



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
HIDALGO

ÁREA ACADÉMICA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA EVALUACIÓN
DOCENTE Y APROVECHAMIENTO EN CURSOS DE
MATEMÁTICAS EN EL BACHILLERATO DE LA UAEH

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS EN MATEMÁTICAS Y SU DIDÁCTICA

P R E S E N T A :

NORMA GUADALUPE MANZANO RAMÍREZ

DIRECTORES

DR. ROBERTO ÁVILA POZOS
DR. CARLOS ARTURO SOTO CAMPOS

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA,
PACHUCA, HIDALGO, 2026





Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería
School of Engineering and Basic Sciences
Área Académica de Matemáticas y Física

Mineral de la Reforma, Hgo., a 26 de mayo de 2026

Número de control: ICBI-AAMyF/2455/2026

Asunto: Autorización de impresión de tesis.

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

El Comité Tutorial de la tesis titulada "Análisis multivariado de la evaluación docente y aprovechamiento en cursos de matemáticas en el bachillerato de la UAEH", realizada por la sustentante Norma Guadalupe Manzano Ramírez, con número de cuenta 140496, perteneciente a la Maestría en Ciencias en Matemáticas y su Didáctica, una vez que se ha revisado, analizado y evaluado el documento recepcional de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 110 del Reglamento de Estudios de Posgrado, tiene a bien extender la presente:

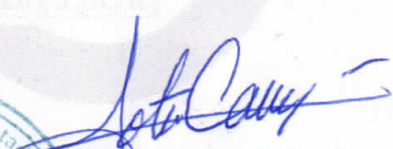
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

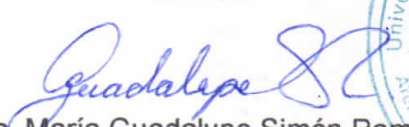
Por lo que el sustentante deberá cumplir los requisitos del Reglamento de Estudios de Posgrado y con lo establecido en el proceso de grado vigente.

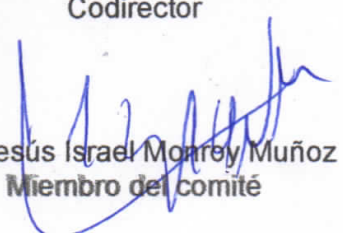
Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

El Comité Tutorial


Dr. Roberto Ávila Pozos
Director


Dr. Carlos Arturo Soto Campos
Codirector


Dra. María Guadalupe Simón Ramos
Miembro del comité


Dr. Jesús Israel Morrey Muñoz
Miembro del comité

RAP/EPC

Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo
Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo,
México. C.P 42184
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 Ext. 40124, 40119
aamyf_icbi@uaeh.edu.mx

uaeh.edu.mx

"Amor, Orden y Progreso"



Agradecimientos

A mis Simones, mi esposo y mi hijo por su paciencia, su amor y su tiempo; por sacrificar momentos que me ayudaron a concluir con esta meta en mi vida. Los amo con todo mi corazón.

A mis padres y hermanas por todo su apoyo incondicional, especialmente a mi mamá que durante este tiempo ha estado para mí y para mi nene cuando más la necesitamos.

A mis asesores, Dr. Carlos que ha sido un gran instructor y un ejemplo de lo culto que debe ser un profesor, gracias por su tiempo y sus enseñanzas; y Dr. Roberto quien ha sido una inspiración y apoyo para lograr mis metas académicas desde el 2007, gracias Dr. por ser esa gran persona y profesional que muchos anhelamos ser, lo estimo y quiero mucho. Gracias por confiar en mí.

A mis profesores que desde mi etapa en licenciatura y ahora en esta maestría por todas sus enseñanzas y contribución a mi formación, de verdad que amo lo que soy, estudiar matemáticas es algo que me hace muy feliz.

Finalmente, gracias a mis amigos de la oficina de Trabajo Social de la Escuela Preparatoria Número Uno, quienes han sido un gran apoyo en mi entorno laboral durante la realización de mis estudios, gracias a cada uno de ustedes por lo mucho que me ayudaron en esta etapa. Los quiero.

“Somos lo que hacemos repetidamente. La excelencia, entonces, no es un acto, es un hábito.”

— Aristóteles

Resumen

En esta investigación se abordó una propuesta de cómo aprovechar los resultados de evaluación docente para profesores de nivel bachillerato de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), con el propósito de identificar, si existe, una relación entre la evaluación de un profesor de álgebra y trigonometría con el aprovechamiento escolar inmediato de un estudiante, así como identificar aquellos factores de mayor importancia dentro de la evaluación y si éstos contribuyen o no a la idoneidad de un proceso de enseñanza. Para ello se realizó un análisis sistemático de los resultados de la evaluación docente para así verificar si existen diferencias significativas entre los institutos considerando a las tres audiencias: profesores, directivos y estudiantes (autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación). Para esta parte, se realizó un análisis de varianza. En esta parte, se encontró que la heteroevaluación con menores calificaciones corresponde a las Preparatorias con mayor matrícula.

También, se llevó a cabo un análisis discriminante con la finalidad de verificar la influencia entre grupos de estudiantes de acuerdo a su promedio obtenido en el examen ordinario de estos cursos. De esta manera, podemos tener una función discriminante que nos permita clasificar el aprovechamiento de los estudiantes, con respecto de la evaluación docente.

Además, se realizó un contraste de la Teoría de la Idoneidad Didáctica (TID) con el instrumento de evaluación que aplica la UAEH, con la finalidad de verificar si el instrumento es idóneo dentro de los procesos de instrucción del profesor. Esta parte del trabajo pretende contribuir al proceso de autoreflexión del docente.

Entre los resultados más relevantes, se encontró que dentro de la evaluación que

los estudiantes realizan a sus profesores, la dimensión que evalúa las características personales para la docencia fue la de mayor influencia, así mismo ésta se encuentra dentro de las facetas de la TID, lo cual indica que estos factores son idóneos dentro del proceso de instrucción del profesor. Así mismo, se identificó que efectivamente la evaluación que realizan los estudiantes hacia sus profesores de Álgebra se relaciona con su resultado de examen ordinario.

Índice general

Agradecimientos	II
Resumen	III
1. Introducción	1
1.1. Revisión de Literatura	3
1.2. Planteamiento del Problema	9
1.3. Preguntas de Investigación	9
1.3.1. Pregunta general de investigación	9
1.3.2. Preguntas particulares de investigación	10
1.4. Objetivos	10
1.4.1. Objetivo General	10
1.4.2. Objetivos Particulares	10
1.4.3. Hipótesis	11
2. Marco Conceptual	12
2.1. Definición de conceptos	18
2.1.1. Variable aleatoria	18
2.1.2. Función de densidad de probabilidad	18
2.1.3. Función de distribución acumulada	19
2.1.4. Parámetros de una distribución de probabilidad	19
2.1.5. Distribución normal multivariada	20
2.1.6. Análisis de varianza univariado	21

2.1.7. Prueba t	22
2.1.8. Prueba de Tukey	23
2.1.9. Análisis de varianza multivariado	24
2.1.10. Prueba Box'M	25
2.1.11. Análisis discriminante	26
3. Metodología	34
3.1. Pre procesamiento de los datos	38
3.2. Análisis del Instrumento	40
4. Resultados	43
4.1. Análisis de varianza	43
4.2. Análisis de Varianza Multivariado	53
4.3. Análisis Discriminante	54
4.4. Identificación de Facetas	56
4.5. Análisis estadístico en contraste con la idoneidad didáctica	63
4.6. Conclusiones	66
Anexos	75

Capítulo 1

Introducción

Dentro del sistema educativo, la búsqueda de una mejor calidad de enseñanza siempre ha sido una prioridad, dentro de la misma, se discute la importancia de la relación que existe entre estudiante y docente. Así como la búsqueda de aquellos factores que influyen en el aprovechamiento escolar, en donde el profesor juega un rol importante. La evaluación hacia el profesor tiene distintos objetivos, entre los cuales destaca el identificar su calidad como docente, la cual se refleja de alguna manera en el desempeño de los estudiantes durante un curso y/o en cursos posteriores.

Como menciona Santos Guerra (1993) la evaluación docente es un proceso complejo, participativo, contextualizado, democrático y formativo, la cual debe ser: independiente y por ello comprometida; cualitativa y no meramente cuantificable; práctica y no meramente especulativa; democrática y no autocrática; procesual, no meramente final; participativa, no mecanicista; colegiada, no individualista: y externa aunque de iniciativa interna (Dimaté Rodríguez et al. (2017), p. 88).

Es por ello que diversos estudios acerca de la evaluación del desempeño docente se basan en la aplicación de cuestionarios sobre la percepción de los estudiantes hacia el profesor (Gómez y Valdés, 2019), siendo éste el método más utilizado para evaluar al docente.

Gómez y Valdés (2019) proponen que dicha evaluación del desempeño docente se haga a través de tres procesos: la autoevaluación, la heteroevaluación y la coevaluación. Siendo la autoevaluación aquella en la que se evalúa el diseño del curso, la lógica de la inclusión de las actividades, la pertinencia del contenido, la congruencia del sistema de evaluación con el propósito del curso y lo que dificultó su labor de apoyar el aprendizaje de los estudiantes, esto con el propósito de evaluar el curso. La heteroevaluación, aquella evaluación de la opinión de los estudiantes en dos tiempos (a la mitad y al final del semestre) acerca del cumplimiento de las metas del curso y de cómo las actividades y recursos les ayudaron a aprender. Y por último, la coevaluación, la cual se realiza por pares académicos o el coordinador docente, la cual evalúa si el objetivo del curso está claramente planeado y es alcanzable.

Si bien el tema de la evaluación resulta algo complejo en la educación, se puede retomar aquello que tenga una utilidad en la comunidad estudiantil, comenzando con la evaluación de los profesores, esto, para el beneficio del estudiantado, y a su vez para la mejora de la calidad docente a través de la autoreflexión.

Por último, es de relevancia notar que dentro de la Educación Media Superior, el Área de matemáticas “contribuye de manera importante” a la deserción escolar por bajo rendimiento en los primeros semestres; esto debido a diferentes causas de acuerdo a UAEH (2025). Es por ello, que resulta pertinente identificar si la evaluación docente por parte de los estudiantes refleja un impacto directo como posible causa a este bajo aprovechamiento escolar.

1.1. Revisión de Literatura

En el siguiente apartado se describen las investigaciones más relevantes que se hallaron sobre la importancia y la influencia que tiene la evaluación docente en el desempeño o aprovechamiento escolar de los estudiantes. La idea de esta investigación es enfocarse en una asignatura del área de matemáticas, sin embargo, la literatura encontrada tiene un panorama más general o bien enfocado a otras áreas, pero es de bastante utilidad y de hecho puede extrapolarse a esta investigación.

Aquino Zúñiga et al. (2013) abordaron la evaluación del profesor independiente del nivel educativo en que se desempeña, lo cual implica tener claridad en dos aspectos: 1) la posición conceptual que asume la evaluación y 2) lo que se va a evaluar del profesor. En esta investigación se concluyó que la evaluación juega un papel protagónico en toda institución educativa, y en lo que respecta a la evaluación de estudiantes y docentes, no debe ser vista como un acto punitivo sino como una oportunidad de cambio, de una verdadera mejora y transformación a partir de conocer y analizar la práctica educativa, para lograr cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje y así obtener el desarrollo integral de los estudiantes.

Cordero-Arroyo y González-Barbera (2016) representaron gráficamente el modelo de evaluación del desempeño docente en el marco de la reforma educativa mexicana, con el fin de clarificar los elementos, relaciones entre ellos y estructuras. Así, concluyeron que la evaluación periódica del docente (al menos cuatrimestral) permite una valoración de que el desempeño docente mejora los resultados en el aprendizaje de los alumnos. De esa manera, hay una permanencia y promoción de estos docentes examinados.

Dimaté Rodríguez et al. (2017) consideraron que la evaluación del desempeño docente en el país ha sido materia de debate en las últimas décadas, constituyendo una de las herramientas que se han privilegiado desde el nivel gubernamental para tener un impacto en la calidad de la educación. Es por esta razón que su idea fue dar cuenta del

proceso que ha seguido la construcción de políticas para la evaluación docente en Colombia. Por ello, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), Unesco/Orealc y el Grupo de Investigación y Desarrollo de Política Educativa Ascofade conformaron una mesa de trabajo con la finalidad de construir una política pública que mejorase la calidad de la educación en Colombia, en donde discutieron la concepción del educador sustentada en la definición del sujeto conformado desde un lugar social y cultural. En esta mesa, también se acordó que la evaluación se debe ver como una estrategia de mejoramiento y no como una herramienta técnica para el control; y así, utilizar los resultados como base de iniciativas de formación que respondan a las necesidades contextuales que presenten los educadores durante su práctica.

Hernández y Cibrián (2017) describen los resultados obtenidos por los docentes que presentaron el Examen de Desempeño para la Educación Básica en el ciclo escolar 2015-2016 en el estado de Yucatán, en función de las características personales, profesionales y del contexto escolar donde labora el docente. Así, mediante un análisis de diferencias, utilizando la Prueba *t* de Student para pruebas independientes, obtuvieron que: 1) las mujeres obtuvieron resultados significativamente más altos que los hombres; 2) los docentes que tienen estudios de posgrado obtuvieron resultados significativamente mayores en la evaluación de desempeño; 3) mediante una prueba Scheffé se identificó que los docentes que tienen un grado máximo de estudios de bachillerato y normal, obtienen resultados significativamente más bajos que aquellos que tienen estudios de licenciatura, maestría y doctorado; 4) no se encontraron diferencias significativas tomando en consideración el nivel escolar al que pertenecen; 5) se hallaron relaciones estadísticamente significativas, en donde los resultados de los docentes se encuentran directamente relacionados con su grado máximo de estudios e inversamente relacionado con la edad de los docentes, correlación negativa entre la edad del docente y su desempeño. Con esto, demuestran la presencia de variables que ayudan a caracterizar el desempeño de los docentes, con la finalidad de identificar aspectos que se deben fortalecer para mejorar la calidad educativa.

Tobón et al. (2018) mediante un análisis documental se marcan como objetivo clarificar el concepto de proyecto de enseñanza y determinar los componentes metodológicos mínimos que debería tener, en el marco de la necesaria flexibilidad que debe de caracterizar a las estrategias e instrumentos de evaluación en la práctica docente, tanto en educación básica como en educación media superior. Se concluyó que aunque se plantea que el proyecto de enseñanza es para evaluar el desempeño de los docentes, esto es incoherente porque lo que se evalúan son evidencias documentales frente a las cuales no se puede determinar con precisión si son fruto del trabajo en el aula o una simulación para asegurar la aprobación del examen. Una auténtica evaluación del desempeño requiere observación y registro de las clases en un marco de trabajo colaborativo con los maestros, buscando el mejoramiento más que la aprobación o no de un examen, como es precisamente lo que se pretende con los estudiantes. La evaluación significativa de los maestros debe ser en el marco de la cultura de la formación continua y el mejoramiento a partir del trabajo colaborativo en cada escuela, con todos los actores (director, otros docentes, asesores, supervisores, padres, etc.), considerando las prácticas de mediación reales en el aula.

Gómez y Valdés (2019) presentaron una revisión crítica de las maneras en que se tiende a evaluar el desempeño de los docentes universitarios. Estos autores revisaron distintos modelos de evaluación para mostrar los desfases entre objetivos y prácticas. Su hipótesis fue que si declara que la evaluación debe servir para mejorar la práctica docente, convendría entonces privilegiar el modelo constructivista que permita favorecer los cambios que se requieren a través de la reflexión que surja de la revisión de la autoevaluación, la heteroevaluación y la coevaluación. Así, de acuerdo a la revisión crítica de las maneras en que se tiende a evaluar el desempeño de los docentes universitarios; los autores proponen que la evaluación del desempeño docente se haga a través de tres procesos: autoevaluación, heteroevaluación, y coevaluación; midiendo los resultados a partir de la opinión que emiten los estudiantes. Para con ello, medir la

relación significativa que existe entre el comportamiento del profesor y los indicadores del producto de la enseñanza, definiéndose como el nivel de aprovechamiento de los estudiantes. Concluyen también, que al centrarse mayoritariamente en la opinión de los estudiantes se desconocen otras variables que intervienen en el desempeño de los profesores, tales como la formación inicial y permanente, las condiciones laborales, el tipo de asignatura, el currículo y el número de alumnos por grupo. Además, consideran que es necesario que cada Institución de Educación Superior cuente con criterios e indicadores claros que faciliten la participación de los actores de los procesos en la evaluación del desempeño docente.

Ramos Monsivais y Roque Hernández (2021) en la Universidad Pública de la ciudad de Nuevo Laredo, México, realizaron una investigación de tipo cuantitativo mediante un cuestionario electrónico a una población de 729 estudiantes de la Universidad Pública de Nuevo Laredo, tomando una muestra de 447 estudiantes, esto para explorar la influencia docente y el rendimiento académico a través de diversos ángulos, utilizando análisis estadístico con pruebas Chi cuadrada, Mann Whitney y correlación biserial por rangos.

Este artículo en particular se acerca mucho a la idea y panorama de aspectos importantes que se quieren considerar en esta tesis, es por ello que ha resultado de utilidad valorar el análisis de datos desde esta perspectiva. Así, los autores hallaron que los alumnos de los años 1 y 2 reportaron menos maestros que los hayan motivado a continuar con sus estudios, acentuándose en el primer año. También encontraron, que en los años 1 y 2 se reportaron menos docentes que hayan influenciado en la motivación para cambiar de carrera o desertar. En los años 3 y 4 se reportaron más docentes con estas características. Esto indica que los estudiantes del año 3 obtuvieron el peor desempeño académico y presentaron más docentes que los tendían a desmotivar. Estos hallazgos invitan a la reflexión sobre cómo la influencia docente puede ser un factor que incide en el rendimiento académico de los estudiantes.

En la Universidad de Sevilla, Froment et al. (2021) mediante un análisis estadístico

desde un modelo de ecuaciones estructurales empleando el método de mínimos cuadrados parciales, con un diseño muestral no probabilístico aplicado a 674 estudiantes con edades comprendidas entre 18 y 42 años de esta misma Universidad, buscaron predecir el resultado de la evaluación de los docentes universitarios a partir de las percepciones de los estudiantes sobre la credibilidad docente, mediada por la motivación del estudiantado universitario, estudiando en la misma conceptos tales como: evaluación del profesor, credibilidad docente, motivación del estudiante, relación profesor-alumno, educación superior, ecuaciones estructurales y validez predictiva.

En esta investigación, los resultados destacaron el efecto directo de la credibilidad docente y la motivación sobre la evaluación de la docencia, así como el efecto de mediación de la motivación entre la credibilidad docente y la evaluación de la docencia.

En los últimos años, la evaluación docente se ha convertido en una herramienta que impulsa la mejora continua de los docentes; en muchas instituciones, incluida la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, esta evaluación se realiza cada semestre, sin embargo, hasta el momento no se ha hecho un análisis de los datos de la evaluación de profesores con el aprovechamiento escolar, que según la revisión de literatura, podría ser una influencia directa.

Por otro lado, se ha identificado que el estudio del cómo influye dicha evaluación con el aprovechamiento del estudiante, no ha sido considerado el caso particular en las asignaturas de matemáticas dentro del nivel medio superior, siendo de gran importancia para las instituciones, ya que ésta es una posible estadística de deserción importante en los primeros semestres, sobre todo en este nivel de estudios. Así mismo, tampoco se ha identificado un proceso donde se sustente si el instrumento de evaluación es idóneo para la autoreflexión docente, ya que ésta es una de las finalidades de dicha evaluación; la cual es importante para una mejora continua de la enseñanza.

Así, gracias a esta revisión se ha identificado la importancia de hallar aquellos factores que influyen en la reflexión docente para la mejora de la práctica en profesores de

matemáticas de primer y segundo semestre, así como identificar si existe una relación entre la evaluación docente en sus tres momentos (evaluación del estudiante, evaluación de la institución y autoevaluación) con el aprovechamiento escolar subsecuente inmediato (es decir, en el mismo semestre) de los estudiantes de álgebra y trigonometría de los bachilleratos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; apoyándonos de los datos que pueda proporcionarnos nuestra propia Institución; con la intención de identificar si el instrumento de evaluación docente nos proporciona coherencia entre estas dos variables, así como posibles resultados que nos ayuden a la toma de decisiones para la mejora de la calidad del desempeño docente a beneficio de los estudiantes.

1.2. Planteamiento del Problema

Gracias a la revisión de literatura, se ha identificado que tanto la evaluación del docente como la del estudiante deben ir de la mano reflejando en la práctica el aprovechamiento escolar del mismo. Sin embargo, poco se habla de esta posible relación entre un profesor y estudiante de matemáticas como caso particular, más bien se considera como una problemática en general; por lo que en esta investigación surge el interés de analizar los datos obtenidos de la evaluación de un profesor de matemáticas de bachillerato de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo de primer y segundo semestre con la finalidad de identificar aquellos factores que impacten en mayor medida a la reflexión docente y a la vez que pudiesen contribuir a la mejora de la práctica, así mismo con el impacto del aprovechamiento escolar dentro de las asignaturas de álgebra y trigonometría; ya que con estos casos se podría analizar de manera específica el cómo y bajo qué condiciones impacta la evaluación docente con el aprovechamiento escolar de los estudiantes de primer y segundo semestre en sus asignaturas de matemáticas. Así, esto se podría considerar como una herramienta que ayude a la mejora de la calidad docente de los profesores de matemáticas de dicha Universidad; sobre todo para estudiantes que transitan de primer a segundo semestre donde la deserción durante el ciclo Enero-Junio de los años del 2015 al 2023 es aproximadamente del 18.3% debido al bajo rendimiento académico (UAEH (2025)).

1.3. Preguntas de Investigación

1.3.1. Pregunta general de investigación

¿Existen factores que contribuyen en mayor medida a la reflexión docente, así como una posible relación entre la evaluación docente de un profesor de *álgebra y/o trigonometría* de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo con el aprovechamiento escolar por parte del estudiante de primer o segundo semestre?

1.3.2. Preguntas particulares de investigación

- ¿Cómo influye la práctica docente en el aprovechamiento de un curso de matemáticas de primer o segundo semestre en el bachillerato?
- ¿El instrumento de evaluación de la UAEH contribuye a identificar al profesor aquellos componentes idóneos que impactan en la mejora de su práctica desde la Teoría de la Idoneidad Didáctica?
- ¿Cuáles de las dimensiones del Perfil Docente de Bachillerato contribuyen en mayor medida a la evaluación de un profesor?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Hallar aquellos factores que contribuyen en mayor medida a la evaluación docente y que además se consideran idóneos dentro de un proceso de enseñanza, así como la relación existente entre la evaluación docente de un profesor de *álgebra* y/o *trigonometría* de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y el aprovechamiento escolar inmediato del estudiante de primer o segundo semestre de dichas asignaturas, según sea el caso.

1.4.2. Objetivos Particulares

- Buscar la influencia de la práctica docente en el aprovechamiento inmediato de un curso de matemáticas de primer y segundo semestre en los bachilleratos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Identificar si el instrumento de evaluación docente de la UAEH contribuye o no a identificar los componentes idóneos que impactan en la mejora de la práctica docente.

- Identificar aquellas dimensiones dentro del Perfil Docente de Bachillerato que influyen en mayor medida a la evaluación de un profesor.

1.4.3. Hipótesis

- Los estudiantes con promedios mayores a 7 evalúan a sus profesores con calificaciones altas (mayores a 8).
- Los estudiantes con promedios menores a 7 evalúan a sus profesores con calificaciones bajas (menores a 8).
- Las evaluaciones de los profesores difieren de manera significativa según al instituto al que pertenezcan.
- Existe poca relación entre las autoevaluaciones de los profesores y las evaluaciones que realizan los estudiantes.
- Los factores de competencias docentes y características personales para la docencia son aquellos que mayormente influyen en la evaluación de un profesor.

Capítulo 2

Marco Conceptual

Dentro de la didáctica de las matemáticas, Godino et al., 2006 refiere a una instrucción matemática como un conjunto de procesos organizados de enseñanza y aprendizaje, en los cuales intervienen procesos de prácticas matemáticas e instruccionales ejecutadas por el profesor, en los cuales los estudiantes asumen el compromiso de la apropiación personal de éstas. Aunado a esto, Godino, 2015 desde el enfoque ontosemiótico, define a la idoneidad didáctica de un proceso de instrucción como el grado en el que este proceso reúne ciertas características que permiten calificarlo como idóneo (óptimo o adecuado) para conseguir una adaptación entre los significados personales logrados por el estudiante y los significados institucionales pretendidos o implementados por el profesor, tomando en cuenta las circunstancias y recursos disponibles. Finalmente, este mismo autor al tratar de interrelacionar las facetas que intervienen en el diseño, la implementación y evaluación de estos procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas surge la Teoría de la Idoneidad Didáctica.

De acuerdo a Godino et al. (2023) la Teoría de la Idoneidad Didáctica (TID) dentro de su estudio para entender la calidad educativa sostienen que deben conocerse todas las dimensiones involucradas en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así, esta idoneidad didáctica tiene como uno de sus objetivos ser el apoyo en el proceso de autoevaluación de los profesores, para de esta manera identificar aquellos aspectos de

mejora para los mismos. así como la creación de criterios de idoneidad que orienten la mejora de estos agentes educativos. Además, desde el enfoque ontosemiótico, se asume que la didáctica tiene un componente científico, el cual describe, explica o predice; pero también tiene un componente tecnológico el cual da respuestas fundamentadas sobre cómo se puede intervenir en la mejora de los procesos educativos.

Considerando este enfoque, la iniciativa surge con la idea de poder trabajar con la información con la que ya cuenta la institución sobre la evaluación docente, y así, mediante un análisis de datos poder identificar qué se puede mejorar del instrumento de evaluación, del desempeño docente, cómo se pueden trasladar estos resultados al aula, cómo incentivar sin premios ni castigos esta mejora continua a favor del aprovechamiento de los estudiantes.

Además, otra intención es contrastar el instrumento de evaluación docente (cuestionarios) con las facetas y componentes de la idoneidad didáctica que propone Godino (2021) dentro de la Teoría de Idoneidad Didáctica, en las cuales propone una lista de indicadores que ayudan al docente a diseñar, implementar y evaluar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con alta idoneidad didáctica, identificando los puntos de mejora para cada fase de los procesos de instrucción ayudando a la reflexión sobre la práctica educativa. (Tablas 2.1 y 2.2).

FACETA	CRITERIOS	COMPONENTES
Epistémica	Los significados institucionales del contenido y las configuraciones de objetos y procesos implementados deberían ser representativos del significado global de referencia, teniendo en cuenta las circunstancias contextuales y personales de los objetos implicados.	Significados institucionales. Relaciones (Conexiones). Procesos. Conflictos epistémicos.
Cognitiva	Los objetivos de aprendizaje deberían suponer un reto cognitivo alcanzable para los estudiantes, teniendo en cuenta las circunstancias contextuales y personales de los sujetos implicados.	Significados personales (Aprendizajes). Relaciones (Conexiones). Procesos. Conocimientos previos. Diferencias individuales. Conflictos cognitivos.

Tabla 2.1: Facetas, criterios y componentes de la idoneidad didáctica

FACETA	CRITERIOS	COMPONENTES
Afectiva	El proceso de instrucción debería lograr el mayor grado posible de implicación del alumnado (interés, motivación, autoestima, disposición, ...).	Emociones. Actitudes. Motivación. Creencias. Valores.
Interaccional	Las configuraciones y trayectorias didácticas que se implementen deberían permitir identificar los conflictos semióticos potenciales y poner los medios adecuados para su resolución.	Interacción docente. Interacción entre estudiantes. Autonomía. Evaluación formativa.
Mediacional	Se debería disponer de los recursos materiales y temporales adecuados para el desarrollo óptimo del proceso de enseñanza y aprendizaje.	Recursos materiales. Condiciones del aula. Número de estudiantes. Tiempo.
Ecológica	El proceso de instrucción debería estar en concordancia con el proyecto educativo del centro y la sociedad, teniendo en cuenta los condicionamientos del entorno en que se desarrolla y las innovaciones basadas en la investigación educativa.	Adaptación al currículo. Apertura a la innovación. Adaptación socio-profesional. Educación en valores. Conexiones interdisciplinarias.

Tabla 2.2: Facetas, criterios y componentes de la idoneidad didáctica

Por otro lado, Guerra (2014) dentro de los principios generales de la evaluación, considera que ésta tiene un contenido social, ya que garantiza que quienes se desempeñan como profesores deben dominar los conocimientos, tener las habilidades y disponer de aptitudes que aseguren que al ejercer dicha práctica será bien aplicado en el marco de una institución. Así mismo, en otro de sus principios, asegura que la evaluación debe de ser un proceso que acompañe en todo momento al aprendizaje.

Así, en la presente investigación, nos ocuparemos de indagar con los datos recopilados de la evaluación docente realizada por la UAEH, aquellos factores que afectan en mayor y menor medida a la evaluación del profesor en cada una de las etapas correspondientes; también, con la calificación del examen final obtenida en el curso por los estudiantes de las asignaturas de *Álgebra* y *Trigonometría*, se buscará cómo es que la evaluación de los profesores nos podría dar información acerca de los indicadores del proceso del aprendizaje y cómo podemos trasladar estos resultados al aula para beneficio de los estudiantes, esto en términos de la reflexión docente y de las decisiones que las autoridades educativas toman respecto a las necesidades de formación de profesores.

Los tipos de evaluación que se utilizan en el proceso de evaluación docente de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo son la **heteroevaluación** (realizada por los estudiantes en curso de la asignatura), la **coevaluación** (realizada por el jefe inmediato del área a la que el profesor pertenece) y **autoevaluación** (realizada por el mismo docente), llamadas **audiencias** por la Dirección General de Evaluación de la UAEH; sin embargo, para fines de esta investigación con la intención de homologar conceptos tomaremos los nombres anteriores de acuerdo a los autores Gómez y Valdés (2019), ya que en su opinión, estos tres procesos nos permiten evaluar el desempeño de los docentes. En el caso de la UAEH, esto se lleva a cabo a través de cuestionarios acerca de la percepción del desempeño del profesor que tiene cada una de estas audiencias.

La UAEH realiza la evaluación docente de forma semestral durante un intervalo de tiempo intermedio del ciclo escolar correspondiente, realizando cuestionarios en línea por asignatura a los estudiantes, profesores y directivos, constituyendo el instrumento de acuerdo al perfil docente de bachillerato con fundamento al modelo educativo por competencias.

Al finalizar el semestre, los resultados se presentan a los profesores en una carta de

resultados, indicando sus puntajes de acuerdo a los rubros considerados dentro del perfil del docente de bachillerato (tablas 3.1, 3.2 y 3.3), proporcionando un promedio para la autoevaluación, otro para la heteroevaluación y otro para la coevaluación, invitando dentro de dicha carta a trabajar en los aspectos donde la calificación asignada fue menor a siete, con la intención de reflexionar sobre la práctica docente, y como consecuencia para la mejora de la calidad de la educación.

Ochoa Sierra y Moya Pardo (2019) en una propuesta de investigación acerca de las percepciones que tienen los profesores acerca de la evaluación, consideran que la finalidad esencial de la evaluación docente es la mejora de las prácticas pedagógicas. Sin embargo, algunos de los docentes no conocen la finalidad ni los límites que alcanza esta evaluación, pareciera, según estos autores, que la evaluación docente no sirve para nada, ni genera cambios de ningún tipo. Guerra (2014) sustenta que “poner en marcha procesos de evaluación no es sinónimo de mejorar los centros educativos”.

Resulta entonces de utilidad realizar un análisis de los datos que nos permita comprobar si existe una relación entre la evaluación de profesores y el desempeño de los estudiantes durante un curso, y así identificar las mejoras que el docente puede implementar, a través de la percepción de los estudiantes sobre el proceso de enseñanza. Así mismo, realizar un análisis acerca de aquellos atributos que tienen el mayor peso en cada una de las dimensiones de la evaluación hacia el profesor, es decir, analizar las prioridades de cada instancia al momento de evaluar al docente, y sobre todo aquellos factores que el profesor mismo prioriza sobre su práctica, desde su autoevaluación.

¿Por qué es idóneo un análisis de datos de la evaluación docente?: porque concordando con las ideas de Reyes-Gasperini y Cantoral (2014) desde la Teoría Socioepistemológica, el docente al ser dueño de su propia práctica, debe promover un cambio significativo para la mejora de la educación y la didáctica matemática. Así, al realizar dicho análisis se busca identificar si el proceso de evaluación docente contribuye o no al

proceso de mejora de enseñanza-aprendizaje dentro de la institución.

Para llevar a cabo este análisis de datos, se procede a realizar un Análisis de Varianza Univariado, un Análisis de Varianza Multivariado y un Análisis Discriminante, por lo que, en el siguiente apartado se presentan aquellos conceptos que sustentan la práctica del análisis de los datos utilizados para la presente investigación.

2.1. Definición de conceptos

En esta sección, daremos una breve introducción y algunas definiciones básicas de diversos conceptos fundamentales dentro de la teoría de la estadística descriptiva. De acuerdo a Hogg y Tanis (2001) podemos introducir las siguientes definiciones.

2.1.1. Variable aleatoria

Dado un experimento aleatorio con un espacio de resultados S , una función X que asigna uno y solo un número real $X(s) = x$ a cada elemento s en S es llamado una variable aleatoria.

2.1.2. Función de densidad de probabilidad

Decimos que una función de densidad de probabilidad de una variable aleatoria X de tipo continua, con espacio S el cual es un intervalo o unión de intervalos, es una función integrable $f(x)$ que satisface las siguientes condiciones:

- a) $f(x) \geq 0$, $x \in S$.
- b) $\int_S f(x) dx = 1$.
- c) Si $(a, b) \subseteq S$, entonces la probabilidad del evento $\{a < X < b\}$ es:

$$P(a < X < b) = \int_a^b f(x) dx \tag{2.1}$$

2.1.3. Función de distribución acumulada

Esta función para una variable aleatoria X está dada por:

$$F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt, \quad -\infty < x < \infty$$

2.1.3.1. Distribución uniforme

La variable aleatoria X tiene una distribución uniforme si su función de densidad de probabilidad es igual a una constante dentro del intervalo $[a, b]$, entonces:

$$f(x) = \frac{1}{b-a}, \quad a \leq x \leq b \quad (2.2)$$

2.1.3.2. Distribución normal estándar

Una distribución es llamada normal estándar, si para una variable aleatoria X con media cero y varianza uno, se tiene que su función de densidad está definida por

$$\phi(x) = (2\pi)^{-1/2} e^{-x^2/2}, \quad \text{con } -\infty < x < \infty \quad (2.3)$$

De manera abreviada, decimos que X se distribuye como la normal $N(0, 1)$.

2.1.4. Parámetros de una distribución de probabilidad

2.1.4.1. Media

Sea X una variable aleatoria continua con una función de densidad de probabilidad $f(x)$, entonces, la media de X es:

$$\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx,$$

2.1.4.2. Varianza

Sea X una variable aleatoria continua con una función de densidad de probabilidad $f(x)$ y media μ , entonces, la varianza de X se define como:

$$\sigma^2 = Var(X) = E[(X - \mu)^2] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx.$$

Para proceder con el análisis de los datos, suponemos que nuestro conjunto de datos sigue una distribución normal, cumpliendo así con lo siguiente.

2.1.4.3. Covarianza

Sean X, Y variables aleatorias con $\mu_X = E(X)$; $\mu_Y = E(Y)$ y $\sigma_X^2 = E[(X - \mu_X)^2]$; $\sigma_Y^2 = E[(Y - \mu_Y)^2]$. Sea $u(X, Y) = (X - \mu_X)(Y - \mu_Y)$, entonces la covarianza de X y Y se define como:

$$\sigma_{XY} = Cov(X, Y) = E[u(X, Y)] = E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)] \quad (2.4)$$

De acuerdo a W. Härdle, Simar et al. (2007) se enuncian las siguientes definiciones.

2.1.5. Distribución normal multivariada

La distribución normal multivariada con vector de medias μ (en este caso las medias de las evaluaciones de las tres audiencias) y matriz de varianzas y covarianzas $\Sigma > 0$, representada por $N_p(\mu, \Sigma)$, es aquella cuya función de densidad está dada por

$$f(x) = |2\pi\Sigma|^{-\frac{1}{2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2}(\mathbf{x} - \mu)^T \Sigma^{-1}(\mathbf{x} - \mu) \right\} \quad (2.5)$$

Donde, $\mathbf{x} = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ es un vector aleatorio y $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p)$ es el vector de medias de las evaluaciones de las tres audiencias para cada escuela preparatoria, $\Sigma = (\sigma_{x_i x_j})$ la matriz de varianzas y covarianzas con $\sigma_{x_i x_j} = Cov(X_i, X_j)$ y $\sigma_{x_i x_i} = Var(X_i)$ con $i = 1, 2, \dots, p$ y $j = 1, 2, \dots, p$.

2.1.6. Análisis de varianza univariado

De acuerdo a Rodríguez-Jaume, Mora Catalá et al. (2001), si se tiene un conjunto de datos y se desea analizar el comportamiento de una variable dependiente en grupos establecidos por valores de una variable independiente, entonces lo ideal es realizar un análisis de varianza univariado, con la finalidad de identificar si existe relación entre estas variables, a través de las diferencias entre sus medias e inferir si es fruto del azar o si son estadísticamente significativas.

Según Triola (2004), un análisis de varianza (ANOVA) tiene la siguiente estructura:

2.1.6.1. Objetivo

Este tipo de análisis debe usar muestras de tres o más poblaciones diferentes para aprobar la afirmación de que todas las poblaciones tienen la misma media.

2.1.6.2. Supuestos

1. Las poblaciones tienen distribuciones que son aproximadamente normales.
2. Las poblaciones tienen la misma varianza σ^2 .
3. Las muestras son aleatorias simples de datos cuantitativos.
4. Las muestras son independientes entre sí.
5. Las diferentes muestras son de poblaciones que se encuentran categorizadas de una sola manera.

2.1.6.3. Contraste de la hipótesis nula

1. Obtener el estadístico de prueba y el valor p asociado (p -value).

2. Considerando la hipótesis nula como:

$$H_o = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n.$$

Y la hipótesis alternativa como:

$$H_a = \mu_i \neq \mu_k, \text{ para al menos un par } i, j.$$

3. Usando un nivel de significancia α (por ejemplo $\alpha = 0.05$), obtener la conclusión con base en el siguiente criterio:

- Si el valor $p \leq \alpha$, se rechaza la hipótesis nula de la igualdad de medias, por lo que se concluye que al menos una de las medias poblacionales es diferente a las demás.
- Si el valor $p > \alpha$, no se rechaza la hipótesis nula, asumiendo la igualdad de medias.

2.1.7. Prueba t

Esta prueba se utiliza para probar hipótesis sobre la diferencia de medias (Chao, 1980).

Supuestos:

1. La población de la cual se obtiene la muestra tiene una distribución normal, o al menos aproximadamente normal.
2. Se desconoce la desviación estándar de la población.

Prueba de hipótesis:

1. Hipótesis nula: La diferencia de las medias es igual a cero.
2. Hipótesis alternativa: La diferencia de las medias es distinta de cero.

Criterios para el valor p de acuerdo al valor de significancia α :

1. Si $p < \alpha$ se rechaza la hipótesis nula, es decir, las medias son distintas.
2. Si $p > \alpha$ no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, por lo que las medias son iguales.

2.1.8. Prueba de Tukey

De acuerdo a Nanda et al., 2021 la prueba HSD de Tukey (diferencia honestamente significativa) es una herramienta estadística la cual se utiliza para determinar si la relación entre dos conjuntos de datos es estadísticamente significativa; es decir, si existe una alta probabilidad de que un cambio numérico observado en un valor esté causalmente relacionado con un cambio observado en otro valor.

Esta prueba se aplica si la interacción entre tres o más variables es estadísticamente significativa entre sí, lo cual, desafortunadamente no es simplemente la suma o el producto de los niveles de significancia individuales.

En el análisis de varianza, se utiliza esta prueba para crear intervalos de confianza de todas las diferencias por pares entre las medias de los niveles de un factor, controlando la tasa de error familiar a un nivel específico. Así, es importante evaluar cuidadosamente esta tasa de error familiar al realizar las comparaciones múltiples, ya que la probabilidad de cometer un error tipo I (rechazar una hipótesis nula verdadera) en una serie de comparaciones es mayor que la tasa de error en una sola comparación. Por lo que, para reducir este aumento en la tasa de error, la prueba de Tukey calcula y ajusta el nivel de confianza de todas las comparaciones individuales de modo que la tasa de error familiar total se mantenga en el valor especificado.

La prueba de Tukey al comparar diferencias entre medias de los valores, se obtienen tomando el valor absoluto de la diferencia entre pares de medias y dividiéndolo entre

el error estándar de la media, el cual se determina a partir de una prueba ANOVA de un solo factor. Así, el error estándar se calcula como la raíz cuadrada de la varianza dividida entre el tamaño de la muestra.

Para realizar la medición, el valor HSD para cada par de medias se calcula de la siguiente manera:

$$HSD = \frac{M_i - M_j}{\sqrt{MS_w/N}}, \text{ donde}$$

$M_i - M_j$ es la diferencia entre el par de medias ($M_i > M_j$)

MS_w es la media cuadrática dentro de los grupos

N es el tamaño del grupo o tratamiento

2.1.9. Análisis de varianza multivariado

El análisis estadístico de varianza multivariado (MANOVA) es una extensión directa del ANOVA y es usado para analizar datos de altas dimensiones. De acuerdo a Díaz Monroy y Morales Rivera (2012) el análisis de varianza multivariado es una técnica con la que se puede verificar la igualdad de vectores de medias ligados a varias poblaciones.

Rodríguez-Jaume, Mora Catalá et al. (2001) menciona que los supuestos estadísticos paramétricos que se deben cumplir para aplicar este análisis son:

- Los datos deben proceder de muestras aleatorias simples.
- Debe existir normalidad en la distribución de los datos.
- Las varianzas de las subpoblaciones deben ser iguales.

El MANOVA contrasta la hipótesis nula de que los vectores de las medias de todos los grupos son iguales, es decir, $H_o = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$. En caso contrario, si se rechaza esta hipótesis, entonces se dice que existen diferencias entre los grupos, por lo que se

debe analizar si las diferencias que se producen entre vectores son explicadas por las diferencias que se producen entre las medias de algunas de las variables dependientes, según Rodríguez-Jaume, Mora Catalá et al. (2001).

2.1.10. Prueba Box'M

De acuerdo a A. Rencher y Christensen, 2012, esta prueba se utiliza para verificar la heterogeneidad de las matrices de covarianza para muestras de tamaño grandes.

Hipótesis nula:

$H_0 = \{\Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_k\}$, con k poblaciones multivariadas y Σ_i la matriz de covarianzas de la muestra i .

Supuesto: Muestras independientes de tamaño $n_1, n_2, \dots, n_k$ con distribuciones normales multivariantes.

Así, este estadístico está definido por

$$M = \frac{|\mathbf{S}_1|^{v_1/2} |\mathbf{S}_2|^{v_2/2} \dots |\mathbf{S}_k|^{v_k/2}}{|\mathbf{S}_{pl}|^{\Sigma_i v_i/2}}$$

,

donde $v_i = n_i - 1$ (grados de libertad), S_i la matriz de covarianzas de la i -ésima muestra y S_{pl} la matriz de covarianza de la muestra combinada, calculándose ésta última como

$$S_{pl} = \frac{\sum_{i=1}^k v_i S_i}{\sum_{i=1}^k v_i} = \frac{E}{v_E}$$

.

2.1.11. Análisis discriminante

El análisis discriminante lineal es el método más común de Análisis Discriminante. Se trata de una técnica basada en el análisis propio (eigenanálisis) y asume que los datos son distribuidos normalmente. El análisis discriminante basado en la distancia Anderson y Robinson (2003) puede aplicarse a cualquier tipo de datos, incluidos los datos a nivel de comunidad y tipos de datos como las variables categóricas que no pueden incorporarse al análisis discriminante lineal.

La razón más común para utilizar el análisis discriminante lineal es evaluar en qué medida las observaciones de diferentes grupos pueden diferenciarse unas de otras en función de sus respuestas medidas.

El análisis discriminante se utiliza para crear un modelo predictivo que permita elucidar la pertenencia a determinado grupo. El modelo se compone por una función discriminante (en el caso de más de dos grupos, se tiene un conjunto de funciones discriminantes). Esta función discriminante se basa en combinaciones lineales de las variables que se consideran predictoras, y que proporcionan la mejor discriminación posible entre los grupos. Dichas funciones discriminantes se generan a partir de una muestra de casos en los que se conoce con certeza el grupo al que pertenecen. Posteriormente, las funciones discriminantes pueden aplicarse a nuevos conjuntos de datos de mediciones para las variables predictoras en los que se desconoce a qué grupo pertenecen.

Hay características similares en el modelo de regresión lineal y la función discriminante (como la forma del modelo como una combinación lineal de las variables). Algunos de los cálculos son parecidos en ambos casos, pero tienen algunas diferencias estructurales.

1. En el análisis de regresión se supone que la variable dependiente tiene distribución normal, y que los regresores son fijos. En cambio, en el análisis discriminante las variables independientes se consideran con distribución normal, y la variable de respuesta se supone fija, y sólo toma los valores cero o uno, dependiendo de la ubicación del objeto en un grupo o en otro.

2. El principal objetivo del análisis de regresión es predecir la respuesta media, a partir de la información de algunos valores fijos de un conjunto de variables, mientras que el análisis discriminante busca encontrar una combinación lineal de variables independientes, tal que se minimice la probabilidad de realizar una mala clasificación.
3. El análisis de regresión propone un modelo, con un conjunto de supuestos, a fin de contar con estimadores de los parámetros con algunas propiedades deseables. El análisis discriminante se centra en la búsqueda de un procedimiento eficiente para la correcta asignación o clasificación de casos a grupos.

2.1.11.1. Supuestos del análisis discriminante

Supongamos que la población puede dividirse en subconjuntos o grupos mutuamente excluyentes, por ejemplo, de acuerdo a su promedio en el semestre.

Como en toda la inferencia estadística, el análisis discriminante debe satisfacer algunos supuestos:

1. Los casos deben ser independientes.
2. El conjunto de variables predictoras debe tener una distribución normal multivariada
3. Las matrices de varianzas y covarianzas intra-grupos, deben ser iguales en todos los grupos.
4. La pertenencia a un grupo es mutuamente excluyente (ningún caso pertenece a más de un grupo).
5. La pertenencia a un grupo es exhaustiva de modo colectivo (todos los casos son miembros del grupo).

2.1.11.2. Formalización del análisis discriminante

El Análisis Discriminante es un conjunto de herramientas utilizados para determinar cómo asignar nuevas observaciones a los grupos de una población.

Una suposición para este análisis es que los grupos tienen distribución normal multivariada, con vector de medias μ_i y matriz de varianzas y covarianzas Σ . Sea $G_j, j = 1, 2, \dots, J$, los conjuntos de un grupo, y debemos asignar una observación x , a uno de estos grupos G_j . En este trabajo se consideran tres grupos; sin embargo, la descripción metodológica se presenta para el caso de dos grupos, dado que puede generalizarse a un número mayor de grupos.

Una regla discriminante es una separación del espacio muestral en conjuntos R_j tales que si $x \in R_j$, se identifica como un miembro de la población G_j . Algunas reglas discriminantes son:

1. Regla de máxima verosimilitud, dado que los datos son de poblaciones G_j con densidades $f_j, j = 1, 2$, la regla discriminante de máxima verosimilitud asigna una observación x a esa población i que tiene la máxima verosimilitud $L_j(x) = f_j(x) = \max_i f_i(x)$.

Esta regla se fundamenta en combinaciones lineales y forma parte de los métodos de la familia del análisis discriminante lineal.

2. Dadas las probabilidades previas π_j para poblaciones G_j , la Regla Discriminante de Bayes asigna una observación x a la población G_j que maximiza $\pi_j f_i(x)$ con respecto a i .

Todas las reglas discriminantes de Bayes son admisibles; además, decimos que una regla discriminante es admisible si no existe una regla discriminante mejor.

Supongamos que $G_i \sim N_p(\mu_i, \Sigma)$, μ_i es el vector de medias, Σ la matriz de varianzas y covarianzas y $\mathbf{X}$ el vector de p variables, de manera que la verosimilitud está dada por

$$L_i(\mathbf{X}) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mathbf{X} - \mu)^T \Sigma^{-1} (\mathbf{X} - \mu) \right\}$$

Maximizar la expresión anterior es equivalente a obtener el mínimo de

$$(\mathbf{X} - \mu_i)^T \Sigma^{-1} (\mathbf{X} - \mu_i).$$

Entonces, se asigna $\mathbf{X}$ al grupo G_1 si

$$(\mathbf{X} - \mu_1)^T \Sigma^{-1} (\mathbf{X} - \mu_1) \leq (\mathbf{X} - \mu_2)^T \Sigma^{-1} (\mathbf{X} - \mu_2),$$

o bien, si se cumple

$$-2\mu_1^T \Sigma^{-1} \mathbf{X} + \mu_1^T \Sigma^{-1} \mu_1 + 2\mu_2^T \Sigma^{-1} \mathbf{X} - \mu_2^T \Sigma^{-1} \mu_2 \leq 0$$

$$2(\mu_2 - \mu_1)^T \Sigma^{-1} \mathbf{X} + (\mu_1 - \mu_2)^T \Sigma^{-1} (\mu_1 + \mu_2) \leq 0$$

$$(\mu_1 - \mu_2)^T \Sigma^{-1} \mathbf{X} - \frac{1}{2} (\mu_1 + \mu_2)^T \Sigma^{-1} (\mu_1 - \mu_2) > 0.$$

A la función

$$\mathbf{Y} = \mathbf{b}^T \mathbf{X}, \quad \text{con} \quad \mathbf{b} = \Sigma^{-1} (\mu_1 - \mu_2) \quad (2.6)$$

se le conoce como *función discriminante lineal*, y es una combinación lineal de las medidas asociadas con las variables para una unidad experimental particular (individuo u objeto).

Asumiendo que las dos poblaciones se conocen mediante sus funciones de distribución de probabilidad, la descripción anterior es de utilidad. Sin embargo, en la práctica los parámetros que determinan esas distribuciones se estiman a partir de muestras aleatorias independientes.

Suponga que tiene una muestra aleatoria de una población con distribución normal $N_p(\mu_j, \Sigma)$, si tenemos J grupos con n_j observaciones en cada grupo, usamos $\bar{\mathbf{X}}_j$ para

estimar μ_j y S_j para estimar Σ .

Los estimadores son

$$\bar{\mathbf{X}}_j = \sum_{i=1}^{n_j} \frac{\mathbf{X}_{ij}}{n_j}$$

$$\mathbf{S} = \frac{1}{n_1 + n_2 - 2} \left[\sum_{i=1}^{n_1} (\mathbf{X}_{i1} - \bar{\mathbf{X}}_1)(\mathbf{X}_{i1} - \bar{\mathbf{X}}_1)^T + \sum_{i=1}^{n_2} (\mathbf{X}_{i2} - \bar{\mathbf{X}}_2)(\mathbf{X}_{i2} - \bar{\mathbf{X}}_2)^T \right]$$

En estos términos, la función discriminante muestral se puede escribir como

$$\hat{\mathbf{Y}} = \hat{\mathbf{b}}^T \mathbf{X}.$$

Si $\hat{\mathbf{Y}} = \hat{\mathbf{b}}^T \mathbf{X} \geq \hat{\mathbf{b}}^T \bar{\mathbf{X}}_c$, se asigna $\mathbf{X}$ al grupo uno, donde

$$\bar{\mathbf{X}}_c = \frac{1}{2}(\bar{\mathbf{X}}_1 + \bar{\mathbf{X}}_2) \quad \text{y} \quad \hat{\mathbf{b}} = \mathbf{S}^{-1}(\bar{\mathbf{X}}_1 - \bar{\mathbf{X}}_2).$$

Si $\hat{\mathbf{Y}} = \hat{\mathbf{b}}^T \mathbf{X} < \hat{\mathbf{b}}^T \bar{\mathbf{X}}_c$, se asigna $\mathbf{X}$ al grupo dos. Si desea consultar más detalles, los puede encontrar en el libro de Chatfield Chatfield (2018).

2.1.11.3. Estimación de las probabilidades de clasificaciones erróneas

En el análisis discriminante, W. K. Härdle y Simar (2015) las probabilidades de clasificación errónea cuantifican la precisión de las reglas de asignación, es decir, miden la probabilidad de que una observación sea asignada a un grupo incorrecto. Estas probabilidades se pueden expresar como:

$$p_{ij} = \int \phi_i(\mathbf{x}) f_j(\mathbf{x}) d\mathbf{x},$$

donde:

- p_{ij} es la probabilidad de asignar incorrectamente una observación de la población G_j a la clase G_i .

- $\phi_i(x)$ es la regla discriminante aleatorizada, que indica con qué probabilidad se asigna $\mathbf{x}$ a la población G_i .
- $f_j(\mathbf{x})$ es la función de densidad de la población G_j , es decir, la probabilidad de que una observación x provenga de G_j .

Esta ecuación mide la probabilidad de clasificación correcta o errónea comparando una observación con las distribuciones de las poblaciones involucradas.

Dadas dos poblaciones G_1 y G_2 con distribuciones normales multivariadas:

$$G_1 \sim N_p(\mu_1, \Sigma)$$

$$G_2 \sim N_p(\mu_2, \Sigma)$$

La regla de máxima verosimilitud asigna una observación $\mathbf{x}$ a G_1 si:

$$(\mathbf{x} - \mu_1)^T \Sigma^{-1} (\mathbf{x} - \mu_1) \leq (\mathbf{x} - \mu_2)^T \Sigma^{-1} (\mathbf{x} - \mu_2)$$

Esto se simplifica a

$$\mathbf{w}^T \mathbf{x} \geq c$$

donde $\mathbf{w} = \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2)$ y $c = \frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2)^T \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2)$

De modo que la probabilidad de clasificar incorrectamente una observación de G_1 en G_2 es:

$$p_{12} = P(\mathbf{w}^T \mathbf{x} < c \mid \mathbf{x} \in G_1)$$

Dado que $\mathbf{w}^T \mathbf{x}$ para $\mathbf{x} \in G_1$ tiene distribución normal:

$$\mathbf{w}^T \mathbf{x} \sim N(\mu_1^T \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2), (\mu_1 - \mu_2)^T \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2))$$

La varianza es $\delta^2 = (\mu_1 - \mu_2)^T \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2)$. Estandarizando, obtenemos:

$$p_{12} = P\left(Z < \frac{c - \mu_1^T \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2)}{\delta}\right)$$

donde $Z \sim N(0, 1)$. Sustituyendo c :

$$p_{12} = P\left(Z < \frac{\frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2)^T \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2) - \mu_1^T \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2)}{\delta}\right)$$

Simplificando el numerador:

$$\frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2 - 2\mu_1)^T \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2) = \frac{1}{2}(-\mu_1 + \mu_2)^T \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2) = -\frac{1}{2}\delta^2$$

Por lo tanto:

$$p_{12} = P\left(Z < -\frac{1}{2}\delta\right) = \Phi\left(-\frac{1}{2}\delta\right)$$

De manera análoga, $p_{21} = \Phi\left(-\frac{1}{2}\delta\right)$.

Así que las probabilidades de clasificación errónea se estiman como:

$$\hat{p}_{12} = \hat{p}_{21} = \Phi\left(-\frac{1}{2}\hat{\delta}\right), \quad (2.7)$$

donde:

$$\hat{\delta}^2 = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T \mathbf{S}^{-1}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2),$$

es el estimador de δ^2 , Φ es la función de distribución acumulativa de la normal estándar, $\bar{x}_1$ y $\bar{x}_2$ son los vectores de medias muestrales, y $\mathbf{S}$ es la matriz de covarianza conjunta. Este estimador, basado en la distancia de Mahalanobis, refleja qué tan separadas están las medias de las poblaciones, lo que influye directamente en la precisión de la clasificación.

Otra manera de estimar las probabilidades de clasificación incorrecta es mediante el método de re-sustitución, en el cual cada observación original se reclasifica usando la regla discriminante. Si n_{ij} denota el número de observaciones de la población G_j clasificadas en G_i , el estimador de las probabilidades de clasificación errónea es:

$$\hat{p}_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_j}, \quad (2.8)$$

donde n_j es el número total de observaciones en G_j . Aunque este método tiende a subestimar los errores, proporciona una aproximación rápida a la precisión de la regla discriminante. La matriz de confusión, construida a partir de los estimadores $\hat{p}_{ij}$, permite visualizar cómo se distribuyen los errores de clasificación entre las distintas categorías, facilitando la evaluación global del rendimiento del clasificador.

Capítulo 3

Metodología

La Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) a través de la Dirección General de Evaluación nos proporcionó una base de datos donde se encuentran los resultados de la evaluación docente por dimensiones desde julio de 2015 hasta diciembre de 2023 de los quince institutos de nivel medio superior hasta esa fecha, de los 236 profesores que imparten las asignaturas de *El Desarrollo del Pensamiento Lógico Algebraico* (Álgebra, en el plan de estudios anterior a 2019) y *La Medición y la Matemática de los Triángulos* (Trigonometría, en el plan de estudios anterior a 2019); sin embargo, para fines de los análisis realizados, consideramos la cantidad de 186 profesores, no tomando en cuenta a aquellos que durante el último año (2022-2023) dejaron de laborar dentro de la UAEH o bien a aquellos que fueron profesores temporales durante estos periodos. Siendo un total de 1865 evaluaciones, de las cuales 962 fueron de cursos de Álgebra y 903 de cursos de Trigonometría.

Así mismo, la Dirección General de Planeación, nos proporcionó una base de datos con una amplia cantidad de filtros de todos los niveles educativos de la UAEH dentro del periodo de julio a diciembre del 2023, de las cuales se rescataron las calificaciones del examen ordinario (el mismo instrumento para todos los estudiantes que cursan la misma asignatura) y la escuela de pertenencia. Cabe mencionar que de un total de 376,017 datos con 26 filtros diferentes se trabajó la información con la finalidad de

obtener los promedios por grupo de dicha calificación solamente de los bachilleratos, formando así 2 bases de datos con 171 promedios de grupos a nivel medio superior de la asignatura de Álgebra y 32 promedios de grupos del mismo nivel de la asignatura de Trigonometría, asociándolos con las calificaciones de la evaluación de las tres audiencias del profesor titular de cada grupo.

Los resultados proporcionados de la evaluación docente fueron los promedios de cada audiencia (estudiantes, directivos y profesores) resultado de los cuestionarios aplicados por parte de la UAEH, donde las preguntas de éstos se integran de las siguientes dimensiones, según la Dirección General de Evaluación UAEH (2024):

- *Ámbito de la formación*: basada en aspectos sobre la formación en el área de conocimiento, experiencia profesional, manejo de herramientas informáticas y la promoción del uso de otro idioma distinto al español.
- *Características personales para la docencia*: en estas se integra la identificación y compromiso institucional, responsabilidad, liderazgo, trabajo en equipo, motivación, innovación y disposición para la formación.
- *Competencias docentes*: incluye atributos esenciales para el proceso de enseñanza, debido a que se valora el dominio del contenido, planeación e implementación del curso a través de la plataforma educativa propia de la institución (plataforma garza), uso de recursos que contribuyen a un aprendizaje significativo tales como avisos, audios, imágenes, archivos multiplataforma en la nube, además de valorar la habilidad para el uso de la tecnología educativa.
- *Ámbito de la investigación*: promueve la indagación de los temas mediante el uso de diferentes fuentes de consulta.
- *Desempeño institucional*: atributos con relación al conocimiento y cumplimiento de la normatividad, asistencia a actividades académicas no docentes, participación en tutorías, asesorías disciplinares y en academias.

A continuación, se presentan los atributos a evaluar dentro del instrumento de cada una de estas dimensiones, de acuerdo a UAEH, 2024:

DIMENSIÓN	ATRIBUTOS
A. Ámbito de la formación	A.1 Formación en el área del conocimiento validada por la academia.
	A.2 Manejo de un segundo idioma a nivel intermedio.
	A.3 Manejo de herramientas informáticas.
	A.4 Posesión de cultura general.
B. Características personales para la docencia	B.1 Identificación institucional, compromiso con la visión y misión de la UAEH.
	B.2 Desarrollo de valores éticos (responsabilidad, honestidad, respeto, compromiso, lealtad, justicia y equidad).
	B.3 Capacidad de liderazgo.
	B.4 Actitud y habilidad para el trabajo en equipo.
	B.5 Habilidad para motivar.
	B.6 Actitud crítica, innovadora y propositiva.
	B.7 Disposición para la formación y actualización permanente.
	B.8 Compromiso con su labor educativa.
C. Competencias docentes	C.1 Dominio del conocimiento del área disciplinar y sus relaciones con otras áreas (interdisciplinariedad).

Tabla 3.1: Perfil del docente de bachillerato

	C.2 Capacidad para planificar el proceso enseñanza-aprendizaje. C.3 Desempeño como guía, facilitador y orientador. C.4 Manejo de técnicas de enseñanza. C.5 Manejo de recursos didácticos. C.6 Habilidad en el uso de tecnología educativa y las TIC'S. C.7 Habilidad para promover competencias genéricas: formación, liderazgo colaborativo, comunicación, creatividad, pensamiento crítico, uso de la tecnología y ciudadanía. C.8 Manejo de estrategias eficientes de evaluación de los aprendizajes, promoviendo la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación. C.9 Habilidad para comunicarse oralmente y por escrito. C.10 Promover las actividades de protección al medio ambiente. C.11 Manejo de metodologías centradas en el aprendizaje. C.12 Conocimiento de psicología del adolescente.
D. Ámbito de la investigación	D.1 Manejo de las metodologías y técnicas de investigación en el ámbito educativo y disciplinar que imparte.

Tabla 3.2: Perfil del docente de bachillerato

E. Desempeño institucional	E.1 Conocimiento y cumplimiento de la normatividad institucional.
	E.2 Conocimiento del programa educativo en el que se desempeña.
	E.3 Puntualidad.
	E.4 Participación de calidad en las comisiones académicas.
	E.5 Productividad del trabajo en academias.
	E.6 Participación en tutorías.
	E.7 Participación en asesorías.
	E.8 Asistencia a actividades académicas no docentes.
	E.9 Generación de altos índices de satisfacción entre alumnos, pares académicos, directivos y consigo mismo.

Tabla 3.3: Perfil del docente de bachillerato

3.1. Pre procesamiento de los datos

Con la base de datos que nos proporcionó la Dirección General de Evaluación se hizo una clasificación por instancia de evaluación (profesores, directivos y estudiantes) y por asignatura (álgebra o desarrollo del pensamiento lógico algebraico y trigonometría o la medición y la matemática de los triángulos), formando así seis bases de datos que se utilizaron en primera instancia para realizar Análisis de Varianza con la finalidad de identificar diferencias significativas entre los institutos mediante la prueba de Tukey, la cual, de acuerdo a Quesada et al. (2019), nos permite comparar las medias por pares

entre institutos, aunque las muestras se encuentren ligeramente desbalanceadas.

Una vez que se hizo esta identificación, se procedió nuevamente a realizar una clasificación de los datos de evaluación por instituto y asignatura, formando así treinta bases de datos de acuerdo a esta nueva clasificación; las cuales se utilizaron para realizar un Análisis de Varianza Multivariado con la finalidad de identificar diferencias significativas entre los profesores por instituto respecto a sus tres evaluaciones; el cual de acuerdo a Closas et al. (2013) nos ayudará a tomar decisiones óptimas de acuerdo al contexto de nuestro conjunto de datos analizado.

Posteriormente, con la base de datos proporcionada por la Dirección General de Planeación, se calcularon los promedios por grupo de las calificaciones del examen ordinario obtenidas por los estudiantes en los cursos de *Desarrollo del Pensamiento Lógico Algebraico* (antes Álgebra) y *La Medición y la Matemática de los Triángulos* (antes Trigonometría) con la finalidad de asociarlas con las calificaciones de evaluación (de las tres instancias) obtenidas de los profesores de dichos grupos. Esta base de datos se conformó de acuerdo a toda la plantilla de profesores que imparten estas dos asignaturas, asociando sus calificaciones de evaluación docente (las tres) con el promedio obtenido de cada grupo que oferta durante el ciclo Julio-Diciembre 2023. Con estos datos, se llevó a cabo un Análisis Discriminante cuyo objetivo fue identificar cómo es que las evaluaciones tienen cierta distinción entre tres grupos, formados de acuerdo al aprovechamiento escolar de los estudiantes, aquellos con aprovechamiento mayor o igual a 4 pero menor o igual a 6, aquellos mayores o iguales a 6.1 pero menores o iguales a 7.3 y aquellos mayores o iguales a 7.4; ya que de acuerdo a Carvajal et al. (2004), este tipo de análisis nos permitirá establecer la probabilidad de que un individuo pertenezca a un grupo previamente establecido a través de funciones de discriminación.

Recapitulando, en la siguiente tabla se muestran los tipos de análisis estadísticos que se realizaron, los datos utilizados y los propósitos con los que fueron pensados.

Tipo de análisis	Datos utilizados	Propósitos
Análisis de varianza	Promedios de autoevaluación, heteroevaluación y coevaluación por dimensión de cada profesor de quince institutos de nivel medio superior de la UAEH.	1) Determinar si existen diferencias significativas en las calificaciones de las evaluaciones entre los diferentes institutos. 2) Analizar cómo las variaciones en las evaluaciones pueden estar asociadas de acuerdo a un instituto en particular. 3) Analizar por instituto las diferencias significativas entre dimensiones de evaluación.
Análisis de varianza multivariado	Promedios de autoevaluación, heteroevaluación y coevaluación de cada profesor de quince institutos de nivel medio superior de la UAEH.	1) Identificar si hay diferencias significativas en conjunto de las tres evaluaciones (autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación) entre los institutos. 2) Identificar si hay relación entre las tres evaluaciones. 3) Analizar si la evaluación global de los profesores difiere de forma significativa entre los institutos.
Análisis discriminante	Calificaciones del examen ordinario (el mismo para todos) de los estudiantes de primero y segundo semestre del periodo Julio-Diciembre 2023 de las asignaturas de Álgebra y Trigonometría.	1) Identificar cuál de las tres evaluaciones tiene una mayor distinción entre los grupos de estudiantes con diferentes calificaciones. 2) Identificar si alguna(s) de las evaluaciones tiene una correlación mayor con alguno de los grupos respecto a las calificaciones de los estudiantes. 3) Identificar si las tres evaluaciones influyen en las calificaciones de los estudiantes.

Tabla 3.4: Análisis de los datos

3.2. Análisis del instrumento de evaluación

Después de analizar estadísticamente los resultados de la evaluación docente y los promedios de evaluación de los estudiantes mostrando las relaciones y distinciones entre grupos, se procedió a contrastar si el instrumento de evaluación (los cuestionarios aplicados a las tres audiencias) de acuerdo a los atributos de las dimensiones que se

evalúan de un profesor de bachillerato en la UAEH, funciona como un instrumento de apoyo para la reflexión sobre la práctica docente de acuerdo a los componentes de las facetas de la Teoría de Idoneidad Didáctica (TID), identificando si están o no presentes, y si lo están, indicando cuál es la faceta y componente de idoneidad correspondiente (de acuerdo a la guía de análisis de la idoneidad de procesos de instrucción matemática, incluida como anexo), de acuerdo a Melendres et al. (2025). Esto con la finalidad de aportar una nueva perspectiva al instrumento del proceso de evaluación de esta universidad.

Este contraste se realizó verificando si cumple con ser un instrumento idóneo de apoyo para la reflexión sobre la práctica educativa, de acuerdo a Godino (2021). Para ello, se llevó a cabo un registro por dimensión en la siguiente tabla.

Dimensión del Perfil del Docente de Bachillerato	Atributos del Perfil del Docente de Bachillerato	Factores dentro del instrumento	Faceta de la TID	Componentes de idoneidad	Criterios
A. Ámbito de la formación					
B. Características personales para la docencia					
C. Competencias docentes					
D. Ámbito de la investigación					
E. Desempeño institucional					

Tabla 3.5: Identificación de facetas y componentes de la TID

Dentro de la columna Atributos del Perfil del Docente de Bachillerato se identificaron cada uno de los atributos que integran a cada una de las dimensiones del perfil del docente de bachillerato que utiliza la UAEH dentro de su instrumento de evaluación. En la columna Factores dentro del instrumento se identificó si está o no presente cada

atributo dentro de cada dimensión de acuerdo al instrumento correspondiente (los tres cuestionarios), así como la identificación de cada atributo a evaluar dentro de los cuestionarios que se aplican a cada audiencia.

En la columna Faceta de la TID se identificó cuál de las seis facetas de la Teoría de Idoneidad Didáctica se encuentra presente en el instrumento al evaluar cada atributo de cada dimensión del perfil del docente de bachillerato.

En la columna Componentes de idoneidad se identificaron el o los componentes de la faceta de la TID identificada en cada atributo de cada dimensión a evaluar dentro del instrumento (los cuestionarios).

Por último, en la columna Criterios se identificaron bajo qué criterios específicos se contrastaron los componentes de idoneidad para cada atributo de cada dimensión a evaluar dentro del instrumento.

Después de este contraste realizado, se sustentaron los resultados estadísticos de acuerdo a las facetas identificadas en los atributos del instrumento de evaluación, explicando la posible relación de los resultados enfocados en el proceso de la reflexión docente, es decir, se identificaron elementos presentes que corroboran la importancia de cómo el proceso de evaluación ayuda al docente a reflexionar sobre su práctica, o bien, identificando los elementos ausentes que son importantes en el proceso de reflexión docente y la importancia que estos tienen para la mejora de los procesos de instrucción.

Capítulo 4

Resultados y conclusiones

De acuerdo al análisis estadístico realizado con los datos, se obtuvieron los siguientes resultados para cada uno de ellos:

4.1. Análisis de varianza

A continuación se muestra un ejemplo de la primera etapa del análisis de los datos para cada una de las asignaturas, con la finalidad de identificar si existen o no diferencias significativas entre las medias de las calificaciones de los profesores asignadas por las tres audiencias (estudiantes: heteroevaluación, directivos: coevaluación y ellos mismos: autoevaluación). Se eligieron las Escuelas Preparatorias Número Uno y Número Dos, ya que son las que cuentan con la mayor matrícula de estudiantes a nivel bachillerato de esta universidad. Así, se realizó un *Análisis de varianza* (ANOVA) por cada conjunto de datos por instituto para las audiencias de estudiantes y profesores, un total de 60 análisis de varianzas para ambas asignaturas y 30 pruebas t para la audiencia de directivos.

En la siguiente tabla (4.1) se muestra el análisis de varianza de las calificaciones de las autoevaluaciones de los profesores de la Escuela Preparatoria Número 1 de la asignatura de *El Desarrollo del Pensamiento Lógico Algebraico*.

Fuente	grados de libertad	suma de los cuadrados	media de la suma de los cuadrados	F	p-valor
Tratamientos	4	63.630	15.907	12.946	0.000000000251
Error	1215	1492.964	1.228		

Tabla 4.1: Análisis de varianza para la autoevaluación del curso de Álgebra de la Escuela Preparatoria No. 1

Dado que el análisis arrojó un valor $p < 0.05$, entonces se sigue que existe evidencia de que al menos una de las medias entre los grupos de las calificaciones de las autoevaluaciones entre los profesores de esta escuela es diferente.

Ahora, para el caso de los profesores de la asignatura de *La medición y la matemática de los triángulos* de la Escuela Preparatoria Número Dos de la UAEH, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 4.2).

Fuente	grados de libertad	suma de los cuadrados	media de la suma de los cuadrados	F	p-valor
Tratamientos	4	53.56	13.3892	8.3504	0.000001511
Error	560	897.92	1.6034		

Tabla 4.2: Análisis de varianza para la autoevaluación del curso de Trigonometría de la Escuela Preparatoria No. 2

Al igual que la escuela anterior, se muestra evidencia de que al menos una de las medias entre los grupos de las calificaciones que se asignan los profesores de acuerdo a su desempeño como docentes es diferente. Lo cual puede verse como un buen indicador, ya que esto muestra que los profesores sí diferencian entre los atributos que conforman su desempeño docente.

Ahora, dado que el instrumento evalúa a partir de cinco dimensiones, lo siguiente fue

optar por una prueba Tukey (Nanda et al., 2021) para así poder identificar entre cuáles de estas dimensiones se dan estas diferencias significativas; mostrando los resultados de la Escuela Preparatoria Número Uno en la tabla 4.3 y de la Escuela Preparatoria Número Dos en la tabla 4.4 .

	diff	lwr	upr	padj
B-A	0.243	-0.031	0.517	0.110
C-A	0.659	0.385	0.933	0.000
D-A	0.082	-0.192	0.357	0.924
E-A	0.308	0.034	0.582	0.019
C-B	0.416	0.142	0.690	0.000
D-B	-0.161	-0.435	0.114	0.497
E-B	0.065	-0.21	0.339	0.968
D-C	-0.576	-0.851	-0.302	0.000
E-C	-0.351	-0.625	-0.077	0.004
E-D	0.225	-0.049	0.499	0.164

Tabla 4.3: Prueba de Tukey para la autoevaluación del curso del Álgebra de la Escuela Preparatoria No. 1.

En este caso podemos observar que efectivamente existen diferencias entre las medias de las dimensiones a evaluar en la autoevaluación de los profesores de la Escuela Preparatoria Número 1, específicamente entre las dimensiones C y A, E y A, C y B, D y C, E y C; siendo la dimensión E (*Desempeño institucional*) aquella que aporta las mayores diferencias obtenidas entre las medias de las calificaciones de autoevaluación de los profesores de esta escuela, seguida de la dimensión C (*Competencias docentes*), dejando al último la dimensión A (*Ámbito de la formación*) en este instituto.

Lo que debemos rescatar es que el que haya diferencias entre las medias de las calificaciones por dimensión significa que los profesores en el proceso de autoevaluación verdaderamente diferencian entre los atributos a evaluar y no los toman con el mismo peso. El que el *Desempeño institucional* sea la dimensión que aporta las mayores diferencias entre las medias de estas calificaciones puede significar que los profesores de esta escuela priorizan en el cumplimiento de la normatividad institucional, en el co-

nocimiento del programa educativo, en la puntualidad, en la calidad de las comisiones académicas y de productividad, en la participación de asesorías y tutorías a estudiantes, en asistencias a actividades académicas y en la generación de altos índices de satisfacción entre las audiencias. Esto puede significar el apoyo en conjunto de todas las áreas correspondientes a cargo de cada una de estas actividades, ya que el llevar el seguimiento de todo esto no depende solamente del profesor.

Por otro lado, el que la dimensión del *Ámbito de la formación* tenga las medias más bajas entre este grupo de profesores puede significar que de todo lo que se evalúa en un profesor mediante este instrumento, la formación en el área del conocimiento validada por la academia, el manejo de un segundo idioma, de herramientas digitales y posesión de cultura general queda en la última prioridad. Esto puede deberse a que esta comunidad de profesores tiene otras demandas de mayor prioridad para la comunidad de estudiantes que atienden y si bien no priorizan en el uso de la plataforma institucional si lo hacen con el manejo de tecnología educativa, es por ello que esta sea una razón por la que la dimensión de *Competencias docentes* esté en segundo plano de prioridad para esta institución.

Para los demás institutos resultó que la dimensión de *Competencias docentes* (C) fue la de mayor peso en medias, es decir, a diferencia de la Escuela Preparatoria Número 1 (en donde la dimensión de *Desempeño Institucional* (E) fue la de mayor peso), todos los profesores que imparten la clase de matemáticas de primer y segundo semestre de los demás bachilleratos de esta Universidad priorizan en que su desempeño como profesores debe tener por encima de todo lo demás el dominio del conocimiento del área disciplinar en el que se desempeñan, la capacidad de planificación, el desempeño como guías, el manejo de técnicas de enseñanza, de recursos didácticos, de estrategias de evaluación y de metodologías en el aprendizaje, la habilidad en el uso de tecnología educativa y de promover competencias como liderazgo, comunicación, creatividad, pensamiento crítico, entre otros, así como para comunicarse de manera escrita y oral, la promoción del

cuidado del medio ambiente y el conocimiento de psicología del adolescente.

Así mismo, para cuatro de los institutos restantes, la dimensión *Ámbito de la formación* al igual que el instituto anterior fue la de menor prioridad; mientras que los nueve institutos restantes arrojaron que la dimensión *Ámbito de la investigación* fue la de menor prioridad. Para profesores de este nivel, tiene sentido no priorizar en realizar investigaciones relacionadas con el programa educativo vigente, ya que al ser una gran cantidad de profesores de este nivel, solo una parte participa en estas investigaciones.

En el caso de la asignatura de *La medición y la matemática de los triángulos* de la Escuela Preparatoria Número Dos (Tabla 4.4) se muestra que la dimensión que aporta las mayores diferencias es la dimensión de *Competencias Docentes* (C) al igual que en *Álgebra* (asignatura antecesora a ésta) para catorce de los institutos, al menos para trece de los institutos; para el caso de la Escuela Preparatoria Número Seis fue la dimensión de *Desempeño institucional* (E) como fue el caso de la Escuela Preparatoria Número Uno para la asignatura de *Álgebra* y para el caso de la Escuela Superior de Tlahuelilpan fue la dimensión de *Ámbito de la formación* (A) la que aportó estas mayores diferencias lo cual resulta importante destacar, ya que fue precisamente esta dimensión la que aportó menores diferencias para varios de los institutos. Por otro lado, las dimensiones *Ámbito de la formación* (A), *Características personales para la docencia* (B) y *Ámbito de la investigación* (D) fueron aquellas que aportaron las menores diferencias entre las calificaciones que se otorgan los profesores para evaluar su propio desempeño docente; la dimensión A para ocho de los institutos, la dimensión B para dos de los institutos y la dimensión D para cinco de los institutos; lo cual nos puede indicar que a diferencia del grupo de profesores que imparten la asignatura de *Álgebra* en al menos dos institutos para ese grupo de profesores, atributos como la motivación, el trabajo colaborativo y la actualización disciplinar no son factores que influyan con un peso considerable sobre su desempeño como profesores de este nivel.

	diff	lwr	upr	padj
B-A	0.187	-0.273	0.648	0.800
C-A	0.617	0.156	1.078	0.002
D-A	-0.169	-0.630	0.291	0.853
E-A	0.561	0.100	1.022	0.008
C-B	0.430	-0.030	0.891	0.079
D-B	-0.356	-0.817	0.104	0.215
E-B	0.374	-0.086	0.835	0.172
D-C	-0.786	-1.247	-0.325	0.000
E-C	-0.056	-0.517	0.404	0.997
E-D	0.730	-0.269	1.191	0.000

Tabla 4.4: Prueba de Tukey para la autoevaluación del curso de Trigonometría de la Escuela Preparatoria No. 2

Ahora dado que se comparan solo un par de grupos, se muestran como ejemplo los resultados de una Prueba t de las coevaluaciones (tablas 4.5 y 4.6), es decir, las calificaciones que los directivos asignan a sus profesores de primer y segundo semestre del área de matemáticas de la Escuela Preparatoria Número Uno y la Escuela Preparatoria Número Dos.

Estadístico de prueba	Grados de libertad	p-valor	Media Dim. B	Media Dim. E	Intervalo de confianza (LI)	Intervalo de confianza (LS)
2.864	512	0.00434	8.890	8.658	0.073	0.391

Tabla 4.5: Prueba t para la coevaluación del curso de Álgebra de la Escuela Preparatoria No.1

Al igual que la audiencia anterior, se muestra que como $p < 0.05$ entonces hay evidencia de que existen diferencias entre las medias de esta calificaciones de acuerdo a las dimensiones que las componen para el grupo de profesores de la Escuela Preparatoria Número Uno.

En este caso y en todos los demás institutos para la asignatura de *El Desarrollo del Pensamiento Lógico Algebraico*, el resultado fue que la dimensión B (*Características*

personales para la docencia) está por encima de la dimensión E (*Desempeño institucional*). Lo cual puede significar que los directivos valoran más el compromiso institucional de los profesores, su iniciativa de innovación y su desempeño profesional, ya que esto en el transcurso evita conflictos entre estudiantes, maestros y padres de familia. Por otro lado, a pesar de que para los profesores de la Escuela Preparatoria Número Uno la prioridad fue la dimensión del *Desempeño institucional*, para los directivos de ésta y todas las demás instituciones no lo fue, porque a pesar de ser importante, al parecer el desempeño de los profesores en cuanto a participación en academias, seguimiento de normatividad, entrega de actividades, disposición para el trabajo y actividades institucionales queda a cargo de otras áreas y no del profesor mismo, es decir, aunque la disposición del profesor cuenta, la manera de medir el cumplimiento de estos atributos tal vez es más generalizado que el medir el desempeño propio de cada profesor.

Estadístico de prueba	Grados de libertad	p-valor	Media Dim. B	Media Dim. E	Intervalo de confianza (LI)	Intervalo de confianza (LS)
1.2265	224	0.2213	9.089	8.914	-0.106	0.456

Tabla 4.6: Prueba t para la coevaluación del curso de Trigonometría de la Escuela Preparatoria No.2

Para la Escuela Preparatoria Número Dos, en la asignatura de *La medición y matemática de los triángulos*, como se puede ver en la siguiente tabla (4.6) el valor de p es menor a 0.05, por lo que, no existe evidencia en esta prueba que nos indique que existen diferencias significativas entre las medias de calificaciones que los directivos asignan a sus profesores de acuerdo a su desempeño, lo cual, en este instituto puede significar que no se diferencia entre los atributos que tiene el personal sobre sus *Características personales para la docencia* (Dimensión B) y su *Desempeño institucional* (Dimensión E), es decir, podría significar que los directivos no diferencian entre factores como por ejemplo: compromiso con la institución y participación en academias, o entre actitud innovadora y calidad en trabajos solicitados, o bien entre desempeño profesional y sa-

tisfacción con su desempeño.

Por último, a continuación se muestran los resultados del análisis de varianza de las heteroevaluaciones, es decir, las calificaciones que los estudiantes asignan a sus profesores de matemáticas de primer y segundo semestre de la Escuelas Preparatorias Número Uno (tabla 4.7) y Número Dos (tabla 4.8).

Fuente	grados de libertad	suma de los cuadrados	media de la suma de los cuadrados	F	p-valor
Tratamientos	4	849.899	212.474	106.466	2.2×10^{-16}
Error	1280	2554.492	1.995		

Tabla 4.7: Análisis de varianza para la heteroevaluación del curso de Álgebra de la Escuela Preparatoria No. 1

Fuente	grados de libertad	suma de los cuadrados	media de la suma de los cuadrados	F	p-valor
Tratamientos	4	246.18	61.546	38.386	0.00000000000000
Error	560	897.87	1.603		

Tabla 4.8: Análisis de varianza para la heteroevaluación del curso de Trigonometría de la Escuela Preparatoria No. 2

Como se muestra en la Tabla 4.7, dado que el análisis arrojó un valor de $p < 0.05$ para ambos casos, se sigue que existe evidencia de que al menos una de las medias entre las dimensiones que conforman estas calificaciones para las asignaturas de *Álgebra* y *Trigonometría* en sus respectivos institutos. Por lo tanto, se realizó una prueba de Tukey para poder identificar de mayor a menor las diferencias significativas que se dan entre las calificaciones de las cinco dimensiones que conforman esta evaluación.

Por lo que, a partir de los resultados anteriores (tabla 4.9), se identifica para la asignatura de *El Desarrollo del Pensamiento Lógico Algebraico* de la Escuela Preparatoria

	diff	lwr	upr	padj
B-A	2.387	2.046	2.727	0.000
C-A	2.003	1.662	2.343	0.000
D-A	1.403	1.063	1.744	0.000
E-A	1.604	1.264	1.945	0.000
C-B	-0.384	-0.724	-0.044	0.018
D-B	-0.983	-1.324	-0.643	0.000
E-B	-0.782	-1.123	-0.442	0.000
D-C	-0.599	-0.940	-0.259	0.000
E-C	-0.398	-0.739	-0.058	0.012
E-D	0.201	-0.140	0.541	0.490

Tabla 4.9: Prueba de Tukey para la heteroevaluación del curso de Álgebra de la Escuela Preparatoria No. 1

Número Uno que la dimensión B (*Características personales para la docencia*) presenta las mayores diferencias entre las medias de las calificaciones que los estudiantes asignan a los profesores de esta escuela dentro de los atributos que conforman esta dimensión; esto podría significar que los estudiantes priorizan en que su profesor tenga dominio de la asignatura que imparte, que cumpla con el syllabus, elabore material didáctico considerando las características de los estudiantes siendo un guía del aprendizaje, el que utilice recursos didácticos, la plataforma institucional y otras tecnologías, el que evalúe con diferentes instrumentos fomentando la autoevaluación y coevaluación, el que se exprese con claridad y el que fomente el cuidado del medio ambiente; lo cual podría dar un panorama de que los estudiantes verdaderamente distinguen entre las características de un profesor que influyen en el aprendizaje.

Por otro lado, se identificó que la dimensión A (*Ámbito de la formación*) fue la que aportó la menor diferencia entre las medias, pudiendo significar que para los estudiantes de esta institución el evaluar el manejo de un segundo idioma para este grupo de profesores es lo menos relevante en cuanto a la formación de su profesor, es decir, podría significar que es un atributo que no impacta tanto en el aprendizaje del estudiante de estas asignaturas.

Para los demás institutos (excepto campus de Huejutla), también se identificó que la dimensión de *Características personales para la docencia* para la docencia fue la que aportó las mayores diferencias, mostrando así que los estudiantes toman en cuenta aquellos atributos en los que el profesor contribuye a su aprendizaje; seguido de la dimensión de *Competencias docentes* en donde los estudiantes posiblemente toman en cuenta aquellos atributos que muestra su profesor en el desarrollo de cada una de sus clases, buscando diversificación en todos los sentidos.

Para el caso de Bachillerato Escuela Superior de Huejutla, la dimensión con mayores diferencias fue la dimensión de *Competencias Docentes* seguida de la Dimensión de *Características personales para la docencia*; en este caso, los estudiantes muestran como prioridad aquellos atributos del profesor que muestran su capacidad como profesor de una manera más amplia seguidos de aquellos atributos que posee como profesor dentro de la disciplina que imparte.

Ahora, para la asignatura de *Trigonometría* de la Escuela Preparatoria Número Dos, se identificó que al igual que la Escuela Preparatoria Número Uno para el caso de *Álgebra*, la dimensión de *Características personales para la docencia* (B) fue aquella que aportó las mayores diferencias entre las medias de calificaciones que los estudiantes asignan a sus profesores. Así mismo, al igual que el instituto anterior la dimensión de *Ámbito de la formación* (A) fue la que aportó las menores diferencias entre las medias de calificaciones.

La Escuela Preparatoria Número Cinco y la Escuela Superior de Huejutla mostraron en esta asignatura que la dimensión de *Competencias Docentes* (C) fue la que aportó las mayores diferencias.

Todos los demás institutos en esta asignatura al igual que en *Álgebra*, mostraron que la dimensión de *Ámbito de la formación* (A) aportan las menores diferencias entre las medias de las calificaciones que los estudiantes de esta asignatura asignan a sus profesores de acuerdo a su desempeño docente.

	diff	lwr	upr	padj
B-A	1.809	1.348	2.270	0.000
C-A	1.610	1.149	2.071	0.000
D-A	0.854	0.393	1.315	0.000
E-A	1.498	1.037	1.959	0.000
C-B	-0.198	-0.659	0.262	0.762
D-B	-0.954	-1.415	-0.493	0.000
E-B	-0.311	-0.772	0.149	0.346
D-C	-0.756	-1.217	-0.295	0.000
E-C	-0.112	-0.573	0.348	0.963
E-D	0.643	0.182	1.104	0.001

Tabla 4.10: Prueba de Tukey para la heteroevaluación del curso de Trigonometría de la Escuela Preparatoria No. 2

4.2. Análisis de Varianza Multivariado

En esta parte la intención fue realizar un análisis de varianza multivariado, con la finalidad de encontrar o no diferencias significativas entre las medias de las tres evaluaciones para los quince institutos. Sin embargo, al realizar un test Box'M (A. C. Rencher y Schimek, 1997) la cual es una prueba de homogeneidad para matrices de covarianzas entre las medias de las tres evaluaciones de los quince institutos para la asignatura de primer semestre, resultó lo siguiente:

Estadístico de prueba	Grados de libertad	p-valor
344	344	$3.75 e^{-33}$

Tabla 4.11: Prueba de homogeneidad de matrices de covarianzas

Por lo que, al tener un valor de $p < 0.05$ se tiene suficiente evidencia de que el supuesto de homogeneidad no se cumple, por lo tanto a pesar de que se realizó este análisis multivariado, los resultados carecen de confiabilidad. Por lo tanto, no se pueden inferir resultados confiables a partir de este análisis de los datos.

De haber podido realizar este análisis podría haberse corroborado si había o no distinción entre las tres evaluaciones asignadas a los profesores de cada instituto y entre institutos.

4.3. Análisis Discriminante

Posteriormente, se realizó un análisis discriminante con la finalidad de identificar cuál de las tres evaluaciones tiene un mayor peso en los promedios por grupo del examen final de los estudiantes de las asignaturas de *El Desarrollo del Pensamiento Lógico Algebraico* y *La Medición y la Matemática de los Triángulos* durante el semestre Julio-Diciembre del 2023 de los quince bachilleratos de la UAEH. Para ello se tomaron en cuenta tres clasificaciones en cuanto a los promedios de calificaciones de los exámenes finales de los estudiantes, siendo estos: los mayores o iguales a 4 pero menores o iguales a 6, los mayores o iguales a 6.1 pero menores o iguales a 7.3 y los mayores o iguales a 7.4.

Este análisis permitió identificar si existe o no una relación entre la evaluación hacia los profesores con respecto a la calificación obtenida por los estudiantes. Cabe mencionar que estas calificaciones provienen de un solo instrumento, es decir, de un examen departamental el cual es el mismo para todos los estudiantes de este nivel y que es elaborado por los miembros de academia del área disciplinar de matemáticas de los bachilleratos de esta misma universidad.

Se identificó mediante este análisis que aproximadamente el 90.5 % de los grupos de estudiantes de la asignatura de *El Desarrollo del Pensamiento Lógico Algebraico* (antes *Álgebra*) se definen por los coeficientes de la primera función discriminante, los cuales se obtienen de los valores LD1 y el 9.5 % restante se discrimina por los coeficientes de los valores LD2.

Evaluación	LD1	LD2
Autoevaluación	-0.53356050	-1.684401697
Heteroevaluación	1.44050749	-0.202117706
Coevaluación	-0.36300643	0.084215204
Grupo	-0.10296712	-0.001534649
Escuela	-0.08672797	-0.032852485

Tabla 4.12: Coeficientes de la función discriminante del curso de Álgebra.

A partir de estos resultados se podría interpretar que la evaluación que los estudiantes de esta asignatura hacen a los docentes es aquella que tiene mayor peso o influencia en la evaluación del profesor de acuerdo a esta clasificación por grupos en base a sus promedios, es decir, que el promedio de aprovechamiento escolar por grupo está relacionado en gran medida con las calificaciones que los estudiantes le asignan a su profesor durante el proceso de evaluación. Cabe mencionar que estas calificaciones de los estudiantes son obtenidas después del periodo de evaluación docente.

A continuación se muestra cómo es que el 59.64 % de los grupos de estudiantes de *Álgebra* se encuentran correctamente clasificados dentro de estas tres categorías. Ya que 102 de los 171 datos se encuentran dentro de la clasificación de estos tres grupos. Siendo la clase 1, aquella donde los estudiantes promedian por grupo calificaciones menores o iguales a 6 en sus exámenes ordinarios; el grupo 2, donde los promedios son mayores o iguales a 6.1 pero menores o iguales a 7.3; y el grupo 3 aquellos promedios mayores o iguales a 7.4.

Clases	1	2	3	Suma
1	0	9	1	10
2	0	60	28	88
3	0	31	42	73
Suma	0	100	71	171

Tabla 4.13: Matriz de confusión de acuerdo a los tres grupos de promedios en el curso de Álgebra.

Esto puede decirnos que aproximadamente el 68.18 % de la población de estudiantes de primer semestre con promedio en su examen final entre 6.1 y 7.3 tienen influencia en cuanto a la evaluación que realizaron hacia su profesor, es decir, de alguna manera la percepción que tienen de la enseñanza que reciben por su profesor en turno influye en su desempeño final de esta asignatura.

4.4. Identificación de facetas de la TID en el instrumento de evaluación de la UAEH

En cuanto al análisis del instrumento de evaluación docente contrastado con la Teoría de Idoneidad Didáctica a partir de la Guía de Análisis de la Idoneidad de Procesos de Instrucción Matemática (4.1) propuesta por (Godino et al., 2023) se encontraron los siguientes resultados, de acuerdo a la numeración utilizada en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3:

Dimensión	Atributos	Factores dentro del instrumento	Faceta de la TID	Componentes de idoneidad	Criterios
A. Ámbito de la formación	A.1	Autoevaluación: grados académicos y experiencia personal	No se identifica	No aplica	No aplica
	A.2	Heteroevaluación: empleo de otro idioma	No se identifica	No aplica	No aplica
	A.3	Heteroevaluación: uso de plataforma institucional/ Autoevaluación: uso de plataforma institucional y tecnología educativa	Ecológica	Apertura hacia innovación educativa	Uso de nuevas tecnologías
	A.4	Autoevaluación: posee cultura general	No se identifica	No aplica	No aplica

Tabla 4.14: Identificación de facetas y componentes de la TID: Dimensión 1

Como se muestra en la tabla 4.14, el manejo de herramientas informáticas forma parte del proceso de instrucción del profesor, que de acuerdo al instrumento de evaluación tanto los profesores como los estudiantes pueden valorar el uso de la plataforma institucional como una innovación en el uso de nuevas tecnologías y que de acuerdo a la Teoría de la Idoneidad Didáctica puede utilizarse como una acción que permite formar en el aprendizaje de las matemáticas. Todos los demás atributos de esta dimensión, son considerados de acuerdo a Godino et al., 2023 como no idóneos dentro del proceso de

instrucción del profesor, es decir, la formación en el área de conocimiento validada por la academia, el manejo de un segundo idioma y la posesión de cultura general son atributos que no impactan sobre la reflexión de la práctica de un profesor ni como prácticas educativas que se puedan asociar empíricamente al aprendizaje de los estudiantes.

Dimensión	Atributos	Factores dentro del instrumento	Faceta de la TID	Componentes de idoneidad	Criterios
B. Características personales para la docencia	B.1	Heteroevaluación: existe compromiso/Coevaluación: compromiso con la institución	No se identifica	No aplica	No aplica
	B.2	Heteroevaluación: es responsable	Ecológica	Educación en valores cívicos	Formación en valores democráticos
	B.3	Heteroevaluación: motivación para realizar actividades	No se identifica	No aplica	No aplica
	B.4	Autoevaluación: trabajo colaborativo y de academias	Interaccional	Interacciones docente-discente/Interacciones entre estudiantes	Formato dialógico-colaborativo/Diálogo y comunicación
	B.5	Heteroevaluación y Autoevaluación: motivación para realizar actividades	Afectiva	Emociones/Valores identidad	Evitar rechazo/Promover autoestima
	B.6	Coevaluación: actitud innovadora	Afectiva / Ecológica	Valores identidad/Innovación didáctica	Aporte de conjeturas/Innovaciones
	B.7	Autoevaluación: actualización disciplinar	No se identifica	No aplica	No aplica
	B.8	Heteroevaluación: es responsable y existe compromiso/Coevaluación: desempeño profesional y compromiso con la institución	Ecológica	Innovación educativa	Innovaciones

Tabla 4.15: Identificación de facetas y componentes de la TID: Dimensión 2

En esta dimensión cinco de los ocho atributos (tabla 4.15) que la componen son evaluados por las tres instancias se consideran idóneos dentro del proceso de instrucción

del profesor, es decir, de acuerdo a Godino et al. (2023) el desarrollo de valores éticos, la habilidad para el trabajo en equipo y para motivar, la actitud crítica y el compromiso con la labor educativa son atributos que le permiten a los estudiantes tomar el control de su propio aprendizaje, tomando acciones formativas para aprender matemáticas implicando interés, motivación y autoestima.

Dimensión	Atributos	Factores dentro del instrumento	Faceta de la TID	Componentes de idoneidad	Criterios
C. Competencias docentes	C.1	Heteroevaluación: domina los contenidos/Autoevaluación: manejo de la interdisciplinariedad	Ecológica	Conexiones interdisciplinarias	Relación de los contenidos
	C.2	Heteroevaluación: presentación del curso, cumplimiento del syllabus y elaboración de material didáctico	No se identifica	No aplica	No aplica
	C.3	Heteroevaluación y Autoevaluación: guía de aprendizaje	Interaccional	Interacción docente	Modos de interacción
	C.4	Heteroevaluación: considera las características de los estudiantes	Cognitiva	Significados/ Relaciones/ Diferencias	Comprensión/ Competencia/ Aprendizaje
	C.5	Heteroevaluación y Autoevaluación: recursos didácticos que utiliza	Mediacional	Recursos materiales/Condiciones del aula	Configuración de objetos y procesos

Tabla 4.16: Identificación de facetas y componentes de la TID: Dimensión 3

Dimensión	Atributos	Factores dentro del instrumento	Faceta de la TID	Componentes de idoneidad	Criterios
C. Competencias docentes	C.6	Heteroevaluación: uso de plataforma institucional y empleo de tecnologías de la información y comunicación/ Autoevaluación: uso de plataforma institucional y empleo de tecnología educativa y aplicaciones informáticas para la didáctica	No se identifica	No aplica	No aplica
	C.7	Autoevaluación: contribuye a las competencias institucionales	Interaccional	Interacción docente/ Interacción entre estudiantes	Modos de interacción
	C.8	Heteroevaluación: implementa un diagnóstico del conocimiento, evalúa a partir de diversos instrumentos y fomenta la auto y coevaluación/ Autoevaluación: uso de estrategias de evaluación del aprendizaje	Interaccional	Evaluación formativa	Desarrollo de instrucción
	C.9	Heteroevaluación y Autoevaluación: uso de plataforma institucional, claridad cuando de expresa	Interaccional	Interacción docente	Presentación adecuada

Tabla 4.17: Identificación de facetas y componentes de la TID: Dimensión 3

Dimensión	Atributos	Factores dentro del instrumento	Faceta de la TID	Componentes de idoneidad	Criterios
C. Competencias docentes	C.10	Heteroevaluación y Autoevaluación: fomenta el cuidado del medio ambiente	No se identifica	No aplica	No aplica
	C.11	Heteroevaluación: considera las características de los estudiantes, actividades que más utiliza/ Autoevaluación: actividades que más incorpora en clases	No se identifica	No aplica	No aplica
	C.12	Autoevaluación: identifica las características de los estudiantes de bachillerato y fomenta valores	Afectiva	Emociones/ Creencias	Discusión e identificación

Tabla 4.18: Identificación de facetas y componentes de la TID: Dimensión 3

Dentro de la dimensión de Competencias docentes se identificó a partir de las tablas 4.16, 4.17 y 4.18 que ocho de los doce atributos que son evaluados dentro de esta dimensión por las tres audiencias se identifican en algunas facetas dentro de la TID, es decir, que para los estudiantes y para el docente mismo el dominio de contenidos, la promoción del aprendizaje y la comprensión, el manejo de interdisciplinariedad, el ser guía de aprendizaje, el contribuir a las competencias institucionales, el utilizar recursos digitales, el implementar diagnósticos, evaluar mediante diversos instrumentos, el expresarse con claridad, el identificar características dentro de la psicología de los estudiantes de este nivel y el fomentar valores son consideradas de acuerdo a la TID como componentes idóneos durante el proceso de instrucción del profesor.

Dimensión	Atributos	Factores dentro del instrumento	Faceta de la TID	Componentes de idoneidad	Criterios
D. Ámbito de la investigación	4.1	Heteroevaluación: para la investigación fomenta el empleo de diversas fuentes/ Autoevaluación: hace investigaciones relacionadas con el programa educativo	Interaccional	Autonomía	El estudiante asume la responsabilidad del estudio

Tabla 4.19: Identificación de facetas y componentes de la TID: Dimensión 4

A partir de la tabla 4.19 se identifica que el único atributo que contribuye a la dimensión *Ámbito de la investigación* es el interaccional, que de acuerdo al autor de esta teoría uno de sus componentes es que existan momentos donde el profesor fomente la autonomía en el estudiante a partir del uso de una variedad de herramientas para razonar, resolver y comunicar.

Dimensión	Atributos	Factores dentro del instrumento	Faceta de la TID	Componentes de idoneidad	Criterios
E. Desempeño institucional	E.1	Coevaluación: participación en academias y seguimiento de la normatividad	No se identifica	No aplica	No aplica
	E.2	Heteroevaluación: aporta al perfil de egreso/ Autoevaluación: Participación en el rediseño	No se identifica	No aplica	No aplica
	E.3	Coevaluación: entrega puntual de actividades	No se identifica	No aplica	No aplica
	E.4	Coevaluación: calidad en los trabajos solicitados y disposición para el trabajo colaborativo	No se identifica	No aplica	No aplica
	E.5	Coevaluación: participación en academias/ Autoevaluación: trabajo en academias y satisfacción con el trabajo de academias	No se identifica	No aplica	No aplica
	E.6	Autoevaluación: participación en tutorías	No se identifica	No aplica	No aplica
	E.7	Heteroevaluación: da asesoría/ Autoevaluación: participación en asesorías	No se identifica	No aplica	No aplica

Tabla 4.20: Identificación de facetas y componentes de la TID: Dimensión 5

Dimensión	Atributos	Factores dentro del instrumento	Faceta de la TID	Componentes de idoneidad	Criterios
	E.8	Coevaluación: participa satisfactoriamente en las actividades institucionales	No se identifica	No aplica	No aplica
	E.9	Heteroevaluación: satisfacción con la labor docente/ Coevaluación: satisfacción con su desempeño/ Autoevaluación: satisfacción con su labor	No se identifica	No aplica	No aplica

Tabla 4.21: Identificación de facetas y componentes de la TID: Dimensión 5

Por último, para la dimensión de *Desempeño Institucional*, se identifica en las tablas 4.20 y 4.21 que ninguno de los atributos se identifica dentro de las facetas de la TID, es decir, de acuerdo a Godino et al., 2023 ninguno de los factores que se evalúan en esta parte del instrumento contribuye al proceso de instrucción del profesor de matemáticas.

4.5. Análisis estadístico en contraste con la idoneidad didáctica

En esta última parte se mostrarán algunas interpretaciones de acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis estadístico y el instrumento de evaluación comparado con las facetas de la Teoría de la Idoneidad Didáctica de acuerdo a Godino et al., 2023.

Comenzando con la dimensión de *Desempeño institucional* (E), dentro de la TID en la cual solo se identificó la faceta interraccional dentro del instrumento que la escuela utiliza para evaluar a los profesores, es decir, que dentro de la TID de acuerdo a Godino et al., 2023 estos atributos aportan al proceso de instrucción del profesor hacia la autonomía de los estudiantes. Factores como: aportación al perfil de egreso, otorgamientos de asesorías y satisfacción con la labor docente de acuerdo a la TID son parte de una

faceta durante este proceso para lograr el aprendizaje en los estudiantes.

Por otro lado, dentro del análisis de varianza que se realizó por dimensiones, esta dimensión E mostró que dentro de la evaluación de los estudiantes a los profesores no se mostró una prioridad en los mismos, sin embargo, en el caso de la autoevaluación, esta dimensión fue la que muestra que para los profesores mismos fue la de mayor significancia. Esto podría deberse a que en esta dimensión muchos de los atributos los evalúa el jefe directo de los profesores, es decir, el profesor muchas veces prioriza en el cumplimiento de los requisitos administrativos que el instituto demanda en lugar de su desempeño dentro del aula con los estudiantes, por lo que no resulta extraño que el profesor intente cumplir con esta carga administrativa que se le demanda. Por otro lado, puede entenderse que debido a que este instrumento sirve seguramente para otros fines de la institución y no solo en la autoreflexión del docente; es por ello que posiblemente estos atributos no figuran en la TID como factores que influyen a los procesos de instrucción matemática de acuerdo a Godino et al., 2006. Además de que es un instrumento pensado para un grupo amplio de profesores y no solamente del área de matemáticas.

En cuanto a la dimensión *Ámbito de la investigación* (D), en el análisis estadístico se muestra como un atributo que no contribuye a la autoreflexión docente, ya que para el profesor, este atributo mide la participación del mismo en investigaciones relacionadas con el programa educativo, en el cual no participan todos los profesores que constituyen el área de matemáticas de bachillerato, solo algunos representantes. Por otro lado, para los estudiantes según los resultados estadísticos el fomento al empleo de fuentes de información es algo que no se prioriza en las acciones del profesor y en el proceso de enseñanza. Esto puede deberse posiblemente a que en estudiantes de este nivel la investigación propia en fuentes de información confiables es cada vez más difícil, ya que la amplia gama digital es cada vez más utilizada por los estudiantes de bachillerato, ya que consideran simplifica la búsqueda de información, dejando de lado la comprobación de fuentes confiables, algo que pasa cada vez más frecuente. Sin embargo, desde

el punto de vista de las facetas de la TID se muestra que la autonomía es importante en el fomento y desarrollo del aprendizaje de los estudiantes por parte del profesor. Posiblemente este contraste se deba a que las acciones para fomentar este criterio no están siendo las más efectivas para los estudiantes de este nivel.

Para la dimensión de *Competencias Docentes* (C) la mayoría de las facetas de la TID están presentes en la evaluación de los atributos de esta dimensión, aunque en menos del 50 % de los atributos que la constituyen. Al mismo tiempo, esta dimensión parece ser la segunda en orden de prioridad para el profesor al momento de evaluarse, es decir, dentro de la autoreflexión docente esta dimensión contiene atributos de relevancia para la mejora de la práctica docente. Lo cual es una buena señal, ya que el profesor toma en cuenta su trabajo dentro y fuera del aula, reflexionando sobre aquellos atributos que como docente debe tener para ofrecer una mejor calidad en la enseñanza.

Ahora, dentro de la dimensión *Características personales para la docencia* (B) se identifican tres de las seis facetas de la TID, en cinco de los ocho atributos que constituyen esta dimensión. A su vez, tres de estos cinco atributos identificados son evaluados por los estudiantes, tomando como criterios características del profesor en cuanto a valores, emociones e innovación, es decir, que de acuerdo a la TID estos criterios son parte de la mejora de la calidad de enseñanza en un profesor y a la vez sometidos a la autoreflexión docente por parte del mismo; y dentro del análisis de varianza se mostró que los estudiantes de 14 de los 15 institutos priorizan en esta dimensión. Aunado a esto, dentro del análisis estadístico se identificó que en la coevaluación, es decir, la evaluación que los directivos hacen a los docentes, se prioriza ante la dimensión E (Desempeño institucional) en todos los institutos que se analizaron, lo cual puede deberse a que quienes están a cargo de la institución valoren o prioricen las características que tienen los profesores en su desempeño en lugar de sus compromisos institucionales, cosa que en el caso de la autoevaluación de una de las quince escuelas (Escuela Preparatoria Número Uno), los profesores muestran mayor prioridad en su Desempeño institucional

que en sus características personales como docentes, posiblemente para esta última se deba a que es una escuela con una gran currícula en comparación a otros institutos, donde la demanda de actividades por ende es más exigente.

Por último, en la dimensión *Ámbito de la formación* (A) se identificó dentro de la TID una faceta en uno de los cuatro atributos de la misma, siendo esta evaluada por el profesor mismo y sus estudiantes, rescatando el uso de nuevas tecnologías dentro de la enseñanza. Concordando con esta información, dentro del análisis de varianza se identificó que esta dimensión es la de menos prioridad en la evaluación que hacen los estudiantes a los profesores, lo cual es congruente con el peso que tienen las demás dimensiones en la heteroevaluación. Sin embargo, dentro de la autoevaluación los profesores de 6 de los 15 institutos mantienen esta dimensión como la última en sus prioridades al momento de evaluarse; los demás institutos la priorizan ante otras dimensiones de la evaluación; por lo que pudiésemos pensar que al priorizarla ante otras debería reflejarse en la evaluación de los estudiantes, pero no es el caso; es decir, ellos no están notando este atributo como algo esencial a evaluar de su profesor de matemáticas, posiblemente porque dentro del instrumento a los estudiantes se les pregunta por el uso de herramientas como excel, drive, word, entre otros; y no en herramientas como GeoGebra, R, MATLAB, o algunas otras que un profesor dentro de esta área si utiliza.

4.6. Conclusiones

De acuerdo a los análisis realizados, mediante el análisis de varianza, el análisis discriminante y el análisis del instrumento de evaluación docente a partir de la Teoría de Idoneidad Didáctica se da respuesta a la pregunta general de investigación desglosada a través de las preguntas particulares, obteniendo las siguientes conclusiones:

Dando respuesta a la primera pregunta particular de investigación, de acuerdo al análisis discriminante (4.3) realizado con los datos de las calificaciones de exámenes

ordinarios de los estudiantes de la asignatura del Desarrollo del Pensamiento Lógico Algebraico se identificó que efectivamente la evaluación que realizan hacia sus profesores influye en su resultado final de examen; esto se ve reflejado para aproximadamente el 59.6 % (Tabla 4.13) de la población de estudiantes con promedios obtenidos en esta evaluación mayores o iguales a 6.1 y menores o iguales a 7.3. Así, esto se ve reflejado dentro de la idoneidad del instrumento de evaluación, que de acuerdo a la TID (Godino et al., 2023) se identificó dentro de este análisis en la heteroevaluación que en las dimensiones que evalúan las características personales para la docencia (Tabla 4.15) y las competencias docentes (Tablas 4.16, 4.17, 4.18), los estudiantes de esta misma asignatura priorizan en evaluar la responsabilidad del profesor dentro del aula, la motivación que tiene en sus clases, el compromiso que asume dentro de la impartición de clase, el dominio que tiene de los contenidos del curso, la elaboración de material diverso que ocupa en sus clases, el cumplimiento puntual de la asignación de calificaciones en syllabus (plataforma institucional para consulta de calificaciones por parcial de la carga académica actual del estudiante) en tiempo y forma, los recursos didácticos que utiliza en cada una de sus clases, la realización de una adecuada evaluación diagnóstica al inicio del curso y la claridad y coherencia al expresarse frente a grupo. Lo cual se refleja en el desempeño de los mismos, al menos para el porcentaje anterior observado. Por el contrario, la dimensión que evalúa el ámbito de la formación (Tabla 4.14) resultó la de menos prioridad al momento de evaluar a sus profesores, teniendo sentido con el resultado anterior, ya que en esta dimensión de evaluación, según en análisis de idoneidad se identificó que solamente el atributo que evalúa el uso de plataforma institucional es aquel que se identifica dentro de la faceta Ecológica, la cual evalúa la innovación educativa a través del uso de tecnologías; esto posiblemente nos dice que a pesar de ser un atributo que contribuye a la idoneidad del instrumento, para los estudiantes no impacta dentro de su proceso de aprendizaje. En respuesta a la tercera pregunta particular de investigación, para el análisis de la coevaluación se identificó que la dimensión que evalúa las características personales para la docencia (Tabla 4.15) es aquella que los directivos priorizan al momento de evaluar al personal académico de su institución, seguida de la

dimensión que evalúa el desempeño institucional del docente (Tablas 4.20 y 4.21); es decir, para esta audiencia los atributos de actitud innovadora, desempeño profesional y compromiso con la institución tiene un mayor peso que atributos como la participación en academias, seguimiento de normatividad, entrega puntual de actividades, calidad de trabajos solicitados, disposición de trabajo colaborativo, participación en actividades institucionales y la satisfacción con el desempeño del profesor. Lo cual tiene sentido con la idoneidad del instrumento de evaluación, ya que de todos estos atributos según la TID la actitud innovadora, el desempeño profesional y el compromiso con la institución son factores idóneos dentro de un proceso de instrucción por parte del profesor, es decir, el criterio de innovación es fundamental dentro de este proceso. Por otro lado, para la dimensión de desempeño institucional ninguno de los atributos resulta idóneo dentro del proceso de instrucción por parte del profesor, lo cual indica una buena señal el que los directivos no prioricen sobre esta dimensión, es decir, el personal a cargo se preocupa más porque el profesor tenga un mejor desempeño dentro del aula con los estudiantes que con la misma institución, cuando muchos de los profesores lo toman de manera inversa, dando respuesta a la segunda pregunta particular de investigación.

Así también, dentro del análisis de autoevaluación, donde los profesores evalúan su propio desempeño como docentes de esta asignatura, se identificó que existen diversas prioridades según los institutos, lo cual puede ser por la cantidad de estudiantes que se atienden o por la carga de trabajo del centro educativo.

Para catorce de los quince institutos la dimensión de competencias docentes (Tablas 4.16, 4.17, 4.18) es aquella con mayor peso dentro de la autoevaluación, es decir, atributos como la interdisciplinariedad, el ser guía de aprendizaje, el utilizar recursos didácticos, el contribuir a las competencias institucionales, el usar estrategias de evaluación de aprendizaje y el identificar las características de los estudiantes de este nivel junto al fomento de valores, son factores presentes dentro de las facetas de la TID, que de acuerdo a ellas fomentan el desarrollo de instrucción, la interacción, presentación y discusión; lo cual tiene influencia en el proceso de enseñanza de los profesores de estos

institutos. En cambio, la Escuela Preparatoria Número Uno, fue la única institución que priorizó la dimensión que evalúa el desempeño institucional (Tablas 4.20 y 4.21), en donde esta comunidad de profesores toman en cuenta seis de los nueve atributos como parte primordial en su labor docente, que aunado a la TID, ninguno de estos atributos contribuye a la idoneidad del proceso de instrucción del profesor, es decir, dentro del proceso de enseñanza ninguno de estos componentes favorece la idoneidad del proceso. Por otro lado, las dimensiones de ámbito de la formación (Tabla 4.14) y ámbito de la investigación (Tabla 4.19) fueron aquellas que resultaron las de menor prioridad al momento de autoevaluarse, es decir, atributos como el grado académico, la experiencia personal, el poseer cultura general y hacer investigación relacionada con el programa educativo; esto puede deberse a que los profesores de este nivel no participan en su mayoría en los rediseños de programas, sin embargo, en cuanto a la experiencia y la cultura general, a pesar de ser importantes dentro de la formación de un profesor resultan no ser lo más importante o reelevante para los profesores de matemáticas de este nivel para estos dos primeros semestres de bachillerato.

Por último, se rescata que efectivamente existen factores que contribuyen en mayor medida a la reflexión docente del profesor de Álgebra y Trigonometría, y que sí hay una relación directa entre las calificaciones obtenidas en la tercera evaluación de examen de los estudiantes de estas asignaturas con la calificación obtenida de la heteroevaluación del profesor.

Es importante considerar todos estos factores dentro de la evaluación del profesor, ya que a quienes toman decisiones dentro de estos procesos es importante que tengan en cuenta todo aquello que aporta a la reflexión del profesor de matemáticas; así lo ideal sería tener un instrumento de evaluación por área, en este caso el área de interés fue la de matemáticas y se mostraron aquellos atributos que más contribuyen a la mejora de la práctica del profesor, que es precisamente el objetivo principal de la evaluación docente de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Así, una recomendación

para el área de evaluación de esta universidad sería tener en cuenta aquellos factores de mayor peso para la autoreflexión del profesor y así poder puntualizar lo más cercano posible a través del instrumento de dicha evaluación; esto a partir de aquellos atributos que contribuyan a la mejora de la práctica del profesor de matemáticas. Considero importante seguir trabajando esta idea con otras áreas de interés.

Bibliografía

- Anderson, M. J., & Robinson, J. (2003). Generalized discriminant analysis based on distances. *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 45(3), 301-318.
- Aquino Zúñiga, S. P., Izquierdo, J., & Echalaz Álvarez, B. L. (2013). Evaluación de la práctica educativa: una revisión de sus bases conceptuales. *Actualidades Investigativas en Educación*, 13(1), 23-44.
- Carvajal, P., Trejos, Á., & Mejía, J. S. (2004). Aplicación del análisis discriminante para explorar la relación entre el examen de ICFES y el rendimiento en álgebra lineal de los estudiantes de Ingeniería de la UTP en el periodo 2001-2003. *Scientia et Technica*, 2(25).
- Chao, L. L. (1980). Introduction to statistics. (*No Title*).
- Chatfield, C. (2018). *Introduction to multivariate analysis*. Routledge.
- Closas, A. H., Arriola, E. A., Kuc Zening, C. I., Amarilla, M. R., & Jovanovich, E. C. (2013). Análisis multivariante, conceptos y aplicaciones en Psicología Educativa y Psicometría. *Enfoques*, 25(1), 65-92.
- Cordero-Arroyo, G., & González-Barbera, C. (2016). Análisis del modelo de evaluación del desempeño docente en el marco de la reforma educativa mexicana. *Education Policy Analysis Archives*, 24(46), 1-26.
- Díaz Monroy, L. G., & Morales Rivera, M. A. (2012). Análisis estadístico de datos multivariados.
- Dimaté Rodríguez, C., Celis, O. T., González Rodríguez, C. I., Rodríguez Rodríguez, R., & Arcila Cossio, M. A. (2017). La evaluación del desempeño docente. *Folios*, (46), 83-95.

- Froment, F., Bohórquez, M. R., & García González, A. J. (2021). El impacto de la credibilidad docente y la motivación del estudiante en la evaluación de la docencia. *Revista Española de Pedagogía*, 79(280), 413-436.
- Godino, J. D. (2015). La idoneidad didáctica como herramienta de análisis y reflexión sobre la práctica del profesor de matemáticas. *Jornadas Nacionales de Educación Matemática XIX. Contribución a actas de congreso*, 32-41.
- Godino, J. D. (2021). De la ingeniería a la idoneidad didáctica en educación matemática. *Revemop*, 3, e202129-e202129.
- Godino, J. D., Batanero, C., & Burgos, M. (2023). Theory of didactical suitability: An enlarged view of the quality of mathematics instruction. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(6), em2270.
- Godino, J. D., Contreras, Á., & Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en didactique des Mathématiques*, 26(76), 39.
- Gómez, L. F., & Valdés, M. G. (2019). La evaluación del desempeño docente en la educación superior. *Propósitos y representaciones*, 7(2), 479-515.
- Guerra, M. Á. S. (2014). *La evaluación como aprendizaje: Cuando la flecha impacta en la diana* (Vol. 200). Narcea Ediciones.
- Härdle, W., Simar, L., et al. (2007). Applied multivariate statistical analysis. Vol. II., Springer-Verlag, Heidelberg.
- Härdle, W. K., & Simar, L. (2015). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Springer.
- Hernández, O. E. K., & Cibrián, W. J. P. (2017). Evaluación del desempeño docente en Yucatán: un análisis a partir de las características de los docentes. *Journal of Behavior, Health & Social Issues*, 9(2), 105-110.
- Hogg, R. V., & Tanis, E. A. (2001). *Probability and statistical inference* (Vol. 13). Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- Melendres, M. B., Flores-García, R., & Reyes-Gasperini, D. (2025). Problematizar la matemática escolar: ¿cómo contribuye al desarrollo profesional docente? *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 39, e230249.

- Nanda, A., Mohapatra, B. B., Mahapatra, A. P. K., Mahapatra, A. P. K., & Mahapatra, A. P. K. (2021). Multiple comparison test by Tukey's honestly significant difference (HSD): Do the confident level control type I error. *International Journal of Statistics and Applied Mathematics*, 6(1), 59-65.
- Ochoa Sierra, L., & Moya Pardo, C. (2019). La evaluación docente universitaria: retos y posibilidades. *Folios*, (49), 41-60.
- Quesada, D. G., Obando, J. S., & Montero, A. V. (2019). Impacto del desbalance en los tamaños de muestra por tratamiento sobre el desempeño de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. *SERENGUETI*, 38.
- Ramos Monsivais, C. L., & Roque Hernández, R. V. (2021). La influencia docente y el rendimiento académico en estudiantes de una Universidad Pública Mexicana. *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, 8(SPE4).
- Rencher, A., & Christensen, W. (2012). *Methods of Multivariate Analysis*. Wiley. <https://books.google.com.mx/books?id=0g-PAuKub3QC>
- Rencher, A. C., & Schimek, M. (1997). Methods of multivariate analysis. *Computational Statistics*, 12(4), 422-422.
- Reyes-Gasperini, D., & Cantoral, R. (2014). Socioepistemología y Empoderamiento: la profesionalización docente desde la problematización del saber matemático. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 28, 360-382.
- Rodríguez-Jaume, M.-J., Mora Catalá, R., et al. (2001). Análisis de varianza simple (o con un factor), factorial y multivariable.
- Santos Guerra, M. Á. (1993). La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora. *Revista Investigación en la Escuela*, 20, 23-35.
- Tobón, S., Calderón, C. E. G., & Tobón, B. (2018). Evaluación del desempeño docente en México: Del proyecto de enseñanza al proyecto formativo. *Atenas*, 1(41), 18-33.
- Triola, M. F. (2004). *Estadística*. Pearson educación.
- UAEH. (2024). Evaluación Docente Institucional 2024. *UAEH: Dirección General de Evaluación*.

UAEH. (2025). Información para el Estudio de Trayectorias Escolares (Bachillerato).

UAEH: Dirección General de Planeación.

Anexos

Pruebas de Tukey y t: de mayor a menor diferencia de medias por dimensión para las tres audiencias

Instituto	Autoevaluación	Coevaluación	Heteroevaluación
Escuela Preparatoria Número Uno	$E > C > B > D > A$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Escuela Preparatoria Número Dos	$C > E > B > A > D$	$B > E$	$B > C > D > E > A$
Escuela Preparatoria Número Tres	$C > E > B > A > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Escuela Preparatoria Número Cuatro	$C > E > B > D > A$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Escuela Preparatoria Número Cinco	$C > E > D > B > A$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Escuela Preparatoria Número Seis	$C > E > D > B > A$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Escuela Preparatoria Número Siete	$C > B > A > E > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Actopan	$C > E > B > A > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Atotonilco de Tula	$C > B > E > D > A$	$B > E$	$B > C > D > E > A$
Bachillerato Escuela Superior de Ciudad Sahagún	$C > B > E > A > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Huejutla	$C > B > E > A > D$	$B > E$	$C > B > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Tizayuca	$C > B > E > A > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Tlahuelilpan	$C > D > E > B > A$	$B > E$	$B > C > D > E > A$
Bachillerato Escuela Superior de Tepeji del Río	$C > E > B > A > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Zimapán	$C > E > B > A > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$

Tabla 4.22: ANOVA y Prueba t por instituto de acuerdo a cada dimensión. Álgebra.

Las tablas 4.22 y 4.23 fueron elaboradas a partir de los resultados obtenidos de las pruebas Tukey y t para la comparación de medias por pares de las tres evaluaciones de los quince institutos de educación media superior de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Instituto	Autoevaluación	Coevaluación	Heteroevaluación
Escuela Preparatoria Número Uno	$C > B > E > D > A$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Escuela Preparatoria Número Dos	$C > E > B > A > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Escuela Preparatoria Número Tres	$C > E > B > D > A$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Escuela Preparatoria Número Cuatro	$C > E > B > D > A$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Escuela Preparatoria Número Cinco	$C > E > D > B > A$	$E > B$	$C > B > E > D > A$
Escuela Preparatoria Número Seis	$E > D > C > A > B$	$B > E$	$B > E > C > D > A$
Escuela Preparatoria Número Siete	$C > B > D > E > A$	$B > E$	$B > C > D > E > A$
Bachillerato Escuela Superior de Actopan	$C > E > A > D > B$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Atotonilco de Tula	$C > D > B > E > A$	$B > E$	$B > C > D > E > A$
Bachillerato Escuela Superior de Ciudad Sahagún	$C > E > B > D > A$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Huejutla	$C > B > D > E > A$	$B > E$	$C > B > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Tizayuca	$C > B > E > A > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Tlahuelilpan	$A > C > B > E > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Tepeji del Río	$C > B > A > E > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$
Bachillerato Escuela Superior de Zimapán	$C > A > B > E > D$	$B > E$	$B > C > E > D > A$

Tabla 4.23: ANOVA y Prueba t por instituto de acuerdo a cada dimensión. Trigonometría.

El código para realizar los análisis de varianza y la prueba t para los quince institutos se presenta a continuación:

```
install.packages("gridExtra")
```

```
install.packages("gt")
```

```
install.packages("webshot2")
```

```
library(gridExtra)
```

```
library(gt)
```

```
library(webshot2)
```

```
library(dplyr)
```

```
Heteroevaluacion=read.csv("/Users/Norma/Documents/MCMyD/Tesis/Bases de datos/  
Por dimensiones/Heteroevaluacion-Algebra.csv", header=TRUE)
```

```
head(Heteroevaluacion)
```

```
Coevaluacion=read.csv("/Users/Norma/Documents/MCMyD/Tesis/Bases de datos/  
Por dimensiones/Coevaluacion-Algebra.csv", header=TRUE)
```

```
head(Coevaluacion)
```

```
Autoevaluacion=read.csv("/Users/Norma/Documents/MCMyD/Tesis/Bases de datos/  
Por dimensiones/Autoevaluacion-Algebra.csv", header=TRUE)
```

```
head(Autoevaluacion)
```

```
P1_H=filter(Heteroevaluacion, UA=="EP1")
```

```
P1_C=filter(Coevaluacion, UA=="EP1")
```

```
P1_A=filter(Autoevaluacion, UA=="EP1")
```

```
grupoH1_P1=c(rep("A", times=257), rep("B", times=257), rep("C", times=257),  
rep("D", times=257), rep("E", times=257))
```

```
datosH1_P1=c(P1_H$A, P1_H$B,P1_H$C, P1_H$D, P1_H$E)
```

```
anova(lm(datosH1_P1 ~ grupoH1_P1))
```

```
tukeyP1_H=TukeyHSD(aov(lm(datosH1_P1 ~ grupoH1_P1)))
```

```
grupoC1_B_P1=c(P1_C$B)
```

```
grupoC1_E_P1= c(P1_C$E)
```

```
t1 = t.test(grupoC1_B_P1, grupoC1_E_P1, var.equal = TRUE)
```

```
grupoA1_P1=c(rep("A", times=244), rep("B", times=244), rep("C", times=244),  
rep("D", times=244), rep("E", times=244))
```

```
datosA1_P1=c(P1_A$A, P1_A$B, P1_A$C, P1_A$D, P1_A$E)
```

```
anova(lm(datosA1_P1 ~ grupoA1_P1))
```

```
tukeyP1_A=TukeyHSD(aov(lm(datosA1_P1 ~ grupoA1_P1)))
```

Para la prueba Box'M:

```
install.packages("rstatix")
```

```
library(rstatix)
```

```
box_m(Mdatos, metodo)
```

Para el análisis discriminante:

```
library(MASS)
```

```
dat=read.csv('/Users/Norma/Documents/MCMyD/Tesis/Bases de datos /Promedios/PromedioPor
```

```
tamaño=nrow(dat)
```

```
casos=floor(.9*tamaño)
```

```
set.seed(2342)
```

```
indices=sample(1:tamaño, size=casos)
```

```
entrena=dat[indices,]
```

```
prueba=dat[-indices,]
```

```
adiscq = lda(formula=Ap~ ., data=entrena)
```

```
pronostico=predict(adiscq, newdata=prueba, interval='confidence')
```

```
zq=lda(Ap ~ ., entrena, method='mle')
```

```
clas=predict(zq,dat[, -15])$class
```

```
tabla=table(dat$Ap,clas)
```

```
addmargins(tabla)
```

Guía de Análisis de la Idoneidad de Procesos de Instrucción Matemática (GAIPIM)

Criterio general de la faceta epistémica	Criterios específicos según componentes
El sistema de significados institucionales parciales del contenido y las configuraciones de objetos y procesos ligadas a cada significado, implementado a lo largo del proceso instruccional, debería estar articulado, ser representativo del significado global de referencia y tener en cuenta las circunstancias contextuales y personales de los sujetos implicados.	Significados
	– Seleccionar los significados parciales cuyo estudio se adapta a las circunstancias contextuales y personales de los estudiantes, contextualizándolos mediante situaciones-problemas comprensibles para los mismos. – Tener en cuenta una muestra representativa de los objetos primarios implicados en la actividad matemática (situaciones, lenguajes, conceptos y propiedades, procedimientos y argumentos) que intervienen en los significados parciales del contenido.
	Relaciones (conexiones)
	– Relacionar entre sí los significados parciales estudiados y los objetos que intervienen en las prácticas correspondientes, así como con el contenido de otros temas que el estudiante ya conoce.
	Procesos
	– Tener en cuenta la diversidad de procesos de los cuales emergen los objetos que intervienen en las prácticas matemáticas (problematización, representación, definición, generalización, modelización, ...).

Figura 4.1: Criterios de Idoneidad para la faceta epistémica y sus componentes. Modificado de Godino et al. (2023)

Criterio general de la faceta cognitiva	Criterios específicos según componentes
Los objetivos de aprendizaje deberían suponer un reto cognitivo alcanzable para los estudiantes, teniendo en cuenta sus circunstancias personales y contextuales. Además, los significados personales logrados por los estudiantes deberían ser concordantes con los significados institucionales planificados. La evaluación de los aprendizajes debería servir para mejorar el proceso instruccional.	Significados personales – Promover la comprensión de las situaciones-problemas, representaciones, conceptos y propiedades. – Desarrollar la competencia comunicativa, procedimental y argumentativa
	Relaciones (conexiones) – Promover que el aprendizaje sea de tipo relacional, de modo que los estudiantes sean capaces de comprender y relacionar los distintos significados incluidos en el proceso de enseñanza y los objetos implicados.
	Procesos – Promover el desarrollo de la competencia del estudiante para implementar procesos matemáticos específicos del contenido (modelización, generalización, planteamiento y resolución de problemas, prueba, representación, ...) y procesos metacognitivos (reflexión sobre los propios procesos de pensamiento matemático).
	Conocimientos previos – Tener en cuenta los conocimientos previos que tienen los estudiantes para abordar el estudio del contenido pretendido.
	Diferencias individuales – Apoyar el aprendizaje de los estudiantes teniendo en cuenta sus diferencias individuales en los conocimientos previos, estilos de aprendizaje y niveles de comprensión y competencia.
	Evaluación de los aprendizajes – Comprobar regularmente el progreso de los aprendizajes para tomar decisiones instruccionales de mejora (evaluación formativa).

Figura 4.2: Criterios de Idoneidad para la faceta cognitiva y sus componentes. Modificado de Godino et al., 2023

Criterio general de la faceta afectiva	Criterios específicos según componentes
El proceso de instrucción debería lograr el mayor grado posible de implicación del alumnado (interés, motivación, autoestima) y tener en cuenta sus creencias sobre las matemáticas y su aprendizaje.	Emociones – Planificar situaciones para la identificación y discusión de las emociones a fin de evitar el rechazo, la fobia o miedo a las matemáticas. – Resaltar las cualidades de estética y precisión de las matemáticas.
	Actitudes – Promover que el estudiante asuma su responsabilidad en el aprendizaje, esforzándose en la realización de las tareas con perseverancia, tanto las que requieren indagación personal como de recepción y retención de conocimientos. – Favorecer la argumentación en situaciones de igualdad; el argumento se valora en sí mismo y no por quién lo dice.
	Creencias – Identificar las creencias de los estudiantes sobre las matemáticas y su enseñanza que puedan condicionar los aprendizajes y tenerlas en cuenta en el proceso instruccional.
	Valores-identidad – Promover la autoestima para que los estudiantes se sientan capaces de aportar conjeturas y soluciones a los problemas planteados, apoyándose en argumentos matemáticos para convencer a los demás de la validez de sus afirmaciones, construyendo de este modo una identidad matemática positiva.
	Intereses y necesidades – Proponer tareas que se sean de interés para los alumnos y que estén a su alcance. – Proponer situaciones que permitan valorar la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y profesional.

Figura 4.3: Criterios de Idoneidad para la faceta afectiva y sus componentes de acuerdo a Godino et al., 2023

Criterio general de la faceta interaccional	Criterios específicos según componentes
Los patrones de interacción deberían permitir identificar los conflictos semióticos potenciales, poner los medios adecuados para su resolución, favorecer la autonomía progresiva en el aprendizaje y el desarrollo	Interacciones docente-discente – Adaptar los modos de interacción teniendo en cuenta los momentos del proceso de estudio, aplicando un formato dialógico-colaborativo en los momentos de primer encuentro con el contenido y atribuyendo autonomía al estudiante en los momentos de ejercitación y aplicación. – Hacer una presentación adecuada del tema (presentación clara y bien organizada, no hablar demasiado rápido, enfatizar los conceptos clave del tema, etc.) – Reconocer y resolver los conflictos de los alumnos (se hacen preguntas y respuestas adecuadas, etc.)

de competencias comunicativas en los estudiantes.	– Buscar llegar a consensos con base al mejor argumento. – Usar diversos recursos retóricos y argumentativos para implicar y captar la atención de los estudiantes. – Facilitar la inclusión de los alumnos en la dinámica de la clase. – Potenciar la participación y el compromiso activo de todos los estudiantes.
	Interacciones entre estudiantes
	– Favorecer el diálogo y comunicación entre los estudiantes. – Favorecer la inclusión en el grupo y evitar la exclusión.
	Autonomía
	– Contemplar momentos en los que los estudiantes asumen la responsabilidad del estudio (plantan cuestiones y presentan soluciones; exploran ejemplos y contraejemplos para investigar y conjeturar; usan una variedad de herramientas para razonar, hacer conexiones, resolver problemas y comunicarlos)
	Evaluación formativa
	– Observar de manera sistemática el progreso cognitivo de los alumnos y usar la información obtenida para tomar decisiones sobre el desarrollo de la instrucción.

Figura 4.4: Criterios de Idoneidad para la faceta interaccional y sus componentes. Modificado de Godino et al., 2023

Criterio general de la faceta mediacional	Criterios específicos según componentes
Se debería disponer de los recursos adecuados para el desarrollo óptimo del proceso de enseñanza y aprendizaje.	Recursos materiales (Concretos, virtuales y simbólicos)
	– Distinguir los objetos matemáticos (regulativos, no ostensivos) de sus respectivas representaciones concretas, visuales o simbólicas en las prácticas matemáticas y didácticas. – Articular el uso de configuraciones de objetos y procesos basadas en representaciones alfanuméricas con las basadas en representaciones concretas para potenciar progresivamente los procesos de generalización, cálculo y demostración matemática.
	Apoyos al estudio (libros de texto, cuadernos de ejercicios, videos educativos, ...)
	– Hacer un uso crítico y reflexivo de materiales curriculares (libros de texto o cuadernos de actividades en formato físico o virtual, etc.) o vídeos educativos, decidiendo cuándo y cómo usarlos como apoyo al proceso de estudio.
	Número de estudiantes, horario y condiciones del aula
	– Optimizar el número de estudiantes para dar una atención personalizada. – Adecuar el aula y la distribución de los estudiantes para facilitar las interacciones. – Procurar un horario de sesiones de clase que favorezca la atención y compromiso de los estudiantes.
	Tiempo (De enseñanza colectiva/ tutorización; tiempo de aprendizaje)
	– Asignar un tiempo (presencial y no presencial) adecuado para la enseñanza pretendida. – Asignar un tiempo adecuado a los contenidos más importantes del tema y a los que presentan más dificultad de comprensión.

Figura 4.5: Criterios de Idoneidad para la faceta mediacional y sus componentes. Modificado de Godino et al., 2023

Criterio general de la faceta ecológica	Criterios específicos según componentes
El proceso de instrucción debería estar en	Conexiones intra e interdisciplinarias – Relacionar los contenidos con otros contenidos intra e interdisciplinarios.
	Currículo
concordancia con el proyecto educativo del centro y la sociedad, teniendo en cuenta los condicionamientos del entorno en que se desarrolla y las innovaciones basadas en la investigación educativa.	– Proponer el estudio progresivo y articulado de los diversos significados parciales de los contenidos matemáticos en los distintos niveles educativos, graduando la generalidad y formalización con los que se aborda el estudio de dichos significados.
	Apertura hacia innovación didáctica – Introducir innovaciones que estén basadas en la investigación y buenas prácticas reconocidas. – Integrar el uso de las nuevas tecnologías (calculadoras, ordenadores, TIC, etc.) en el proyecto educativo.
	Adaptación socio-profesional y cultural – Procurar que el proceso educativo-instruccional en su conjunto contribuye a la formación socio profesional de los estudiantes.
	Educación en valores cívicos – Incluir en el diseño e implementación del proceso educativo-instruccional la formación de los estudiantes en valores democráticos y el pensamiento crítico.
	Entorno familiar – Estimular y apoyar, en la medida de lo posible, el aprendizaje del estudiante fuera de la escuela y su desarrollo como persona.

Figura 4.6: Criterios de Idoneidad para la faceta ecológica y sus componentes. Modificado de Godino et al., 2023