



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,
Volumen 10, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1

MODALIDADES DE APRENDIZAJE Y RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ASIGNATURAS FUNDAMENTALES DE INGENIERÍA EN EL ESCENARIO COVID-19

**LEARNING MODALITIES AND ACADEMIC PERFORMANCE IN CORE
ENGINEERING SUBJECTS WITHIN THE COVID-19 SCENARIO**

Patricia Eulalia Guevara Vallejo

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE – Ecuador

Emma Claudina Guevara Vallejo

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE - Ecuador

Nury Gabriela Ortiz

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE – Ecuador

Zuñiga Godoy Raquel Jemima

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE – Ecuador

Mena López Vanessa Mariela

Universidad Central del Ecuador - Ecuador

Modalidades de aprendizaje y rendimiento académico en asignaturas fundamentales de ingeniería en el escenario Covid-19

Patricia Eulalia Guevara Vallejo¹

peguevara@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2408-2018>

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE
Ecuador

Nury Gabriela Ortiz

ngortiz1@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0761-3494>

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE
Ecuador

Emma Claudina Guevara Vallejo

ecguevara@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-8190-2369>

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE
Ecuador

Zuñiga Godoy Raquel Jemima

peguevara@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-7015-8822>

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE
Ecuador

Mena López Vanessa Mariela

vmmena@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9248-4684>

Universidad Central del Ecuador
Ecuador

RESUMEN

En el contexto de la pandemia por COVID-19, las instituciones de educación superior con modalidad presencial en Ecuador implementan abruptamente la modalidad virtual, por lo que resulta interesante analizar el rendimiento académico de estudiantes de ingeniería en tres tratamientos clave que combinan la modalidad de estudios y el periodo: antes (presencial), durante (virtual) y después de la pandemia (presencial). Para ello se aplica un diseño cuantitativo, transversal y explicativo con estudiantes matriculados entre 2019 y 2024 en Cálculo Diferencial e Integral, Estadística, Física I y Química I. La prueba no paramétrica de Kruskal -Wallis ($\alpha = 0.05$) en cada asignatura determina diferencias significativas ($p < 0.001$) con respecto a los tres tratamientos. Las pruebas post hoc Dunn confirman diferencias en las comparaciones de pares de medias, excepto en Estadística entre los periodos antes y después de la pandemia ($p = 0.108$). En comparaciones unilaterales (Wilcoxon), la modalidad virtual presenta calificaciones promedio más altas que la modalidad presencial. Al retornar a la presencialidad, se incrementan las tasas de reprobación, alcanzando un 55% en Cálculo y un 16% en Estadística. Se evidencia el impacto de la transición de modalidad sobre el rendimiento académico en asignaturas fundamentales para estudiantes de ingeniería.

Palabras clave: ingeniería; rendimiento académico; modalidad; pandemia

¹ Autor principal.

Correspondencia: peguevara@espe.edu.ec

Learning modalities and academic performance in core engineering subjects within the Covid-19 scenario

ABSTRACT

In the context of the COVID-19 pandemic, higher education institutions in Ecuador abruptly implemented online learning modalities. Therefore, it is interesting to analyze the academic performance of engineering students across three key treatment periods that combine the study modality and timeframe: before (in-person), during (online), and after the pandemic (in-person). A quantitative, cross-sectional, and explanatory design was applied to students enrolled between 2019 and 2024 in Differential and Integral Calculus, Statistics, Physics I, and Chemistry I. The non-parametric Kruskal-Wallis test ($\alpha = 0.05$) in each subject determined significant differences ($p < 0.001$) across the three treatment periods. Dunn's post-hoc tests confirmed differences in pairwise comparisons of means, except in Statistics between the periods before and after the pandemic ($p = 0.108$). In one-sided comparisons (Wilcoxon), the online modality shows higher average grades than the in-person modality. Upon returning to in-person instruction, failure rates increase, reaching 55% in Calculus and 16% in Statistics. The impact of the modality transition on academic performance in fundamental subjects for engineering students is evident.

Keywords: engineering; academic performance; mode; pandemic

Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 10 enero 2026



INTRODUCCIÓN

La pandemia por COVID-19 generó una disrupción sin precedentes en la educación superior a nivel global, afectando de manera generalizada los sistemas universitarios en más de 150 países. Instituciones de todos los continentes enfrentaron cierres abruptos, transiciones forzadas a entornos virtuales y limitaciones severas en sus funciones fundamentales de enseñanza, investigación y vinculación. Según el informe de la International Association of Universities (IAU), esta crisis impactó no solo la continuidad académica, sino también la equidad en el acceso, la sostenibilidad financiera institucional y la movilidad internacional, consolidándose como uno de los mayores desafíos contemporáneos para la educación superior (Aguilera-Hermida, 2020). Un metaanálisis realizado por Betthäuser et al. (2023) (Betthäuser et al., 2023), compila 42 estudios, encontró un efecto negativo generalizado en el rendimiento académico durante la pandemia, con especial incidencia en el área de matemáticas y ciencias, siendo los estudiantes universitarios uno de los grupos más afectados, ya sea por la interrupción de rutinas escolares, la escasa interacción presencial y las desigualdades en el acceso a tecnologías; lo que evidenciaría posibles dificultades en el retorno a la presencialidad (Hammerstein et al., 2021).

El contexto universitario ecuatoriano durante la pandemia por COVID-19 también enfrentó estos desafíos; en muchos casos, la transición ocurrió sin contar con la planificación, infraestructura ni estándares de calidad necesarios. La suspensión o limitación de las actividades presenciales comprometió el desarrollo de competencias disciplinares esenciales. Muchas universidades no estaban preparadas para garantizar la continuidad académica en entornos virtuales, evidenciando desigualdades tecnológicas y económicas, debilidades en la formación docente para la virtualidad y dificultades en la evaluación. Estudios desarrollados en contextos europeos destacan que la educación superior tuvo que adaptarse a un marco de enseñanza remota de emergencia, alterando fundamentalmente los métodos tradicionales de aprendizaje (Garmpis A. et al., 2026).

Diversos estudios señalan que la transición de modalidad no siempre garantiza el logro de los resultados de aprendizaje en áreas de alta complejidad cognitiva como las ciencias naturales, matemáticas y estadística. La implementación de la educación virtual emergente expuso brechas tecnológicas, pedagógicas y socioemocionales (Aguilera-Hermida, 2020). Los universitarios enfrentaron limitaciones de conectividad, disponibilidad de dispositivos y adecuación de espacios de estudio en entornos



domésticos. Estas restricciones afectaron la dimensión técnica del aprendizaje, la motivación, el compromiso académico y la salud mental, e influyeron en el rendimiento estudiantil (Casiano et al., 2022). El estudio realizado por Arteaga et al., (2024) (Hernández Arteaga et al., 2024) encontraron diferencias estadísticamente significativas en los promedios obtenidos por estudiantes universitarios en distintas modalidades, siendo más altos en la virtualidad (89.35) sobre la semipresencial (84.54) y la presencial (79.58); sin considerar otros aspectos del contexto académico.

Un estudio postpandemia sobre el rendimiento académico de estudiantes de ingeniería reportó que los promedios obtenidos durante la modalidad virtual fueron superiores a los registrados en la etapa presencial (Alarcon et al., 2021); no obstante, advierten que el rendimiento disminuyó significativamente al retornar a la presencialidad, y sugiere que las competencias técnicas y prácticas, especialmente en asignaturas del campo de conocimiento de ciencias naturales, matemáticas y estadística, pudieron verse limitadas durante la etapa de virtualidad extendida (Valdivia et al., 24 C.E.), donde el desarrollo de competencias técnicas y prácticas requiere de los contenidos teóricos, y de actividades presenciales, laboratorios con una interacción pedagógica constante. En diversas investigaciones se ha comprobado que, los entornos virtuales con poca supervisión propician conductas académicamente deshonestas con calificaciones infladas, dando lugar a discrepancia entre las calificaciones y el dominio real de los contenidos (Eshet et al., 2021).

Considerando los antecedentes expuestos, este estudio se desarrolla en el contexto de la educación superior ecuatoriana y tiene como objetivo analizar el rendimiento académico de estudiantes universitarios de las carreras de ingeniería en asignaturas fundamentales (Cálculo Diferencial e Integral, Estadística, Física I y Química I), tomando como factor el periodo y la modalidad de estudios en tres momentos clave: antes de la pandemia con la modalidad de estudios presencial, durante la pandemia con la modalidad de estudios virtual y después de la pandemia con el retorno a la presencialidad. El diseño metodológico es cuantitativo, transversal y explicativo, se busca aportar evidencia empírica sobre el impacto real de la modalidad de estudio en el aprendizaje en contextos tecnológicamente mediados, proporcionando insumos para la toma de decisiones institucionales en escenarios de transformación educativa.



METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo cuantitativa, transversal y con un alcance explicativo. Se analizan las calificaciones en los periodos académicos agrupados y asociados con la modalidad de estudios, además de la promoción estudiantil (Aprobado, Reprobado) utilizando métodos no paramétricos para el análisis estadístico. Es transversal, porque se toman tres grupos de estudiantes independientes, uno por cada periodo agrupado asociado con la modalidad de estudios en torno a la pandemia por Covid-19. Es explicativo, cuando se busca explicar la relación entre el periodo agrupado y la promoción.

La población está conformada por estudiantes matriculados en las asignaturas fundamentales como son Cálculo Diferencial e Integral, Estadística, Física I, Química I las que se dictan en las carreras de ingeniería de una Universidad ecuatoriana, durante doce periodos académicos entre los años 2019 y 2024, ligados a la modalidad de estudios que definen al factor de la siguiente forma: Tratamiento 1 (APMP): Antes de la pandemia, modalidad de estudios presencial con dos periodos académicos en el año 2019; Tratamiento 2 (DPMV): Durante la pandemia, modalidad virtual con dos periodos académicos en cada año 2020, 2021, 2022; y Tratamiento 3 (PPMP): Postpandemia, modalidad presencial con dos periodos académicos en los años 2023, 2024. Se realizan cuatro análisis, uno por cada asignatura. En la Tabla 1, se observa el numérico de estudiantes por asignatura.

Tabla 1. Número de estudiantes matriculados por asignatura

Cálculo Diferencial e integral	Estadística	Física I	Química I
5996	5582	3861	5299

Las asignaturas se han seleccionado con los siguientes criterios: son comunes en las carreras de ingenierías, tienen el mayor número de estudiantes matriculados, están vigentes y cada estudiante pertenece a un solo periodo académico para garantizar la independencia de los grupos. Los datos de calificaciones de cada asignatura se toman de los reportes institucionales. Estos datos censales garantizan la veracidad de los registros académicos, eliminando errores de cobertura y contenido propios de muestreos parciales (Biemer & Lyberg, 2003). El enfoque censal es apropiado para disminuir sesgos de selección de datos (Zhao, 2021). Las características de selección de la población permiten extrapolar los resultados a otras cohortes similares (Hernández-Sampieri et al., 2018).



La variable independiente es una variable de factor definida como “Periodo” alrededor de la pandemia, descrita anteriormente. Cada asignatura es un caso, con variable dependiente “Calificación” con una escala de valoración entre 0 y 20 puntos, sin embargo, los resultados se consolidan en una sola tabla que resume el procedimiento. Para el análisis comparativo de las calificaciones en los tres periodos, se utiliza el análisis de la varianza ANOVA de un factor, cuya validez está condicionado al cumplimiento de supuestos sobre los residuos, como son normalidad, homocedasticidad e independencia (Montgomery & Runger, 2011). El supuesto de independencia se cumple por la forma de selección de los datos. El supuesto de normalidad de residuos se verifica con la prueba de Kolmogorov-Smirnov por contar con más de 500 observaciones (Habibzadeh, 2024). Para verificar el supuesto de homocedasticidad se utiliza la prueba de Levene, que es robusta ante problemas de normalidad y con diseños no equilibrados (Cardena, 2021)(Kim & Cribbie, 2018). Cuando se cumplen los supuestos del ANOVA, se debe verificar la hipótesis de igualdad de promedios y si esta prueba es significativa, se recomienda aplicar la prueba de Tukey HSD (Honestly Significant Difference) que controla eficazmente el error tipo I (Juarros-Basterretxea et al., 2024).

El incumplimiento de los supuestos sobre los residuos implica aplicar otros procedimientos, como la prueba no paramétrica desarrollada por William Kruskal y W. Allen Wallis en 1952. “La prueba de Kruskal-Wallis puede considerarse, como una prueba de igualdad de rangos medios de los tratamientos” (Montgomery, 2001), lo que garantiza la robustez de los hallazgos, no obstante, esta prueba evalúa si existen diferencias estadísticamente significativas entre las distribuciones de la variable de respuesta que en este caso son las calificaciones en cada tratamiento (periodo-modalidad de estudios. El rechazo de la hipótesis nula de igualdad de rangos medios conlleva a realizar las pruebas post-hoc en el contexto no paramétrico, y se recomienda la prueba de Dunn, la misma que utiliza los mismos rangos generados por la prueba de Kruskal-Wallis mediante correcciones como Bonferroni o Holm dando como resultado un ajuste adecuado para el error tipo I (Dinno, 2015).

Para el segundo análisis estadístico, es decir, para evaluar la significancia estadística entre la Promoción estudiantil (Aprobado: Calificación mayor o igual que 14 puntos, Reprobado: Menor que 14 puntos) y el periodo académico se utiliza la prueba chi cuadrado de independencia, que es una prueba robusta para el análisis de variables categóricas donde se exige la independencia entre observaciones. Las

variables pueden ser dicotómicas o con múltiples categorías y proporcionar información sobre la contribución de cada categoría grupo al valor del estadístico (McHugh, 2013).

Para el análisis estadístico se usa principalmente el lenguaje de programación R con su interfaz R Studio, para visualizar, identificar tendencias y realizar inferencias. Se incorporaron aplicativos de Inteligencia Artificial Generativa (IA-G) para optimizar la automatización, limpieza de datos, validación del código estadístico favoreciendo eficiencia de los análisis de datos. Aplicativo que es usado también para la búsqueda de literatura (Madanchian & Taherdoost, 2025).

RESULTADOS

Un análisis descriptivo de las calificaciones promedio a nivel general en los tres periodos agrupados representados en la Tabla 2, da como resultado una diferencia de aproximadamente medio punto.

Tabla 2. Promedio estudiantil sin restricciones

PERIODO	APMP	DPMV	PPMP
Promedio	15.39	15.96	15.55

Si al factor periodo se agrega el factor departamento en el análisis de las calificaciones promedio, se obtiene la Tabla 3, donde el departamento de ciencias exactas presenta las calificaciones promedio más bajas.

Tabla 3. Promedio estudiantil por departamento

Departamento	APMP	DPMV	PPMP
Ciencias Administrativas	16.1	16.9	16.4
Ciencias Humanas	16.3	17.0	16.6
Ciencias de la computación	15.3	15.5	16.0
Ciencias de la vida	15.9	16.4	15.6
Eléctrica y Electrónica	14.7	14.9	14.6
Energía y Mecánica	14.8	15.2	14.7

Ciencias Exactas	13.0	13.9	12.7
Seguridad y Defensa	16.4	16.7	16.7

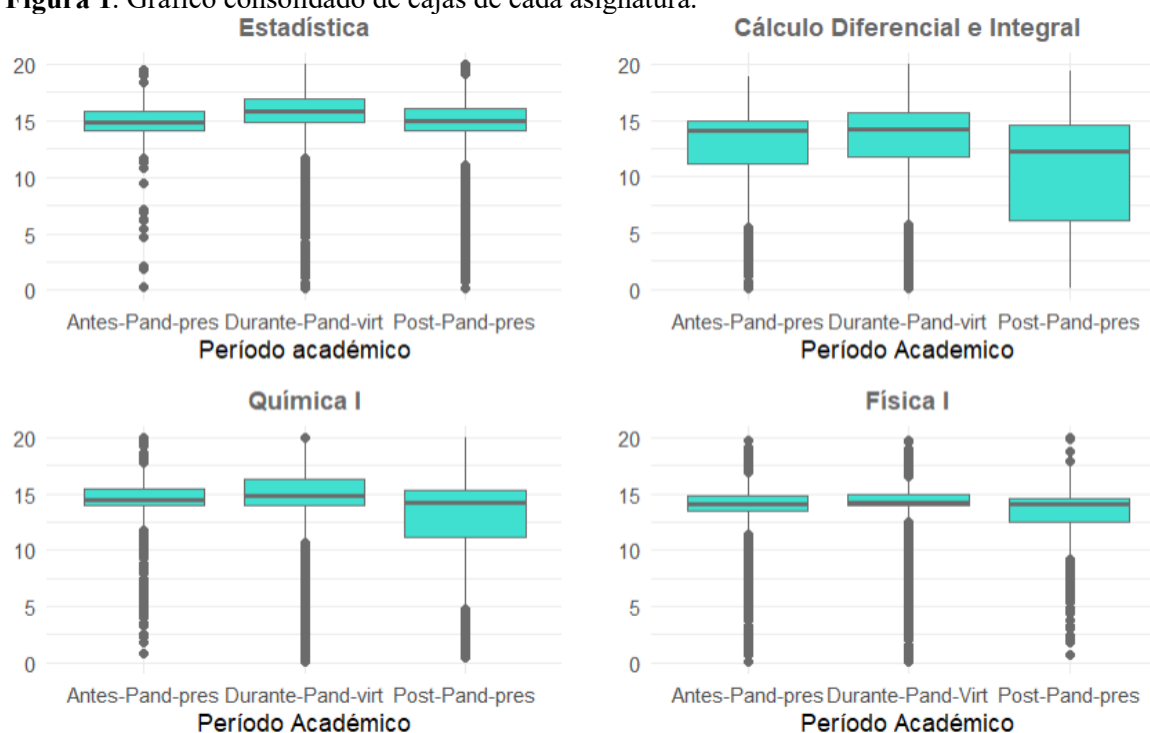
El resultado de ciencias exactas obliga a describir las asignaturas fundamentales; representadas en la tabla 4 y como se observa en la Tabla 4, mostrando promedios más altos en la virtual, con diferencias que oscilan entre 0.3 y 2.26 puntos.

Tabla 4. Calificación Promedio por asignatura y periodo agrupado

Asignatura	APMP	DPMV	PPMP
Cálculo Diferencial e Integral	12.57	13.06	10.80
Estadística	14.75	15.69	14.45
Física I	13.36	13.78	13.32
Química I	13.45	14.00	12.84

La Figura 1 visualiza una mayor variabilidad en la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral y menor variabilidad en Estadística.

Figura 1. Gráfico consolidado de cajas de cada asignatura.



Para determinar si existen diferencias significativas entre las calificaciones promedio se realizó la prueba ANOVA de un factor en cada asignatura, con variable de respuesta la calificación y factor el periodo ligado a la modalidad de estudios con tres tratamientos; sin embargo, no se cumplieron los supuestos, y se debió aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

La prueba de Kruskal-Wallis determina que existen diferencias estadísticamente significativas entre los rangos de la variable de respuesta calificación respecto al factor periodo (periodo - modalidad de estudios). Los resultados de las cuatro pruebas se presentan en la Tabla 5. donde los valores de probabilidad (p-valor) son menores que $2.2e-16$, y a la vez menores que cualquier valor habitual de significancia (desde 0.01 a 0.05), por ende, se debe rechazar la hipótesis nula de igualdad, y aceptar la hipótesis alternativa de que al menos uno de los grupos del periodo recodificado difiere significativamente de los otros en cuanto al rendimiento (calificaciones). Es decir, la modalidad de estudios ligada al periodo académico (antes, durante y después de la pandemia) influye significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes en las cuatro asignaturas (cálculo diferencial, Estadística, Física I y Química I).

Tabla 5. Estadísticos y p-valor en las pruebas de Kruskal-Wallis

ASIGNATURA / Estadísticos	Estadístico H	p-valor
Cálculo Diferencia e Integral	280.12	0
Estadística	387.52	$< 2.2e-16$
Física I	52.1565	0
Química I	147.879	0

Por lo expuesto, se procede a aplicar la prueba robusta post-hoc Dunn con la corrección mediante Bonferroni en las cuatro asignaturas. Los resultados se presentan en la Tabla 6, donde se observa que, al realizar las tres posibles comparaciones en cada asignatura, se determina que todos los grupos son diferentes con respecto a la calificación de su asignatura; a excepción de la asignatura de Estadística, donde la variable calificación tiene el mismo comportamiento en el contraste Antes de la pandemia con modalidad presencial versus Post pandemia presencial, da como resultado un p-valor = 0.1087, es decir

no se encuentra una diferencia significativa entre estos dos grupos sobre sus calificaciones, pero si en los otros dos contrastes de esta asignatura.

Tabla 6. *P-valor de las tres comparaciones post-hoc en cada asignatura.*

Asignatura	APMP	DPMV	PPMP
Cálculo Diferencial e Integral	3.75e-06	1.68e-14	3.54e-63
Estadística	1.71e-25	0.10870	5.55e-75
Física I	5.00e-05	0.00852	7.48e-13
Química I	0.00038	0.00937	1.97e-33

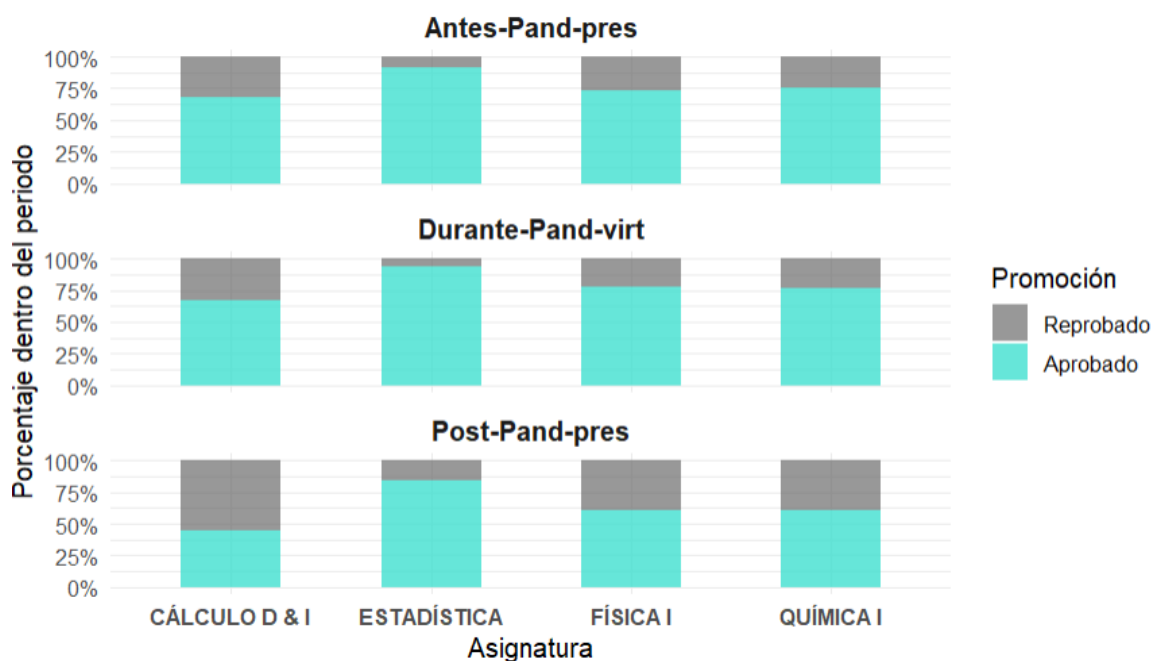
En la Tabla 4 que los promedios en las cuatro asignaturas de ciencias exactas disminuyen con el cambio de la virtualidad a la presencialidad, por tanto, se analizan las diferencias solamente entre estos dos periodos durante y post pandemia; y ante el incumplimiento de la normalidad de los datos [22] se aplica la prueba de rangos con signo de Wilcoxon de tipo unilateral superior para las calificaciones, cuyos estadísticos y p-valor se muestran en la Tabla 7, evidenciando que las calificaciones durante la pandemia con la modalidad virtual son superiores a las calificaciones al retorno de la pandemia con la modalidad presencial. Esta diferencia es estadísticamente significativa al nivel de significancia de 0.05, lo que respalda la hipótesis de que la modalidad virtual se asoció a un mejor desempeño académico en ese periodo.

Tabla 7. Pruebas unilaterales de tipo superior para el contraste durante y postpandemia

ASIGNATURA / Estadísticos	Estadístico: W	p-valor
Cálculo Difer. E Integral	3871406	< 2.2e-16
Estadística	4101038	< 2.2e-16
Física I	1218379	3.25e-13

Finalmente, para establecer el tipo de relación entre las variables periodo – modalidad (Antes de pandemia - modalidad presencial, Durante la pandemia – modalidad virtual, Postpandemia – modalidad presencial) y la promoción estudiantil (Aprobado, Reprobado) se presenta el gráfico de barras apiladas con la capa asignatura (Figura 2) que permite explicar descriptivamente que, la asignatura de Estadística presenta el menor porcentaje de reprobados en cada combinación de periodo y modalidad, Antes de pandemia - modalidad presencial: 8%, Durante la pandemia – modalidad virtual: 6% y Postpandemia – modalidad presencial: 16%; mientras que, en la asignatura de Cálculo diferencial e Integral, los porcentajes de reprobados se distribuyen respectivamente en 32%, 33% y 55%.

Figura 2. Promoción (Aprobados, Reprobados) por asignatura y periodo-modalidad de estudios



La asociación entre la promoción estudiantil y los tres periodos se determina mediante la prueba de hipótesis chi-cuadrado de independencia con 2 grados de libertad. En las pruebas de las cuatro asignaturas se determina un p-valor inferior a 2.2e-16 e inferior a significancias usuales (0.01 y 0.05), por lo tanto, existe evidencia estadísticamente significativa de asociación entre la promoción estudiantil y el periodo (antes-presencial, durante-virtual, postpandemia-presencial) como se observa en los resultados:

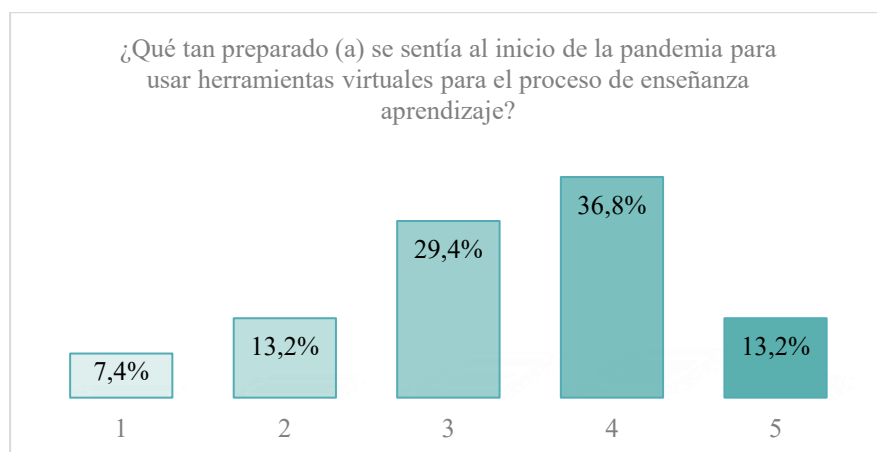
- Cálculo diferencial e Integral, $X^2 = 272.44$, p-valor $< 2.2e-16$.
- Estadística, $X^2 = 272.44$, con p-valor $< 2.2e-16$
- Física I, $X^2 = 99.67$, con p-valor $< 2.2e-16$
- Química I, $X^2 = 145.17 = 145.17$, con p-valor $< 2.2e-16$

Además del análisis de calificaciones estudiantiles, se aplicaron encuestas estructuradas a docentes de las asignaturas de Cálculo Diferencial e Integral, Estadística, Física I y Química I. El objetivo fue identificar factores contextuales que pueden influir en el rendimiento académico durante la transición entre modalidades presencial, virtual y postpandemia. El instrumento incluyó ítems relacionados con:

1. Nivel de preparación en el uso de herramientas virtuales, medido en una escala Likert, con valoraciones del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.
2. Percepción del impacto de la virtualidad en el aprendizaje estudiantil.
3. Principales limitaciones en los procesos de evaluación en línea.

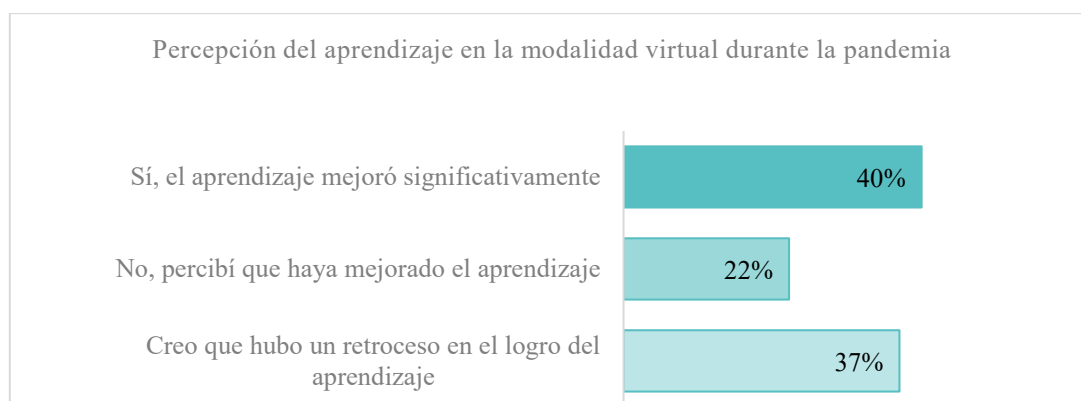
Los resultados de la Figura 3 reflejaron un 50% de los docentes se percibió con preparación insuficiente en competencias digitales y solo el 13.2% indicaron estar muy preparados.

Figura 3. *Preparación de Docentes en el uso de herramientas virtuales*



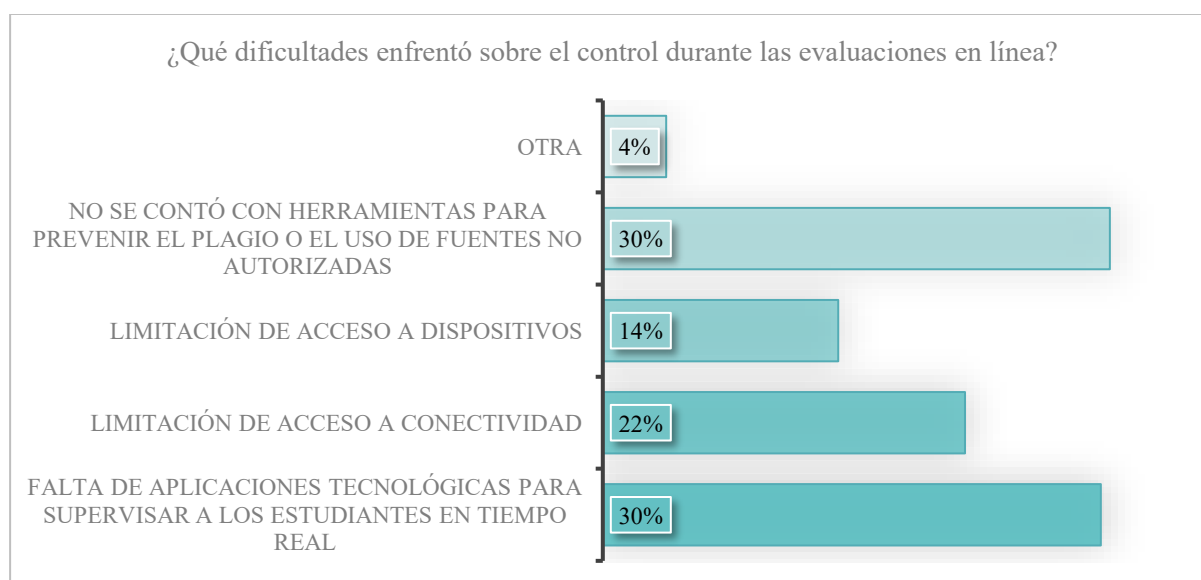
Respecto a la percepción del impacto de la virtualidad en el aprendizaje estudiantil que se presenta en la Figura 4, el 40% de los docentes afirma una mejora en el aprendizaje, el 22% no encuentra mejoría en el aprendizaje y el 37% que es un porcentaje considerable menciona un retroceso en el logro de aprendizajes.

Figura 4. *Percepción del impacto de la virtualidad en el aprendizaje estudiantil*



Finalmente, sobre las principales dificultades en la evaluación en línea, los resultados de la encuesta aplicada a docentes se presentan en la Figura 5 y determina que las mayores dificultades de los docentes al momento de evaluar en línea fueron la falta de control de plagio en 30% de los casos, y en igual porcentaje refieren a la falta supervisión en tiempo real; así como un 22% afirma haber tenido limitaciones de acceso a la conectividad.

Figura 5 Principales limitaciones en los procesos de evaluación en línea



DISCUSIÓN

La asignatura de Estadística presenta menor variación entre periodos, lo que se explica por la integración de recursos tecnológicos en su enseñanza (software estadístico, tutorías en línea, acceso a datos), en contraste con asignaturas como Cálculo Diferencial e Integral, donde la interacción presencial y el uso de la pizarra siguen siendo recursos esenciales. La caída significativa de promedios en esta última asignatura al retornar a la presencialidad refleja la importancia de revisar los prerrequisitos y del

acompañamiento docente en competencias de alta complejidad cognitiva (Schraeder et al., 2019) (Gafoor & Sarabi, 2015).

Un mejor desempeño académico durante la virtualidad puede explicarse con el desarrollo de habilidades de autogestión en los estudiantes para asumir un rol más activo en la organización de su tiempo y responsabilidades dentro de su proceso de formación en el entorno virtual (Xu et al., 2022) (Cheng et al., 2023). La flexibilidad académica, expresada en metodologías y criterios de evaluación más adaptables, redujo la presión sobre los estudiantes y permitió un mejor equilibrio entre sus realidades personales y académicas (UNESCO, 2020) (Marinoni et al., 2020) (García-Peñalvo et al., 2020). Otro aspecto importante fue la eliminación de barreras logísticas y económicas, los estudiantes no usaron su tiempo ni recursos en traslados, favoreciendo un entorno de aprendizaje menos estresante (Rodríguez et al., 2021). A esto se suma el acceso sin restricción a recursos digitales, para fortalecer el aprendizaje colaborativo e investigativo mediante el uso de plataformas, foros y herramientas de comunicación académica (García-Chitiva, 2021).

Desde la perspectiva docente, la pandemia impulsó el uso innovador de estrategias didácticas, favoreciendo la integración de tecnologías y metodologías activas que enriquecieron la experiencia de enseñanza-aprendizaje (Ortega, 2024) (Romero et al., 2022). A nivel institucional, se implementaron criterios más permisivos, como prórrogas en la entrega de trabajos, flexibilidad en la asistencia y, en algunos casos, aprobación automática de asignaturas, contribuyendo a mejores resultados numéricos observados (UNESCO, 2020).

Las encuestas aplicadas a docentes de la institución respaldan otros estudios estadísticos, donde el déficit de competencias digitales por parte de los docentes se tradujo en dificultades para guiar adecuadamente el aprendizaje y garantizar procesos evaluativos rigurosos. En consecuencia, la educación virtual no logró sustituir plenamente a la presencialidad, lo que derivó en aprendizajes percibidos como limitados o fragmentados. Por otro lado, la evaluación en línea representó uno de los mayores retos. La falta de control en las pruebas, sumada a los problemas de conectividad y a las desigualdades en el acceso a dispositivos, deterioró la equidad académica. Los docentes señalaron que algunos estudiantes aprovecharon las debilidades del sistema, mientras que otros se vieron en desventaja por factores externos a su desempeño académico. Esta evidencia permite afirmar que los problemas estructurales de

la virtualidad incidieron de manera directa en el bajo rendimiento general reportado al retornar a la presencialidad. Un resultado similar lo presenta el estudio de Ivanec, (2022) (Ivanec, 2022) evidenciando que la falta de interacciones académicas y sociales durante la educación en línea generó dificultades en los estudiantes universitarios al retornar a la modalidad presencial, tales como problemas de concentración, motivación y ajuste social dentro de las aulas, impactando directamente en el rendimiento académico.

CONCLUSIONES

El análisis del rendimiento académico de estudiantes de ingeniería en asignaturas fundamentales (Cálculo Diferencial e Integral, Estadística, Física I y Química I) en tres momentos ligados a la modalidad de estudios: antes-presencial, durante-virtual y después de la pandemia-presencial en torno al COVID-19 determina que las calificaciones promedio fueron significativamente más altas durante el periodo de virtualidad, lo cual puede atribuirse a la flexibilización de criterios de evaluación y el acceso ampliado a recursos digitales. Al retornar a la presencialidad, se evidenció un marcado descenso en el rendimiento académico, especialmente en Cálculo Diferencial e Integral, donde la tasa de reprobación aumentó. Este retroceso refleja que los incrementos en las calificaciones durante la virtualidad no se tradujeron en un aprendizaje profundo y sostenible. En tanto que, en la asignatura de Estadística, el contraste no mostró diferencias significativas, dando lugar a un rendimiento académico más estable frente a la transición de modalidades; debido a que el proceso de enseñanza-aprendizaje de Estadística se apoya fuertemente en el uso de software especializado, laboratorios y aulas virtuales de aprendizaje (Razak et al., 2025) (Maryati, 2024), siendo estas condiciones de aprendizaje similares a las utilizadas en la virtualidad, garantizando un desempeño más homogéneo en los estudiantes en cualquier modalidad de estudios.

Los resultados de las encuestas aplicadas a los docentes fortalecen esta interpretación con respecto a tres de las cuatro asignaturas, al evidenciar limitaciones en la preparación digital inicial y en la evaluación en línea, así como percepciones de retroceso en el aprendizaje. Sin embargo, también se reconocieron aportes positivos de la virtualidad, como el desarrollo de competencias de autogestión. En consonancia con estudios previos (UNESCO, 2020) (Virella & Cobb, 2021) se concluye que la virtualidad constituyó una estrategia de emergencia eficaz para sostener la continuidad educativa,



aunque sus efectos estuvieron condicionados por desigualdades tecnológicas, criterios institucionales más permisivos y limitaciones en los procesos de evaluación.

Las implicaciones de estos hallazgos refuerzan la necesidad de diseñar políticas institucionales para fortalecer la formación digital docente, garanticen evaluaciones más transparentes y promuevan modelos híbridos que combinen lo mejor de la presencialidad con las ventajas de la virtualidad (Rubio et al., 2025). Además, se plantea la importancia de generar estrategias diferenciadas según la naturaleza de cada asignatura incorporando el uso de software aplicado para mejorar las habilidades en dicha área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera-Hermida, P. (2020). College students' use and acceptance of emergency online learning due to COVID-19. *International Journal of Educational Research Open*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2020.100011>
- Alarcon, R., Aquino, J., Bravo, J., & Valdivia, C. (2021). Correlational analysis of incident factors in the academic performance of university higher education students under the context of COVID-19. *Proceedings of the 2021 IEEE 1st International Conference on Advanced Learning Technologies on Education and Research, ICALTER 2021*. <https://doi.org/10.1109/ICALTER54105.2021.9675086>
- Betthäuser, B. A., Bach-Mortensen, A., & Engzell, P. (2023). A systematic review and meta-analysis of the evidence on learning during the COVID-19 pandemic. *Nature Human Behaviour*, 7. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01506-4>
- Biemer, P., & Lyberg, L. (2003). *Introduction to survey quality* (Wiley, Ed.). John Wiley & Sons.
- Cardena, C. (2021). Levene's Test for Verifying Homoscedasticity Between Groups in Quasi-Experiments in Social Sciences. *South Eastern European Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.11576/seejph-4791>
- Casiano, D., Cueva, E., Zumaeta Barrientos, M. R., & Casiano Inga, C. (2022). Impacto de la covid-19 en el desempeño académico universitario. Un análisis comparativo para la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, en Amazonas (UNTRM-A). *Actualidades Pedagógicas*, 1(77). <https://doi.org/https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss77.2>



- Cheng, Z., Zhang, Z., Xu, Q., Maeda Y, & Gu, P. (2023). A meta-analysis addressing the relationship between self-regulated learning strategies and academic performance in online higher education. *J Comput High Educ.*, 195–224. <https://doi.org/10.1007/s12528-023-09390-1>
- Dinno, A. (2015). Nonparametric pairwise multiple comparisons in independent groups using Dunn's test. In *The Stata Journal* (Vol. 15, Number 1). <https://doi.org/10.1177/1536867X1501500203>
- Eshet, Y., Steinberger, P., & Grinautsky, K. (2021). Relationship between statistics anxiety and academic dishonesty: A comparison between learning environments in social sciences. *Sustainability (Switzerland)*, 13(3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su13031564>
- Gafoor, A., & Sarabi, K. &. (2015). *Nature of Mathematics that Impacts Difficulties in learning it: A Comparison of Student Perspectives on Learning School Subjects from Kerala.*
- García-Chitiva, M. (2021). Aprendizaje colaborativo, mediado por internet, en procesos de educación superior. *Revista Electrónica Educare*, 25(2), 1–19. <https://doi.org/10.15359/ree.25-2.23>
- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande, M. (2020). Online assessment in higher education in the time of COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, 21. <https://doi.org/10.14201/eks.23013>
- Garmpis A., Garmpis S., Halkiopoulous C., Panagiotarou A., & Antonopoulou H. (2026). Student Attitudes and Experiences with Distance Learning During COVID-19: A Framework for Hybrid Education. *Societies*, 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/soc16010024>
- Habibzadeh, F. (2024). Data Distribution: Normal or Abnormal? *Journal of Korean Medical Science*, 39(3). <https://doi.org/10.3346/jkms.2024.39.e35>
- Hammerstein, S., König, C., Dreisörner, T., & Frey, A. (2021). Effects of COVID-19-Related School Closures on Student Achievement-A Systematic Review. In *Frontiers in Psychology* (Vol. 12). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.746289>
- Hernández Arteaga, L., Arias, M., Cárdenas, L., Arias, J., & Hernández, B. (2024). ISRG PUBLISHERS. *Journal of Multidisciplinary Studies*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12706437>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2018). *Metodología de la investigación* (McGraw-Hill, Ed.; 7ª ed.).



- Ivanec, T. (2022). The Lack of Academic Social Interactions and Students' Learning Difficulties during COVID-19 Faculty Lockdowns in Croatia: The Mediating Role of the Perceived Sense of Life Disruption Caused by the Pandemic and the Adjustment to Online Studying. *Social Sciences*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/socsci11020042>
- Juarros-Basterretxea, J., Aonso-Diego, G., Postigo, Á., Montes-Álvarez, P., Menéndez-Aller, Á., & García-Cueto, E. (2024). Post-Hoc Tests in One-Way ANOVA: The Case for Normal Distribution. *Methodology*, 20(2), 84–99. <https://doi.org/10.5964/meth.11721>
- Kim, Y., & Cribbie, R. (2018). ANOVA and the variance homogeneity assumption: Exploring a better gatekeeper. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 71(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/bmsp.12103>
- Madanchian, M., & Taherdoost, H. (2025). The impact of artificial intelligence on research efficiency. *Results in Engineering*, 26, 104743. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104743>
- Marinoni, G., Van't Land, H., & Jensen, T. (2020). *The Impact of COVID-19 on Higher Education Around the World: IAU Global Survey Report*. 2020. <https://www.iau-aiu.net/IAU-Global-Survey-Report-The-Impact-of-COVID-19-on-Higher-Education>
- Maryati, I. (2024). Statistical Literacy Ability of Students through Virtual Learning Environment Based on Moodle-Learning Management System. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(1), 99–106. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.1.2029>
- McHugh, M. (2013). The Chi-square test of independence. *Biochemia Medica*, (3), 143–149. <https://doi.org/10.11613/bm.2013.018>
- Montgomery, D. (2001). *Diseño y análisis de experimentos* (Limusa Wiley, Ed.; 2nd ed.).
- Montgomery, D., & Runger, G. (2011). *Applied Statistics and Probability for Engineers* (Inc. John Wiley & Sons, Ed.; 5ta. Ed.).
- Myles Hollander, Douglas Wolfe, & Eric Chicken. (2014). *Nonparametric Statistical Methods* (). Wiley.
- *Páginas relevantes: Capítulo 6 (pp. 241–250)* (Wiley Series in Probability and Statistics, Ed.; 3rd ed.).



- Ortega, F. (2024). Digital Transformation of Higher Education During the Pandemic: Impact on Academic Management and Educational Quality. *Nexus Científico*, 2, 1–11. <https://orcid.org/0009-0004-1329-763X>
- Razak, M. R., Ismail, N. Z., & Zainal Abidin, S. R. (2025). LEARNING STATISTICS COURSES IN HIGHER EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*, 10(58), 506–526. <https://doi.org/10.35631/IJEPC.1058034>
- Rodríguez, A., Garcia, J., & Castrillón, M. (2021). La transformación digital, un desafío inmediato ocasionado por la pandemia de Covid-19 para las entidades del sector de educación superior. *Revista Boletín Redipe*, 10(6). <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i6.1328>
- Romero, M., Romeu, T., Guitert, M., & Baztán, P. (2022). La transformación digital en la educación superior: el caso de la UOC. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1). <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.33998>
- Rubio, M., Palacios, A., Cabero, J., & Fernández, M. V. (2025). Digital Teaching Competence Regarding Foreign Languages and Learning Modes at Official Language Schools in Andalusia (Spain). *Societies*, 15(4), 99. <https://doi.org/10.3390/soc15040099>
- Schraeder, M., Pyzdrowski, L., & Miller, D. (2019). The Impact of Prior Exposure to Calculus. *American Journal of Educational Research*, 7(3), 237–243. <https://doi.org/10.12691/education-7-3-8>
- UNESCO. (2020). *COVID-19 educational disruption and response*. <https://www.unesco.org/en/articles/covid-19-educational-disruption-and-response>
- Valdivia, E. M., Garay Martínez, L. E., Cárdenas, C. M., & Venegas Ruiz, B. (24 C.E.). PERFORMANCE OF ENGINEERING STUDENTS. *Revista Electrónica ANFEI Digital*. <https://doi.org/https://doi.org/10.63136/read162024968pp370>
- Virella, P., & Cobb, C. (2021). Leveraging the Crisis for Equity and Access in the Long Term: A Brief Research Report. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.618051>
- Xu, L., Duan, P., Padua, S. A., & Li, C. (2022). The impact of self-regulated learning strategies on academic performance for online learning during COVID-19. *Frontiers in Psychology*, 13(1047680). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1047680>
- Zhao, Y. (2021). The changes we need: Education post COVID-19. *Journal of Educational Change*,



22(1), 3–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10833-021-09417-3>

