

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

POSGRADO



MAESTRÍA EN ESTADÍSTICA APLICADA

“Análisis Multivariante de la efectividad de la enseñanza virtual en el aprendizaje universitario en una institución de educación superior del Ecuador”

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Magíster en Estadística Aplicada

Autor: Roberto William Cascante Yarlequé

Tutor: MsC. Livino Manuel Armijos Toro

Tulcán, 2025

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el maestrante Cascante Yarlequé Roberto William con el número de cédula 0916502297 ha elaborado el trabajo de titulación: “Análisis Multivariante de la efectividad de la enseñanza virtual en el aprendizaje universitario en una institución de educación superior del Ecuador”. Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuestas en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi con RESOLUCIÓN No. 171-CSUP-2023, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.


f.....
MsC. Livino Manuel Armijos Toro
TUTOR

Tulcán, julio de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magister en Estadística Aplicada.

Yo, Cascante Yarlequé Roberto William con cédula de identidad número 0916502297 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



f.....

Roberto William Cascante Yarlequé

AUTOR

Tulcán, julio de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Cascante Yarlequé Roberto William declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Análisis Multivariante de la efectividad de la enseñanza virtual en el aprendizaje universitario en una institución de educación superior del Ecuador” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



f.....

Roberto William Cascante Yarlequé

AUTOR

Tulcán, julio de 2025

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis docentes de la Maestría en Estadística Aplicada, cuyo conocimiento, dedicación y apoyo han sido fundamentales para mi formación académica y profesional. Sus enseñanzas han sido una fuente invaluable de inspiración y crecimiento durante este proceso.

De manera especial, deseo agradecer al Máster Livino Armijos, mi tutor, por su guía experta, paciencia y compromiso durante la ejecución y finalización de este trabajo. Su orientación ha sido clave para superar los desafíos y alcanzar los objetivos planteados en esta investigación.

Asimismo, extiendo mi gratitud a la Máster Gabriela Revelo, coordinadora de la maestría, por su constante apoyo, disposición y liderazgo, que han contribuido significativamente a mi desarrollo académico y al éxito de este proyecto.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de una u otra manera, han formado parte de este camino, brindándome su apoyo y motivación para culminar esta etapa con éxito. Este logro es también el resultado de su invaluable contribución.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, quienes han sido mi mayor fuente de motivación y apoyo durante todo este proceso.

A mi esposa, María Fernanda Contreras, por estar siempre a mi lado, brindándome su amor, comprensión y ese impulso invaluable en cada desafío que he emprendido. Sin tu apoyo incondicional, este logro no habría sido posible.

A mis hijas, Violeta y Paula, por ser mi inspiración diaria y recordarme la importancia de seguir adelante para ser un ejemplo de perseverancia y dedicación para ustedes.

Y a mi hijo, Noah, el último integrante de nuestra familia, cuya llegada nos ha llenado de bendiciones y alegría, recordándome que cada esfuerzo tiene su recompensa.

Este logro es para ustedes, porque son mi razón para seguir creciendo y superándome cada día.

Con todo mi amor y gratitud.

ÍNDICE

RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Preguntas de investigación o hipótesis	4
1.3. Objetivos de investigación.....	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. Justificación	5
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.1. Antecedentes de investigación	8
2.2. Marco teórico	11
2.2.1. Teoría del Aprendizaje Significativo	11
2.2.2. Comunidad de Investigación.....	12
2.2.3 Teoría de la Autodeterminación	13
2.2.4 Integración de TIC y Web 2.0 en la educación	14
2.2.5. Modelo FODA para la Enseñanza Virtual durante la Pandemia.....	15
2.2.6. Métodos Biplot.....	16
2.2.7. HJ-Biplot.....	17
2.2.7. Biplot Canónico	18
2.3. Marco legal.....	25
CAPÍTULO III.....	27
METODOLOGÍA	27

3.1. Descripción del área de estudio/grupo de estudio	27
3.2. Enfoque y tipo de investigación	28
3.1.1. Enfoque	28
3.1.2. Tipo de Investigación	28
3.3. Definición y operacionalización de variables	29
3.3.1 Definición de variables	29
3.3.2 Operacionalización de variables	31
3.4. Procedimientos	33
3.4.1 Población y muestra	33
3.4.2 Métodos	34
3.5. Consideraciones bioéticas	37
CAPÍTULO IV	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
Conclusiones	60
Recomendaciones	63
REFERENCIAS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de ventajas y desventajas entre la enseñanza virtual y presencial	2
Tabla 2. Operacionalización de variables	31
Tabla 3. Tamaños de poblaciones y muestras de estudiantes de la carrera de Economía de las modalidades presencial y en línea de la UNEMI	34
Tabla 4. Estadísticas de fiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach.....	38
Tabla 5. Estadísticas de total de elemento	39
Tabla 6. Estadísticas ANOVA preliminares.....	41
Tabla 7. Componentes resultantes del Análisis de Componentes Principales.....	42
Tabla 8. Valores propios del Análisis de Componentes Principales	44
Tabla 9. Porcentajes de variabilidad explicada con el Biplot Canónico.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo conceptual de la efectividad de la enseñanza virtual.....	2
Figura 2. Biplot Canónico con Círculos de Confianza y Grupos Diferenciados.....	21
Figura 3. Software MultBiplot	22
Figura 4. Formatos de datos aceptados por el Software MultBiplot	23
Figura 5. Configuración de la variable categórica en el Biplot Canónico.....	24
Figura 6. Gráfico de Sedimentación del Análisis de Componentes Principales	45
Figura 7. Carga de datos en el software MultBiplot.....	46
Figura 8. Selección de la técnica HJ-Biplot en el software MultBiplot.....	46
Figura 9. Resultado de la técnica HJ-Biplot.....	47
Figura 10. Dimensiones obtenidas con la técnica HJ-Biplot.....	48
Figura 11. Análisis de Clúster con la técnica HJ-Biplot	49
Figura 12. Selección del Biplot Canónico de una vía	50
Figura 13. Configuración del Biplot Canónico de una vía.....	51
Figura 14. Resultado del Biplot Canónico	52
Figura 15. Proyección de los centroides de cada grupo sobre la dimensión de Evaluación de Enseñanza	54
Figura 16. Proyección de los centroides de cada grupo sobre la dimensión de Interacción y Participación	55
Figura 17. Proyección de los centroides de cada grupo sobre la dimensión de Presencia social, cognitiva y de enseñanza y Desarrollo de habilidades	57
Figura 18. Proyección de los centroides de cada grupo sobre la dimensión de Satisfacción estudiantil	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Informe sobre el Abstract del trabajo de titulación.....	69
Anexo B Cuestionarios.....	71
Anexo C Matriz de validación de expertos.....	77

RESUMEN

La presente investigación evalúa la efectividad de la enseñanza virtual en comparación con la modalidad presencial en la carrera de Economía de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), analizando la evaluación de la enseñanza, interacción y participación, la satisfacción estudiantil, el desarrollo de habilidades y la presencia social, cognitiva y de enseñanza. El estudio es de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y correlacional. Se aplicó un cuestionario de 20 preguntas a 719 estudiantes (341 modalidad presencial y 378 modalidad en línea), utilizando escalas de Likert para medir las cinco dimensiones. Mediante análisis estadísticos como el Alfa de Cronbach, ANOVA, Análisis de Componentes Principales (PCA), HJ-Biplot y Biplot Canónico, se identificaron diferencias significativas entre las modalidades. Los estudiantes presenciales mostraron mayor satisfacción en interacción y evaluación de la enseñanza, mientras que los de la modalidad en línea destacaron en desarrollo de habilidades y presencia social. Como conclusión se evidencia que ambas modalidades poseen fortalezas complementarias: la enseñanza presencial favorece la interacción directa y la evaluación docente, mientras que la virtual promueve habilidades autónomas y flexibilidad. Se recomienda un modelo híbrido que integre lo mejor de ambos enfoques para optimizar el aprendizaje universitario.

Palabras clave: Modalidades de enseñanza, Biplot Canónico, MANOVA Biplot, Diferencias académicas, Experiencias educativas.

ABSTRACT

The present research evaluates the effectiveness of virtual teaching compared to the in-person modality in the Economics program at the State University of Milagro (UNEMI), analyzing the evaluation of teaching, interaction and participation, student satisfaction, skill development, and social, cognitive, and teaching presence. The study has a quantitative approach, descriptive and correlational in nature. A 20-question questionnaire was administered to 719 students (341 in-person and 378 online), using Likert scales to measure the five dimensions. Through statistical analyses such as Cronbach's Alpha, ANOVA, Principal Component Analysis (PCA), HJ-Biplot, and Canonical Biplot, significant differences between the modalities were identified. In-person students showed greater satisfaction in interaction and evaluation of teaching, while online students excelled in skill development and social presence. In conclusion, it is evident that both modalities have complementary strengths: face-to-face teaching favors direct interaction and teacher evaluation, while the virtual mode promotes autonomous skills and flexibility. A hybrid model that integrates the best of both approaches is recommended to optimize university learning.

Keywords: Teaching modalities, Canonical Biplot, MANOVA Biplot, Academic differences, Educational experiences.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La educación superior a nivel global ha experimentado una transformación sin precedentes en las últimas décadas, impulsada por la rápida adopción de tecnologías digitales y la necesidad de adaptarse a contextos cambiantes, como la pandemia de COVID-19 (Allen y Seaman, 2017; Siemens *et al.*, 2015). Este fenómeno no es ajeno a América Latina, donde la enseñanza virtual ha ganado terreno como alternativa educativa, aunque enfrenta desafíos particulares relacionados con la inequidad en el acceso a recursos tecnológicos y la capacitación docente (Ramírez-Hurtado *et al.*, 2021). En Ecuador, esta transformación se ha manifestado en la implementación acelerada de la enseñanza virtual en las instituciones universitarias, como una respuesta estratégica para garantizar la continuidad académica en medio de circunstancias excepcionales. Sin embargo, este cambio drástico en el modelo educativo ha generado interrogantes cruciales sobre su efectividad en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, especialmente en comparación con la enseñanza presencial tradicional (Bozkurt *et al.*, 2015; Kim y Bonk, 2006).

La enseñanza virtual ofrece ventajas significativas, como la flexibilidad en el acceso a los contenidos, la posibilidad de llegar a un mayor número de estudiantes y la adaptación a diferentes estilos de aprendizaje (Castellanos-Reyes, 2020). No obstante, también presenta desafíos inherentes, como la reducción del contacto cara a cara, la dependencia de recursos tecnológicos y la necesidad de competencias digitales tanto por parte de los estudiantes como de los docentes (Richardson y Swan, 2003; Hrastinski, 2008).

Para comprender mejor las diferencias entre la enseñanza virtual y la presencial, es útil analizar sus características clave. La Tabla 1 resume las principales ventajas y desventajas de ambos enfoques, basándose en estudios recientes sobre educación en línea y presencial (Means *et al.*, 2010; Bernard *et al.*, 2009):

Tabla 1.

Comparación de ventajas y desventajas entre la enseñanza virtual y presencial

Aspecto	Enseñanza Virtual	Enseñanza Presencial
Flexibilidad	Alta (acceso desde cualquier lugar y horario)	Baja (horarios y ubicación fijos)
Interacción social	Limitada (depende de herramientas digitales)	Alta (contacto cara a cara)
Recursos tecnológicos	Requiere acceso a dispositivos y conexión	No es un requisito esencial
Desarrollo de habilidades	Fomenta la autonomía y competencias digitales	Promueve habilidades sociales y colaborativas

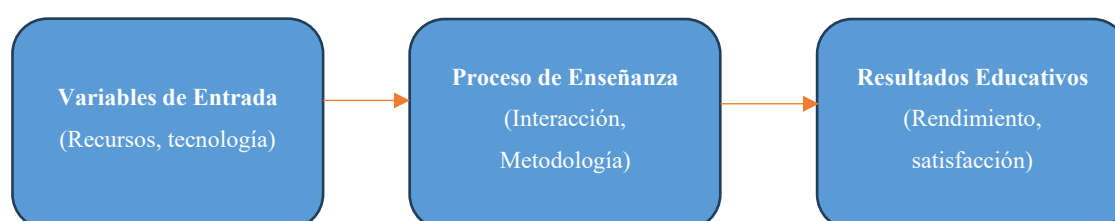
Fuente: Adaptado de Means *et al.* (2010) y Bernard *et al.* (2009).

Esta comparación destaca que la enseñanza virtual ofrece una mayor flexibilidad y fomenta el desarrollo de competencias digitales, aspectos cruciales en un mundo cada vez más conectado. Sin embargo, la interacción social y la colaboración presencial, elementos fundamentales en la formación universitaria, pueden verse limitados en entornos virtuales. Además, la dependencia de recursos tecnológicos puede excluir a estudiantes que no cuenten con acceso a dispositivos o conexión a internet de calidad, lo que plantea desafíos de equidad en el acceso a la educación (Ramírez-Hurtado *et al.*, 2021).

El modelo conceptual presentado en la Figura 1 describe el proceso de efectividad de la enseñanza virtual a través de tres componentes interrelacionados: *Variables de Entrada*, *Proceso de Enseñanza* y *Resultados Educativos*. Este modelo se basa en enfoques teóricos que analizan cómo los recursos, las metodologías y las interacciones influyen en los resultados del aprendizaje en entornos virtuales (Garrison *et al.*, 2000; Means *et al.*, 2010).

Figura 1.

Modelo conceptual de la efectividad de la enseñanza virtual.



En primer lugar, las ***Variables de Entrada*** representan los recursos y herramientas tecnológicas disponibles para implementar la enseñanza virtual. Estos incluyen plataformas digitales, materiales educativos, acceso a internet y dispositivos electrónicos, que son fundamentales para garantizar la viabilidad del modelo. La calidad y disponibilidad de estos recursos determinan en gran medida la capacidad de las instituciones para ofrecer una experiencia educativa efectiva (Bernard *et al.*, 2009). Sin embargo, la falta de acceso equitativo a estos recursos puede generar brechas en el aprendizaje, especialmente en contextos con limitaciones tecnológicas, como es el caso de algunas regiones de Ecuador (Ramírez-Hurtado *et al.*, 2021).

En segundo lugar, el ***Proceso de Enseñanza*** se refiere a las metodologías y estrategias utilizadas para facilitar el aprendizaje en entornos virtuales. Este componente incluye la interacción entre docentes y estudiantes, el diseño de actividades pedagógicas y el uso de herramientas digitales para fomentar la participación y el compromiso de los estudiantes (Swan *et al.*, 2009). La efectividad de este proceso depende de la capacidad de los docentes para adaptar sus métodos de enseñanza a un entorno digital, así como de la disposición de los estudiantes para participar activamente en su propio aprendizaje (Liaw y Huang, 2015). Finalmente, los ***Resultados Educativos*** reflejan los logros académicos, la satisfacción estudiantil y el desarrollo de habilidades clave, que son los indicadores principales de la efectividad de la enseñanza virtual (Graham, 2006; Dziuban *et al.*, 2018). Este modelo proporciona un marco conceptual útil para analizar y mejorar la implementación de la enseñanza virtual en la educación superior.

En el contexto ecuatoriano, la transición hacia la enseñanza virtual ha sido particularmente relevante debido a las limitaciones estructurales y tecnológicas que enfrentan muchas instituciones educativas. Aunque la pandemia aceleró la adopción de plataformas digitales, también evidenció brechas significativas en términos de acceso a internet, disponibilidad de dispositivos electrónicos y capacitación docente en el uso de herramientas tecnológicas (Ramírez-Hurtado *et al.*, 2021). Estas limitaciones plantean preguntas fundamentales sobre la equidad y la calidad de la educación virtual en el país, especialmente en carreras que requieren un alto nivel de interacción y aplicación práctica, como es el caso de la carrera de Economía.

La Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) se ha posicionado como un referente en la implementación de la educación virtual en Ecuador, lo que la convierte en un caso de estudio ideal para evaluar la efectividad de este modelo educativo. En particular, la carrera de Economía ofrece un escenario propicio para este análisis, ya que combina aspectos teóricos y prácticos

que requieren una interacción constante entre estudiantes y docentes, así como el desarrollo de habilidades analíticas y críticas (Chawinga, 2017; Picciano, 2017).

En este sentido, es esencial comprender cómo se están abordando estos desafíos en instituciones como la UNEMI y qué estrategias están siendo implementadas para garantizar que los estudiantes alcancen los mismos niveles de logro académico que en la enseñanza presencial (Perna *et al.*, 2014; Zhu *et al.*, 2005).

Por otro lado, el rendimiento académico se refiere al nivel de logro alcanzado por los estudiantes en su proceso de aprendizaje, medido a través de indicadores cuantitativos y cualitativos como calificaciones, aprobación de asignaturas, adquisición de competencias y cumplimiento de objetivos educativos (York *et al.*, 2015). Por lo tanto, evaluar el rendimiento académico en este contexto requiere considerar no solo los resultados finales, sino también los procesos y condiciones que facilitan o dificultan el logro de los objetivos educativos.

Este estudio tiene como objetivo abordar estas cuestiones mediante un análisis riguroso y basado en evidencia, empleando métodos estadísticos avanzados de *Análisis Multivariante*. Su propósito principal es evaluar la efectividad de la enseñanza virtual en comparación con la modalidad presencial en la carrera de Economía de la UNEMI. Para ello, se considerarán aspectos clave como el rendimiento académico, la satisfacción estudiantil y el desarrollo de habilidades esenciales para el aprendizaje, fundamentados en estudios previos (Graham, 2006; Dziuban *et al.*, 2018).

En este contexto: ¿Cómo difiere la efectividad de la enseñanza virtual frente a la presencial en la carrera de Economía de la UNEMI, en términos de rendimiento académico, satisfacción estudiantil y desarrollo de habilidades, según el análisis multivariante de las percepciones de los estudiantes?

1.2. Preguntas de investigación o hipótesis

1. ¿Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico entre los estudiantes que participan en cursos de enseñanza virtual y aquellos que asisten a clases presenciales en la carrera de Economía de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)?

2. ¿Cuál es el grado de satisfacción de los estudiantes universitarios con la experiencia de aprendizaje en cursos virtuales y cómo se compara con la satisfacción experimentada en cursos presenciales en el contexto educativo de la UNEMI?
3. ¿Qué habilidades específicas son más propensas a desarrollarse o fortalecerse en los estudiantes que participan en la enseñanza virtual en comparación con aquellos que optan por la enseñanza presencial, y cómo se relacionan estas habilidades con las necesidades y demandas del aprendizaje universitario en la carrera de Economía en UNEMI?

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo General

Evaluar, mediante técnicas de Análisis Multivariante, la efectividad de la enseñanza virtual en el proceso de aprendizaje en comparación con la enseñanza presencial en la carrera de Economía de la Universidad Estatal de Milagro, analizando su impacto en el rendimiento académico, la satisfacción estudiantil y el desarrollo de competencias, con el fin de comprender las dinámicas y factores asociados a este modelo educativo.

1.3.2. Objetivos Específicos

Analizar el rendimiento académico de los estudiantes en entornos virtuales y presenciales.

Determinar el nivel de satisfacción de los estudiantes con la enseñanza virtual en comparación con la enseñanza presencial.

Comparar las habilidades desarrolladas o fortalecidas en entornos virtuales y su relevancia para el aprendizaje universitario.

1.4. Justificación

La enseñanza virtual se ha consolidado como una parte integral del proceso educativo en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) y en muchas otras instituciones de educación superior a nivel global. Sin embargo, persisten interrogantes sobre cómo se comparan los resultados

académicos y la experiencia de los estudiantes en entornos virtuales frente a la enseñanza presencial tradicional (Bozkurt *et al.*, 2015; Kim y Bonk, 2006). Esta investigación busca abordar esta brecha de conocimiento al proporcionar evidencia empírica sobre la efectividad de la enseñanza virtual en la carrera de Economía de la UNEMI, utilizando métodos estadísticos avanzados del Análisis multivariante.

Los resultados de este estudio serán fundamentales para comprender las implicaciones de la enseñanza virtual en el contexto universitario ecuatoriano, alineándose con el Plan Nacional de Desarrollo "*Toda una Vida*" (2017-2021) en su eje de "*Educación y Conocimiento*", que promueve la innovación educativa y tecnológica (SENPLADES, 2017). Asimismo, contribuye directamente al ODS 4: "*Educación de calidad*" (UNESCO, 2015), al generar insumos para políticas educativas inclusivas y equitativas en la era digital.

La relevancia de este estudio radica en su potencial para informar la toma de decisiones en políticas educativas y el diseño de estrategias efectivas en el ámbito universitario. Al evaluar la efectividad de la enseñanza virtual, se podrán identificar las fortalezas y debilidades de ambos enfoques educativos, lo que permitirá mejorar el diseño de programas de enseñanza y adaptarlos a las necesidades específicas de los estudiantes de Economía (Bernard *et al.*, 2009; Oblinger y Hawkins, 2006). Además, este análisis contribuirá a la optimización de los recursos institucionales, asegurando que las inversiones en tecnología y capacitación docente se traduzcan en una mejora tangible de la calidad educativa.

Otro aspecto crucial de esta investigación es su enfoque en la satisfacción estudiantil, un indicador clave para garantizar una experiencia educativa positiva y enriquecedora (Means *et al.*, 2010). Comprender cómo los estudiantes perciben la enseñanza virtual en comparación con la presencial permitirá identificar áreas de mejora en términos de interacción, apoyo docente y acceso a recursos de aprendizaje. Estos hallazgos no solo beneficiarán a la UNEMI, sino que también servirán como referencia para otras instituciones que buscan implementar o mejorar sus programas de enseñanza virtual en Ecuador.

Asimismo, este estudio busca identificar las habilidades clave que los estudiantes desarrollan o fortalecen en entornos virtuales, y su relevancia para el aprendizaje universitario y la inserción laboral (Chawinga, 2017; Picciano, 2017). En un mundo laboral cada vez más digitalizado, las competencias tecnológicas, la autonomía y la capacidad de aprendizaje autodirigido son

esenciales para el éxito profesional. Los resultados de esta investigación proporcionarán insumos valiosos para diseñar planes de estudio que fortalezcan estas habilidades, preparando a los estudiantes de Economía de la UNEMI para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

Al abordar estas cuestiones mediante enfoques metodológicos rigurosos y análisis estadísticos adecuados, esta investigación contribuirá significativamente al cuerpo de conocimiento sobre la enseñanza virtual en el contexto de la educación superior. Los resultados no solo serán valiosos para la comunidad académica, sino que también proporcionarán una base sólida para la mejora continua de los programas educativos en la UNEMI y en otras instituciones de educación superior en Ecuador. Con ello, se espera promover una educación de calidad, inclusiva y adaptada a las demandas del mundo actual, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (UNESCO, 2015).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes de investigación

La enseñanza virtual ha sido objeto de numerosas investigaciones en los últimos años, especialmente a raíz de la pandemia de COVID-19, que aceleró su adopción en instituciones educativas a nivel global. Estos estudios han explorado diversos aspectos de la educación en línea, desde su efectividad en términos de rendimiento académico hasta su impacto en la satisfacción estudiantil y el desarrollo de habilidades. Además, se ha destacado el papel de las **Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)** y las herramientas de la **Web 2.0** en la transformación de los procesos educativos. A continuación, se presentan los antecedentes más relevantes para este trabajo, centrados en investigaciones publicadas en los últimos cinco años.

Un estudio reciente realizado por Dhawan (2020) analizó la transición abrupta a la enseñanza virtual durante la pandemia y sus implicaciones en el rendimiento académico de los estudiantes. Los resultados mostraron que, aunque la enseñanza virtual permitió la continuidad educativa, también evidenció brechas significativas en términos de acceso a tecnología y competencias digitales. Este hallazgo es particularmente relevante para el contexto ecuatoriano, donde la desigualdad en el acceso a recursos tecnológicos puede afectar la efectividad de la enseñanza virtual (Dhawan, 2020).

Por su parte, Hodges *et al.* (2020) distinguieron entre la enseñanza virtual planificada y la enseñanza de emergencia, destacando que la calidad de la educación en línea depende en gran medida de la preparación institucional y la capacitación docente. Este estudio subraya la importancia de diseñar estrategias pedagógicas específicas para entornos virtuales, en lugar de simplemente trasladar métodos presenciales a plataformas digitales. Estas conclusiones son fundamentales para comprender los desafíos que enfrenta la UNEMI en la implementación de su modelo de enseñanza virtual (Hodges *et al.*, 2020).

En cuanto a la comparación entre ambas modalidades, Means *et al.* (2020) realizaron un meta-análisis que incluyó más de 50 estudios publicados entre 2015 y 2020. Los resultados indicaron

que, en general, la enseñanza virtual puede ser tan efectiva como la presencial, siempre que se cuente con recursos adecuados y estrategias pedagógicas bien diseñadas. Sin embargo, el estudio también señaló que la falta de interacción social y el aislamiento pueden afectar negativamente la motivación y el compromiso de los estudiantes en entornos virtuales (Means *et al.*, 2020).

Otro estudio relevante es el de Bączek *et al.* (2021), que comparó la satisfacción estudiantil entre cursos virtuales y presenciales en una universidad polaca. Los resultados mostraron que, aunque los estudiantes valoraban la flexibilidad de la enseñanza virtual, muchos expresaron preferencia por la interacción cara a cara y el apoyo directo de los docentes. Este hallazgo resalta la necesidad de equilibrar las ventajas de la virtualidad con estrategias que fomenten la conexión humana y el apoyo emocional (Bączek *et al.*, 2021).

En relación con el desarrollo de habilidades, Rapanta *et al.* (2020) investigaron cómo la enseñanza virtual puede fomentar competencias clave como la autonomía, la autorregulación y el pensamiento crítico. Los autores encontraron que, aunque los entornos virtuales ofrecen oportunidades para el desarrollo de estas habilidades, su efectividad depende en gran medida del diseño de las actividades de aprendizaje y la retroalimentación proporcionada por los docentes. Este estudio es particularmente relevante para la carrera de Economía, donde el pensamiento crítico y la resolución de problemas son habilidades esenciales (Rapanta *et al.*, 2020).

Además, Bond *et al.* (2020) realizaron una revisión sistemática de estudios sobre el desarrollo de habilidades digitales en la educación superior. Los resultados mostraron que los estudiantes que participan en cursos virtuales tienden a desarrollar competencias tecnológicas más avanzadas, lo que les permite adaptarse mejor a las demandas del mercado laboral actual. Sin embargo, el estudio también señaló que estas habilidades no siempre se traducen en un mejor rendimiento académico, lo que sugiere la necesidad de integrar el desarrollo de competencias digitales con objetivos pedagógicos específicos (Bond *et al.*, 2020).

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han revolucionado la educación superior, facilitando el acceso a recursos digitales y promoviendo nuevas formas de interacción y colaboración. En este sentido, García-Peñalvo *et al.* (2021) destacaron que las TIC no solo son herramientas de apoyo, sino que también han transformado los procesos de enseñanza y

aprendizaje, especialmente en entornos virtuales. Los autores subrayaron la importancia de integrar las TIC en el diseño curricular para fomentar un aprendizaje más interactivo y significativo (García-Peñalvo *et al.*, 2021).

Por otro lado, la Web 2.0 ha desempeñado un papel crucial en la evolución de la enseñanza virtual, al permitir la creación de entornos colaborativos y participativos. Ramos y García-Peñalvo (2013) analizaron cómo las herramientas de la Web 2.0, como blogs, wikis y redes sociales, pueden enriquecer el aprendizaje en línea al fomentar la participación activa de los estudiantes y la construcción colectiva de conocimiento. Este enfoque es especialmente relevante en la enseñanza virtual, donde la interacción y la colaboración son clave para el éxito del aprendizaje (Ramos y García-Peñalvo, 2013).

Además, Fainholc (2018) exploró cómo las TIC y la Web 2.0 pueden contribuir a la innovación educativa en la educación superior. El autor destacó que estas tecnologías no solo facilitan el acceso a información, sino que también promueven el desarrollo de habilidades digitales y la creación de comunidades de aprendizaje en línea. Este estudio resalta la importancia de capacitar a los docentes en el uso de estas herramientas para maximizar su potencial en la enseñanza virtual (Fainholc, 2018).

En el contexto latinoamericano, Ramírez-Hurtado *et al.* (2021) analizaron la calidad de la enseñanza virtual durante la pandemia en instituciones universitarias de España y América Latina. Los resultados mostraron que, aunque las universidades hicieron esfuerzos significativos para adaptarse a la virtualidad, persisten desafíos relacionados con la falta de infraestructura tecnológica y la capacitación docente. Este estudio es especialmente relevante para Ecuador, donde muchas instituciones enfrentan limitaciones similares (Ramírez-Hurtado *et al.*, 2021).

García-Peñalvo *et al.* (2021) exploraron el impacto de la enseñanza virtual en la educación superior en América Latina, destacando la importancia de políticas públicas que promuevan el acceso equitativo a la tecnología y la formación docente. Los autores concluyeron que, aunque la enseñanza virtual tiene un gran potencial para transformar la educación superior, su éxito depende de un enfoque integral que aborde tanto los aspectos técnicos como los pedagógicos (García-Peñalvo *et al.*, 2021).

2.2. Marco teórico

El marco teórico de esta investigación se sustenta en teorías y modelos que abordan el aprendizaje en entornos virtuales, la integración de tecnologías en la educación y la satisfacción estudiantil. Estas teorías proporcionan una base conceptual para comprender cómo la enseñanza virtual influye en el rendimiento académico, el desarrollo de habilidades y la experiencia educativa de los estudiantes. A continuación, se presentan los principales enfoques teóricos que guían este estudio.

2.2.1. Teoría del Aprendizaje Significativo

El modelo del Aprendizaje Significativo, propuesto por Ausubel (1963), se erige como una teoría clave en el contexto de la enseñanza virtual. Según esta perspectiva, el aprendizaje se produce cuando los estudiantes conectan activamente la nueva información con sus conocimientos previos, lo que resulta en un aprendizaje significativo y duradero (Ausubel, 1963). En entornos virtuales, es esencial diseñar actividades que promuevan esta conexión significativa para que los estudiantes puedan construir nuevos conocimientos sobre una base sólida de conocimientos previos.

Dentro del ámbito de la economía en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), la teoría del Aprendizaje Significativo adquiere una relevancia especial, pues proporciona una brújula poderosa para orientar el diseño instruccional y la facilitación de la enseñanza virtual. Así, se promueve que los docentes en la UNEMI consideren estrategias que permitan a los estudiantes relacionar lo nuevo con lo conocido, optimizando así el proceso de adquisición de conocimientos y sentando las bases para la aplicación práctica en situaciones del mundo real.

La teoría de Ausubel también destaca la importancia del aprendizaje colaborativo en línea. En un entorno virtual, donde la interacción cara a cara puede ser limitada, se hace crucial diseñar oportunidades para que los estudiantes colaboren y discutan conceptos de manera significativa (Ausubel, 1963). Esto puede lograrse mediante foros de discusión, proyectos grupales y actividades de resolución de problemas que involucren la construcción colectiva de significado. Además, la teoría sugiere que los estudiantes deben ser alentados a reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje, identificando cómo las nuevas ideas se conectan y amplían su comprensión existente.

El enfoque en el Aprendizaje Significativo en la enseñanza virtual en la UNEMI impulsa la creación de un entorno de aprendizaje en línea que trasciende la simple transmisión de información. Al priorizar la construcción activa de significado, los docentes pueden catalizar el desarrollo intelectual profundo y el pensamiento crítico en sus estudiantes. Esta teoría no solo orienta la práctica pedagógica, sino que también sienta las bases para la evaluación continua y la mejora de la calidad de la enseñanza virtual en el contexto de la economía y más allá.

2.2.2. Comunidad de Investigación

El enfoque de Comunidad de Investigación de Garrison *et al.* (2000) es otra teoría relevante en el ámbito de la enseñanza virtual. Este marco teórico se centra en la importancia de la interacción social, cognitiva y de enseñanza para facilitar el aprendizaje en línea. La presencia social se refiere a la capacidad de los estudiantes de establecer relaciones significativas con sus compañeros y docentes, lo que fomenta un sentido de pertenencia y comunidad en el entorno virtual (Garrison *et al.*, 2000).

La presencia cognitiva se relaciona con la construcción de significado y el pensamiento crítico a través de la colaboración y discusión en línea. Por último, la presencia de enseñanza se refiere a la orientación y guía del docente para facilitar el proceso de aprendizaje (Garrison *et al.*, 2000).

En el contexto de la economía en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), la Comunidad de Investigación proporciona una estructura conceptual para diseñar y facilitar experiencias de aprendizaje en línea que promuevan la construcción activa de conocimiento y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. La presencia social en la plataforma virtual de la UNEMI se convierte en un elemento esencial para crear un ambiente de apoyo y colaboración, donde los estudiantes se sientan conectados con sus compañeros y docentes, fomentando así un mayor compromiso con el aprendizaje y un sentido de comunidad virtual (Garrison *et al.*, 2000).

Asimismo, la presencia cognitiva adquiere un papel protagónico al promover la reflexión y el análisis crítico a través de debates y actividades colaborativas en línea. Los estudiantes en el programa de economía de la UNEMI pueden explorar conceptos complejos y aplicarlos a

situaciones del mundo real, compartiendo sus perspectivas y construyendo juntos conocimiento significativo (Garrison *et al.*, 2000).

La presencia de enseñanza, por su parte, implica que los docentes en la UNEMI desempeñen un papel activo en la facilitación del aprendizaje en línea, brindando retroalimentación oportuna, orientación académica y presentando recursos que estimulen la comprensión profunda de los contenidos (Garrison *et al.*, 2000). Asimismo, los docentes pueden utilizar herramientas tecnológicas para mantener una comunicación efectiva y estar disponibles para aclarar dudas y fomentar el progreso académico de los estudiantes.

En conjunto, la Comunidad de Investigación ofrece una base sólida para el diseño de experiencias de enseñanza virtual en la UNEMI que promuevan la participación activa de los estudiantes, la colaboración significativa y la construcción colectiva del conocimiento, todo ello enriquecido por la guía pedagógica efectiva de los docentes. Al integrar este marco teórico en la práctica educativa en línea, la UNEMI puede enriquecer la experiencia de aprendizaje de sus estudiantes de economía y fomentar un desarrollo intelectual profundo y significativo.

2.2.3 Teoría de la Autodeterminación

La Teoría de la Autodeterminación, propuesta por Deci y Ryan (1985), sostiene que la motivación intrínseca de los estudiantes depende de tres necesidades psicológicas básicas: autonomía, competencia y relación. En el contexto de la enseñanza virtual, esta teoría resalta la importancia de diseñar experiencias de aprendizaje que fomenten la autonomía (por ejemplo, permitiendo a los estudiantes elegir actividades), la competencia (proporcionando retroalimentación constructiva) y la relación (fomentando la interacción social) (Deci y Ryan, 1985).

Estudios recientes han demostrado que la satisfacción estudiantil en entornos virtuales está estrechamente relacionada con el cumplimiento de estas necesidades psicológicas. Por ejemplo, Bond *et al.* (2020) encontraron que los estudiantes que perciben un mayor apoyo docente y oportunidades para interactuar con sus compañeros tienden a reportar niveles más altos de satisfacción y compromiso con el aprendizaje.

2.2.4 Integración de TIC y Web 2.0 en la educación

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y las herramientas de la Web 2.0 han transformado la educación superior, facilitando el acceso a recursos digitales y promoviendo nuevas formas de interacción y colaboración. García-Peñalvo *et al.* (2021) destacan que las TIC no solo son herramientas de apoyo, sino que también han redefinido los procesos de enseñanza y aprendizaje, especialmente en entornos virtuales.

La Web 2.0, caracterizada por su enfoque colaborativo y participativo, ha permitido la creación de entornos de aprendizaje más dinámicos e interactivos. Herramientas como blogs, wikis, redes sociales y plataformas de aprendizaje en línea fomentan la participación activa de los estudiantes y la construcción colectiva de conocimiento (Ramos y García-Peñalvo, 2013). En el contexto de la enseñanza virtual, estas herramientas son esenciales para promover la interacción y el desarrollo de habilidades digitales.

En la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), la integración de tecnologías en la educación superior puede tener un impacto significativo en la calidad de la enseñanza virtual. La implementación de plataformas de aprendizaje en línea, herramientas de comunicación virtual y recursos educativos digitales puede mejorar la accesibilidad y la interacción entre docentes y estudiantes de economía (Ramos y García-Peñalvo, 2013).

Un aspecto clave en la integración de tecnologías es el enfoque pedagógico centrado en el estudiante. Esto implica diseñar actividades y evaluaciones que fomenten la participación de los estudiantes y promuevan el aprendizaje significativo (Ramos y García-Peñalvo, 2013). La utilización adecuada de las TIC puede permitir la personalización del aprendizaje, atendiendo a las necesidades y estilos de aprendizaje individuales de los estudiantes de economía en la UNEMI.

Además, la integración de tecnologías en la educación superior también requiere la capacitación y el apoyo continuo a los docentes. Es fundamental que los profesores adquieran las competencias necesarias para utilizar de manera efectiva las herramientas tecnológicas en su práctica docente (Ramos y García-Peñalvo, 2013). La UNEMI puede proporcionar programas de formación y recursos para que los docentes se sientan cómodos y seguros al integrar las TIC en sus cursos virtuales.

La disponibilidad de recursos educativos digitales es otra ventaja de la integración de tecnologías en la educación superior. Los estudiantes de economía en la UNEMI pueden acceder a materiales didácticos en línea, como libros electrónicos, artículos de revistas y videos educativos, lo que enriquece su experiencia de aprendizaje y fomenta la autonomía en el estudio (Ramos y García-Peñalvo, 2013).

2.2.5. Modelo FODA para la Enseñanza Virtual durante la Pandemia

El modelo FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) ha sido aplicado para analizar las adaptaciones a la enseñanza virtual durante la pandemia de COVID-19 (Longhurst *et al.*, 2020). Este enfoque identifica las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en la implementación de la enseñanza virtual en un contexto de cambio acelerado. Analizar estas dimensiones permite a las instituciones universitarias comprender mejor los desafíos y oportunidades que surgen en la transición a la enseñanza en línea y tomar decisiones informadas para mejorar la calidad del aprendizaje virtual.

En el caso específico de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), el modelo FODA puede proporcionar una visión integral de la enseñanza virtual durante la pandemia de COVID-19 y ayudar a la institución a adaptar y fortalecer su enfoque educativo. Al identificar las fortalezas, como la flexibilidad en el acceso a los contenidos y la posibilidad de alcanzar un mayor número de estudiantes, la UNEMI puede aprovechar estas ventajas para mejorar y ampliar su oferta educativa en línea (Longhurst *et al.*, 2020).

Por otro lado, la identificación de debilidades, como posibles desafíos tecnológicos o la falta de interacción presencial, permite a la UNEMI implementar estrategias para superar estas limitaciones y ofrecer una experiencia de aprendizaje más efectiva y enriquecedora para sus estudiantes de economía (Longhurst *et al.*, 2020).

Además, el modelo FODA ayuda a la UNEMI a identificar oportunidades emergentes en la enseñanza virtual, como el desarrollo de nuevos recursos educativos en línea o la colaboración con otras instituciones para compartir buenas prácticas en la enseñanza virtual (Longhurst *et al.*, 2020). Estas oportunidades pueden ser aprovechadas para fortalecer la calidad del aprendizaje y enriquecer la experiencia educativa de los estudiantes de economía.

El análisis de amenazas potenciales, como la falta de conectividad o el acceso limitado a dispositivos tecnológicos, permite a la UNEMI tomar medidas para mitigar estos riesgos y asegurar que todos sus estudiantes tengan igualdad de oportunidades en el proceso de enseñanza virtual (Longhurst *et al.*, 2020).

2.2.6. Métodos Biplot

El análisis de conjuntos de datos de gran dimensionalidad, que consisten en individuos observados a través de múltiples variables, puede ser abordado mediante técnicas multivariantes. Estas técnicas buscan reducir la complejidad del conjunto de datos proyectándolos en un subespacio óptimo, manteniendo al mismo tiempo los patrones de similitud entre individuos y las relaciones de covariación entre variables. La distinción entre estas técnicas radica en el tipo de variables y métricas empleadas en los subespacios respectivos. Los Biplot, introducidos por Gabriel en 1971, forman parte de estas técnicas, conocidas como Métodos Biplot (Gabriel, 1971). Sin embargo, su adopción no ha sido tan rápida debido a la falta de software específico para su implementación.

Los Biplot son representaciones gráficas en el contexto del análisis de componentes principales, que muestran conjuntamente un conjunto de datos multivariante mediante marcadores para los individuos y las variables. Esto permite capturar visualmente las relaciones entre ellos en un espacio de menor dimensión. Los Biplot no solo describen los datos, sino que también facilitan la construcción de modelos y diagnósticos. Se consideran una herramienta de visualización poderosa, similar al scatterplot en el análisis univariante, ya que suelen representarse en un espacio bidimensional.

Los Biplot clásicos de Gabriel constan de dos fases: primero, se aproxima la matriz original mediante descomposición en valores singulares; luego, se factoriza para obtener un mapa euclidiano en una dimensión reducida, utilizando marcadores para filas y columnas representados por puntos o vectores. La interpretación en los Biplot se basa en las propiedades geométricas del producto escalar entre filas y columnas, lo que facilita la aproximación de los elementos de la matriz original.

Gower y Harding en 1988, Gower en 1992 y Gower y Hand en 1996 proponen un enfoque distinto de los Biplot clásicos, que implica ordenar los individuos, escalar y luego superponer las variables. Esto permite una interpretación gráfica conjunta similar a la de los Biplot tradicionales. Los métodos Biplot más conocidos son denominados GH y JK, los cuales logran una representación óptima tanto para las variables como para los individuos respectivamente.

2.2.7. HJ-Biplot

Galindo en 1986 demostró que, con una selección adecuada de marcadores, es posible representar simultáneamente filas y columnas en el mismo espacio euclidiano con una calidad óptima, lo que se conoce como **HJ-Biplot** (Galindo, 1986). En este tipo de representación, las coordenadas para las columnas son tomadas de los marcadores columna en el Biplot GH, mientras que las coordenadas para las filas son obtenidas de los marcadores fila en el Biplot JK. El HJ-Biplot de Galindo ha sido aplicado en diversos campos como la salud, sostenibilidad, bibliometría, enología, economía, administración, educación, entre otros.

Dada una matriz de datos \mathbf{X} , de dimensiones $\mathbf{n} \times \mathbf{p}$, donde \mathbf{n} es el número de individuos y \mathbf{p} es el número de variables. Esta matriz contiene las observaciones de cada individuo para cada variable. Es común centrar la matriz \mathbf{X} para eliminar el efecto de los diferentes niveles medios de las variables. Esto se realiza restando la media de cada columna (variable) de cada uno de los elementos de esa columna, obteniendo así la matriz centrada $\mathbf{X} = \mathbf{X} - \mathbf{1} \mathbf{m}^T$, donde $\mathbf{1}$ es un vector columna de unos de longitud \mathbf{n} y \mathbf{m} es un vector de medias de longitud \mathbf{p} .

La matriz centrada \mathbf{X} se descompone utilizando la descomposición en valores singulares (SVD). Esta descomposición es una generalización de la descomposición en autovalores y autovectores para matrices no cuadradas. La SVD de \mathbf{X} se expresa como $\mathbf{X} = \mathbf{U} \mathbf{D} \mathbf{V}^T$ donde \mathbf{U} es una matriz ortogonal de dimensiones $\mathbf{n} \times \mathbf{r}$, cuyos vectores columna son los vectores singulares izquierdos; \mathbf{D} es una matriz diagonal de dimensiones $\mathbf{r} \times \mathbf{r}$ con los valores singulares de \mathbf{X} en su diagonal; y \mathbf{V} es una matriz ortogonal de dimensiones $\mathbf{p} \times \mathbf{r}$, cuyos vectores columna son los vectores singulares derechos. En la práctica, se eligen los primeros \mathbf{k} valores singulares que explican la mayor parte de la variabilidad en los datos. Así, se seleccionan las primeras \mathbf{k} columnas de \mathbf{U} y \mathbf{V} , y los primeros \mathbf{k} valores singulares de \mathbf{D} .

Las coordenadas de los individuos en el espacio reducido se obtienen multiplicando U_k por D_k , lo que resulta en $G = U_k D_k$. De manera similar, las coordenadas de las variables se obtienen multiplicando V_k por D_k , obteniendo $H = V_k D_k$. En el HJ-Biplot, tanto los individuos (filas) como las variables (columnas) se representan en el mismo espacio bidimensional o tridimensional, de ser el caso. Las coordenadas G y H se utilizan para trazar estos puntos en un gráfico. La interpretación de las posiciones relativas de los puntos es clave en el HJ-Biplot: la proximidad entre puntos de individuos indica similitudes entre ellos, mientras que la orientación y longitud de los vectores de las variables indican la dirección y magnitud de su influencia en los datos.

La proyección ortogonal de un punto de individuo sobre un vector de variable aproxima el valor del individuo en esa variable. La calidad de la representación en el HJ-Biplot se puede evaluar utilizando la proporción de la variabilidad explicada por los valores singulares seleccionados. La suma de los cuadrados de los valores singulares seleccionados, dividida por la suma de los cuadrados de todos los valores singulares, da una medida de la calidad de la representación.

Esta calidad se expresa como $\frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i^2}{\sum_{i=1}^r \lambda_i^2}$ donde λ_i son los valores propios singulares.

El HJ-Biplot también permite la incorporación de información externa para enriquecer el análisis. Esto se puede hacer incluyendo variables categóricas adicionales que no estaban en el conjunto de datos original. Estas variables adicionales se proyectan en el mismo espacio, proporcionando un contexto adicional para la interpretación (Galindo, 1985). La interpretación del HJ-Biplot implica examinar las posiciones relativas de los individuos y las variables en el gráfico.

2.2.7. Biplot Canónico

El **Biplot Canónico**, también conocido como **MANOVA-Biplot**, es una técnica estadística multivariante que combina el análisis de varianza multivariante (MANOVA) con técnicas de Biplot para proporcionar una representación gráfica de los datos. Esta técnica fue introducida por Gabriel (1972, 1995) y ha sido desarrollada y aplicada en diversos estudios posteriores, incluyendo las contribuciones de Vicente-Villardón y Galindo-Villardón. El Biplot Canónico permite visualizar tanto las diferencias entre grupos como las relaciones entre variables en un solo gráfico, facilitando la interpretación de los resultados (Vicente-Villardón, 1992).

El modelo MANOVA para p variables puede expresarse en forma matricial como $X = A B + U$, donde X denota la matriz de observaciones $n \times p$, A es una matriz de diseño apropiada de rango r , B es la matriz de parámetros desconocidos, y U contiene los residuales (Amaro *et al.*, 2004). La hipótesis lineal general multivariante se expresa como $H_0: C B = 0$, donde C tiene dimensiones $g \times q$ y rango $g \leq r$. Cambiando la forma de C es posible construir biplots para las distintas hipótesis a estudiar.

Para construir un Biplot Canónico, se utiliza la Descomposición en Valores Singulares Generalizada (GSVD). La GSVD descompone la matriz de datos en factores que maximizan la separación entre grupos. La descomposición se realiza de la siguiente manera (Varas *et al.*, 2005).

2.2.7.1 Descomposición en Valores Singulares Generalizada

$$R^{-\frac{1}{2}} \hat{D} E^{-\frac{1}{2}} = U D_{\lambda} V^T$$

Donde:

- R es una matriz de rango $g \times q$ que representa los contrastes entre las filas.
- $\hat{D} = C \hat{B} = C (A^T A)^{-1} A^T X$, $R = C (A^T A)^{-1} C$
- E es la matriz de suma de cuadrados y productos dentro de los grupos.
- D_{λ} es la matriz diagonal de valores propios.
- U y V son las matrices de vectores propios correspondientes.

Los valores singulares ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$) son elementos clave en la GSVD, ya que representan la magnitud de la variabilidad capturada por cada componente. Estos valores se ordenan de forma decreciente, lo que significa que el primer valor singular (λ_1) captura la mayor proporción de la variabilidad total, el segundo valor singular (λ_2) captura la siguiente mayor proporción, y así sucesivamente.

El porcentaje de variabilidad explicada por cada componente se calcula como:

$$\text{Variabilidad explicada por el componente } i = \frac{\lambda_i^2}{\sum_{j=1}^k \lambda_j^2} \times 100\%$$

Esta propiedad permite seleccionar el número de componentes necesarios para representar la mayor parte de la variabilidad de los datos, lo que es fundamental para reducir la dimensionalidad sin perder información relevante.

2.2.7.2 Marcadores para Filas y Columnas

A partir de la descomposición anterior, se obtienen los marcadores para las filas y las columnas:

- Marcadores para Filas (Observaciones): $\mathbf{P} = \mathbf{R}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{U} \mathbf{D}_\lambda$
- Marcadores para Columnas (Variables): $\mathbf{Q} = \mathbf{E}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{V}$

De esta forma, el producto \mathbf{PQ}^T proporciona la representación biplot de la matriz de datos original, es decir:

$$\mathbf{PQ}^T = \mathbf{R}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{U} \mathbf{D}_\lambda \mathbf{V}^T \mathbf{E}^{\frac{1}{2}} = \mathbf{R}^{\frac{1}{2}} \mathbf{R}^{-\frac{1}{2}} \hat{\mathbf{D}} \mathbf{E}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{E}^{\frac{1}{2}} = \hat{\mathbf{D}}$$

Esta representación permite visualizar la estructura de los datos en un espacio reducido, donde las coordenadas de las filas y las columnas están determinadas por los valores y los vectores propios de la descomposición.

En un Biplot Canónico, las filas representan las observaciones (grupos) y las columnas representan las variables. Los puntos correspondientes a las filas se sitúan de manera que la distancia entre ellos refleja la similitud o disimilitud entre las observaciones. De manera similar, los puntos correspondientes a las columnas reflejan las relaciones entre las variables.

Para añadir una capa de inferencia estadística, se pueden construir regiones de confianza alrededor de los puntos que representan las medias de los grupos. Tradicionalmente, se utilizan círculos de confianza. Los círculos de confianza consideran la variabilidad muestral y permiten evaluar la significancia de las diferencias observadas entre los grupos. Los círculos de confianza son particularmente útiles porque proporcionan una visualización intuitiva de la incertidumbre en la estimación de las medias de los grupos.

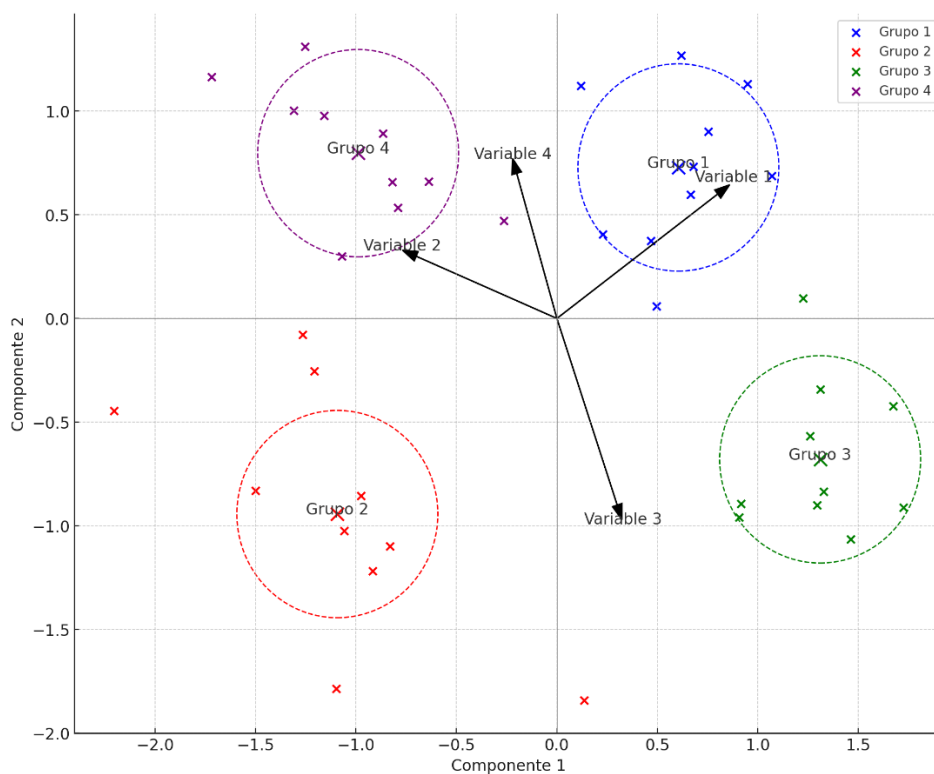
La Figura 2 muestra un Biplot Canónico, una representación gráfica poderosa que facilita la interpretación de relaciones complejas en datos multivariantes. En este gráfico, se han diferenciado cuatro grupos de observaciones mediante colores: azul para el Grupo 1, rojo para el Grupo 2, verde para el Grupo 3 y púrpura para el Grupo 4. Cada punto dentro de un grupo

representa una observación, y los centros de los grupos están indicados por puntos más grandes del mismo color, resaltados con un borde negro para mayor claridad.

Los círculos de confianza discontinuos alrededor de cada centro muestran las regiones de confianza, proporcionando una visualización intuitiva de la incertidumbre en la estimación de las medias de los grupos.

Figura 2.

Biplot Canónico con Círculos de Confianza y Grupos Diferenciados



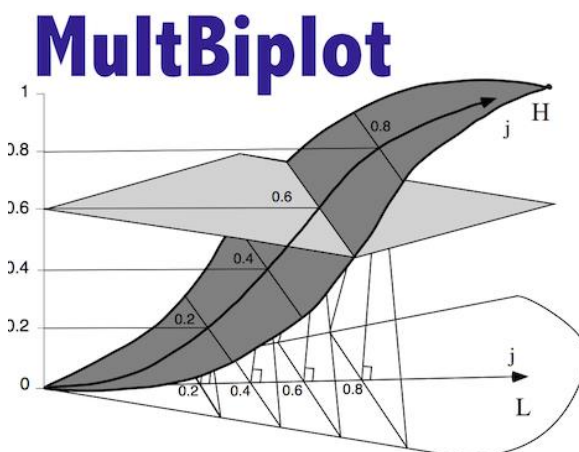
Además de las observaciones y sus agrupaciones, el gráfico incluye vectores que representan las variables del estudio. Las flechas negras, que parten del origen, indican la dirección y magnitud de las variables en el espacio Biplot. Estas variables están etiquetadas como **Variable 1**, **Variable 2**, **Variable 3** y **Variable 4**. La longitud y dirección de cada vector muestran cómo cada variable contribuye a la diferenciación entre los grupos. Las flechas más largas indican una mayor influencia de la variable correspondiente. La disposición de los grupos en relación con los vectores de las variables permite inferir qué variables son más relevantes para la separación observada entre los diferentes grupos. Este tipo de gráfico es extremadamente útil

para visualizar y comprender las interacciones complejas entre múltiples variables y grupos de observaciones en estudios multivariantes.

El software **MultBiplot**, cuyo logo se muestra en la Figura 3, es una herramienta especializada en el análisis multivariante que permite realizar diversos tipos de Biplots, incluyendo el HJ-Biplot y el Biplot Canónico. Desarrollado por el Dr. José Luis Vicente-Villardón y su equipo en la Universidad de Salamanca, este software es ampliamente utilizado en investigación por su facilidad de uso y su capacidad para manejar grandes conjuntos de datos. A continuación, se describe cómo se utiliza MultBiplot para realizar un Biplot Canónico y su relevancia en esta investigación.

Figura 3.

Software MultBiplot



Multivariate Analysis using Biplots

Fuente: Captura de pantalla del Software MultBiplot

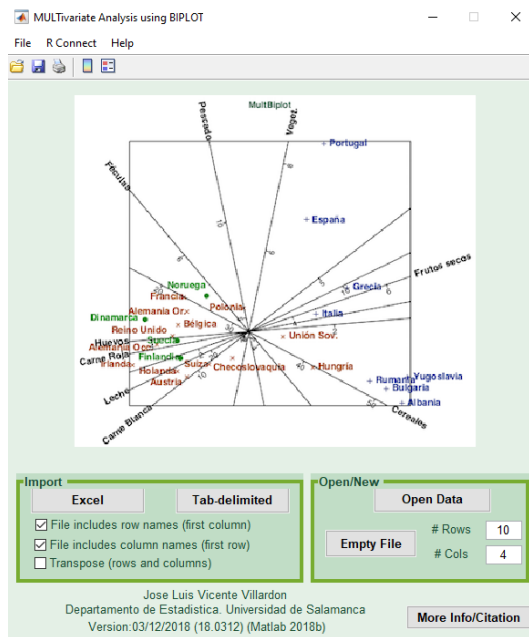
Este software permite a los investigadores visualizar y analizar relaciones complejas entre individuos y variables en un espacio de dimensión reducida, lo que facilita la interpretación de los datos. MultBiplot es especialmente útil para realizar análisis de discriminación canónica, donde se busca maximizar la separación entre grupos predefinidos, como en el caso de comparar estudiantes de modalidad virtual y presencial en función de variables como el rendimiento académico, la satisfacción estudiantil y el desarrollo de habilidades.

Para utilizar MultBiplot en la construcción de un Biplot Canónico, el primer paso es preparar los datos en un formato adecuado, en la Figura 4 se puede observar que los datos pueden estar

en formato de *Excel*, *txt* o *CSV*. El software puede leer archivos de Excel o archivos de texto delimitados, donde las filas representan las observaciones (individuos) y las columnas representan las variables. Es importante que las etiquetas de las filas y columnas estén correctamente identificadas, ya que el software las utilizará para generar las representaciones gráficas. Una vez cargados los datos, el usuario puede seleccionar la opción de Biplot Canónico desde el menú de análisis. El software calculará automáticamente las funciones canónicas, que son combinaciones lineales de las variables originales que maximizan la separación entre los grupos. Estas funciones se representan en un espacio de dimensión reducida, generalmente bidimensional, donde las observaciones se muestran como puntos y las variables como vectores.

Figura 4.

Formatos de datos aceptados por el Software MultiBiplot



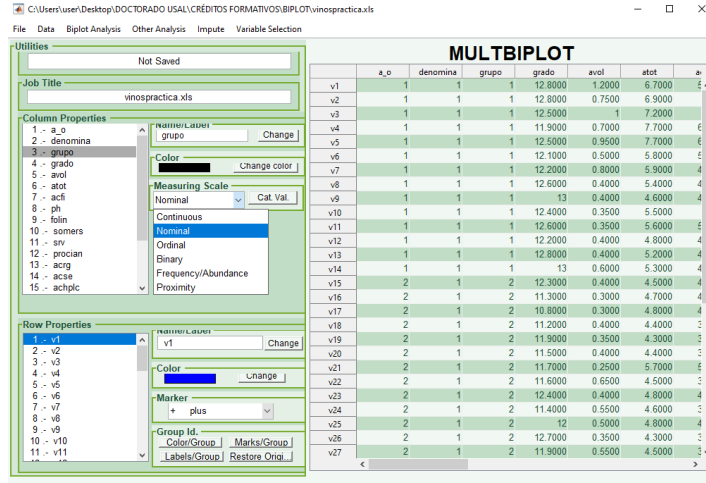
Fuente: Captura de pantalla del Software MultiBiplot

Una de las ventajas clave de MultiBiplot es su capacidad para manejar datos faltantes. El software ofrece varias opciones de imputación, como la sustitución por medias, medianas o métodos más avanzados como regresiones lineales alternadas y regresiones robustas. Esto es particularmente útil en estudios donde los datos pueden estar incompletos, como en encuestas o registros académicos. Además, MultiBiplot permite ajustar las propiedades de las filas y columnas, como colores y marcadores, lo que facilita la identificación visual de grupos y patrones en los datos. Por ejemplo, los estudiantes de modalidad virtual y presencial pueden representarse con colores diferentes, lo que permite una comparación rápida y efectiva entre

ambos grupos. Es importante definir la variable que configurará los grupos de estudio como una variable categórica, esto se puede observar en el ejemplo de la Figura 5.

Figura 5.

Configuración de la variable categórica en el Biplot Canónico



Nota: Captura de pantalla del Software Multibiplot

El Biplot Canónico generado por Multibiplot proporciona una representación gráfica interactiva que permite explorar las relaciones entre las observaciones y las variables. Los puntos que representan a los individuos se ubican en el espacio canónico de manera que la distancia entre ellos refleja su similitud o disimilitud en términos de las variables consideradas. Por otro lado, los vectores que representan las variables muestran su contribución a la discriminación entre grupos. La longitud y dirección de estos vectores indican la importancia de cada variable en la separación de los grupos, lo que permite identificar cuáles son las variables más relevantes para el análisis.

Además, Multibiplot incluye la opción de agregar círculos de confianza alrededor de las medias de los grupos, lo que proporciona una visualización intuitiva de la incertidumbre en la estimación de estas medias. Esto es especialmente útil para evaluar la significancia estadística de las diferencias observadas entre los grupos. Por ejemplo, si los círculos de confianza de dos grupos no se superponen, esto sugiere que las diferencias entre ellos son estadísticamente significativas. Multibiplot es una herramienta poderosa y flexible para realizar análisis de Biplot Canónico, ofreciendo una combinación de capacidades estadísticas avanzadas y visualización interactiva que facilita la interpretación de los resultados en estudios multivariantes.

2.3. Marco legal

En el contexto de Ecuador, la incorporación y regulación de la enseñanza virtual en el ámbito de la educación superior ha sido objeto de atención por parte de las autoridades educativas y legisladores. Si bien no existe una legislación específica que aborde exclusivamente la enseñanza virtual, diversas normativas y disposiciones generales aplicables a la educación superior han sido adaptadas y complementadas para acomodar este nuevo paradigma educativo.

En primer lugar, la Constitución de la República del Ecuador, en su Artículo 26, establece el derecho a la educación como un derecho fundamental y reconoce la libertad de cátedra, investigación y estudio. Este reconocimiento constitucional sienta las bases para la flexibilidad y diversificación de los métodos de enseñanza, incluyendo la enseñanza virtual, como una opción legítima para la educación superior en el país.

La Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) es otra pieza clave en el marco legal que regula la educación superior en Ecuador. Esta ley, en su Artículo 3, establece los principios y fines de la educación superior, entre ellos, la calidad, pertinencia, equidad, inclusión, diversidad y autonomía responsable. La autonomía responsable se destaca como un principio esencial que permite a las instituciones de educación superior adoptar y adecuar métodos y tecnologías de enseñanza que mejor se ajusten a las necesidades de sus estudiantes, incluyendo la enseñanza virtual (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010).

Además, el Reglamento General a la LOES (2013) aborda aspectos específicos de la modalidad de educación a distancia y en línea. Este reglamento establece los criterios y requisitos para el funcionamiento y acreditación de programas y carreras en esta modalidad, asegurando la calidad y pertinencia de la enseñanza virtual en el país.

Por otro lado, el Ministerio de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) desempeña un papel fundamental en la regulación y promoción de la educación superior en Ecuador. Esta institución ha emitido directrices y lineamientos relacionados con la enseñanza virtual, incluyendo la promoción de la incorporación de tecnologías de la información y comunicación en los procesos educativos y la adopción de estándares de calidad para la enseñanza en línea.

De ahí que, el marco legal de la enseñanza virtual en Ecuador se basa en la Constitución del país, la Ley Orgánica de Educación Superior y sus reglamentos, que reconocen la autonomía responsable de las instituciones de educación superior y fomentan la flexibilidad en los métodos de enseñanza, incluyendo la enseñanza virtual. La regulación específica para la educación virtual se encuentra en proceso de desarrollo y evolución, a medida que el país se adapta a los desafíos y oportunidades que presenta esta modalidad educativa en la educación superior.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Descripción del área de estudio/grupo de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) y contó con la participación de estudiantes de la carrera de Economía de las modales presencial y en línea. El grupo de estudio estuvo compuesto por una muestra representativa de estudiantes matriculados en el período académico 1S-2023; este periodo se llevó a cabo durante los meses de abril hasta agosto de 2023. La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo aleatorio simple, considerando todos los niveles de estudio. La participación en el estudio fue voluntaria y se proporcionó información detallada sobre los objetivos y procedimientos de la investigación, así como los aspectos éticos y de confidencialidad relacionados con la recopilación y uso de los datos.

Una vez conformada la muestra, se procedió con la recolección de datos mediante encuestas estructuradas y diseñadas específicamente para este estudio. Las encuestas fueron administradas de manera electrónica a través del correo institucional, garantizando la privacidad y confidencialidad de las respuestas. Además, se recopilaron datos demográficos y académicos de los participantes, así como información sobre su experiencia y percepción en relación con la enseñanza virtual y presencial.

La información recopilada del grupo de estudio fue analizada utilizando técnicas de análisis multivariante, como el Análisis de Componentes Principales (PCA) y el Biplot Canónico (Manova Biplot), con el propósito de identificar patrones, relaciones y diferencias significativas entre los grupos de estudiantes en función de las modalidades de enseñanza. Estas herramientas permitieron una comprensión profunda de las variables evaluadas y su influencia en el proceso de aprendizaje y la satisfacción estudiantil.

3.2. Enfoque y tipo de investigación

3.1.1. Enfoque

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo de investigación debido a su idoneidad para el análisis riguroso y objetivo de las relaciones entre variables en un contexto académico (Creswell, 2014). Al centrarse en la medición y análisis de datos numéricos, el enfoque cuantitativo permite una evaluación precisa y sistemática de los efectos de la enseñanza virtual en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de Economía en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI).

La elección de este enfoque se sustenta en la necesidad de recopilar datos cuantitativos que permitan establecer patrones, tendencias y relaciones estadísticamente significativas entre las variables clave de interés, como el rendimiento académico, la satisfacción estudiantil y el desarrollo de habilidades. Además, este enfoque se alinea con la naturaleza objetiva de los resultados académicos y la posibilidad de cuantificar las percepciones y opiniones de los estudiantes en relación con las modalidades de enseñanza (Johnson y Christensen, 2020).

Al adoptar un enfoque cuantitativo, este estudio busca proporcionar una base sólida para la toma de decisiones informadas en el ámbito de la educación superior. La aplicación de técnicas de análisis multivariante permitirá una exploración profunda de las interacciones entre las variables, ofreciendo una comprensión integral de los efectos de la enseñanza virtual en comparación con la enseñanza presencial en la UNEMI.

3.1.2. Tipo de Investigación

Este estudio se enmarca en el tipo de investigación descriptiva y correlacional. La elección de este tipo de investigación se justifica por su capacidad para examinar y describir las características y relaciones existentes entre las variables relevantes en un contexto específico (Hernández *et al.*, 2014). La investigación descriptiva permite la identificación y comprensión detallada de los fenómenos estudiados, en este caso, la enseñanza virtual y sus efectos en el aprendizaje de estudiantes de Economía en la UNEMI.

La investigación correlacional se emplea para analizar las asociaciones y relaciones estadísticas entre las variables de interés (Gay *et al.*, 2011). Al aplicar este enfoque, se busca determinar si existe una relación significativa entre la modalidad de enseñanza (virtual o presencial) y variables como el rendimiento académico, la satisfacción estudiantil y el desarrollo de habilidades. Esta aproximación es fundamental para evaluar la magnitud y dirección de las conexiones entre las variables y proporcionar una visión más completa de los posibles impactos de la enseñanza virtual en el contexto de la UNEMI.

El uso de una investigación descriptiva y correlacional permitirá no solo caracterizar la situación actual de la enseñanza virtual en la carrera de Economía de la UNEMI, sino también identificar patrones y tendencias que podrían guiar futuras estrategias y decisiones en la institución.

3.3. Definición y operacionalización de variables

En el marco de esta investigación, se procede a definir y conceptualizar las variables que se considerarán como pilares fundamentales para el análisis y comprensión de los fenómenos que se abordarán en el estudio. Cada variable se establece con precisión, buscando capturar las dimensiones esenciales que serán objeto de evaluación y análisis en relación con la enseñanza en línea y presencial en la carrera de Economía de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI).

3.3.1 Definición de variables

Rendimiento Académico: el rendimiento académico se refiere a la manifestación tangible de los logros educativos de los estudiantes en términos de calificaciones y resultados obtenidos en los cursos virtuales y presenciales de la carrera de Economía. Esta variable captura la medida en que los estudiantes han asimilado y aplicado los contenidos curriculares, demostrando un nivel de competencia en los aspectos fundamentales de cada asignatura. Asimismo, abarca la capacidad de los estudiantes para integrar conceptos y conocimientos, analizar problemas y articular soluciones en contextos académicos específicos.

Satisfacción Estudiantil: la satisfacción estudiantil se refiere a la evaluación subjetiva que los estudiantes hacen de su experiencia en los cursos virtuales y presenciales. Esta variable busca

abarcar aspectos relacionados con la calidad percibida de la enseñanza, el apoyo docente, la accesibilidad a recursos de aprendizaje, la interacción con compañeros y docentes, así como la adecuación de los métodos y estrategias pedagógicas utilizadas en ambos tipos de cursos. La satisfacción estudiantil es un indicador crucial para comprender la percepción de los estudiantes sobre la efectividad y relevancia de los enfoques de enseñanza utilizados.

Desarrollo de Habilidades: el desarrollo de habilidades se refiere a la adquisición y mejora de competencias académicas y profesionales que los estudiantes consideran haber obtenido a lo largo de los cursos virtuales y presenciales. Esta variable engloba habilidades de investigación, análisis crítico, comunicación oral y escrita, resolución de problemas y otras habilidades específicas relacionadas con la disciplina de la Economía. Se busca evaluar cómo cada modalidad de enseñanza contribuye al desarrollo integral de los estudiantes en términos de habilidades relevantes para su formación y futuro desempeño.

Presencia Social: la presencia social se refiere a la percepción de los estudiantes sobre la interacción social y la construcción de relaciones significativas en los cursos virtuales y presenciales. Esta variable aborda la sensación de comunidad, el grado de conexión con compañeros y docentes, y el sentido de pertenencia que los estudiantes experimentan en ambos entornos de aprendizaje. Se busca comprender cómo las interacciones sociales enriquecen la experiencia educativa y contribuyen al establecimiento de un ambiente de apoyo y colaboración.

Presencia Cognitiva: la presencia cognitiva se relaciona con la profundidad del procesamiento cognitivo y la construcción de significado que los estudiantes perciben en los cursos virtuales y presenciales. Esta variable engloba la estimulación del pensamiento crítico, la reflexión y la capacidad de relacionar conceptos y contenido, lo cual contribuye a un aprendizaje más significativo y duradero. Se busca analizar cómo cada modalidad de enseñanza facilita la generación de conocimiento y la comprensión profunda de los temas abordados.

Presencia de Enseñanza: la presencia de enseñanza se refiere a la orientación, guía y apoyo brindado por los docentes en los cursos virtuales y presenciales. Esta variable aborda la percepción de los estudiantes sobre la disponibilidad de los docentes, su capacidad para clarificar conceptos, resolver dudas y ofrecer dirección académica. Se busca analizar cómo los

docentes influyen en la experiencia de aprendizaje y cómo su participación activa y efectiva impacta en la adquisición de conocimientos y habilidades.

3.3.2 Operacionalización de variables

A continuación, se presenta en la Tabla 2, la operacionalización detallada de las variables consideradas en este estudio, indicando las dimensiones específicas y los indicadores utilizados para medir cada una de ellas en el contexto de la carrera de Economía de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI).

Tabla 2.

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores
Satisfacción Estudiantil	Calidad de Recursos de Aprendizaje	Escala de Likert (1-5) evaluando la calidad de materiales, lecturas y recursos en ambos tipos de cursos.
	Interacción con Docentes	Escala de Likert (1-5) evaluando la accesibilidad y disposición de los docentes para interactuar y resolver dudas.
	Comunicación entre Compañeros	Escala de Likert (1-5) evaluando la facilidad y efectividad de la comunicación con compañeros en ambos entornos.
Desarrollo de Habilidades	Habilidades de Análisis	Número de proyectos o tareas que requieren análisis crítico y resolución de problemas.
	Habilidades de Investigación	Número de trabajos que demandan investigación y uso de fuentes académicas.
	Habilidades de Comunicación	Evaluación de la calidad de presentaciones orales y escritas en ambos tipos de cursos.
Presencia Social	Interacción con Compañeros	Frecuencia de participación en discusiones en línea y colaboración en trabajos grupales presenciales.

	Sentido de Comunidad	Escala de Likert (1-5) evaluando el grado de conexión y pertenencia a un grupo en ambos entornos.
	Apoyo Social	Escala de Likert (1-5) evaluando la percepción de apoyo emocional y académico de compañeros en ambos entornos.
Presencia Cognitiva	Reflexión y Análisis	Nivel de reflexión y análisis demostrado en respuestas a preguntas abiertas y discusiones en línea.
	Construcción de Conocimiento	Evaluación de la calidad y profundidad de las contribuciones en discusiones y proyectos grupales.
	Relación de Conceptos	Número de conexiones entre conceptos nuevos y previos en trabajos y participación en aula.
Presencia de Enseñanza	Disponibilidad Docente	Escala de Likert (1-5) evaluando la disponibilidad y tiempo de respuesta de los docentes en ambos entornos.
	Claridad y Explicación	Evaluación de la claridad en la explicación de conceptos y temas complejos en ambos tipos de cursos.
	Orientación Académica	Evaluación de la capacidad de los docentes para brindar orientación y guía en tareas y proyectos.

La operacionalización de las variables se llevará a cabo a través de la adaptación de escalas de Likert, análisis de contenido de tareas y proyectos, revisión de trabajos y participación en discusiones en línea, y otros métodos que permitan medir con precisión las dimensiones específicas de cada variable en el contexto de la enseñanza virtual y presencial en la carrera de Economía de la UNEMI.

3.4. Procedimientos

Los procedimientos de esta investigación se han diseñado para garantizar un enfoque sistemático y riguroso en la recolección, análisis e interpretación de los datos. A continuación, se describen las etapas clave del proceso de investigación, desde la selección de la muestra hasta el análisis de los datos.

3.4.1 Población y muestra

La población de interés para este estudio está conformada por estudiantes de la **carrera de Economía** de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), matriculados en las modalidades **presencial** y **en línea** durante el período académico **1S-2023**, que abarca desde abril hasta agosto de 2023. La UNEMI cuenta con un total de *3010* estudiantes en la modalidad presencial y *20809* estudiantes en la modalidad en línea (Vicerrectorado académico UNEMI, 2023). Para garantizar la representatividad de la muestra y obtener resultados estadísticamente significativos, se utilizó la fórmula para el cálculo del tamaño de muestra en un muestreo aleatorio simple, considerando un nivel de confianza del 95% ($Z = 1.96$), una proporción esperada de la población de 0.5 y un margen de error del 5%.

La fórmula utilizada para determinar los tamaños de las muestras es:

$$n = \frac{N Z^2 p (1 - p)}{e^2 (N - 1) + Z^2 p (1 - p)}$$

Donde:

N : es el tamaño de la población

Z : es el valor de la distribución normal estándar (para un nivel de confianza del 95%, $Z = 1.96$)

p : es la proporción esperada de la población (se usa 0.5 cuando no hay información previa)

e : es el margen de error permitido (usaremos 5%)

El cálculo arrojó los siguientes tamaños de muestra que se observan en la Tabla 3:

Tabla 3.

Tamaños de poblaciones y muestras de estudiantes de la carrera de Economía de las modalidades presencial y en línea de la UNEMI

Modalidad	Población total	Tamaño de muestra
Presencial	3010	341
En línea	20809	378
Total	23819	719

La selección de los participantes se realizará mediante un muestreo aleatorio simple, asegurando que todos los estudiantes tengan la misma probabilidad de ser seleccionados. Se implementarán medidas para preservar la confidencialidad y privacidad de los datos, y se obtendrá el consentimiento informado de los participantes antes de su inclusión en el estudio. La recolección de datos se llevará a cabo con la colaboración de la UNEMI, y se considerarán posibles sesgos y limitaciones en la muestra para garantizar la validez y aplicabilidad de los resultados.

3.4.2 Métodos

Los métodos utilizados en esta investigación se han diseñado cuidadosamente para alcanzar los objetivos específicos planteados. Siguiendo un enfoque secuencial y sistemático, se han implementado diversas fases para garantizar la validez y la confiabilidad de los resultados.

Fase 1: Diseño de Instrumentos

En esta fase se diseñó un cuestionario estructurado compuesto por 20 preguntas, alineado con los constructos teóricos y las variables operacionales establecidas en la presente investigación: satisfacción estudiantil, desarrollo de habilidades, presencia social, presencia cognitiva y presencia de enseñanza. Cada dimensión fue medida utilizando escalas tipo Likert de 5 puntos, donde 1 representa "Totalmente en desacuerdo" y 5 "Totalmente de acuerdo", permitiendo una medición cuantitativa precisa de las percepciones estudiantiles.

La construcción del cuestionario siguió un proceso iterativo y fue sometido a un proceso de validación mediante juicio de expertos, conformado por tres especialistas en educación superior

y estadística aplicada. Estos expertos evaluaron la claridad, coherencia, pertinencia y relevancia de cada ítem respecto a los objetivos del estudio. Las observaciones recibidas permitieron perfeccionar el instrumento, garantizando su validez de contenido. La versión final del cuestionario se incluyó en el Anexo A y su matriz de validación en el Anexo B.

Fase 2: Recolección de Datos

La recolección de datos se llevó a cabo entre los meses de abril y agosto de 2023, periodo correspondiente al Primer Semestre Académico 1S-2023 de la UNEMI. La población objetivo estuvo conformada por 23.819 estudiantes de la carrera de Economía, distribuidos en dos modalidades: 3.010 estudiantes en modalidad presencial y 20.809 estudiantes en modalidad en línea.

Mediante un muestreo aleatorio simple, se seleccionaron muestras representativas de 341 estudiantes presenciales y 378 estudiantes virtuales, alcanzando un total de 719 encuestas válidas. La fórmula de muestreo utilizada consideró un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

Las encuestas fueron administradas de manera digital, utilizando la plataforma Google Forms, y los enlaces se enviaron a través del correo institucional de la UNEMI. Se garantizó la participación voluntaria y el anonimato de los encuestados, en cumplimiento de los principios éticos de la investigación. Para fomentar la participación, se brindó información clara sobre el propósito del estudio y la importancia de los resultados para la mejora de los procesos educativos.

Fase 3: Análisis de Datos

Una vez recolectada la información, se realizó un exhaustivo análisis estadístico utilizando el software estadístico MultBiplot, especializado en análisis multivariante. Esta fase constó de varios pasos metodológicos:

1. **Análisis Descriptivo:** Se elaboraron estadísticas descriptivas para caracterizar la muestra y obtener una visión preliminar de las tendencias en cada dimensión estudiada.

2. **Análisis de Fiabilidad:** Se calculó el Alfa de Cronbach para cada dimensión, obteniendo resultados satisfactorios que superaron el umbral de 0,70, lo cual aseguró la consistencia interna del cuestionario.
3. **Análisis Inferencial:** Se aplicó ANOVA para identificar diferencias significativas entre los grupos de estudiantes de las dos modalidades en las distintas dimensiones.
4. **Análisis Multivariante:** Se emplearon el Análisis de Componentes Principales (PCA) y, posteriormente, el Biplot Canónico (MANOVA-Biplot). Estas técnicas permitieron visualizar de forma simultánea la relación entre las variables y los grupos estudiados, identificando patrones significativos en la percepción de los estudiantes sobre la enseñanza virtual y presencial.

Este enfoque multivariado fue clave para detectar diferencias sustanciales, como el hecho de que los estudiantes presenciales mostraron mayor satisfacción en interacción docente y evaluación de la enseñanza, mientras que los estudiantes en línea destacaron en desarrollo de habilidades y presencia social, hallazgos representados en los Gráficos Biplot incluidos en los resultados.

Fase 4: Interpretación de Resultados y Conclusiones

La última fase se centró en la interpretación crítica de los resultados obtenidos a la luz del marco teórico y los estudios previos. Se identificaron las fortalezas y debilidades de cada modalidad educativa y se discutieron las implicaciones pedagógicas derivadas de los hallazgos.

La interpretación de los Biplots permitió confirmar que ninguna modalidad es intrínsecamente superior a la otra, sino que ambas presentan ventajas y limitaciones. Por ejemplo, mientras la enseñanza presencial potencia la interacción social directa, la enseñanza virtual favorece la flexibilidad y la autonomía, competencias cada vez más valoradas en el contexto digital actual.

A partir de estos hallazgos, se propuso un modelo híbrido como la mejor alternativa para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la UNEMI, combinando los beneficios de ambas modalidades.

Las conclusiones fueron complementadas con recomendaciones concretas dirigidas a la institución, los docentes y los responsables de políticas educativas, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que promueven la Educación de Calidad e Inclusiva.

3.5. Consideraciones bioéticas

La presente investigación se ha conducido con un riguroso compromiso con los principios éticos que guían la investigación científica en el ámbito académico. Se han adoptado medidas para garantizar el respeto, la integridad y el bienestar de los participantes involucrados en el estudio, así como para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Antes de llevar a cabo la recolección de datos, se obtuvo la aprobación de la Comisión de Ética e Investigación de la UNEMI, en cumplimiento con las normativas éticas y legales vigentes. Se proporcionó a los participantes información clara y detallada sobre el propósito del estudio, los procedimientos involucrados, los riesgos y beneficios potenciales, así como la confidencialidad y el manejo de los datos recopilados.

Los participantes fueron invitados a participar de manera voluntaria y se les garantizó su derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin consecuencias adversas. Se obtuvo el consentimiento informado de cada participante antes de su participación, asegurando que estuvieran plenamente informados y que su participación fuera basada en su libre elección. Se han aplicado medidas de confidencialidad para garantizar que la información proporcionada por los participantes se maneje de manera segura y anónima. Los datos recopilados serán tratados con la máxima discreción y solo se utilizarán con fines investigativos, manteniendo en todo momento la privacidad de los participantes.

Asimismo, en línea con los principios éticos, se ha evitado cualquier forma de sesgo o manipulación de los datos y se ha buscado presentar los resultados de manera objetiva y transparente. Los métodos de análisis utilizados se basan en prácticas académicas establecidas y se han llevado a cabo con integridad científica.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan detalladamente los resultados obtenidos mediante la aplicación de algunas técnicas de análisis multivariantes tales como el Análisis de Componentes Principales (PCA), HJ-Biplot y el Biplot Canónico. Este análisis permite distinguir las diferencias entre los grupos de estudio, en este caso, estudiantes de modalidad presencial y estudiantes de modalidad en línea, proporcionando una comprensión más profunda de cómo estos grupos se distribuyen en función de las variables medidas en el cuestionario.

Para garantizar la fiabilidad del instrumento, se realizó un análisis de confiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual arrojó un valor de 0.712 basado en los 20 elementos estandarizados. Este valor indica una consistencia interna aceptable del cuestionario, lo que sugiere que las preguntas están adecuadamente relacionadas entre sí y miden de manera fiable las dimensiones propuestas, también se muestran estos coeficientes por dimensión. Este resultado, mostrado en la Tabla 4, respalda la utilización del cuestionario para el análisis posterior de las dimensiones evaluadas en los dos grupos de estudiantes.

Tabla 4.

Estadísticas de fiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach

Elementos Analizados	Alfa de Cronbach	Número de elementos
Dimensión 1 (Q1-Q4)	0.900	4
Dimensión 2 (Q5-Q4)	0.933	4
Dimensión 3 (Q1-Q4)	0.899	4
Dimensión 4 (Q1-Q4)	0.910	4
Dimensión 5 (Q1-Q4)	0.904	4
Total (Q1-Q20)	0.712	20

A continuación, en la Tabla 5, se presentan los resultados del análisis de las estadísticas de total de elemento, que permiten evaluar la contribución de cada una de las 20 preguntas del cuestionario a la consistencia interna general del instrumento. En la tabla proporcionada, se observan varias métricas clave para cada ítem: la media de la escala si el elemento se suprime,

la varianza de la escala si el elemento se suprime, la correlación total de elementos corregida, la correlación múltiple al cuadrado y el Alfa de Cronbach si el elemento se suprime.

La media de la escala si el elemento se suprime oscila entre 57,67 y 59,72, lo que indica que la eliminación de cualquier ítem no afecta significativamente la media general de las respuestas. La varianza de la escala si el elemento se suprime se mantiene relativamente estable, con valores que van desde 20,600 hasta 21,104, sugiriendo que la dispersión de las respuestas no varía considerablemente al excluir cualquier pregunta.

La correlación total de elementos corregida, que mide la relación entre cada ítem y el resto del cuestionario, varía entre 0,234 y 0,313. Valores más altos en esta métrica indican que el ítem está más fuertemente relacionado con el constructo general que se está midiendo. Por ejemplo, los ítems Q5, Q7 y Q19 muestran correlaciones más altas, lo que sugiere que contribuyen de manera más significativa a la consistencia interna del cuestionario.

El coeficiente Alfa de Cronbach si el elemento se suprime se mantiene en un rango de 0,699 a 0,706, lo que indica que la eliminación de cualquier ítem no afecta sustancialmente la fiabilidad general del cuestionario. Estos resultados refuerzan la robustez del instrumento y sugieren que todas las preguntas están adecuadamente alineadas con las dimensiones que se pretenden medir.

Tabla 5.

Estadísticas de total de elemento

Pregunta	Media de escala	Varianza de escala	Correlación ítem-total corregida	Alfa de Cronbach
Q1	58.72	20.740	.288	.701
Q2	58.69	20.887	.273	.702
Q3	58.69	21.006	.249	.704
Q4	58.71	21.079	.250	.704
Q5	57.69	20.823	.304	.699
Q6	57.67	20.991	.269	.702
Q7	57.70	20.782	.313	.699
Q8	57.67	20.991	.269	.702
Q9	59.70	21.092	.234	.706

Q10	59.72	20.784	.295	.700
Q11	59.71	21.104	.238	.705
Q12	59.70	21.068	.237	.705
Q13	58.19	20.600	.308	.699
Q14	58.18	20.708	.290	.701
Q15	58.19	20.783	.282	.701
Q16	58.18	20.813	.278	.702
Q17	58.69	20.835	.293	.700
Q18	58.71	20.753	.296	.700
Q19	58.70	20.628	.311	.699
Q20	58.72	20.743	.287	.701

El análisis de varianza (ANOVA) realizado en este estudio, como se muestra en la Tabla 6, permitió evaluar las diferencias en las respuestas de los estudiantes en función de los ítems del cuestionario. Los resultados del ANOVA se presentan en la tabla correspondiente, donde se observa que la suma de cuadrados intra-sujetos para los elementos es de 6486,068 con 19 grados de libertad, lo que resulta en una media cuadrática de 341,372. El valor de F obtenido es de 1042,059, con un nivel de significancia de .000, lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las respuestas a los diferentes ítems del cuestionario.

La media global de las respuestas fue de 3,08, lo que sugiere que, en promedio, los estudiantes tienden a estar ligeramente por encima de la neutralidad en sus respuestas, acercándose más a la categoría "De acuerdo" en la escala de Likert. Este resultado refleja una percepción generalmente positiva hacia las dimensiones evaluadas, aunque con variaciones significativas entre los ítems específicos.

El análisis ANOVA confirma que las diferencias observadas en las respuestas no son aleatorias, sino que están relacionadas con las características específicas de cada ítem. Esto respalda la necesidad de un análisis más detallado, como el Análisis de Componentes Principales (PCA) y el análisis HJ-Biplot, para explorar cómo se agrupan y diferencian las dimensiones evaluadas en los dos grupos de estudiantes (presencial y en línea). Estos hallazgos son cruciales para comprender las percepciones y experiencias de los estudiantes en las diferentes modalidades de estudio.

Tabla 6.*Estadísticas ANOVA preliminares*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	*p*
Inter-sujetos	817.42	718	1.14	—	—
Intra-sujetos					
Entre elementos	6486.07	19	341.37	1042.06	< .001
Residuo	4469.03	13642	0.33	—	—
Total	10955.10	13661	0.80	—	—
Total general	11772.52	14379	0.82	—	—

El Análisis de Componentes Principales (PCA) se llevó a cabo para explorar la estructura subyacente de las 20 preguntas del cuestionario y reducir la dimensionalidad de los datos. Los resultados del PCA, presentados en la Tabla 7, muestran las cargas factoriales de cada ítem en los cinco componentes principales extraídos, los cuales se alinean con las cinco dimensiones evaluadas en el estudio.

El **primer componente principal** (Componente 1) está fuertemente asociado con los ítems Q5, Q6, Q7 y Q8, que presentan cargas factoriales significativas, con valores que oscilan entre 0,787 y 0,812. Este componente refleja la dimensión de **evaluación de la enseñanza**, lo que indica que estas preguntas están relacionadas con la percepción de los estudiantes sobre la calidad y efectividad de la enseñanza recibida.

El **segundo componente principal** (Componente 2) está vinculado con los ítems Q17, Q18, Q19 y Q20, cuyas cargas factoriales varían entre 0,520 y 0,559. Este componente se asocia con la dimensión de **interacción y participación**, sugiriendo que estas preguntas capturan aspectos relacionados con la dinámica de interacción entre estudiantes y docentes, así como la participación activa en el proceso de aprendizaje.

El **tercer componente principal** (Componente 3) muestra cargas factoriales significativas en los ítems Q13, Q14, Q15 y Q16, con valores que oscilan entre 0,685 y 0,706. Este componente está relacionado con la dimensión de **desarrollo de habilidades**, lo que indica que estas preguntas evalúan la percepción de los estudiantes sobre el crecimiento y la adquisición de competencias durante su formación.

El **cuarto componente principal** (Componente 4) está asociado con los ítems Q9, Q10, Q11 y Q12, cuyas cargas factoriales varían entre 0,705 y 0,738. Este componente refleja la dimensión de **satisfacción estudiantil**, sugiriendo que estas preguntas miden el nivel de satisfacción general de los estudiantes con su experiencia educativa.

El **quinto componente principal** (Componente 5) está relacionado con los ítems Q1, Q2, Q3 y Q4, que presentan cargas factoriales significativas, con valores que oscilan entre 0,517 y 0,643. Este componente se asocia con la dimensión de **presencia social, cognitiva y de enseñanza**, lo que indica que estas preguntas evalúan aspectos relacionados con la percepción de los estudiantes sobre la presencia del docente, tanto en términos sociales como cognitivos, y su impacto en el proceso de aprendizaje.

Tabla 7.

Componentes resultantes del Análisis de Componentes Principales

Ítem	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
Q1	-0.179	0.517	0.097	-0.195	0.643
Q2	-0.210	0.532	0.109	-0.217	0.626
Q3	-0.244	0.531	0.094	-0.223	0.622
Q4	-0.230	0.527	0.078	-0.209	0.614
Q5	0.787	0.257	-0.236	0.240	0.166
Q6	0.812	0.219	-0.258	0.191	0.162
Q7	0.791	0.257	-0.232	0.254	0.162
Q8	0.812	0.219	-0.258	0.191	0.162
Q9	-0.220	-0.255	-0.027	0.731	0.361
Q10	-0.196	-0.210	0.034	0.738	0.365
Q11	-0.236	-0.263	0.014	0.736	0.333

Q12	-0.252	-0.254	0.021	0.705	0.362
Q13	0.335	-0.333	0.706	-0.108	0.210
Q14	0.343	-0.349	0.691	-0.136	0.220
Q15	0.339	-0.342	0.685	-0.167	0.237
Q16	0.321	-0.372	0.702	-0.148	0.223
Q17	-0.001	0.520	0.466	0.348	-0.391
Q18	-0.037	0.559	0.440	0.364	-0.371
Q19	-0.058	0.555	0.477	0.358	-0.356
Q20	-0.017	0.529	0.496	0.319	-0.393

Con esto, el PCA permitió identificar cinco componentes principales que explican la varianza en las respuestas de los estudiantes, cada uno claramente alineado con las dimensiones evaluadas en el cuestionario. Estos resultados proporcionan una base sólida para el análisis posterior mediante el HJ-Biplot, que permitirá visualizar las relaciones entre los ítems y las dimensiones, así como las diferencias entre los grupos de estudiantes de las modalidades presencial y en línea.

El análisis de los autovalores en el Análisis de Componentes Principales (PCA) proporciona información clave sobre la cantidad de varianza explicada por cada componente. En la Tabla 8, se observa que los primeros cinco componentes principales tienen autovalores superiores a 1, lo que indica que son significativos y explican una proporción considerable de la varianza total.

El primer componente principal tiene un autovalor de 3,412 y explica el 17,059% de la varianza total. El segundo componente principal tiene un autovalor de 3,238 y explica un 16,191% adicional de la varianza, acumulando un 33,250%. El tercer componente principal tiene un autovalor de 3,104 y aporta un 15,521% más, llegando a un 48,771% de varianza acumulada. El cuarto componente principal tiene un autovalor de 3,054 y explica un 15,269% adicional, acumulando un 64,040%. Finalmente, el quinto componente principal tiene un autovalor de 2,951 y contribuye con un 14,754% más, alcanzando un 78,794% de varianza acumulada.

Estos cinco componentes principales, en conjunto, explican el 78,794% de la varianza total de los datos, lo que indica que son suficientes para capturar la mayor parte de la información

relevante contenida en las 20 preguntas del cuestionario. Los componentes restantes, del sexto al vigésimo, tienen autovalores menores a 1 y contribuyen de manera marginal a la varianza total, por lo que no se consideran significativos en este análisis.

Los resultados del PCA confirman que las cinco dimensiones evaluadas (evaluación de la enseñanza, interacción y participación, desarrollo de habilidades, satisfacción estudiantil, y presencia social, cognitiva y de enseñanza) están bien representadas por los cinco componentes principales extraídos. Esto refuerza la validez del cuestionario y proporciona una base sólida para los análisis posteriores, como el HJ-Biplot, que permitirá explorar las relaciones entre las dimensiones y las diferencias entre los grupos de estudiantes de las modalidades presencial y en línea.

Tabla 8.

Valores propios del Análisis de Componentes Principales

	Valor Propio	% varianza	% acumulado
1	3.412	17.059	17.059
2	3.238	16.191	33.250
3	3.104	15.521	48.771
4	3.054	15.269	64.040
5	2.951	14.754	78.794

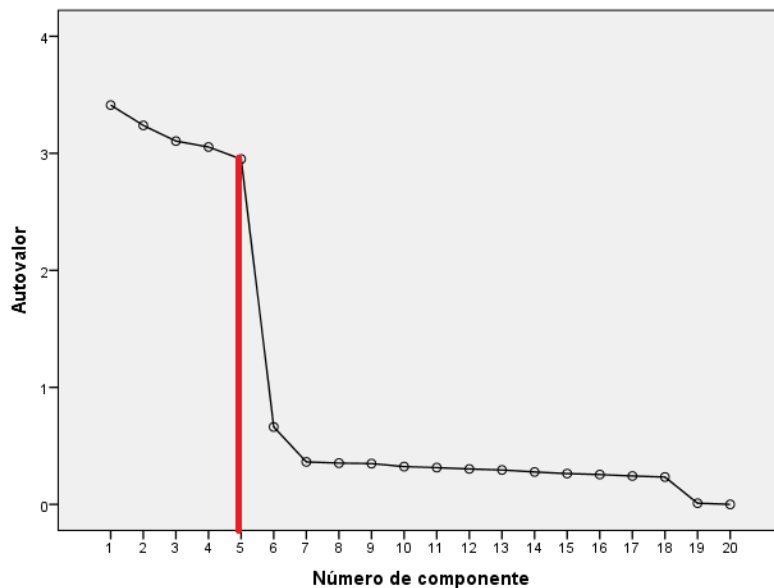
El gráfico de sedimentación de la Figura 6, también conocido como gráfico de *scree plot*, es una herramienta visual utilizada en el Análisis de Componentes Principales (PCA) para determinar el número óptimo de componentes a retener. En este gráfico, se representan los autovalores de cada componente en orden descendente, lo que permite identificar un punto de inflexión donde la pendiente de la curva se vuelve menos pronunciada. Este punto indica el número de componentes que explican la mayor parte de la varianza sin incluir componentes adicionales que aportan poco valor.

En el gráfico de sedimentación obtenido del PCA, se observa que los primeros cinco componentes presentan autovalores significativamente altos, lo que confirma que son los más relevantes. A partir del sexto componente, la curva desciende de manera más suave, lo que

sugiere que los componentes adicionales contribuyen de manera marginal a la explicación de la varianza total. Este resultado es consistente con los valores de autovalores presentados anteriormente, donde los primeros cinco componentes explican el 78,794% de la varianza total.

Figura 6.

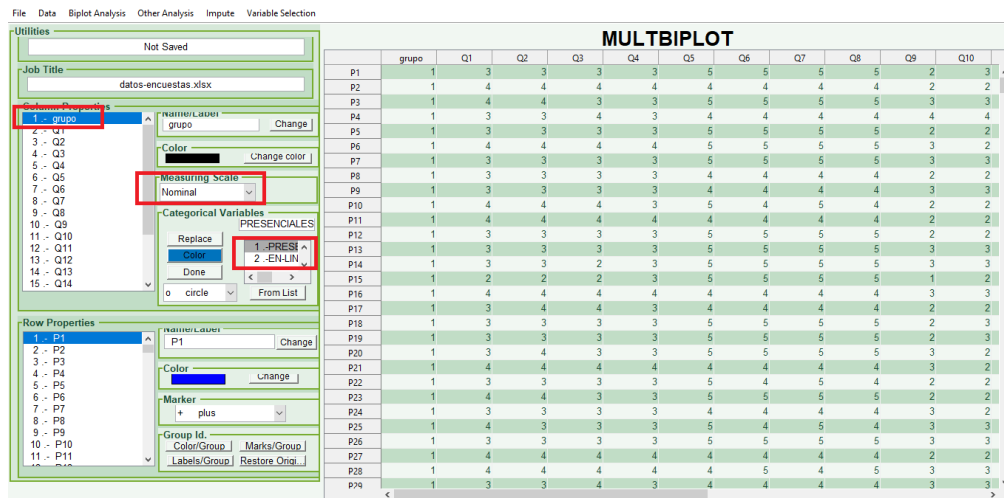
Gráfico de Sedimentación del Análisis de Componentes Principales



La Figura 7 corresponde a la carga de los datos de las 719 encuestas en el software **MultBiplot**, donde se visualizan las respuestas de los estudiantes a las preguntas del cuestionario, organizadas por grupos (*presencial* y *en línea*) y por cada una de las preguntas (Q1 a Q20). Se observa una muestra de las respuestas, donde cada fila representa a las respuestas dadas por cada estudiante y cada columna corresponde a una pregunta específica, con valores que van desde 1 (Totalmente en desacuerdo) hasta 5 (Totalmente de acuerdo). Esta carga de datos es fundamental para realizar el análisis HJ-Biplot y Biplot Canónico, que permitirán explorar las relaciones entre las dimensiones evaluadas (evaluación de la enseñanza, interacción y participación, desarrollo de habilidades, satisfacción estudiantil, y presencia social, cognitiva y de enseñanza) y las diferencias entre los dos grupos de estudiantes. La estructura de los datos, junto con las propiedades de las filas y columnas, facilita la identificación de patrones y la interpretación de los resultados en el contexto de las modalidades de estudio.

Figura 7.

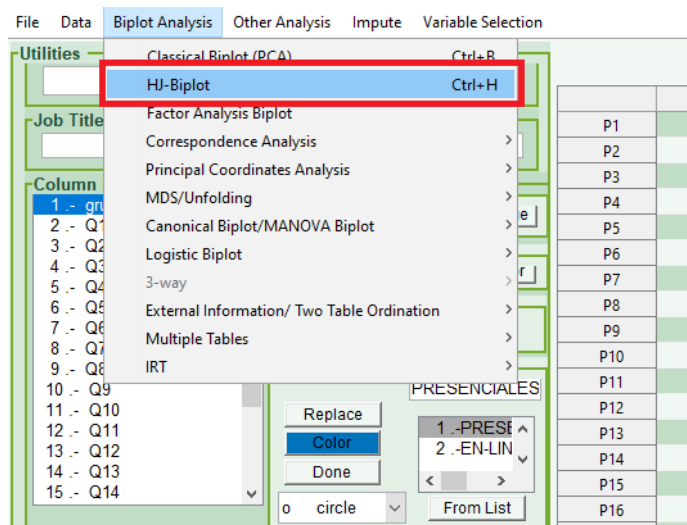
Carga de datos en el software MultBiplot



La Figura 8 muestra la selección de la técnica HJ-Biplot en el software MultBiplot, una herramienta avanzada para el análisis multivariante que permite representar simultáneamente las relaciones entre las variables (preguntas del cuestionario) y los individuos (estudiantes) en un espacio reducido de dos o tres dimensiones. Esta técnica es particularmente útil para visualizar la estructura de los datos y explorar las asociaciones entre las dimensiones evaluadas (evaluación de la enseñanza, interacción y participación, desarrollo de habilidades, satisfacción estudiantil, y presencia social, cognitiva y de enseñanza).

Figura 8.

Selección de la técnica HJ-Biplot en el software MultBiplot

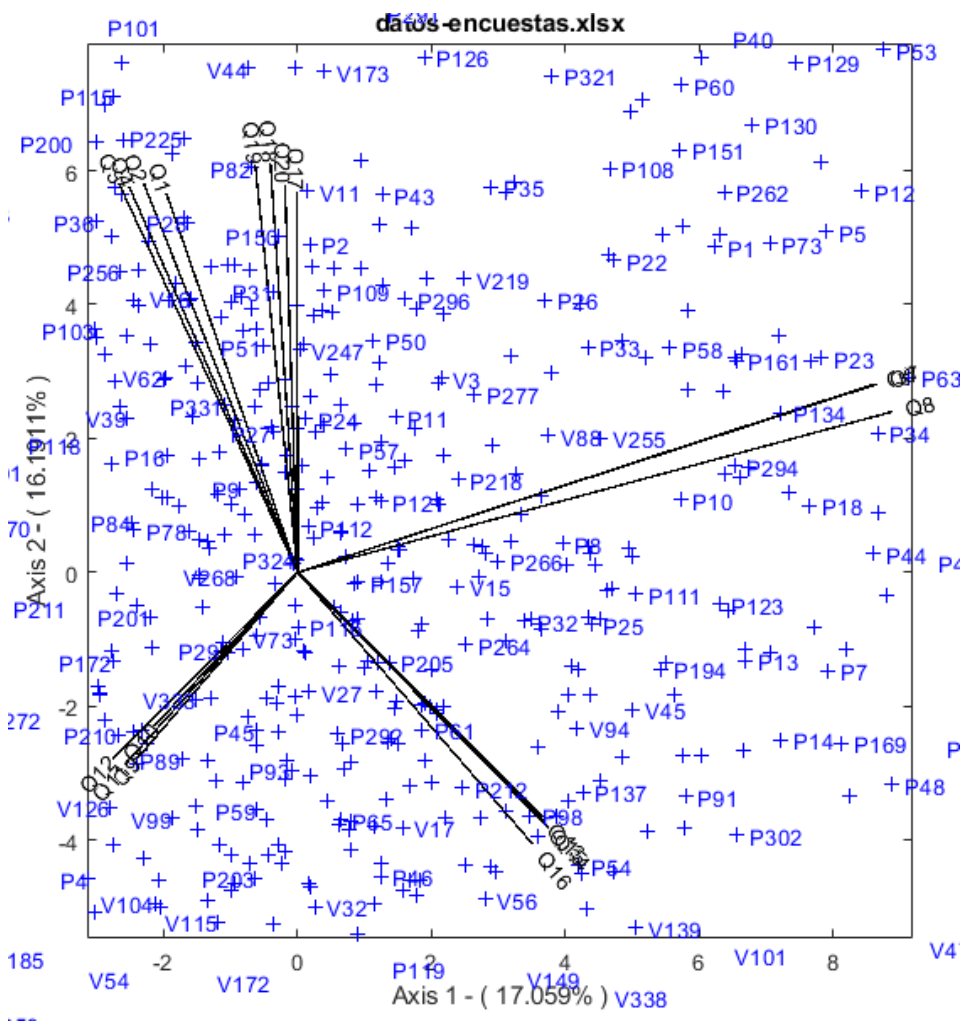


en sus percepciones, mientras que la distancia entre ellos indica diferencias. Además, la cercanía de un estudiante a un vector específico indica una mayor asociación con esa variable.

Este análisis permite identificar patrones y agrupaciones entre los estudiantes de las modalidades presencial y en línea, así como comprender cómo las diferentes dimensiones del cuestionario influyen en sus percepciones. El HJ-Biplot es una herramienta poderosa para interpretar los resultados de manera visual y facilita la identificación de diferencias significativas entre los grupos, lo que es fundamental para el análisis comparativo en el estudio. La Figura 10 permite observar claramente las 5 dimensiones evaluadas en el cuestionario, estas dimensiones agrupan las preguntas de la misma forma que se obtuvo en el PCA.

Figura 10.

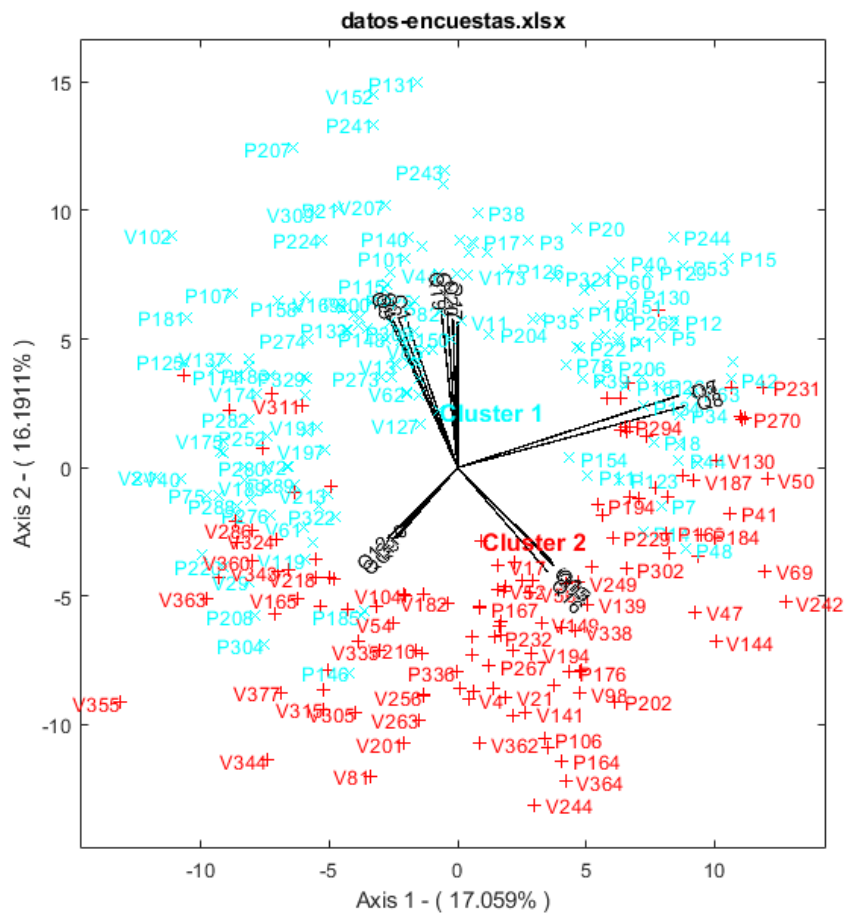
Dimensiones obtenidas con la técnica HJ-Biplot



En Figura 11, de análisis de clúster realizado en el HJ-Biplot mediante el algoritmo *K-means*, se observa que los estudiantes se agrupan en clústeres que reflejan sus respuestas al cuestionario. En este gráfico, los estudiantes de la modalidad **presencial** están codificados con la letra **P**, mientras que los de la modalidad **en línea** están codificados con la letra **V**. El análisis muestra que cada clúster está compuesto mayoritariamente por estudiantes de una misma modalidad. En el *clúster 1*, predominan los estudiantes de la modalidad presencial, mientras que en el *clúster 2*, predominan los estudiantes de la modalidad en línea. Esta distribución sugiere que las percepciones de los estudiantes tienden a ser más homogéneas dentro de cada modalidad, lo que indica *diferencias significativas* entre las dos modalidades de estudio.

Figura 11.

Análisis de Clúster con la técnica HJ-Biplot

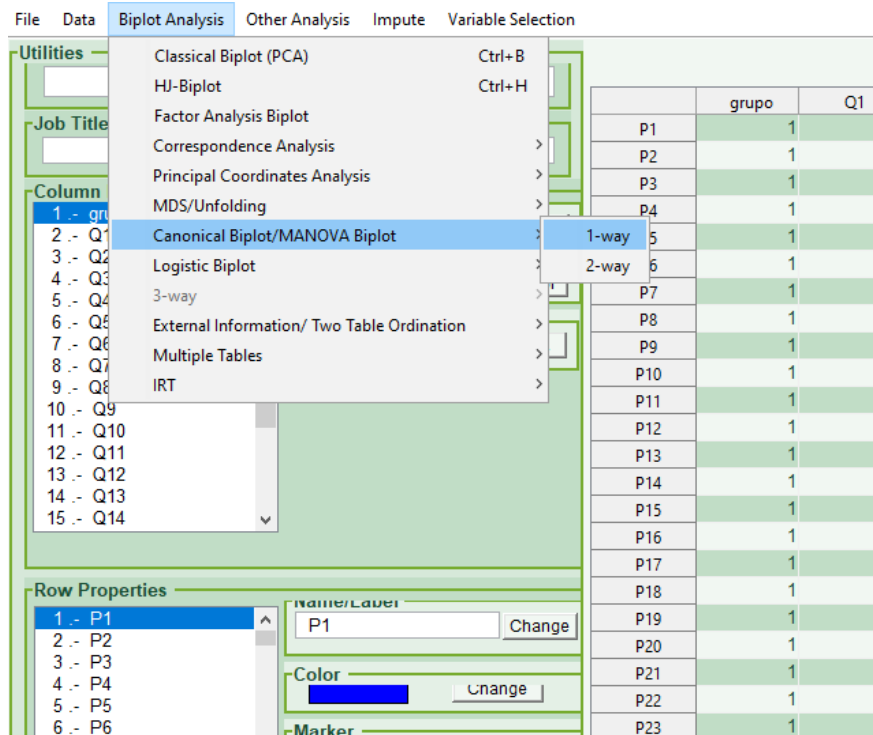


En la Figura 12, se realiza la selección del **Biplot Canónico**, una técnica avanzada que permite analizar las relaciones entre las variables (preguntas del cuestionario) y los individuos (estudiantes), considerando las *diferencias entre grupos* definidos (en este caso, las

modalidades presencial y en línea). El Biplot Canónico es una extensión del Biplot clásico que incorpora el análisis de varianza multivariante (MANOVA), lo que lo hace especialmente útil para identificar diferencias significativas entre los grupos en función de las dimensiones evaluadas.

Figura 12.

Selección del Biplot Canónico de una vía

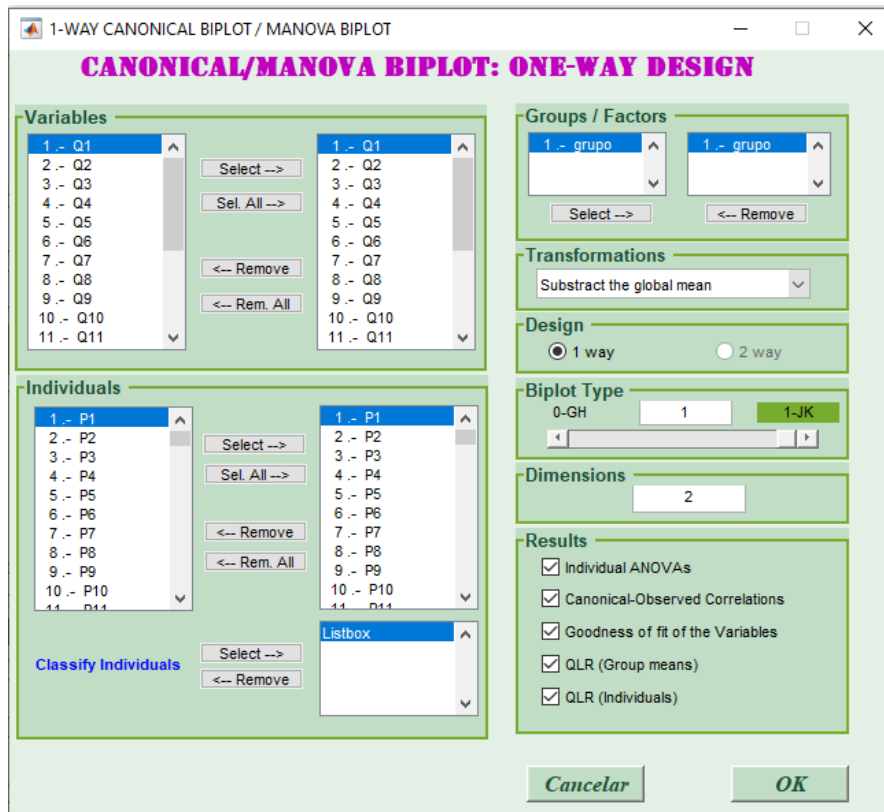


En la Figura 13, se configura el Biplot Canónico; en este caso, la variable categórica utilizada para separar los grupos es la modalidad de estudio, donde los dos grupos son los estudiantes de la modalidad presencial y los de la modalidad en línea. Esta configuración es fundamental para el análisis, ya que el Biplot Canónico se basa en la comparación de grupos, permitiendo identificar diferencias significativas en las respuestas al cuestionario entre las dos modalidades.

En la interfaz del software, se seleccionan las variables (preguntas Q1 a Q20) y los individuos (estudiantes P1, P2, etc.), y se define la variable categórica "Group" para clasificar a los estudiantes según su modalidad. Además, se configuran opciones como la transformación de los datos (restar la media global) y el tipo de diseño (en este caso, un diseño de una vía, ya que solo se considera una variable categórica: *la modalidad*).

Figura 13.

Configuración del Biplot Canónico de una vía



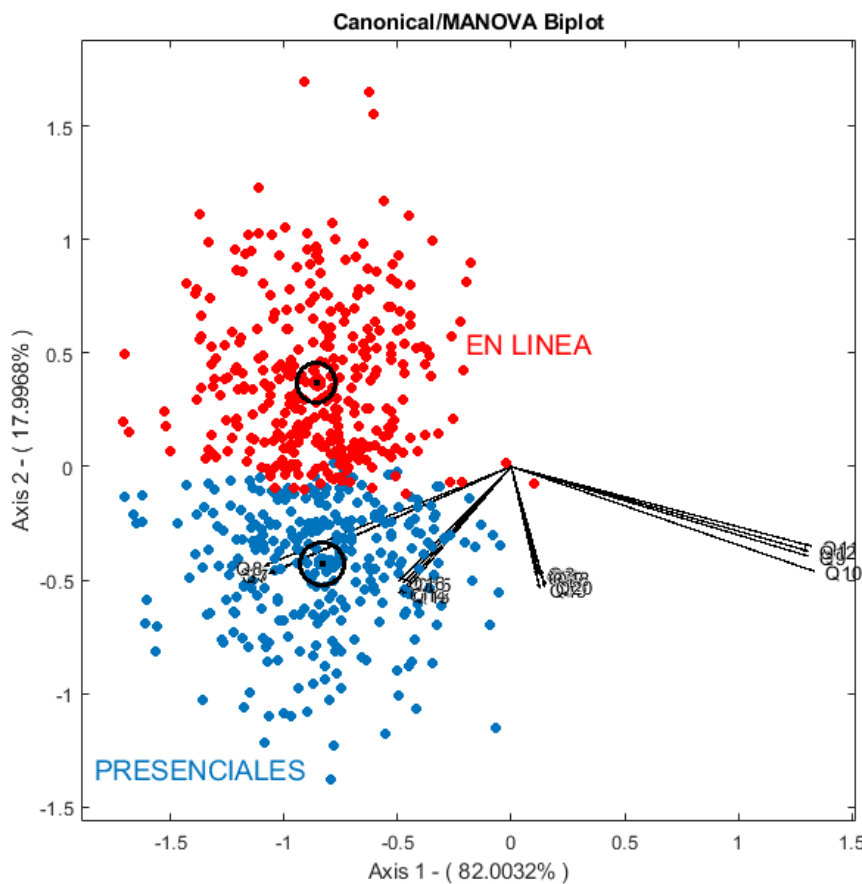
En el resultado del Biplot Canónico de la Figura 14, se visualizan las diferencias entre los dos grupos de estudiantes: presenciales y en línea. Los estudiantes de la modalidad presencial están representados en una nube de puntos de *color azul*, mientras que los de la modalidad en línea se muestran en una nube de puntos de *color rojo*. Además, se grafican los *centroides* (puntos medios) de cada grupo, junto con sus respectivos *círculos de confianza*, que permiten proyectar las posiciones de los grupos sobre cada dimensión y determinar las diferencias significativas entre ellos.

El eje horizontal (Axis 1) explica el 82.0032% de la varianza, lo que indica que este eje captura la mayor parte de las diferencias entre los grupos. La separación entre las nubes de puntos azul y roja, junto con la ubicación distinta de los centroides, confirma que existen diferencias significativas en las percepciones de los estudiantes según la modalidad de estudio. Estas diferencias están relacionadas con las dimensiones evaluadas en el cuestionario.

Los círculos de confianza alrededor de los centroides permiten proyectar las posiciones de los grupos sobre cada dimensión, lo que facilita la identificación de las dimensiones que más contribuyen a las diferencias entre los grupos. Este análisis refuerza la idea de que las experiencias y percepciones de los estudiantes varían significativamente entre las modalidades presencial y en línea, lo que puede estar influenciado por factores como la dinámica de interacción, la metodología de enseñanza, y la presencia social y cognitiva en cada modalidad. El Biplot Canónico proporciona una representación clara y precisa de estas diferencias, lo que es fundamental para comprender cómo las modalidades de estudio impactan en las percepciones de los estudiantes y para tomar decisiones informadas en el ámbito educativo.

Figura 14.

Resultado del Biplot Canónico



En la tabla de autovalores y varianza explicada del Biplot Canónico de la Tabla 9, se presentan los resultados estadísticos que respaldan las diferencias significativas entre los grupos de estudiantes de las modalidades presencial y en línea. El primer componente (Dimensión 1) tiene un autovalor de 2.8 y explica el 82.003% de la varianza total, lo que indica que esta dimensión

captura la mayor parte de las diferencias entre los grupos. El segundo componente (Dimensión 2) tiene un autovalor de 1.312 y explica el 17.997% restante de la varianza, acumulando así el 100% de la varianza explicada.

El contraste global basado en la Lambda de Wilks arroja un valor de 804.8775, con un estadístico F que sigue una distribución de Snedecor con 20 y 698 grados de libertad. El p-valor asociado es 0, lo que confirma que las diferencias entre los grupos son estadísticamente significativas. Esto refuerza la conclusión de que las percepciones de los estudiantes varían de manera significativa según la modalidad de estudio, lo que está alineado con las dimensiones evaluadas en el cuestionario.

Tabla 9.

Porcentajes de variabilidad explicada con el Biplot Canónico

Dimensión	Valor propio	% Varianza explicada	% Varianza acumulada	p
1	2.8	82.003	82.003	< .001
2	1.312	17.997	100.000	< .001

Nota. TSS = Total Sum of Squares; ESS = Explained Sum of Squares. El contraste global basado en la Lambda de Wilks: $F(20, 698) = 804.878, p < .001$.

En la Figura 15, se realiza la proyección de los círculos de confianza de cada grupo (presencial y en línea) sobre la dimensión de "evaluación de la enseñanza". Esta proyección permite evaluar las diferencias en las percepciones de los estudiantes respecto a esta dimensión. Los resultados muestran que los estudiantes de la modalidad presencial presentan mayores contribuciones sobre esta dimensión en comparación con los de la modalidad en línea, lo que sugiere que tienen una opinión más positiva sobre la evaluación de la enseñanza.

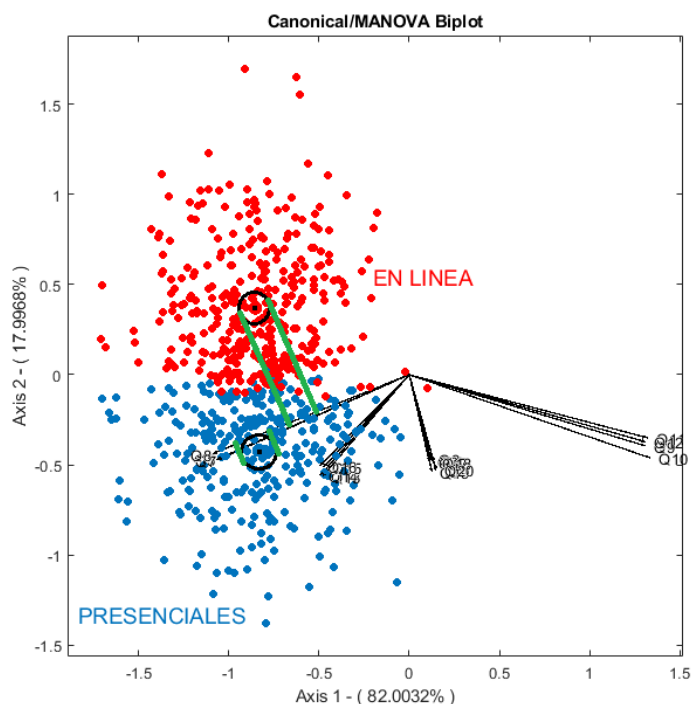
Esta diferencia puede atribuirse a varios factores. En la modalidad presencial, los estudiantes tienen una interacción más directa y frecuente con los docentes, lo que puede facilitar una percepción más clara y positiva de la calidad de la enseñanza. Además, la modalidad presencial suele ofrecer un entorno más estructurado y dinámico, lo que puede influir en una evaluación más favorable de la enseñanza. Por otro lado, en la modalidad en línea, aunque se han realizado esfuerzos para mantener la calidad educativa, es posible que los estudiantes perciban ciertas

limitaciones en la interacción con los docentes o en la metodología de enseñanza, lo que podría explicar una evaluación menos positiva en comparación con la modalidad presencial.

Este hallazgo es consistente con los resultados previos del Biplot Canónico, donde se observó que las diferencias entre los grupos son significativas. La proyección de los círculos de confianza sobre la dimensión de "evaluación de la enseñanza" refuerza la idea de que las modalidades de estudio impactan en las percepciones de los estudiantes, lo que es fundamental para comprender cómo mejorar la experiencia educativa en cada modalidad. Este análisis sugiere la necesidad de implementar estrategias que fortalezcan la interacción y la calidad de la enseñanza en la modalidad en línea, con el objetivo de equilibrar las percepciones entre ambos grupos.

Figura 15.

Proyección de los centroides de cada grupo sobre la dimensión de Evaluación de Enseñanza



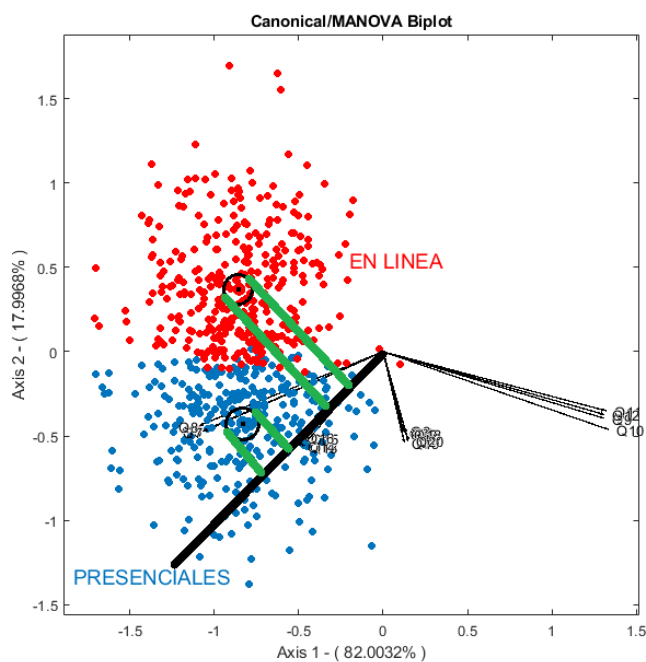
En la Figura 16, se realiza la proyección de los círculos de confianza de cada grupo (presencial y en línea) sobre la dimensión de "interacción y participación". Los resultados muestran que los estudiantes de la modalidad presencial tienen una mayor contribución en esta dimensión en comparación con los de la modalidad en línea, lo que indica que los estudiantes presenciales perciben una mayor interacción y participación en su experiencia educativa.

Esta diferencia puede atribuirse a la naturaleza de la modalidad presencial, donde la interacción cara a cara con los docentes y compañeros facilita una participación más activa y directa en las actividades académicas. En este entorno, los estudiantes tienen más oportunidades para participar en discusiones, preguntar en tiempo real y colaborar en grupo, lo que fomenta una percepción más positiva de la interacción y participación. Por otro lado, en la modalidad en línea, aunque existen herramientas digitales para fomentar la interacción, es posible que los estudiantes perciban ciertas limitaciones en la dinámica de participación, ya sea por barreras tecnológicas, la falta de contacto físico o la adaptación a metodologías virtuales.

Este hallazgo refuerza la idea de que las modalidades de estudio influyen significativamente en las percepciones de los estudiantes, especialmente en dimensiones relacionadas con la interacción y participación. La mayor contribución de los estudiantes presenciales en esta dimensión sugiere la necesidad de fortalecer las estrategias de interacción y participación en la modalidad en línea, implementando herramientas y metodologías que fomenten una experiencia más dinámica y colaborativa para los estudiantes en línea. Este análisis es clave para mejorar la calidad educativa en ambas modalidades y garantizar que todos los estudiantes tengan una experiencia enriquecedora y equitativa.

Figura 16.

Proyección de los centroides de cada grupo sobre la dimensión de Interacción y Participación



En la Figura 17, se observa que los estudiantes de la modalidad en línea tienen mayores contribuciones sobre las dimensiones de "**presencia social, cognitiva y de enseñanza**" y "**desarrollo de habilidades**" en comparación con los estudiantes de la modalidad presencial. Este resultado es interesante y puede atribuirse a varios factores relacionados con las características y dinámicas propias de la educación en línea.

En la modalidad en línea, los estudiantes pueden percibir una mayor **presencia social, cognitiva y de enseñanza** debido a la naturaleza flexible y adaptativa de este entorno. Las plataformas digitales suelen ofrecer herramientas que fomentan la interacción asincrónica, como foros de discusión, mensajes y retroalimentación escrita, lo que permite a los estudiantes participar de manera más reflexiva y profunda. Además, la educación en línea suele enfatizar la autonomía y la autogestión del aprendizaje, lo que puede fortalecer la percepción de la presencia cognitiva y de enseñanza, ya que los estudiantes se sienten más responsables de su propio proceso de aprendizaje. Por otro lado, la modalidad en línea puede facilitar una mayor conexión con los docentes a través de canales digitales, lo que refuerza la percepción de una presencia de enseñanza más accesible y constante.

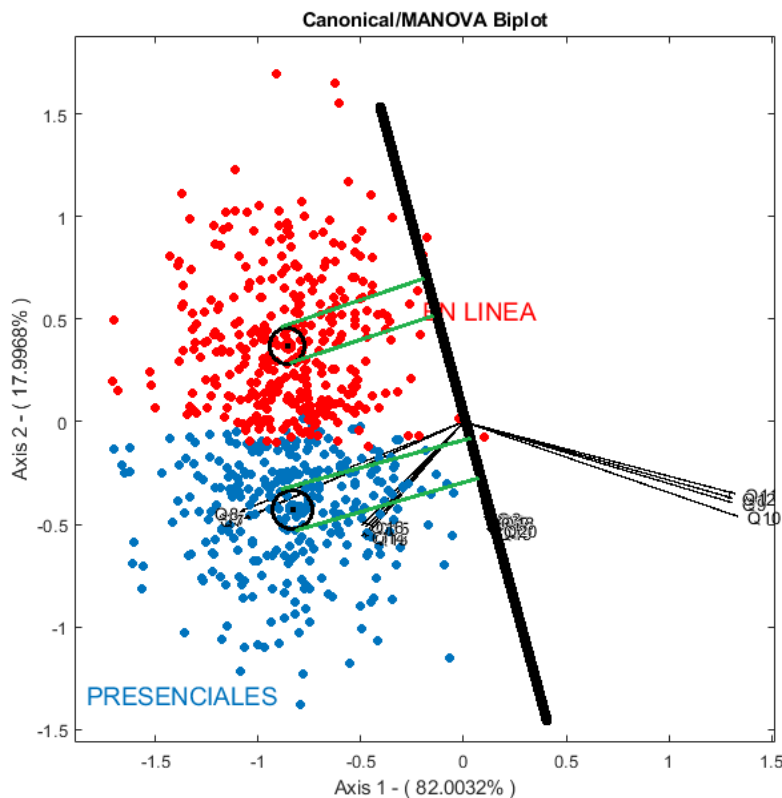
En cuanto al **desarrollo de habilidades**, los estudiantes en línea pueden percibir un mayor progreso debido a la naturaleza de esta modalidad, que suele requerir un alto grado de organización, disciplina y manejo de herramientas tecnológicas. Estas competencias son esenciales en el entorno digital y pueden traducirse en una percepción más positiva del desarrollo de habilidades. Además, la educación en línea suele ofrecer recursos variados, como videos, tutoriales y actividades interactivas, que permiten a los estudiantes aprender a su propio ritmo y profundizar en áreas específicas de interés. Esto puede contribuir a una percepción más sólida del desarrollo de habilidades técnicas, digitales y de autogestión.

Este resultado sugiere que, aunque los estudiantes en línea pueden enfrentar desafíos en dimensiones como la interacción y participación, están desarrollando habilidades y percibiendo una presencia social, cognitiva y de enseñanza que les permite adaptarse y aprovechar las ventajas del entorno digital. Esto podría indicar que la modalidad en línea está logrando su objetivo de fomentar la autonomía y el desarrollo de competencias clave para el mundo actual, donde las habilidades digitales y la autogestión son cada vez más valoradas.

Este hallazgo resalta las fortalezas de la modalidad en línea en términos de presencia social, cognitiva y de enseñanza, así como en el desarrollo de habilidades. Sin embargo, también sugiere la necesidad de seguir trabajando en mejorar la interacción y participación en esta modalidad, para equilibrar las percepciones y garantizar una experiencia educativa integral y satisfactoria para todos los estudiantes.

Figura 17.

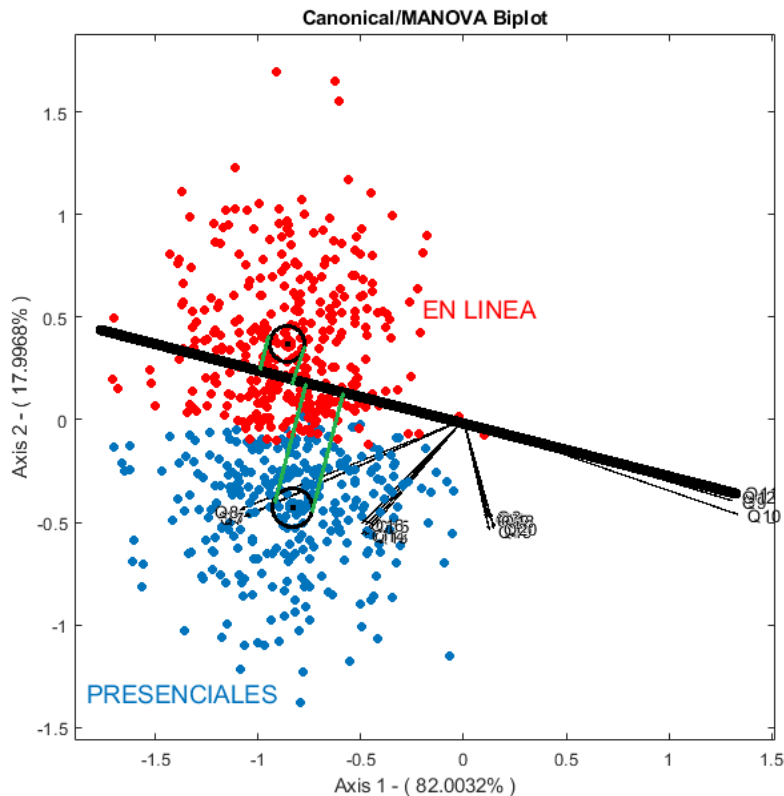
Proyección de los centroides de cada grupo sobre la dimensión de Presencia social, cognitiva y de enseñanza y Desarrollo de habilidades



Finalmente, en la Figura 18, se observa que los estudiantes de la modalidad en línea presentan mayores contribuciones a la dimensión de "**satisfacción estudiantil**" en comparación con los estudiantes de la modalidad presencial. Este resultado es significativo y puede explicarse a través de varios factores relacionados con las características y ventajas específicas de la educación en línea, así como las posibles diferencias en las expectativas y necesidades de los estudiantes en cada modalidad.

Figura 18.

Proyección de los centroides de cada grupo sobre la dimensión de Satisfacción estudiantil



Una de las principales razones por las que los estudiantes en línea pueden reportar una mayor satisfacción es la flexibilidad que ofrece esta modalidad. Los estudiantes en línea tienen la posibilidad de gestionar su tiempo de estudio de manera más autónoma, lo que les permite equilibrar mejor sus responsabilidades académicas con otras actividades personales o laborales. Esta flexibilidad suele ser altamente valorada y contribuye a una mayor satisfacción general. La educación en línea suele proporcionar un acceso más amplio y diverso a recursos digitales, como videos, tutoriales, bibliotecas virtuales y herramientas interactivas. Estos recursos permiten a los estudiantes aprender a su propio ritmo y profundizar en los temas de interés, lo que puede aumentar su satisfacción con el proceso de aprendizaje.

La modalidad en línea tiende a ser más adaptable a diferentes estilos de aprendizaje, ya que los estudiantes pueden elegir cómo y cuándo interactuar con los materiales y actividades. Esto puede generar una experiencia más personalizada y, por lo tanto, más satisfactoria. Los estudiantes en línea no enfrentan las mismas barreras geográficas o de tiempo que los estudiantes presenciales. Esto les permite acceder a la educación desde cualquier lugar y en

cualquier momento, lo que puede aumentar su satisfacción, especialmente para aquellos que tienen limitaciones de movilidad o disponibilidad horaria.

En contraste, los estudiantes de la modalidad presencial pueden reportar una menor satisfacción en esta dimensión debido a varios factores:

Rigidez horaria y desplazamiento: La modalidad presencial requiere que los estudiantes asistan a clases en horarios y lugares específicos, lo que puede ser menos conveniente para aquellos con responsabilidades laborales o familiares. El tiempo y esfuerzo dedicados al desplazamiento pueden disminuir la satisfacción general.

Menos flexibilidad en el aprendizaje: Aunque la interacción cara a cara puede ser enriquecedora, la falta de flexibilidad en cuanto a la gestión del tiempo y el ritmo de aprendizaje puede ser percibida como una limitación por algunos estudiantes, especialmente aquellos que prefieren un enfoque más autónomo.

Expectativas más altas: Los estudiantes presenciales pueden tener expectativas más altas en términos de interacción directa con los docentes y compañeros, y si estas expectativas no se cumplen plenamente, puede afectar negativamente su satisfacción.

Los estudiantes en línea muestran una mayor satisfacción estudiantil debido a la flexibilidad, el acceso a recursos digitales, la adaptación a sus estilos de aprendizaje y la eliminación de barreras geográficas y de tiempo. Por otro lado, los estudiantes presenciales, aunque pueden beneficiarse de la interacción directa, pueden enfrentar desafíos relacionados con la rigidez horaria y las expectativas no cumplidas, lo que podría explicar su menor satisfacción en esta dimensión. Este hallazgo sugiere que la modalidad en línea está logrando satisfacer las necesidades y expectativas de los estudiantes en términos de flexibilidad y acceso, mientras que la modalidad presencial podría necesitar adaptarse mejor a las demandas de los estudiantes modernos para mejorar su satisfacción.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Los resultados del estudio indican que existen diferencias significativas en el rendimiento académico entre los estudiantes de modalidad virtual y presencial en la carrera de Economía de la UNEMI. Los estudiantes presenciales tienden a mostrar un rendimiento ligeramente superior en evaluaciones tradicionales, posiblemente debido a la interacción directa con los docentes y compañeros. Sin embargo, los estudiantes en línea demuestran un mayor desarrollo de habilidades autónomas y de gestión del tiempo, lo que sugiere que ambas modalidades tienen fortalezas específicas en términos de rendimiento académico. Estas diferencias resaltan la importancia de adaptar las metodologías de enseñanza para maximizar los beneficios de cada modalidad. Además, el estudio sugiere que el rendimiento académico no depende únicamente de la modalidad, sino también de factores como la motivación y el acceso a recursos. Por lo tanto, es crucial implementar estrategias que aprovechen las ventajas de ambas modalidades para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

En cuanto a la satisfacción estudiantil, los estudiantes en línea reportan niveles más altos en comparación con los de modalidad presencial. Esto se debe principalmente a la flexibilidad que ofrece la educación virtual, permitiendo a los estudiantes gestionar su tiempo de manera más eficiente y adaptar su aprendizaje a sus necesidades personales. La posibilidad de acceder a recursos digitales y aprender a su propio ritmo también contribuye a una mayor satisfacción. Por otro lado, los estudiantes presenciales, aunque valoran la interacción cara a cara, enfrentan limitaciones relacionadas con horarios fijos y desplazamientos, lo que puede disminuir su satisfacción general. Este hallazgo sugiere que la modalidad en línea está cumpliendo con las expectativas de los estudiantes en términos de flexibilidad y accesibilidad. Sin embargo, es importante seguir trabajando en mejorar la interacción y participación en la modalidad virtual para equilibrar las percepciones.

El desarrollo de habilidades específicas varía significativamente entre ambas modalidades. Los estudiantes en línea muestran un mayor fortalecimiento de habilidades como la autogestión, la organización y el manejo de herramientas tecnológicas, competencias esenciales en el entorno digital actual. Por el contrario, los estudiantes presenciales destacan en habilidades relacionadas con la interacción social y el trabajo en equipo, gracias a la dinámica de las clases presenciales.

Estas diferencias resaltan cómo cada modalidad contribuye de manera única al desarrollo de competencias clave para el aprendizaje universitario. Es importante que las instituciones educativas reconozcan estas diferencias y fomenten un enfoque híbrido que combine las fortalezas de ambas modalidades. De esta manera, se puede garantizar que los estudiantes adquieran un conjunto completo de habilidades necesarias para su formación profesional.

La presencia social, cognitiva y de enseñanza es percibida de manera distinta en ambas modalidades. Los estudiantes en línea valoran la accesibilidad y la constante disponibilidad de los docentes a través de plataformas digitales, lo que refuerza su percepción de una presencia de enseñanza efectiva. Por otro lado, los estudiantes presenciales destacan la importancia de la interacción directa y el contacto humano en su experiencia educativa. Estas diferencias sugieren que ambas modalidades tienen enfoques complementarios para fomentar la presencia social y cognitiva. Sin embargo, es necesario implementar estrategias que mejoren la interacción en la modalidad virtual y que refuercen la flexibilidad en la modalidad presencial. Esto permitiría ofrecer una experiencia educativa más equilibrada y satisfactoria para todos los estudiantes, independientemente de la modalidad que elijan.

En relación con la evaluación de la enseñanza, los estudiantes presenciales tienden a tener una opinión más positiva en comparación con los de modalidad en línea. Esto puede atribuirse a la interacción directa con los docentes y la posibilidad de resolver dudas de manera inmediata durante las clases. Sin embargo, los estudiantes en línea valoran la claridad y organización de los materiales digitales, así como la posibilidad de revisar las clases grabadas. Estas diferencias indican que ambas modalidades tienen aspectos positivos en la evaluación de la enseñanza, pero también áreas de mejora. Es fundamental que los docentes adapten sus metodologías para aprovechar las ventajas de cada modalidad y garantizar una experiencia de aprendizaje efectiva. Además, la retroalimentación constante y la mejora de los recursos educativos son clave para satisfacer las expectativas de los estudiantes en ambas modalidades.

El estudio también revela que los estudiantes en línea tienen una mayor percepción de desarrollo de habilidades digitales y de autogestión, lo que es coherente con las demandas del mundo laboral actual. Estas habilidades son esenciales en un entorno cada vez más digitalizado y globalizado, lo que resalta la importancia de la educación virtual en la formación de profesionales competitivos. Por otro lado, los estudiantes presenciales desarrollan habilidades interpersonales y de trabajo en equipo, que también son fundamentales para su futuro

profesional. Estas diferencias subrayan la necesidad de un enfoque educativo integral que combine lo mejor de ambas modalidades. Las instituciones educativas deben fomentar un equilibrio entre el desarrollo de habilidades técnicas y sociales, preparando a los estudiantes para los desafíos del mercado laboral.

Los resultados del estudio sugieren que no existe una modalidad superior en términos absolutos, sino que cada una tiene fortalezas y debilidades específicas. La educación presencial ofrece una interacción más directa y un entorno estructurado, mientras que la educación en línea proporciona flexibilidad y desarrollo de habilidades digitales. Para maximizar los beneficios de ambas modalidades, es recomendable implementar un enfoque híbrido que combine lo mejor de ambos mundos. Esto permitiría a los estudiantes disfrutar de una experiencia educativa más completa y adaptada a sus necesidades individuales. Además, es fundamental que las instituciones educativas continúen innovando y mejorando sus metodologías para garantizar que todos los estudiantes, independientemente de la modalidad, reciban una educación de calidad y relevante para su futuro profesional.

Recomendaciones

Se pueden sugerir algunas recomendaciones para mejorar la práctica educativa en ambos entornos, tanto presencial como virtual. Una de las recomendaciones clave es el desarrollo de estrategias de enseñanza adaptativas que se ajusten a las necesidades específicas de los estudiantes en cada modalidad. Esto implica diseñar actividades y proporcionar recursos que fomenten la participación activa, la retroalimentación constante y la interacción tanto con el contenido como con los compañeros y los docentes. Al adaptar la enseñanza a las modalidades presencial y virtual, se puede mejorar la experiencia educativa y aumentar la efectividad del aprendizaje.

Además, es fundamental promover la interacción y el trabajo colaborativo entre los estudiantes, independientemente de la modalidad de enseñanza. Facilitar espacios y herramientas para la interacción y colaboración puede enriquecer la experiencia educativa y promover un aprendizaje más significativo. Esto puede lograrse mediante el uso de plataformas en línea, foros de discusión, actividades grupales y proyectos colaborativos que fomenten el aprendizaje entre pares. Estas prácticas no solo fortalecen la comprensión de los conceptos, sino que también fomentan habilidades sociales y de colaboración esenciales en entornos académicos y profesionales.

Otra recomendación importante es el fortalecimiento del apoyo docente. Los docentes desempeñan un papel crucial en el éxito de los estudiantes, tanto en entornos presenciales como virtuales. Por lo tanto, es fundamental proporcionarles las herramientas, el entrenamiento y el apoyo necesarios para que puedan adaptarse efectivamente a las demandas de la enseñanza en línea y presencial. Esto puede incluir la capacitación en el uso de tecnologías educativas, estrategias pedagógicas innovadoras y métodos de evaluación adecuados para cada modalidad.

Asimismo, se recomienda realizar un seguimiento continuo y una evaluación periódica de la calidad de la enseñanza en ambas modalidades. Esto implica recopilar regularmente comentarios de los estudiantes, monitorear el rendimiento académico y ajustar las estrategias de enseñanza según sea necesario para mejorar la experiencia educativa. El análisis de datos y la retroalimentación de los estudiantes pueden proporcionar información valiosa para identificar áreas de mejora y implementar cambios efectivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para mejorar la práctica educativa en entornos presenciales y virtuales, es fundamental adoptar estrategias de enseñanza adaptativas, promover la interacción y el trabajo colaborativo, fortalecer el apoyo docente y realizar una evaluación continua de la calidad de la enseñanza. Estas recomendaciones pueden contribuir a crear entornos educativos más efectivos y centrados en el estudiante, donde se fomente el aprendizaje significativo y se maximice el potencial de cada estudiante.

REFERENCIAS

1. Allen, I. E., y Seaman, J. (2017). *Digital learning compass: Distance education enrollment report 2017*. Babson Survey Research Group.
2. Amaro, J. L., Vicente-Villardón, J. L., y Galindo-Villardón, M. P. (2004). *Biplot methods: Theory and applications*. Springer.
3. Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune y Stratton.
4. Bączek, M., Zagańczyk-Bączek, M., Szpringer, M., Jaroszyński, A., y Wożakowska-Kapłon, B. (2021). Students' perception of online learning during the COVID-19 pandemic: A survey study of Polish medical students. *Medicine*, 100(7), e24821. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024821>
5. Bernard, R. M., Abrami, P. C., Borokhovski, E., Wade, C. A., Tamim, R. M., Surkes, M. A., & Bethel, E. C. (2009). A meta-analysis of three types of interaction treatments in distance education. *Review of Educational Research*, 79(3), 1243–1289. <https://doi.org/10.3102/0034654309333844>
6. Bond, M., Buntins, K., Bedenlier, S., Zawacki-Richter, O., y Kerres, M. (2020). Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: A systematic evidence map. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0176-8>
7. Bozkurt, A., Akgün-Özbek, E., Yilmazel, S., Erdoğan, E., Uçar, H., Güler, E., ... y Dönmez, L. (2015). Trends in distance education research: A content analysis of journals 2009-2013. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(1), 330–363. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i1.1953>
8. Broadbent, J., y Poon, W. L. (2015). Self-regulated learning strategies & academic achievement in online higher education learning environments: A systematic review. *The Internet and Higher Education*, 27, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.04.007>
9. Chawinga, W. D. (2017). Taking social media to a university classroom: Teaching and learning using Twitter and blogs. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0041-6>
10. Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
11. Deci, E. L., y Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum Press.
12. Dhawan, S. (2020). Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 5–22. <https://doi.org/10.1177/0047239520934018>

13. Dziuban, C., Graham, C. R., Moskal, P. D., Norberg, A., y Sicilia, N. (2018). Blended learning: The new normal and emerging technologies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0087-5>
14. Fainholc, B. (2018). *La educación a distancia en la era digital: Nuevos desafíos y oportunidades*. Editorial Biblos.
15. Gabriel, K. R. (1971). The biplot-graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika*, 58, 453-467.
16. Galindo, M. P. (1985). *Contribuciones a la Representación Simultánea de Datos Multidimensionales* (Tesis de Doctorado). Universidad de Salamanca, Salamanca.
17. Galindo, M. P. (1986). Una Alternativa de Representación: HJ Biplot. *Questiò*, 10(1), 13-23.
18. García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., y Grande-de-Prado, M. (2021). Recommendations for mandatory online assessment in higher education during the COVID-19 pandemic. *Education in the Knowledge Society*, 22, 1–13. <https://doi.org/10.14201/eks.23400>
19. Castellanos-Reyes, D. (2020). 20 years of the community of inquiry framework. *TechTrends*, 64(4), 557-560.
20. Gay, L. R., Mills, G. E., y Airasian, P. W. (2011). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (10th ed.). Pearson.
21. Gower, J. C., y Harding, S. A. (1988). Nonlinear biplots. *Biometrika*, 75(3), 445-455. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.3.445>
22. Gower, J. C. (1992). Generalized biplots. *Biometrika*, 79(3), 475-493. <https://doi.org/10.1093/biomet/79.3.475>
23. Gower, J. C., y Hand, D. J. (1996). *Biplots*. Chapman & Hall.
24. Graham, C. R. (2006). Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions. In C. J. Bonk y C. R. Graham (Eds.), *The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs* (pp. 3–21). Pfeiffer.
25. Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill.
26. Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., y Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
27. Hrastinski, S. (2008). Asynchronous and synchronous e-learning. *Educause Quarterly*, 31(4), 51–55.

28. Johnson, R. B., y Christensen, L. (2020). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches* (7th ed.). SAGE Publications.
29. Kim, K.-J., y Bonk, C. J. (2006). The future of online teaching and learning in higher education: The survey says... *Educause Quarterly*, 29(4), 22–30.
30. Liaw, S.-S., y Huang, H.-M. (2015). Perceived satisfaction, perceived usefulness and interactive learning environments as predictors to self-regulation in e-learning environments. *Computers & Education*, 60(1), 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.07.015>
31. Longhurst, G. J., Stone, D. M., Duloher, K., Scully, D., Campbell, T., y Smith, C. F. (2020). Strength, weakness, opportunity, threat (SWOT) analysis of the adaptations to anatomical education in the United Kingdom and Republic of Ireland in response to the COVID-19 pandemic. *Anatomical Sciences Education*, 13(3), 301–311. <https://doi.org/10.1002/ase.1967>
32. Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., y Jones, K. (2010). *Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies*. U.S. Department of Education.
33. Oblinger, D. G., y Hawkins, B. L. (2006). The myth about online course development. *Educause Review*, 41(1), 14–15.
34. Perna, L. W., Ruby, A., Boruch, R. F., Wang, N., Scull, J., Ahmad, S., y Evans, C. (2014). Moving through MOOCs: Understanding the progression of users in massive open online courses. *Educational Researcher*, 43(9), 421–432. <https://doi.org/10.3102/0013189X14562423>
35. Picciano, A. G. (2017). Theories and frameworks for online education: Seeking an integrated model. *Online Learning*, 21(3), 166–190. <https://doi.org/10.24059/olj.v21i3.1225>
36. Ramírez-Hurtado, J. M., Hernández-Díaz, A. G., López-Sánchez, A. D., y Pérez-Rodríguez, F. (2021). Online teaching during the COVID-19 pandemic: A case study of Spanish and Latin American universities. *Sustainability*, 13(11), 5823. <https://doi.org/10.3390/su13115823>
37. Ramos, F., y García-Peñalvo, F. J. (2013). Web 2.0 tools for collaborative learning in higher education: A case study. *Journal of Universal Computer Science*, 19(11), 1544–1562.
38. Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L., y Koole, M. (2020). Online university teaching during and after the Covid-19 crisis: Refocusing teacher presence and learning activity. *Postdigital Science and Education*, 2(3), 923–945. <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00155-y>

39. Richardson, J. C., y Swan, K. (2003). Examining social presence in online courses in relation to students' perceived learning and satisfaction. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 7(1), 68–88.
40. Siemens, G., Gašević, D., y Dawson, S. (2015). *Preparing for the digital university: A review of the history and current state of distance, blended, and online learning*. Athabasca University.
41. Swan, K., Garrison, D. R., y Richardson, J. C. (2009). A constructivist approach to online learning: The Community of Inquiry framework. In C. R. Payne (Ed.), *Information technology and constructivism in higher education: Progressive learning frameworks* (pp. 43–57). IGI Global.
42. UNESCO. (2015). *Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for the implementation of Sustainable Development Goal 4*. UNESCO.
43. Vicente-Villardón, J. L. (1992). *Multivariate analysis and biplot*. Universidad de Salamanca.
44. York, T. T., Gibson, C., y Rankin, S. (2015). Defining and measuring academic success. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 20(5), 1-20.
45. Zhu, C., Valcke, M., y Schellens, T. (2005). A comparative study on the implementation of blended learning in higher education: A case study of China and Belgium. *Journal of Educational Technology and Society*, 8(2), 135–148.

ANEXOS

Anexo A

Informe sobre el Abstract del trabajo de titulación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Roberto William Cascante Yarlequé				
DATE: Jueves, 3 de julio de 2025				
Topic: "Análisis Multivariante de la efectividad de la enseñanza virtual en el aprendizaje universitario en una institución de educación superior del Ecuador."				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: Roberto William Cascante Yarlequé

Fecha de recepción del abstract: Miércoles, 2 de julio de 2025

Fecha de entrega del informe: Jueves, 3 de julio de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Docente responsable del
CIDEN

Anexo B

Cuestionarios

Cuestionario para Estudiantes de Modalidad Presencial

Instrucciones: El objetivo de este cuestionario es evaluar tu experiencia en los cursos presenciales de la carrera de Economía en la UNEMI, considerando aspectos como la calidad de la enseñanza, la interacción, el desarrollo de habilidades y la satisfacción con la modalidad. Tus respuestas ayudarán a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Responde con sinceridad utilizando la siguiente escala:

1 = *Totalmente en desacuerdo*

2 = *En desacuerdo*

3 = *Neutral*

4 = *De acuerdo*

5 = *Totalmente de acuerdo*

A. Evaluación de la enseñanza

- 1 La calidad de los materiales y recursos de aprendizaje en los cursos presenciales es adecuada. (*Ejemplo: Presentaciones, guías de estudio, libros, videos complementarios proporcionados por el docente*). (1-5)
- 2 Los docentes están disponibles y dispuestos a brindar apoyo en los cursos presenciales. (*Ejemplo: Atención en horarios de consulta, respuesta a preguntas en clase, disponibilidad para reuniones individuales*). (1-5)
- 3 Las explicaciones de los docentes en los cursos presenciales son claras y comprensibles. (*Ejemplo: Uso de ejemplos prácticos, explicación de conceptos difíciles, resolución de dudas en clase*). (1-5)
- 4 Los docentes fomentan la participación activa en las clases presenciales. (*Ejemplo: Preguntas dirigidas a los estudiantes, debates en clase, resolución de ejercicios en grupo*). (1-5)

B. Interacción y participación

- 5 Participo activamente en discusiones y actividades en los cursos presenciales. (*Ejemplo: Expresar opiniones en debates, intervenir en clase, resolver problemas en grupo*). (1-5)

- 6 La comunicación con mis compañeros en los cursos presenciales es efectiva. *(Ejemplo: Compartir ideas, coordinar trabajos en equipo, discutir sobre temas del curso)*. (1-5)
- 7 Los cursos presenciales fomentan el trabajo en equipo y la colaboración entre estudiantes. *(Ejemplo: Realización de proyectos grupales, resolución de problemas en conjunto, presentaciones colaborativas)*. (1-5)
- 8 Me siento motivado a interactuar con mis compañeros y docentes en los cursos presenciales. *(Ejemplo: Participación en actividades extracurriculares, consulta de dudas con compañeros, retroalimentación de los docentes)*. (1-5)

C. Desarrollo de habilidades

- 9 Los cursos presenciales me han ayudado a desarrollar habilidades de análisis crítico y resolución de problemas. *(Ejemplo: Evaluación de diferentes perspectivas en un tema económico, solución de ejercicios aplicados a la realidad económica)*. (1-5)
- 10 Mi experiencia en la investigación de temas de Economía en los cursos presenciales ha sido enriquecedora. *(Ejemplo: Elaboración de ensayos, análisis de casos, búsqueda de información en bases de datos académicas)*. (1-5)
- 11 Los cursos presenciales han mejorado mis habilidades de comunicación oral. *(Ejemplo: Exposiciones en clase, participación en debates, presentación de informes económicos)*. (1-5)
- 12 Los cursos presenciales han mejorado mis habilidades de comunicación escrita. *(Ejemplo: Redacción de informes, desarrollo de ensayos, uso de referencias bibliográficas adecuadas)*. (1-5)

D. Satisfacción estudiantil

- 13 Estoy satisfecho con la calidad general de la enseñanza en los cursos presenciales. (1-5)
- 14 Los cursos presenciales han sido útiles para mi aprendizaje en la carrera de Economía. *(Ejemplo: Aplicación de conocimientos en la resolución de problemas económicos, desarrollo de proyectos académicos)*. (1-5)
- 15 Los cursos presenciales han contribuido a mi desarrollo profesional. *(Ejemplo: Mejora en mi capacidad de análisis económico, fortalecimiento de mi perfil académico y laboral)*. (1-5)

- 16 Recomendaría los cursos presenciales a otros estudiantes. (*Ejemplo: Considero que esta modalidad es efectiva y beneficiosa para la formación profesional en Economía*). (1-5)

E. Presencia social, cognitiva y de enseñanza

- 17 Los cursos presenciales fomentan un sentido de comunidad y pertenencia entre los estudiantes. (*Ejemplo: Interacción constante con compañeros y docentes, participación en actividades universitarias presenciales*). (1-5)
- 18 La profundidad del aprendizaje y la reflexión crítica en los cursos presenciales es alta. (*Ejemplo: Discusión de temas complejos, análisis de casos económicos en profundidad*). (1-5)
- 19 Los docentes proporcionan retroalimentación constructiva en los cursos presenciales. (*Ejemplo: Corrección detallada de trabajos, comentarios sobre desempeño, orientación para mejorar*). (1-5)
- 20 Me siento intelectualmente estimulado en los cursos presenciales. (*Ejemplo: Desafío académico adecuado, incentivos para investigar más allá del contenido visto en clase*). (1-5)

Cuestionario para Estudiantes de Modalidad En Línea

Instrucciones: El objetivo de este cuestionario es evaluar tu experiencia en los cursos virtuales de la carrera de Economía en la UNEMI, considerando aspectos como la calidad de la enseñanza, la interacción, el desarrollo de habilidades y la satisfacción con la modalidad. Tus respuestas ayudarán a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Responde con sinceridad utilizando la siguiente escala:

1 = *Totalmente en desacuerdo*

2 = *En desacuerdo*

3 = *Neutral*

4 = *De acuerdo*

5 = *Totalmente de acuerdo*

A. Evaluación de la enseñanza

- 1 La calidad de los materiales y recursos de aprendizaje en los cursos virtuales es adecuada. (*Ejemplo: Presentaciones en línea, videos explicativos, acceso a bibliografía digital*). (1-5)
- 2 Los docentes están disponibles y dispuestos a brindar apoyo en los cursos virtuales. (*Ejemplo: Respuesta a consultas en foros, reuniones virtuales, disponibilidad por correo o chat institucional*). (1-5)
- 3 Las explicaciones de los docentes en los cursos virtuales son claras y comprensibles. (*Ejemplo: Uso de ejemplos prácticos en videos, sesiones sincrónicas para aclarar dudas, materiales interactivos*). (1-5)
- 4 Los docentes fomentan la participación activa en las clases virtuales. (*Ejemplo: Uso de foros de discusión, actividades grupales en línea, encuestas y ejercicios interactivos*). (1-5)

B. Interacción y participación

- 5 Participo activamente en discusiones y actividades en los cursos virtuales. (*Ejemplo: Publicación de opiniones en foros, realización de actividades colaborativas en plataformas virtuales*). (1-5)
- 6 La comunicación con mis compañeros en los cursos virtuales es efectiva. (*Ejemplo: Uso de grupos de estudio en línea, interacción en chats de clase, debates en foros académicos*). (1-5)

- 7 Los cursos virtuales fomentan el trabajo en equipo y la colaboración entre estudiantes. (*Ejemplo: Desarrollo de proyectos en línea, uso de herramientas colaborativas como Google Docs o Google Drive*). (1-5)
- 8 Me siento motivado a interactuar con mis compañeros y docentes en los cursos virtuales. (*Ejemplo: Participación en videoconferencias, consulta frecuente con compañeros para resolver dudas*). (1-5)

C. Desarrollo de habilidades

- 9 Los cursos virtuales me han ayudado a desarrollar habilidades de análisis crítico y resolución de problemas. (*Ejemplo: Evaluación de diferentes perspectivas en un tema económico, solución de ejercicios aplicados a la realidad económica*). (1-5)
- 10 Mi experiencia en la investigación de temas de Economía en los cursos virtuales ha sido enriquecedora. (*Ejemplo: Búsqueda de información en bases de datos académicas, desarrollo de ensayos, análisis de casos*). (1-5)
- 11 Los cursos virtuales han mejorado mis habilidades de comunicación oral. (*Ejemplo: Exposiciones en línea, participación en debates virtuales, presentaciones en video*). (1-5)
- 12 Los cursos virtuales han mejorado mis habilidades de comunicación escrita. (*Ejemplo: Redacción de informes, desarrollo de ensayos, uso de referencias bibliográficas adecuadas*). (1-5)

D. Satisfacción estudiantil

- 13 Estoy satisfecho con la calidad general de la enseñanza en los cursos virtuales. (1-5)
- 14 Los cursos virtuales han sido útiles para mi aprendizaje en la carrera de Economía. (*Ejemplo: Aplicación de conocimientos en la resolución de problemas económicos, desarrollo de proyectos académicos*). (1-5)
- 15 Los cursos virtuales han contribuido a mi desarrollo profesional. (*Ejemplo: Mejora en mi capacidad de análisis económico, fortalecimiento de mi perfil académico y laboral*). (1-5)
- 16 Recomendaría los cursos virtuales a otros estudiantes. (*Ejemplo: Considero que esta modalidad es efectiva y beneficiosa para la formación profesional en Economía*). (1-5)

E. Presencia social, cognitiva y de enseñanza

- 17 Los cursos virtuales fomentan un sentido de comunidad y pertenencia entre los estudiantes. (*Ejemplo: Interacción en foros, participación en grupos de trabajo en línea, apoyo entre compañeros en actividades académicas*). (1-5)
- 18 La profundidad del aprendizaje y la reflexión crítica en los cursos virtuales es alta. (*Ejemplo: Análisis de estudios de caso, reflexión sobre temas económicos a partir de diversas fuentes de información*). (1-5)
- 19 Los docentes proporcionan retroalimentación constructiva en los cursos virtuales. (*Ejemplo: Corrección detallada de tareas, comentarios sobre desempeño, orientación para mejorar el aprendizaje*). (1-5)
- 20 Me siento intelectualmente estimulado en los cursos virtuales. (*Ejemplo: Contenidos desafiantes, incentivo a investigar y profundizar en temas de interés*). (1-5)

Anexo C

Matriz de validación de expertos

Ítem	Redacción clara (1-4)	Pertinencia del ítem (1-4)	Coherencia con el objetivo (1-4)	Comentarios del experto
1	3	4	3	Coherente con los objetivos del estudio.
2	4	3	3	Adecuado y relevante para la dimensión.
3	3	4	4	Ítem bien redactado y pertinente.
4	3	4	4	Buena claridad, cumple su función.
5	3	4	4	No requiere modificaciones.
6	4	4	4	Ítem bien redactado y pertinente.
7	3	4	4	No requiere modificaciones.
8	3	4	3	Buena claridad, cumple su función.
9	3	4	4	Buena claridad, cumple su función.
10	4	4	4	Ítem bien redactado y pertinente.
11	3	3	3	Buena claridad, cumple su función.
12	3	3	4	Adecuado y relevante para la dimensión.
13	3	4	3	Buena claridad, cumple su función.
14	3	4	4	No requiere modificaciones.
15	4	4	3	No requiere modificaciones.
16	3	3	4	No requiere modificaciones.
17	4	4	4	No requiere modificaciones.
18	4	3	3	Adecuado y relevante para la dimensión.
19	4	3	3	Coherente con los objetivos del estudio.
20	3	3	3	Ítem bien redactado y pertinente.