



Evaluación del impacto de la eliminación de calculadoras gráficas en las pruebas de acceso a la universidad de Matemáticas II en Castilla-La Mancha

Evaluation of the impact of the elimination of graphing calculators in university entrance exams for Mathematics II in Castilla-La Mancha

  José Luís González Fernández (J.L.G.F.). Universidad de Castilla-La Mancha (España)

  David Molina García (D.M.G.). Universidad de Castilla-La Mancha (España)

  José Antonio Núñez López (J.A.N.L.). Universidad de Castilla-La Mancha (España)

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo principal analizar el impacto de la eliminación de las calculadoras gráficas en las pruebas de acceso a la universidad de Matemáticas II en Castilla-La Mancha durante los cursos 2021-22, 2022-23 y 2023-24. A través de una metodología cuantitativa y el análisis de 13451 datos, se examina la evolución del rendimiento estudiantil en los campus de Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo. Los resultados muestran un aumento progresivo en las notas medias, acompañado de una mayor homogeneidad en las calificaciones. Contrario a lo esperado, la eliminación de calculadoras gráficas en 2023-24 no influyó de forma negativa en el desempeño académico. Por el contrario, los estudiantes parecen haber fortalecido sus habilidades analíticas y su comprensión conceptual, ajustándose a las nuevas condiciones de evaluación. Es decir, esta investigación evidencia que los cambios en las condiciones de evaluación pueden influir en las estrategias de aprendizaje sin necesariamente perjudicar el rendimiento estudiantil. Por último, los hallazgos resaltan la importancia de revisar las políticas educativas y su alineación con el desarrollo de competencias matemáticas, promoviendo metodologías que fortalezcan la comprensión conceptual más allá del uso de herramientas tecnológicas.

ABSTRACT

The present study aims to analyze the impact of the elimination of graphing calculators in the university entrance exams for Mathematics II in Castilla-La Mancha during the academic years 2021-22, 2022-23, and 2023-24. Using a quantitative methodology and analyzing 13,451 data points, the study examines the evolution of student performance across the campuses of Albacete, Ciudad Real, Cuenca, and Toledo. The results indicate a progressive increase in average grades, accompanied by greater homogeneity in scores. Contrary to expectations, the removal of graphing calculators in 2023-24 did not negatively affect academic performance. On the contrary, students appear to have improved their analytical skills and conceptual understanding, adapting to the new assessment conditions. In other words, this research demonstrates that changes in evaluation conditions can influence learning strategies without necessarily harming student performance. Finally, the findings highlight the importance of reviewing educational policies and their alignment with the development of mathematical competencies, promoting methodologies that enhance conceptual understanding beyond the use of technological tools.

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Calculadora gráfica; rendimiento académico; Matemáticas II; pruebas de acceso a la universidad

Graphing calculator; academic performance; Mathematics II; university entrance exams.



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La globalización ha generado un impacto profundo en múltiples aspectos de la sociedad y la educación no ha quedado al margen esta transformación. La incorporación de las nuevas tecnologías ha sido una constante en este proceso, consolidándose como una herramienta esencial tanto para docentes como para estudiantes. En el ámbito educativo, las tecnologías no solo han cambiado los métodos de enseñanza (Viñals y Cuenca, 2016), sino que también han renovado los procesos de aprendizaje, respondiendo a las demandas de una sociedad digitalizada y en constante evolución (Jaramillo-Hurtado y Escudero-Benavides, 2024).

En cuanto a la enseñanza de las matemáticas, la integración tecnológica ha fomentado el uso de recursos que permiten enfoques más interactivos y dinámicos. La tecnología no solo ha llegado para quedarse, sino que se ha convertido en un elemento central en las aulas, promoviendo cambios significativos que van desde el currículo hasta las estrategias pedagógicas empleadas (Baya'a y Daher, 2009; Moreno-Guerrero et al., 2020).

Uno de los cambios más significativos ha sido la revisión del currículo en niveles educativos clave, como la Educación Secundaria y el Bachillerato (Real Decreto 217/2022; Real Decreto 243/2022). Las tendencias actuales reflejan una disminución en el uso de métodos tradicionales, como el lápiz y el papel, y un aumento en la resolución de problemas y aplicaciones prácticas, apoyadas en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs). Este enfoque promueve un aprendizaje más exploratorio e investigativo, orientado a preparar a los estudiantes para un entorno profesional donde la capacidad para resolver problemas y tomar decisiones informadas es crucial (Villena-Taranilla et al., 2023).

Además, estas transformaciones no se limitan a incorporar herramientas tecnológicas en el aula. Como señalan Mishra y Koehler (2006), los avances tecnológicos requieren una actualización constante del currículo, eliminando contenidos obsoletos y priorizando aquellos que sean útiles y relevantes para el contexto actual. Esto implica no solo adaptar algoritmos matemáticos a nuevas herramientas, sino también repensar las competencias necesarias para que los estudiantes puedan enfrentarse a los desafíos de una sociedad compleja y globalizada.

Dentro de este panorama, las calculadoras, y de forma particular las calculadoras gráficas, han emergido como herramientas esenciales. Desde su invención hace casi 60 años, las calculadoras han evolucionado significativamente, hasta convertirse en dispositivos programables, accesibles y potentes. Su costo reducido y su creciente funcionalidad las han consolidado como una opción viable para complementar el uso de ordenadores en los últimos cursos de Secundaria y Bachillerato (Clements, 2000).

Por ejemplo, las calculadoras gráficas introducidas por Casio en 1985 permiten a los estudiantes explorar conceptos matemáticos complejos de manera práctica y eficiente. Estas herramientas no solo democratizan el acceso a tecnologías avanzadas, sino que promueven un aprendizaje más equitativo, al reducir las barreras asociadas a la falta de dispositivos individuales en algunos contextos escolares (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023).

El Real Decreto 243/2022 subraya que las matemáticas constituyen uno de los logros intelectuales más relevantes de la humanidad, desempeñando un papel clave en la formación

de ciudadanos capaces de enfrentar desafíos globales como la sostenibilidad ambiental y la industrialización inclusiva. Este decreto destaca la importancia de las herramientas digitales en la educación matemática, promoviendo su uso para representar, analizar y resolver problemas de manera eficiente y significativa.

Además, el uso de calculadoras, hojas de cálculo, programas de geometría dinámica y software especializado se establece como esencial para evitar aprendizajes puramente memorísticos, fomentando en su lugar el razonamiento crítico y la modelización matemática (Álvarez Gómez et al., 2005; UNESCO, 2015). En este contexto, las calculadoras facilitan la representación de objetos geométricos, la resolución de sistemas de ecuaciones, el análisis de datos estadísticos o el cálculo de probabilidades, alineándose con los saberes básicos establecidos en el currículo.

A pesar de los avances normativos, las pruebas de acceso a la universidad presentan un desafío importante. Estas evaluaciones, frecuentemente centradas en la aplicación mecánica de procedimientos como el cálculo de matrices inversas o determinantes, contradicen los objetivos de fomentar el pensamiento crítico y la creatividad, tal como establece la normativa vigente. Aunque el uso de calculadoras está permitido bajo ciertas condiciones, la falta de alineación entre las evaluaciones y las competencias promovidas en el currículo limita el impacto potencial de estas herramientas (Real Decreto 534/2024).

Desde finales del siglo pasado, son numerosas las propuestas didácticas y estudios internacionales los que han mostrado el impacto positivo de la utilización de la calculadora. Uno de los primeros fue realizado por Ruthven (1990), quien evaluó la resolución de problemas matemáticos en grupo de estudiantes con edades comprendidas entre los 15 y los 18 años. La investigación comparó a un grupo que tenía acceso permanente a calculadoras gráficas con otro grupo de características similares, pero sin un uso regular de la misma. Los resultados mostraron que los estudiantes con acceso a la calculadora gráfica lograron un mejor reconocimiento y refinamiento de sus habilidades matemáticas, lo que sugiere un impacto positivo en su aprendizaje. En esta línea, Penglase y Arnold (1996) encontraron que esta herramienta permitió a los estudiantes, la mayoría de las veces, tener una mejor comprensión al relacionar la expresión algebraica con su gráfica correspondiente, tendiendo a conjeturar y generalizar.

Del Puerto y Minnaard (2003) analizaron el uso de la calculadora gráfica en el nivel superior y concluyeron que facilita la exploración y el descubrimiento de conceptos matemáticos. Asimismo, señalaron que su empleo favorece un enfoque de aprendizaje activo, en el que los estudiantes participan de manera más dinámica en la construcción del conocimiento. Además, según el estudio realizado por Serdina Parrot y Leong (2018), el uso de calculadoras gráficas está conectado a mejores calificaciones en ejercicios de resolución de problemas, lo que refuerza la idea de que estas herramientas no afectan negativamente al desarrollo de habilidades matemáticas básica, sino que, por el contrario, mejoran la comprensión conceptual y fomentan una actitud positiva hacia las matemáticas (NCTM, 2000; Delors, 2021).

Por último, Rosado (2024) señala que los estudiantes, además de sentirse entusiasmados por utilizar la calculadora gráfica, lograron desarrollar dos habilidades matemáticas fundamentales. La primera fue la capacidad de establecer conexiones que les permitieron descubrir y asimilar otros conceptos mediante la observación y el análisis. La segunda fue el fomento de una mentalidad de crecimiento, pues a pesar de las dificultades encontradas al usar las funciones

más complejas, no se desmotivaron ni se rindieron, sino que mostraron resiliencia y perseverancia para encontrar las respuestas que buscaban.

Es decir, las calculadoras gráficas no solo alivian la carga de cálculos tediosos, sino que también permiten a los estudiantes experimentar con diferentes métodos y explorar conceptos matemáticos más allá de los procedimientos manuales. Esto fomenta un aprendizaje activo y exploratorio, mejorando la capacidad para resolver problemas del mundo real (Ortiz Buitrago, 2006; Segarra, 2024).

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo tiene como primer objetivo analizar la evolución de las calificaciones de Matemáticas II en las pruebas de acceso a la Universidad en Castilla-La Mancha (EvAU) durante las convocatorias ordinarias de los cursos académicos 2021-22, 2022-23 y 2023-24. Este análisis incluirá tanto una perspectiva global como una diferenciación por campus dentro del distrito universitario.

El segundo objetivo busca estudiar si existen diferencias significativas en los resultados de los dos últimos cursos debido a la supresión de la calculadora gráfica en las pruebas. Este enfoque permitirá evaluar el impacto de esta medida en el rendimiento de los estudiantes y en la dinámica de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

2. MÉTODO

El estudio se ha desarrollado siguiendo los principios de la metodología cuantitativa, la cual se caracteriza por la aplicación de técnicas objetivas y sistemáticas para la recopilación y el análisis de datos numéricos. Esta aproximación permite obtener datos detallados y exactos sobre fenómenos concretos, facilitando la identificación de patrones y la formulación de conclusiones basadas en evidencia empírica (Hernández et. al, 2014). Esta metodología es especialmente adecuada para estudios que buscan establecer relaciones causales y generalizar los resultados a una población más amplia (Creswell y Creswell, 2017).

2.1. Participantes

La muestra está compuesta por los estudiantes que realizaron el examen de Matemáticas II en las pruebas de acceso a la universidad durante los cursos 2021-2022, 2022-2023 y 2023-2024. Se han analizado 13451 calificaciones correspondientes a los distintos campus de la Universidad de Castilla-La Mancha, proporcionando una visión representativa del desempeño estudiantil por año y sede.

La Tabla 1 muestra el número de estudiantes que realizaron el examen en los campus de Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo, permitiendo analizar el rendimiento académico, identificar tendencias y evaluar diferencias geográficas. También refleja la evolución del número de participantes en cada sede a lo largo de los tres periodos de estudio.

Tabla 1

Datos de la muestra por curso y campus

	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Toledo
Curso 2021-2022	1132	1339	459	1660
Curso 2022-2023	1101	1334	439	1669
Curso 2023-2024	1051	1211	419	1637

Esta distribución de la muestra permite realizar análisis detallados tanto de la evolución en el rendimiento académico a lo largo del tiempo como de las posibles variaciones entre los distintos campus, contribuyendo a una comprensión integral de los factores que podrían influir en los resultados académicos de Matemáticas II en el contexto de las pruebas de acceso a la universidad.

2.2. Instrumento

El instrumento seleccionado para el análisis de los resultados fue el examen de acceso a la universidad de la asignatura Matemáticas II, correspondiente a los tres últimos cursos académicos. La decisión de acotar el estudio a estos tres periodos responde a dos factores fundamentales, los cuales garantizan la validez y coherencia en la comparación de los resultados obtenidos:

1. Constancia en la estructura de las pruebas. Durante los últimos tres cursos, el formato de la prueba de acceso de Matemáticas II ha permanecido uniforme, garantizando la comparabilidad de los resultados sin la influencia de modificaciones en los contenidos, preguntas o corrección. Esta homogeneidad estructural asegura que las diferencias observadas entre los cursos se deban a variaciones en el rendimiento del alumnado y no a cambios en el instrumento de evaluación.
2. Eliminación del uso de calculadora gráfica. En el curso más reciente, se prohibió el uso de calculadoras gráficas durante el examen. Este cambio es relevante para el análisis, ya que puede afectar a las estrategias de resolución empleadas por los estudiantes y al grado de dificultad percibida en ciertos problemas. Al incluir este factor, se busca analizar si la eliminación de esta herramienta ha influido en los resultados de desempeño en comparación con los cursos previos.

Si bien no se han aplicado pruebas de consistencia interna, la estabilidad en la estructura del examen y en los criterios de corrección permite asumir una alta confiabilidad en la medición del rendimiento académico.

La selección de este instrumento, junto con el enfoque en los tres últimos años académicos, permite realizar una evaluación detallada de la evolución en el rendimiento de los estudiantes, considerando tanto la constancia en el diseño de la prueba como los efectos de la prohibición del uso de la calculadora gráfica en el curso más reciente. Este cambio podría influir en el desempeño, ya que modifica las estrategias de resolución que los estudiantes pueden aplicar y podría aumentar el nivel de complejidad en problemas que antes se resolvían con la ayuda

de la tecnología. La combinación de estos factores proporciona una base sólida para interpretar las variaciones en los resultados, ofreciendo conclusiones más precisas sobre el impacto de las condiciones de evaluación y las herramientas permitidas en el examen de acceso.

2.3. Procedimiento de recogida y análisis de datos

Para este estudio, la información se obtuvo del Portal de Orientación a Centros que la Universidad de Castilla-La Mancha publica anualmente. Esta fuente proporciona detalles exhaustivos sobre las calificaciones, facilitando un análisis comparativo entre diversos cursos académicos. La información recolectada fue organizada de manera sistemática para asegurar una gestión y análisis óptimos.

La metodología empleada incluyó tanto análisis descriptivos como inferenciales, utilizando el software IBM SPSS Statistics versión 28.0 para realizar cálculos estadísticos avanzados y asegurar la precisión y replicabilidad de los resultados.

Inicialmente, se llevó a cabo un análisis descriptivo de las variables, en el que se calcularon frecuencias absolutas y relativas, así como medidas de tendencia central y dispersión. Específicamente, se determinaron las medias aritméticas, desviaciones estándar y coeficientes de asimetría y curtosis, lo que permitió caracterizar las puntuaciones de cada año académico y obtener una visión preliminar de la distribución de los resultados, identificando tendencias y patrones generales.

A continuación, se comprobó la normalidad de las variables mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, adecuada para muestras de tamaño considerable. Los p-valores obtenidos mediante esta prueba indicaron el rechazo de la hipótesis de normalidad, al resultar inferiores a 0,05 ($K-S < 0,05$). Esto señaló la conveniencia de utilizar pruebas estadísticas no paramétricas para muestras independientes en los análisis siguientes, ya que ofrecen resultados más consistentes.

Debido a la falta de normalidad, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para realizar comparaciones entre las distribuciones de calificaciones a lo largo de los distintos cursos académicos. Esta prueba permite identificar diferencias significativas en muestras independientes y fue empleada con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$, y un nivel de confianza del 95% (Pallant, 2020).

En resumen, la combinación del análisis descriptivo y de las pruebas no paramétricas permitió estudiar la evolución de las notas de acceso e identificar si existían diferencias significativas entre las mismas, proporcionando una visión detallada y rigurosa de la evolución de las puntuaciones a lo largo de los años considerados. Este enfoque metodológico asegura la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos, permitiendo una interpretación precisa y fundamentada de los datos (Cohen et al., 2018).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado presenta los resultados de los análisis descriptivos e inferenciales según los objetivos del estudio. Se describen las tendencias en las calificaciones, destacando patrones y

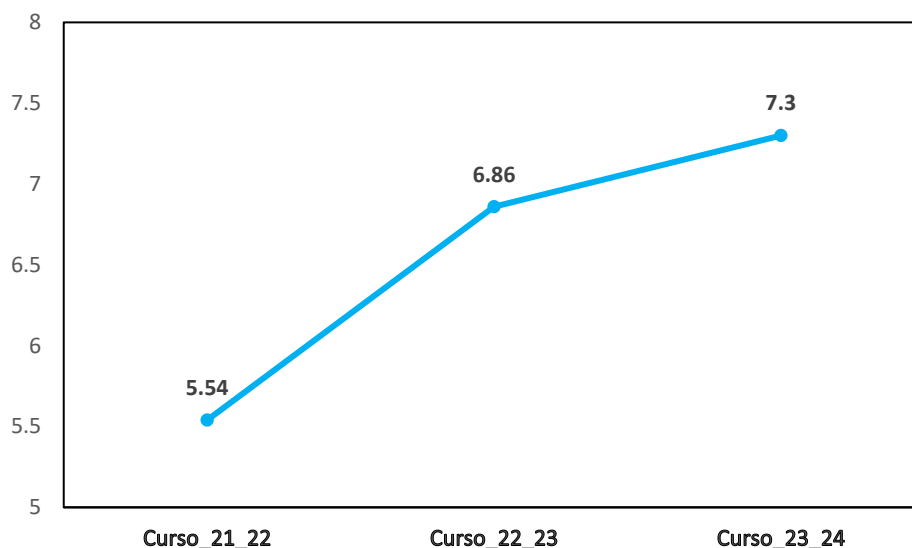
diferencias significativas entre periodos, así como la creciente homogeneidad. El análisis brinda una visión clara del rendimiento estudiantil y sus variaciones más relevantes

3.1. Descriptivos

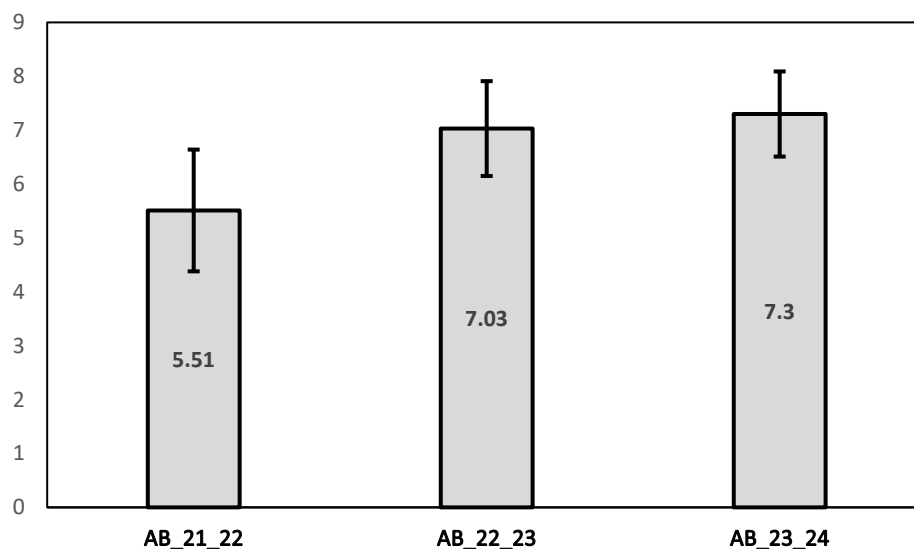
El análisis de los datos (Figura 1) muestra una tendencia al alza en la nota media de la EvAU durante los tres últimos cursos en los cuatro campus evaluados (Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo). Estos resultados coinciden con investigaciones previas sobre el impacto de los cambios en las condiciones de evaluación en el rendimiento académico, como el estudio de Hattie y Timperley (2007), que señala que las modificaciones en la evaluación pueden fortalecer las estrategias de aprendizaje y mejorar la comprensión conceptual.

Figura 1

Evolución general de la nota media



En el campus de Albacete, se observa una mejora continua en las calificaciones de las pruebas de acceso durante los tres cursos académicos analizados. La nota media pasó de 5,51 en el curso 2021-2022 a 7,30 en el curso 2023-2024 (Figura 2). Este incremento refleja una mejora continua en el rendimiento académico de los estudiantes. Como se aprecia en la Tabla 2, la reducción de la desviación estándar sugiere una mayor homogeneidad en el rendimiento académico de los estudiantes. Estudios como los de Fernández et al. (2024) ya señalaron que el uso de herramientas tecnológicas puede influir en la dispersión de los resultados, lo que concuerda con la observación de que, tras la eliminación de la calculadora gráfica, se haya producido una estabilización de las notas.

Figura 2*Evolución nota media Albacete*

Los valores de asimetría y curtosis proporcionan información adicional sobre la distribución de las calificaciones. En Albacete, la asimetría negativa aumentó en magnitud, pasando de -0,82 en 2021-2022 a -2,48 en 2023-2024. Este cambio indica una tendencia más marcada hacia notas altas. La curtosis también experimentó un aumento significativo, de 0,53 a 16,81, lo que sugiere una distribución leptocúrtica en el último curso, con un pico más pronunciado y una mayor concentración de calificaciones alrededor de la media.

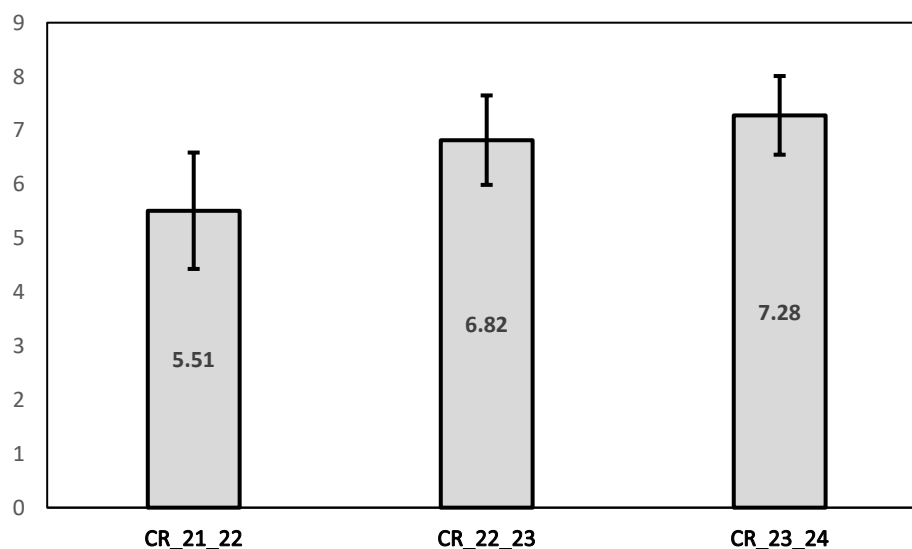
Tabla 2*Estadísticos descriptivos Albacete*

	N	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
Albacete 21-22	1132	5.51	1.13	-0.82	0.53
Albacete 22-23	1101	7.03	0.88	-1.39	4.09
Albacete 23-24	1051	7.30	0.79	-2.48	16.81

En Ciudad Real, la evolución de las calificaciones promedio muestra un incremento sostenido a lo largo de los tres cursos analizados. Según se observa en la Figura 3, la nota media pasó de 5,51 en 2021-2022 a 7,28 en 2023-2024. Este aumento se acompaña de una disminución progresiva en la dispersión de las calificaciones, lo que está en consonancia con Rosado (2024), quien destacó que los cambios en el acceso a herramientas tecnológicas pueden modificar la dinámica de resolución de problemas, incentivando a los estudiantes a fortalecer sus habilidades analíticas.

Figura 3

Evolución nota media Ciudad Real



Los datos presentados en la Tabla 3 complementan lo anterior, al detallar cambios en los parámetros estadísticos. La desviación estándar disminuyó de 1,08 en 2021-2022 a 0,73 en 2023-2024, reflejando una mayor concentración de las calificaciones en torno a la media. Además, los valores de asimetría evolucionaron de -0,03, indicando una distribución relativamente equilibrada al inicio del periodo, a -1,18 en el último año, lo que evidencia un sesgo creciente hacia notas altas. Asimismo, la curtosis aumentó de 0,24 a 3,89, sugiriendo una concentración más pronunciada de las calificaciones alrededor de la media, lo que refuerza la tendencia hacia una mayor uniformidad en los resultados.

Tabla 3

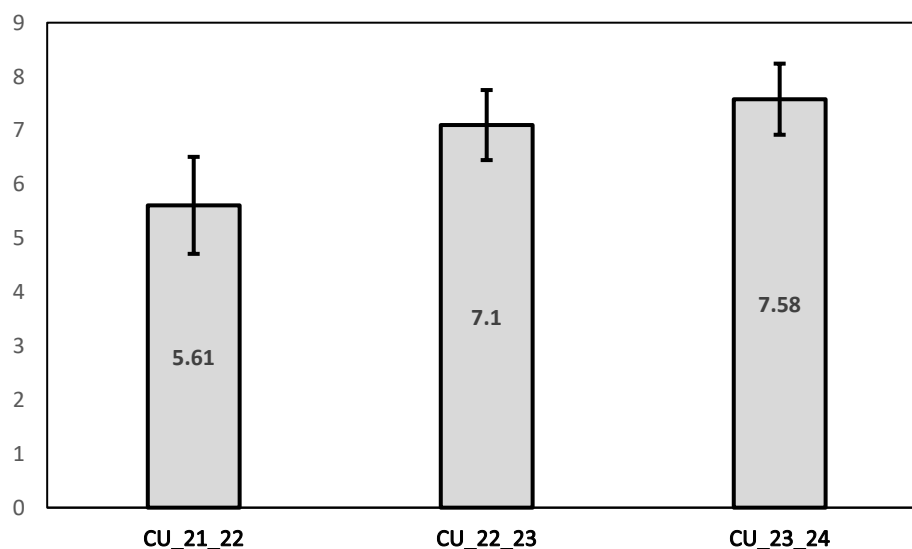
Estadísticos descriptivos Ciudad Real

	N	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
Ciudad Real 21-22	1340	5.51	1.08	-0.03	0.24
Ciudad Real 22-23	1335	6.82	0.83	-0.63	3.03
Ciudad Real 23-24	1212	7.28	0.73	-1.18	3.89

En el caso de Cuenca (Figura 4), los resultados están en la misma línea de los otros tres campus, mostrando un aumento en la nota media desde 5,61 en 2021-2022 hasta 7,58 en 2023-2024.

Figura 4

Evolución nota media Cuenca



La disminución de la desviación estándar resulta menos pronunciada en comparación con otros campus (Tabla 4); no obstante, continúa reflejando un rango de variabilidad más limitado en los últimos años. La asimetría pasa de -0,83 a -2,27, mostrando un sesgo hacia las notas altas más pronunciado en 2023-2024, mientras que la curtosis, que varía de 3,75 a 11,99, señala una distribución notablemente más leptocúrtica, con una mayor concentración de calificaciones en torno a la media, alineándose con los hallazgos de Serdina y Leong (2018) quienes indicaron que el uso o eliminación de herramientas tecnológicas influye en la variabilidad del rendimiento estudiantil.

Tabla 4

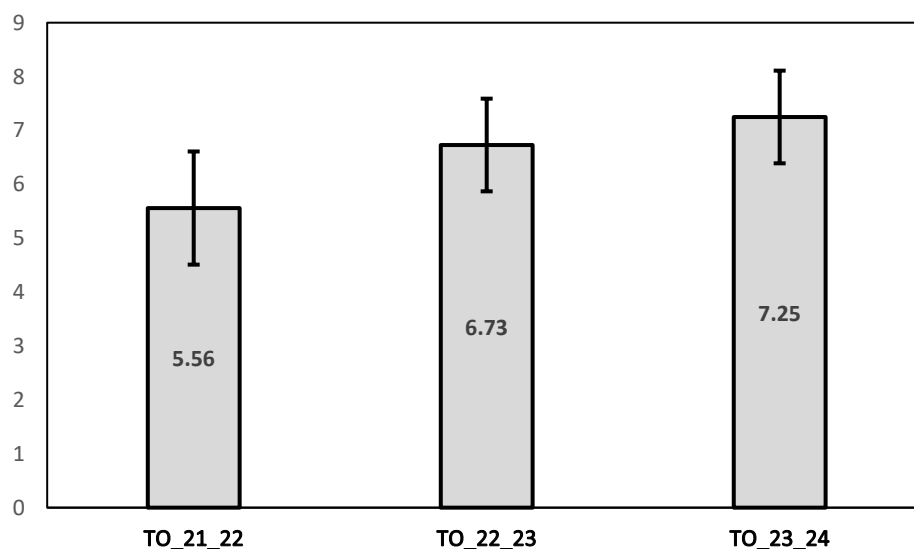
Estadísticos descriptivos Cuenca

	N	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
Cuenca 21-22	459	5.61	0.90	-0.83	3.75
Cuenca 22-23	439	7.10	0.65	-0.86	2.82
Cuenca 23-24	419	7.58	0.66	-2.27	11.99

En Toledo, los datos reflejan una evolución positiva y sostenida en las calificaciones promedio. Según la Figura 5, la nota media incrementó de 5,56 en 2021-2022 a 7,25 en 2023-2024, mostrando una mejora consistente en el rendimiento académico. Este incremento es destacable dado que, a diferencia de otros campus, el número de estudiantes presentó fluctuaciones en el periodo estudiado, aumentando entre 2021-2022 y 2022-2023 para luego disminuir en 2023-2024, lo que podría haber influido en la variabilidad de los resultados.

Figura 5

Evolución nota media Toledo



La desviación estándar se mantuvo relativamente estable a lo largo del periodo, disminuyendo levemente de 1.05 en 2021-2022 a 0,86 en 2023-2024, lo que sugiere una homogeneización más moderada en comparación con otros campus. Los valores de asimetría reflejan un sesgo creciente hacia calificaciones altas, con un incremento de -0,55 en 2021-2022 a -1,10 en 2023-2024. Asimismo, la curtosis aumentó de 1,13 a 3,36, indicando una distribución más concentrada de las calificaciones en torno a la media, aunque con un cambio menos pronunciado que en otros campus analizados. Esto es consistente con la investigación de Del Puerto y Minnaard (2003), quienes analizaron el impacto del uso de la calculadora gráfica en el aprendizaje matemático y concluyeron que su uso puede facilitar la comprensión de conceptos sin necesariamente afectar la variabilidad en los resultados académicos.

Tabla 5

Estadísticos descriptivos Toledo

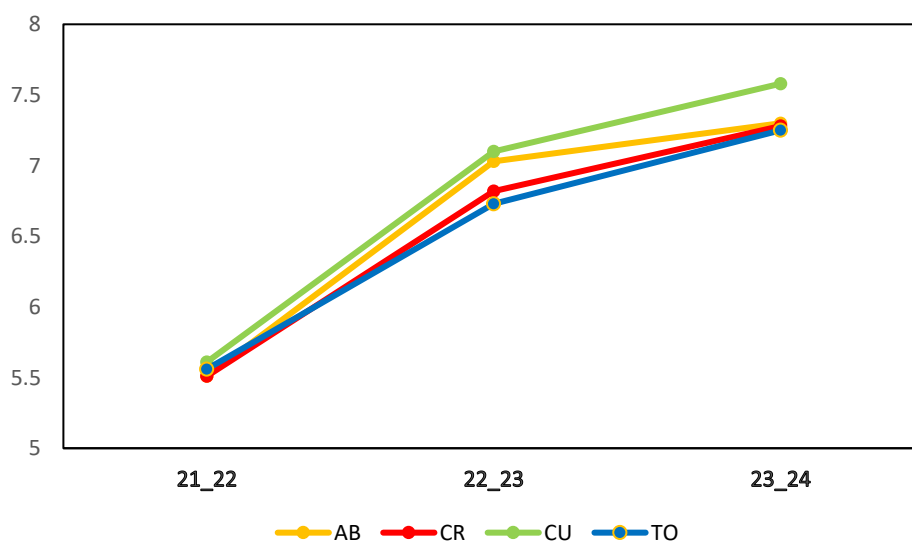
	N	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
Toledo 21-22	1661	5.56	1.05	-0.55	1.13
Toledo 22-23	1670	6.73	0.86	-0.58	1.58
Toledo 23-24	1638	7.25	0.86	-1.10	3.36

Al comparar los cuatro campus, la Figura 6 sugiere que la evolución de las notas medias es uniforme, con tendencias similares a las generales. En todos ellos se observa un patrón constante de aumento en las notas medias, lo que confirma una mejora generalizada en el rendimiento académico. Sin embargo, las diferencias entre los campus destacan particularidades en la magnitud de los cambios y en la homogeneización de los resultados.

El campus de Cuenca muestra el incremento más notable, alcanzando una media de 7,58 en 2023-2024, la más alta de los cuatro campus, lo que sugiere un progreso particularmente destacado en este contexto. Por otro lado, Albacete y Ciudad Real presentan trayectorias similares, con medias finales de 7,30 y 7,28, respectivamente, reflejando una tendencia equilibrada en su evolución. El campus de Toledo, aunque exhibe una mejora significativa con una media de 7,25 en el último año, muestra una estabilización más gradual en comparación con Cuenca, lo que podría atribuirse a las dinámicas específicas de este campus, como las fluctuaciones en el número de participantes.

Figura 6

Comparativa de la evolución de la nota media por campus



Así pues, la comparación también evidencia una reducción en la brecha de rendimiento entre los campus a medida que avanzan los años académicos, sugiriendo una mayor uniformidad en la preparación y desempeño de los estudiantes. Este fenómeno es respaldado por los cambios en los valores de desviación estándar y curtosis previamente analizados, que reflejan una homogeneización en la distribución de calificaciones tanto dentro de cada campus como entre ellos.

3.2. Inferenciales

El análisis inferencial, una vez realizada la prueba de Kruskal-Wallis, confirma que las diferencias entre los tres cursos evaluados son significativas en todos los campus. Este hallazgo es relevante, ya que respalda la idea de que la eliminación de la calculadora gráfica no tuvo un impacto negativo en el rendimiento de los estudiantes. De hecho, investigaciones previas han señalado que los estudiantes tienden a adaptar sus estrategias de resolución ante cambios en las condiciones de evaluación (Mishra y Koehler, 2006; Kapur, 2016).

Tabla 6*Análisis inferencial notas medias Albacete*

	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	p
Curso 21/22-Curso 22/23	-1193.94	40.13	-29.75	.000
Curso 21/22-Curso 23/24	-1425.67	40.61	-35.11	.000
Curso 22/23-Curso 23/24	-231.72	40.88	-5.67	<.000

En el campus de Albacete la evolución de las notas medias muestra un incremento consistente. Entre los cursos 2021-2022 y 2022-2023, la diferencia fue significativa, al igual que entre 2022-2023 y 2023-2024 ($p < 0,001$). Aunque el aumento entre los dos últimos cursos es más moderado en comparación con el salto del primer al segundo año, sigue siendo significativo. Este cambio refleja una tendencia hacia una mayor homogeneidad en las puntuaciones, evidenciada por la reducción de la desviación estándar (Tabla 2) y un aumento de la curtosis (16,81 en 2023-2024), lo que sugiere una concentración de las notas alrededor de la media.

Tabla 7*Análisis inferencial notas medias Ciudad Real*

	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	p
Curso 21/22-Curso 22/23	-1188.33	43.38	-27.40	.000
Curso 21/22-Curso 23/24	-1739.88	44.47	-39.13	.000
Curso 22/23-Curso 23/24	-551.55	44.50	-12.40	.000

En Ciudad Real, también se observa un aumento significativo de las notas, como muestra la Tabla 7. Las diferencias entre 2022-2023 y 2023-2024 son más pronunciadas ($p < 0,001$) en comparación con Albacete. La reducción de la desviación estándar (Tabla 3) se acompaña de un aumento en la asimetría y en la curtosis, indicando un patrón similar de concentración en torno a las notas más altas. Este incremento en las notas medias y la reducción en la dispersión de las calificaciones sugieren una mejora en la homogeneidad del rendimiento académico de los estudiantes. Además, el aumento de la asimetría y la curtosis refleja una mayor concentración de calificaciones altas, lo que puede interpretarse como un indicio de que un mayor número de estudiantes está alcanzando niveles de rendimiento superiores.

Tabla 8*Análisis inferencial notas medias Cuenca*

	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	p
Curso 21/22-Curso 22/23	-447.97	25.38	-18.83	.000
Curso 21/22-Curso 23/24	-690.96	25.69	-26.90	.000
Curso 22/23-Curso 23/24	-212.99	25.97	-8.20	<.000

El análisis de Cuenca sigue la misma tendencia positiva. Las diferencias entre los dos últimos cursos son relevantes (Tabla 8), reflejando un crecimiento continuado en las notas medias. Además, la curtosis experimenta un incremento significativo (Tabla 4), lo que reafirma la tendencia a una mayor uniformidad en los resultados. Este incremento en las notas medias y la reducción en la dispersión de las calificaciones sugieren una mejora en la homogeneidad del rendimiento académico de los estudiantes. La mayor concentración de calificaciones alrededor de la media, reflejada en el aumento de la curtosis, indica que un número creciente de estudiantes está alcanzando niveles de rendimiento más altos y consistentes.

Tabla 9*Análisis inferencial notas medias Toledo*

	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	p
Curso 21/22-Curso 22/23	-1340.25	49.69	-26.97	.000
Curso 21/22-Curso 23/24	-2104.19	49.94	-42.14	.000
Curso 22/23-Curso 23/24	-763.94	49.87	-15.32	.000

En Toledo, aunque las diferencias entre los cursos son consistentes con los otros campus, el aumento entre 2022-2023 y 2023-2024 (Tabla 9) es particularmente relevante, ya que se acompaña de una estabilidad en la desviación estándar (Tabla 5). Esto podría sugerir una menor variabilidad en las medias de este campus. La estabilidad en la desviación estándar indica que, a pesar del incremento en las notas medias, la dispersión de las calificaciones no ha aumentado, lo que sugiere una mayor consistencia en el rendimiento académico de los estudiantes. La menor variabilidad en las medias refuerza la idea de una preparación más homogénea y efectiva entre los estudiantes de este campus.

Tabla 10*Análisis inferencial notas medias universidad*

	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	p
Curso 21/22-Curso 22/23	-4212.62	81.26	-51.84	.000
Curso 21/22-Curso 23/24	-5983.37	82.32	-72.68	.000
Curso 22/23-Curso 23/24	-1770.75	85.53	-21.46	.000

Los resultados que se recogen en la Tabla 10 indican una mejora sistemática de las notas medias general en la Universidad de Castilla-La Mancha, alineada con una tendencia general de homogeneización en los resultados académicos. El aumento de la curtosis en todos los campus y la disminución de la desviación estándar sugieren que los esfuerzos por equilibrar la preparación de los estudiantes para estas pruebas podrían estar dando resultados.

En cuanto a los dos últimos cursos, es destacable que, aunque el incremento de la media sea menor que entre el primer y el segundo curso evaluado, este crecimiento es igualmente significativo, reflejando una estabilización hacia niveles más altos de rendimiento.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian una tendencia ascendente en las calificaciones medias de las pruebas de acceso a la universidad en los cuatro campus analizados (Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo) durante los cursos académicos 2021-22, 2022-23 y 2023-24. Este incremento de las notas medias se acompaña de una disminución en la desviación estándar, lo que sugiere una mayor homogeneidad en las calificaciones. Además, el análisis de la eliminación de las calculadoras gráficas en el curso 2023-2024 reveló que, contrariamente a lo esperado, esta medida no tuvo un efecto negativo en el desempeño de los estudiantes.

Aunque el aumento en las notas medias es consistente, la reducción en la desviación estándar y el aumento de la curtosis indican una mayor concentración de calificaciones alrededor de la media. Esto podría sugerir que los estudiantes han adaptado sus estrategias de resolución de problemas, mejorando su comprensión conceptual y habilidades analíticas (Serdina Parrot y Leong, 2018).

Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que destacan los beneficios del uso de herramientas tecnológicas en el aula para mejorar la comprensión conceptual y fomentar una actitud positiva hacia las matemáticas (NCTM, 2000; Delors, 2021). Sin embargo, la eliminación de estas herramientas en las pruebas de acceso plantea la necesidad de evaluar continuamente el impacto de las políticas educativas en el rendimiento estudiantil. Estudios como los de Ortiz y Buitrago (2006) o Segarra (2024) han demostrado que las calculadoras gráficas pueden aliviar la carga de cálculos tediosos y permitir a los estudiantes explorar conceptos matemáticos más allá de los procedimientos manuales, mejorando así su capacidad para resolver problemas del mundo real.

La mejora en las calificaciones medias y la mayor homogeneidad en las notas sugieren que los estudiantes han desarrollado habilidades más robustas en la resolución de problemas matemáticos, posiblemente debido a la eliminación de la calculadora gráfica en las pruebas de acceso. Este fenómeno puede estar relacionado con una mayor integración de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como se ha señalado en estudios anteriores (Clements, 2000; Villena-Taranilla et al., 2023). La eliminación de la calculadora gráfica, aunque inicialmente podría parecer una desventaja, puede haber incentivado a los estudiantes a desarrollar habilidades más robustas en la resolución de problemas matemáticos sin depender de herramientas tecnológicas.

Los hallazgos de este estudio tienen importantes implicaciones en la política educativa y la práctica docente. La tendencia hacia una mayor homogeneidad en las calificaciones y el aumento en las notas medias sugieren que los esfuerzos por mejorar la preparación de los estudiantes para las pruebas de acceso están dando frutos. Sin embargo, es crucial seguir investigando el impacto de las herramientas tecnológicas y las políticas educativas para garantizar que los estudiantes estén adecuadamente preparados para enfrentarse a los

desafíos de una sociedad globalizada y tecnológicamente avanzada. La integración de competencias digitales en la educación ha sido reconocida como un factor clave para mejorar la equidad y el acceso al aprendizaje, además de influir en el rendimiento académico (Redecker y Punie, 2017; Selwyn, 2016).

Es crucial que las políticas educativas continúen evaluando y ajustando el uso de herramientas tecnológicas en el aula para maximizar su impacto positivo en el rendimiento estudiantil. Además, los docentes también deben estar preparados para integrar eficazmente estas tecnologías en sus prácticas pedagógicas, promoviendo un aprendizaje más exploratorio e investigativo.

En conclusión, los resultados obtenidos subrayan la importancia de adaptar las estrategias de enseñanza y evaluación a las necesidades cambiantes de los estudiantes en un entorno educativo cada vez más digitalizado. El incremento en las calificaciones medias y la mayor uniformidad de las notas indican que el alumnado ha fortalecido sus habilidades para resolver problemas matemáticos, posiblemente como resultado de la eliminación de la calculadora gráfica en las pruebas de acceso. Estudios recientes han destacado que la transformación de los métodos de enseñanza, enfocada en el aprendizaje basado en problemas y la alfabetización digital, puede generar mejores resultados en el desarrollo del pensamiento crítico y la autonomía del alumnado (Pazos-Yero y Del Rocío, 2024; Sailer et al., 2021). Además, el uso de metodologías activas, como el aprendizaje basado en la indagación, ha demostrado ser eficaz para mejorar la motivación y la comprensión conceptual en matemáticas (Kapur, 2016; Mishra y Koehler, 2006). Es crucial que las políticas educativas continúen evaluando y ajustando el uso de herramientas tecnológicas en el aula para maximizar su impacto positivo en el rendimiento estudiantil. Además, los docentes también deben estar preparados para integrar eficazmente estas tecnologías en sus prácticas pedagógicas, promoviendo un aprendizaje más exploratorio e investigativo (Hattie y Timperley, 2007).

5. LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Si bien este estudio aporta información relevante sobre el impacto de la eliminación de las calculadoras gráficas en las pruebas de acceso a la universidad, es fundamental considerar ciertas limitaciones que podrían haber influido en los resultados y que deben tenerse en cuenta en futuras investigaciones.

Aunque la metodología cuantitativa permite evaluar de manera objetiva la supresión de esta herramienta en los exámenes, el estudio no incluye un análisis cualitativo sobre la percepción de estudiantes y docentes. Incorporar este enfoque permitiría comprender mejor cómo han adaptado sus estrategias de aprendizaje y resolución de problemas.

Otra limitación radica en el proceso de corrección y evaluación de las pruebas, realizado por organismos oficiales ajenos a los investigadores. La posible variabilidad en los criterios de puntuación aplicados por distintos correctores podría introducir sesgos en los resultados, lo que sugiere la necesidad de analizar con mayor profundidad la consistencia de las calificaciones.

Asimismo, no se ha controlado el efecto de otros factores que podrían haber influido en el rendimiento académico, como modificaciones en las metodologías de enseñanza, el nivel de preparación del alumnado o la dificultad de las pruebas en cada convocatoria. Un diseño más controlado permitiría aislar con mayor precisión el impacto específico de la eliminación de esta herramienta.

Por último, aún no se ha explorado a fondo cómo la prohibición de estos dispositivos afecta la resolución de distintos tipos de problemas matemáticos, especialmente a aquellos que exigen un alto nivel de abstracción, análisis funcional o modelización.

A partir de estas limitaciones, futuras investigaciones podrían complementarse con metodologías cualitativas, como entrevistas, encuestas o grupos focales, que ofrezcan una visión más completa sobre la adaptación de los estudiantes y la percepción de los docentes. También sería relevante estudiar la influencia de los criterios de corrección y su grado de coherencia entre distintos evaluadores, con el fin de mejorar la fiabilidad de las calificaciones obtenidas.

Además, un análisis longitudinal con un diseño más controlado permitiría evaluar con mayor exactitud la relación entre la supresión de la calculadora gráfica y el desempeño académico, descartando posibles interferencias de otros factores. Del mismo modo, sería interesante investigar cómo esta restricción incide en la resolución de problemas según su nivel de complejidad, diferenciando entre aquellos que requieren habilidades básicas y los que exigen procesos de razonamiento más avanzados.

En conclusión, aunque los resultados de este estudio evidencian una tendencia positiva tras la eliminación de la calculadora gráfica, aún quedan múltiples líneas de investigación por desarrollar. Profundizar en el papel de las herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas permitirá entender mejor su impacto en el aprendizaje y ofrecer estrategias más eficaces para la formación de los estudiantes.

6. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, J.L.G.F., D.M.G. y J.A.N.L.; análisis formal, ; investigación, J.L.G.F., D.M.G. y J.A.N.L.; metodología, J.L.G.F., D.M.G. y J.A.N.L.; supervisión, J.L.G.F., D.M.G. y J.A.N.L.; visualización, J.L.G.F., D.M.G. y J.A.N.L.; redacción—preparación del borrador original, J.L.G.F., D.M.G. y J.A.N.L.; redacción—revisión y edición, J.L.G.F., D.M.G. y J.A.N.L.

7. REFERENCIAS

- Álvarez Gómez, M., González Romero, V. M., Morfin Otero, M. y Cabral Araiza, J. (2005). *Aprendizaje en línea*. Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.
- Baya'a, N. F., y Daher, W. M. (2009). Learning Mathematics in an Authentic Mobile Environment: The Perceptions of Students. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 3, 6–14. <https://doi.org/10.3991/ijim.v3s1.813>

- Clements, D. H. (2000). From exercises and tasks to problems and projects. *The Journal of Mathematical Behavior*, 19(1), 9-47. [https://doi.org/10.1016/s0732-3123\(00\)00036-5](https://doi.org/10.1016/s0732-3123(00)00036-5)
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2017). *Research Methods in Education*. Routledge.
- Creswell, J. W., y Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.
- Del Puerto, S., y Minnaard, C. (2003). El uso de la calculadora gráfica en el aprendizaje de la matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33(3), 1-13. <https://doi.org/10.35362/rie3333033>
- Delors, J. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381>
- Fernández, F.U., Tejada, R., Galiano, C., y Acachua, E.D. (2024). Uso de Tecnologías en matemática y su impacto en la enseñanza. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 1004-1029. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12341
- Hattie, J., y Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 6, pp. 102-256). McGraw-Hill.
- Jaramillo-Hurtado, J. L., y Escudero-Benavides, P. M. (2024). El impacto de las tic en el ciclo de aprendizaje. *Polo del Conocimiento*, 9(1), 93-116. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i1.6370>
- Kapur, M. (2016). Examining Productive Failure, Productive Success, Unproductive Failure, and Unproductive Success in Learning. *Educational Psychologist*, 51(2), 289–299. <https://doi.org/10.1080/00461520.2016.1155457>
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (2023). Estadística de la Sociedad de la Información y la Comunicación en los centros educativos no universitarios. <https://www.educacionfpydeportes.gob.es/prensa/actualidad/2024/05/20240527-sociedadinformacion.html#:~:text=El%2081%25%20de%20los%20centros%20educativos%20no%20universitarios%20en%20Espa%C3%B1a,la%20Sociedad%20de%20la%20Informaci%C3%B3n>
- Mishra, P., y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Moreno-Guerrero A.J., López, J., Pozo, S., y Fuentes, A. (2020). Influencia del contexto en el uso de dispositivos TIC en la Formación Profesional Básica. *EDMETIC*, 9(1), 149-169. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.12195>

- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Ortiz Buitrago, J. (2006). Incorporación de la calculadora gráfica en el aula de matemática: Una discusión actual hacia la transformación de la práctica. *SAPIENS*, 7(2), 139-157.
- Pallant, J. (2020). *SPSS Survival Manual*. Routledge eBooks. <https://doi.org/10.4324/9781003117452>
- Pazos-Yerovi, E. I., y Del Rocío, F. (2024). El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia metodológica para el desarrollo del Pensamiento Crítico. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 23(53), 313-340. <https://doi.org/10.21703/rexe.v23i53.2658>
- Penglase, M., y Arnold, S. (1996). The graphics calculator in mathematics education: A critical review of recent research. *Mathematics Education Research Journal*, 8, 58–90. <https://doi.org/10.1007/BF03355481>
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/05/243>
- Real Decreto 534/2024, de 11 de junio, por el que se regulan los requisitos de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado, las características básicas de la prueba de acceso y la normativa básica de los procedimientos de admisión. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2024/06/11/534/con>
- Redecker, C., y Punie, Y. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Rosado, S.M. (2024). La utilidad de la calculadora en el aula de clases. *Revista [in]genios*, 10(2), 1-9.
- Ruthven, K. (1990). The influence of graphic calculator use on translation from graphic to symbolic forms. *Educational Studies in Mathematics*, 21, 431–450. <https://doi.org/10.1007/BF00398862>
- Sailer, M., Murböck, J., y Fischer, F. (2021). Digital learning in schools: What does it take beyond digital technology? *Teaching and Teacher Education*, 103, 103346. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103346>
- Segarra, J. (2024). Motivación de los profesores de matemáticas al usar la calculadora. *Edetania. Estudios Y Propuestas Socioeducativos*, 66, 57-86. https://doi.org/10.46583/edetania_2024.66.1131

- Selwyn, N. (2016). *Education and Technology: Key Issues and Debates*. Bloomsbury Academic.
- Serdina Parrot, M. A., y Leong, K. E. (2018). Impact of using graphing calculator in problem solving. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(3), 139–148. <https://doi.org/10.12973/iejme/2704>
- UNESCO (2015). *Educación 2030 Declaración de Incheon y Marco de Acción hacia una educación inclusiva y equitativa de calidad y un aprendizaje a lo largo de la vida para todos*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa
- Villena-Taranilla, R., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A., y Diago, P. D. (2023). An extended technology acceptance model on immersive virtual reality use with primary school students. *Technology, Pedagogy and Education*, 32(3), 367-388. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2023.2196281>
- Viñals, A., y Cuenca, J. (2016). El rol del docente en la era digital. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 30, 103–114.

Para citar este artículo:

González Fernández, J.L., Molina García, D., Núñez López, J.A. (2025). Evaluación del impacto de la eliminación de calculadoras gráficas en las pruebas de acceso a la universidad de Matemáticas II en Castilla-La Mancha. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (92), 145-164. <https://doi.org/10.21556/edutec.2025.92.3831>