. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2477-2490. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.465
- Dirección General de Educación Superior para el Magisterio. (2022). *Normas de control escolar para los planes de estudio 2022 de las licenciaturas en educación inicial, preescolar, primaria, inclusión educativa, educación especial, educación física y enseñanza y aprendizaje*. Secretaría de Educación Pública. <https://bit.ly/44cwkrk>
- Durán, F., Rodríguez, M. A., Rodríguez, M., & Pérez, I. (2015). Aplicación del Sistema Mahalanobis-Taguchi (MTS) para determinar variables significantes que ayuden a definir perfiles de éxito en alumnos egresados de la UTCJ. En *Congreso Internacional de Investigación, Academia Journals, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*. <https://bit.ly/4jtAVdv>
- Erazo-Rodríguez, J., Martínez, R., Naranjo, E., & Albuja, J. (2024). Metodologías del Diseño Experimental en Procesos Industriales: Un análisis teórico. *Polo del Conocimiento*, 9(7), 2758-2787. <https://bit.ly/4lMEHQr>
- Espinoza, E. E. (2023). La enseñanza de las ciencias sociales mediante el método deductivo. *Revista Mexicana De Investigación E Intervención Educativa*, 2(2), 34–41. <https://doi.org/10.62697/rmiie.v2i2.50>
- Fisher, R. A. (1971). *The design of experiments* (8th ed., p. 216). New York: Hafner. <http://bit.ly/4gxyJke>

- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Germania, B. N., Martínez, J. E., Barreno, S. N., & Haro, O. F. (2021). Factores asociados al rendimiento académico: Un estudio de caso. *Revista Educare*, 23(3), 54–77. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/375/3752842004/>
- Gutiérrez, J., Garzón, J., & Segura, A. (2021). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Formación universitaria*, 14(1), 13-24. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000100013>
- Hamzaçebi, C. (2020). Taguchi Method as a Robust Design Tool. En P. Li & P. A. R. Pereira (Eds.), *Quality Control - Intelligent Manufacturing, Robust Design and Charts* (pp. 1–21). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.94908>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Kumar, A., & Anburaj, G. (2024). Examining the Variables That Impact Academic Performance in Higher Education. *International Journal for Multidisciplinary Research*. <https://doi.org/g8qtgw>
- Lara, J., Pérez, M., & Gómez, L. (2025). Estrategias de enseñanza activa y su efecto en la retención del conocimiento. *Revista Científica Multidisciplinaria HEXACIENCIAS*, 5(9), 330–340. <https://soeici.org/index.php/hexaciencias/article/download/521/862/1504>
- Leatherdale, S. T. (2018). Natural experiment methodology for research: a review of how different methods can support real-world research. *International Journal of Social Research Methodology*, 22(1), 19–35. <https://doi.org/10.1080/13645579.2018.1488449>
- Mahmood, N. H., Kadir, D. H., & Birdawod, H. Q. (2022). The Full Factorial Design Approach to Determine the Attitude of University Lecturers towards e-Learning and Online Teaching due to the COVID-19 Pandemic. *Cihan University-Erbil Scientific Journal*, 6(1), 20–25. <https://journals.cihanuniversity.edu.iq/index.php/cuesj/article/view/561>
- Merino, Z. N., & Peña, J. M. (2023). Desempeño docente y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes de la Unidad Educativa “Diez de Agosto”. *Ciencia Y Educación*, 4(5), 13 - 34. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8192223>
- Miranda, R. S., & Choez, C. J. (2024). Impacto de las metodologías activas en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes: Una revisión sistemática de la literatura.: Impact of active methodologies on academic performance and student motivation: A systematic review of the literature. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 5(2), Pág. 1141 –. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.305>
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and Analysis of Experiments* (9th ed.). Wiley. <https://bit.ly/3KgMCay>

- Morales, J. R., Vázquez, E., & Medina, D. (2019). Aplicación del Sistema Mahalanobis-Taguchi (MTS) para determinar la significancia de factores influyentes en la reprobación de las asignaturas que se cursan a nivel licenciatura en el Instituto Tecnológico de Tepic. En *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Tepic 2019* (Tomo 4, pp. 48–54). Academia Journals. <https://academia-journals.squarespace.com/s/Investigacion-en-la-Educacion-Superior-AJ-Tepic-2019-Tomo-04.pdf>
- Morillo, G. P. (2020). Un Diseño Factorial Aplicado a las Pruebas Saber Pro de Estudiantes de Matemáticas. *Revista MATUA*, 7(1), 68–80. <https://revistas.uniatlantico.edu.co/index.php/MATUA/article/view/2779>
- Naranjo, F., Ríos, J., Pantoja M., & Tapia, M. (2020). Diseños ortogonales de Taguchi fraccionados. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 21(2), e1621. Epub 13 de noviembre de 2020. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2020.21n2.011>
- Nja, C. O., Orim, R. E., Neji, H. A., Ukwetang, J. O., Uwe, U. E., & Ideba, M. A. (2022). Students' attitude and academic achievement in a flipped classroom. *Heliyon*, 8(1), e08792. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08792>
- Ponce Renova, H. F., Cervantes Arreola, D. I., & Anguiano Escobar, B. (2021). Análisis de calidad de artículos educativos con diseños experimentales. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23), 1–20. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.981>
- Quiroz, C., & Franco, D. (2019). Relación entre la formación docente y el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. *Educación*, 28(55), 166–181. <https://doi.org/10.18800/educacion.201902.008>
- Ree, S., Park, Y. & Yoo, H. (2014). Un estudio sobre la calidad educativa mediante el método Taguchi. *Total Quality Management & Business Excellence*, 25, 935–943. <https://doi.org/10.1080/14783363.2014.906114>
- Rodriguez, J., Piedade, S. M. D. S., Lara, I. A. R. de, & Henrique, F. H. (2022). Type I error in multiple comparison tests in analysis of variance. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 45(1), e57742. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v45i1.57742>
- Romero, P., Valero, V., Rubio, S., & Miranda, M. T. (2024). An Analysis of Thermal Comfort as an Influencing Factor on the Academic Performance of University Students. *Education Sciences*, 14(12), 1340. <https://doi.org/10.3390/educsci14121340>
- Shina, S. (2016). Uso del método Taguchi para incrementar la resistencia del pegamento RTV en operaciones de adherencia de partes y componentes. *Revista Tecnología En Marcha*, 10(2), 3–7. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2594
- Shi, L., Wang, J., & Ding, P. (2024). *Forward selection and post-selection inference in factorial designs*. ArXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.12045>

- Taguchi, G., & Jugulum, R. (2002). *The Mahalanobis-Taguchi strategy: A pattern technology system*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470172247>
- Tapia, J., Castro, E., Espinosa, D., Rodríguez, B., & Medina, A. (2025). Análisis de validez de constructo y confiabilidad de un instrumento para evaluar el efecto IKEA en la educación superior. *Praxis Educativa ReDIE*, 17(32). <https://bit.ly/4jvX8HC>
- Wang, H., & Luo, H. (2023). Effects of start times on academic performance: Will metacognitive learning strategy or flipped classroom approaches help sleepy young university students? *The International Journal of Management Education*, 21(2), 100806. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100806>
- Wang, J., Li, X., & Liang, H. (2021). A new exact p-value approach for testing variance homogeneity. *Statistical Theory and Related Fields*, 6(1), 81–86. <https://doi.org/10.1080/24754269.2021.1907519>
- Wang, S., & Huang, G. (2015). Un enfoque de programación estocástica multinivel factorial Taguchi de dos etapas para la caracterización de incertidumbres de parámetros y sus interacciones: Una aplicación a la gestión de recursos hídricos. *European Journal of Operational Research*, 240(3), 572-581. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.011>
- Zaini, S. N. A., & Abu, M. Y. (2024). Implementation of Mahalanobis-Taguchi system to evaluate the significant parameters in lecturer's KPI program. *AIP Conference Proceedings*, 2895(1), 040014. <https://doi.org/10.1063/5.0192255>