

PERCEPCIÓN VALORATIVA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN EL USO DE RECURSOS TECNOLÓGICO EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

EVALUATIVE PERCEPTION OF UNIVERSITY STUDENTS IN THE USE OF TECHNOLOGICAL RESOURCES IN LEARNING MATHEMATICS

Felipe CONA¹
Maria GALLEGOS²
Patricio OLIVARES³

Recibido	: 19.12.2022
Aprobado	: 29.06.2023
Publicado	: 08.07.2023

RESUMEN: En los últimos años, se sabe del surgimiento de muchos sistemas de álgebra computacional (CAS) con diferentes capacidades y accesibilidades, que están teniendo un gran impacto en la forma en que los instructores enseñan y los estudiantes aprenden matemática. En ese contexto, este artículo analiza la opinión de estudiantes de una universidad estatal chilena (UTEM), respecto a la utilización de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de la matemática. La valoración positiva de los estudiantes puede incentivar a que el uso de estas herramientas computacionales agregue mejoras en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. El instrumento de búsqueda de información usado constó de 13 ítems en los que los estudiantes respondieron en una escala de Likert, sobre la importancia que dan a la aplicación matemática en las instancias en que aprenden, practican y aplican las matemáticas, de lo cual se concluye, entre otros resultados que los estudiantes, en su autoestudio, usan frecuentemente herramientas computacionales; que están muy de acuerdo sobre la importancia de utilizar CAS en los cursos de matemática, pero también valoran el uso del método “lápiz-papel” para adquirir destreza matemática; además, consideran que les ayuda a obtener una mejor preparación para enfrentar el mundo del trabajo.

Palabras Claves: matemática computacional, Sistemas de álgebra computacional, encuesta de percepción, enseñanza, aprendizaje y evaluación en matemática

ABSTRACT: In the last years we are known the emergence of many different computer algebra system (CAS), with a large range of capacity and accessibility, having a large impact in the manner how instructors teach, and students learn mathematics. In that context, this paper intends to search about how students perceive the importance of the using these tools in theirs teaching-learning process. Positive feedback will allow to develop new perspective in the processes of teaching, learning and assessment. The search instrument consisted in 13 items in which student responded about the importance they give to mathematical application at the instance when they learn, practice an apply mathematics. After analyzing the result, we may conclude, among others results that: student strongly agree about the importance of using CAS in mathematical courses, but in the other hand, they also value the using on “pencil-paper” method to acquire mathematical skillful; besides, they consider that it gives them better capability to face future employability.

Keywords: computational mathematics, Computer algebra system perception survey, mathematics teaching, learning and assessment

¹ Licenciado en Matemática, Universidad Católica del Norte. Universidad Tecnológica Metropolitana, Chile. Correo electrónico: lcona@utem.cl, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1897-4158>

² Magister en ciencias de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. Universidad Tecnológica Metropolitana, Chile. Correo electrónico: mariagallegosum@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9543-0673>

³ Doctor of Philosophy, The University of Iowa, USA. Universidad Tecnológica Metropolitana, Chile. Correo electrónico: polivare@utem.cl, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9689-309X>

INTRODUCCIÓN

Siendo en la educación universitaria profesores y estudiantes los actores principales de los procesos de formación, se hace necesario que las propuestas educativas que innoven en estos procesos puedan tener un nivel de apreciación de ambos grupos y así sean entendidas, valoradas y adquiridas dentro de los roles que ellos tienen en la enseñanza y el aprendizaje.

En Educación matemática, la matemática computacional se presenta usualmente en formas tales como: la Instrucción asistida por computador (Computer assisted instruction, CAI); la programación de algoritmos y, el uso de plataformas computacionales tales como hojas de cálculo y paquetes de software que son usados para resolver o manipular expresiones matemáticas en forma analítica y realizar análisis gráfico de relaciones funcionales (Computer Algebra System, CAS). El foco de estudio está puesto en esta última área y para efecto de ser consultado en encuestas se nombra genéricamente como “Herramientas Computacionales Matemáticas” (HCM).

Si bien es cierto que, basados en la experiencia académica y en la reflexión acerca de los enfoques didácticos más eficaces que se puedan adoptar en la enseñanza de la asignatura matemática, ha hecho valorar de manera significativa la importancia que tiene el uso de herramientas computacionales en el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de la matemática; resulta interesante conocer lo que los estudiantes sienten y aprecian como valioso y relevante para su aprendizaje el considerar la introducción y uso de tales herramientas en el trabajo que con ellos se realiza. En esta institución, y probablemente en muchas otras, los planes de estudio que conforman el curriculum, que son los que dirigen y acotan la formación, no tienen generalmente mención explícita al uso de tecnología como elemento didáctico en la medida que hoy es necesario considerarla no solo como elemento técnico si nó que en la dimensión cultural que ha adquirido. Esta propuesta investigativa apunta a superar esta falencia.

Considerando el contexto presentado, este trabajo busca identificar cual es la percepción valorativa que los estudiantes tiene respecto del uso de las HCM en el aprendizaje de la matemática en la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM), para así poder estructurar

situaciones didácticas que amalgamen la tecnología computacional con la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en el quehacer de la matemática.

Respecto al enfoque metodológico que da soporte a este trabajo, se buscaron evidencias mediante la creación de un cuestionario para ser respondido por los estudiantes, esta encuesta, en Google Form, se le envía a un grupo de estudiantes que cursan asignaturas de matemáticas en dos facultades distintas de la UTEM.

Los resultados muestran que los estudiantes valoran el uso de las HCM en la enseñanza de la matemática; señalan que es un apoyo concreto en sus aprendizajes; se constató que los estudiantes utilizan tecnología independientemente a que estén incluidas en la asignatura; y que poseen el hardware necesario para poder hacer la implementación del software, lo cual representa un apoyo para el proceso de aprendizaje. Además, se evidenció que el estudiante muestra capacidad de autoaprendizaje en las tecnologías en información y comunicación.

Como punto no menor a considerar, es necesario establecer que la disposición de recursos tecnológicos computacionales para la enseñanza y aprendizaje de matemáticas, en el contexto de la educación superior, está cubierto completamente, ya que en cualquier instancia se puede recurrir al menos a teléfonos celulares con aplicaciones gratuitas que la proveen.

En relación con las proyecciones de este trabajo, la discusión podrá estar centrada en aspectos tales como:

- Los cambios didácticos de la enseñanza de las matemáticas que produce la introducción de HCM en los procesos formativos, por ejemplo, no descuidando que las rutinas algebraicas que tienen carácter formativo en el aprendizaje de las matemáticas, se vean excluidas por resultados conseguidos directamente por las aplicaciones computacionales.
- Los cambios que deberán acompañar los sistemas de evaluación del aprendizaje de la matemática para que estén alineados con esta nueva pedagogía.

DESARROLLO

Fundamentos teóricos

La introducción de tecnología computacional en la enseñanza de matemática universitaria comienza en los años 80 con la disponibilidad prácticamente masiva de los computadores personales. A pesar que desde esa época se ha recorrido un largo camino, aún hay bastante trayectoria para transitar (Thomas, 2006) . Nos encontramos hoy, donde la ocurrencia de la pandemia ha venido a cambiar drásticamente la forma cómo enseñamos, en nuestro caso, la enseñanza de la matemática, donde la actividad docente no hubiese podido ocurrir sin la presencia de computadores que han aportado tanto con la conectividad como con las aplicaciones para dar soporte a las explicaciones conceptuales y a las soluciones más rápidas de problemas de modelamiento matemático (Huang, 2016).

Es pertinente mencionar también que la matemática computacional, en el desarrollo de la ciencia matemática, se encuentra en ambitos de investigación lo cual dan a conocer organismos tales como The Association for Mathematical Research y tambien en ámbitos de la didáctica matemática como se comprueba en la National Council of Teachers of Mathematics. Se han publicado

Respecto a la accesibilidad de recursos tecnológicos, no es menor acotar que ha habido cambios sustantivos: en el inicio ello significaba inversiones no menores, pero actualmente existe para la mayoría de las necesidades que plantea la enseñanza, software de uso libre en una variedad tal que incluso el profesor puede elegir la más apropiada para sus asignaturas (Geogebra, Symbolab, Matixcalc, Planetcalc, entre otros).

Entendiendo, de acuerdo con nuestra experiencia en el aula, que los estudiantes tienen conocimiento y uso de tecnologías que les ayudan en su autoestudio y en trabajos de diversas disciplinas, nos interesa, para dar soporte a nuestras planificaciones curriculares, conocer mediante un cuestionario la valoración que ellos manifiestan del uso de recursos tecnológicos en las asignaturas de matemáticas.

Este tema ha sido de interés para diversas instituciones (por ejemplo, Minnesota Council of Teacher of Mathematics, MCTM) y académicos que han investigado y publicado al respecto,

obteniéndose importantes conclusiones: un primer caso, “estudiantes puntualizan que el uso de computadores en clase es estimulante, agradable y productivo” (Kumar, et al., 2008); un segundo caso, “estudiantes buscan oportunidades para mejorar sus competencias en tecnología y tener acceso a nuevas tecnologías” (BrcKaLorenz, 2013). La percepción del uso de la tecnología se investiga desde prácticamente la masificación de la computación. En “Technology Acceptance Model” (David, 1989) se establece que existen dos factores que determinan cuando se entiende aceptada por usuarios potenciales: si perciben su utilidad y su facilidad de uso.

Respecto del uso de TIC's y en particular de las HCM en la enseñanza de la matemática, podemos leer en investigaciones relacionadas, conclusiones como: que desde una perspectiva bibliometrica muestra la evolución de la producción científica en las tendencias didacticas en los procesos de enseñanza aprendizaje, mostrando como una de “las palabras claves de autor con mayor ocurrencia” (Ramos, 2022): e-learning; respecto del uso de tecnología en matemáticas “... actúan como agentes catalizadores de un proceso de cambio innovador, capaz de producir una actitud positiva de receptividad hacia la incorporación de nuevas estrategias de aprendizaje, capaces de generar su propio ritmo de aprendizaje dentro y fuera del aula.” (Bullones 2015); por otra parte “... se debe utilizar para hacer énfasis en la comprensión de los procesos matemáticos, así como facilitar la ejecución cálculos complejos y dispendiosos” (Riveros, 2011); “La percepción de los estudiantes revela que ellos estuvieron muy motivados cuando se les proveyó con varios tipos de materiales como, webs, e-mail, multimedia y software matemático, entre otros” (Bhattarai. 2020); “En general, los estudiantes mostraron satisfacción con el uso de MML, MyMathLab, en sus estudios. A pesar que los estudiantes evaluaron el sistema en forma marginalmente positiva, ellos admiten que les proveyó con una primera experiencia en el uso de aprendizaje en línea y herramientas de evaluación” (Law, 2012); ahora “con relación a la capacidad de interacción que generan cuando se utilizan de forma óptima en la labor docente, es necesaria una reformulación de la práctica pedagógica dando mayor protagonismo a la planeación didáctica, aprovechando las difrentes y variadas posibilidades que ofrecen las tecnologías del aprendizaje y conocimiento” (Zuñiga, 2020); más aún existen propuestas marco para uso de tecnología en cursos de pedagogía en matematicas: (a) promover circuitos de comprobación; (b) presentar

y conectar representaciones múltiples; (c) dar soporte al razonamiento basado en casos; y (d) dar soporte a creación de cursos de tecnología para futuros profesores de matemáticas (Cullen et al, 2020); finalmente, se ha concluido que no existen formas de medidas consistentes para conocer el compromiso de los estudiantes con la tecnología; y que falta una cantidad considerable de investigación, especialmente para pregrado en educación matemática (Ní Shé, 2023)

Como la educación, es también un proceso situado en diferentes realidades, se quería conocer para el caso de la UTEM, la visualización que sus estudiantes tienen respecto del acceso, comprensión y valoración del uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las matemáticas.

METODOLOGÍA

Para el diseño de la investigación se tuvo en cuenta los siguientes elementos: definición del problema, los objetivos de la investigación, el tipo de investigación, la hipótesis, la población y muestra, las técnicas utilizadas, el análisis de datos y el procedimiento

En términos generales el proceso metodológico empleado consistió en tres dimensiones principales:

- Construcción del instrumento (Encuesta)
- Aplicación de Encuesta
- Análisis de Resultados

Este estudio parte con la discusión del equipo investigativo acerca de cómo se están usando las herramientas computacionales en la enseñanza de la matemática en ambientes de aprendizaje como los tenemos en la actualidad. La experiencia con intentos focalizados indica que los estudiantes muestran interés cuando ellas se introducen en las clases para comprensión de conceptos y uso en asignaciones que deban entregar como tareas.

Luego surge el interés en saber si ellos valoran positivamente esta introducción y perciben su utilidad. Para responder tal cuestión se decide usar encuestas con preguntas orientadas a conocer y cuantificar las repuestas que los estudiantes emiten.

El enfoque metodológico usado se puede describir como cuantitativo, ya que se midió el uso de las tecnologías computacionales en el desempeño académico de los estudiantes en las asignaturas de matemáticas.

Construcción del instrumento

Bajo la pregunta orientadora ¿Como perciben los estudiantes la importancia del uso de Aplicaciones matemáticas en asignaturas de matemática?, se crea una encuesta en formularios de Google Form la cual consta de trece proposiciones que los estudiantes deben responder, y donde las opciones de respuesta van de un rango mínimo de desacuerdo (1), a un rango máximo muy de acuerdo (5), además de señalar sí o no en otras de ellas.

El cuestionario se compone de las siguientes proposiciones:

1. Regularmente estudio matemática apoyado en recursos HCM.
2. Regularmente estudio matemática apoyado en videos que obtengo de la red.
3. En asignaturas no matemáticas uso programas computacionales de la disciplina.
4. Tengo en mi celular alojada una aplicación para uso matemático.
5. Hago uso de HCM en todos los cursos de matemáticas.
6. Deberían usarse recursos HCM durante las evaluaciones.
7. El uso de HCM puede prepararme mejor para el mundo del trabajo.
8. He aprendido elementos de HCM por mi propia cuenta.
9. Me interesa asistir a cursos de forma libre de uso de HCM en mi Carrera.
10. La capacidad gráfica de los programas HCM ayuda a comprender de mejor forma los conceptos matemáticos.
11. El nivel de conocimiento que tengo de la aplicación EXCEL es de...
12. Aprendo mejor matemática usando papel-lápiz que con recursos tecnológicos.
13. Contar con acceso a clases grabadas me ha facilitado el estudio de las asignaturas matemáticas.

El proceso de validación por expertos para determinar la validez y confiabilidad del instrumento se le encomendó a los profesionales de la Unidad de Mejoramiento Docente (UMD) de la UTEM quienes retroalimentaron el proceso entregando observaciones de la precisión y validez de las preguntas. La validación por expertos ayudó a mejorar la calidad del instrumento de investigación y aumentar la confianza en los resultados obtenidos al utilizarlo.

Aplicación de la encuesta

La población estudiada son estudiantes de la UTEM, que cursan asignaturas de Matemática, que correspondientes a 4 cursos de 40 estudiantes cada uno. Los cursos elegidos fueron: dos de la Facultades de Construcción y Ordenamiento Territorial, y dos de la Facultad de Ingeniería. Con esta selección de cursos se quería representar la realidad de los estudiantes de las carreras tecnológicas de la UTEM

Para la determinación del tamaño de la muestra se consideró un nivel de confianza del 90%, un margen de error de aproximadamente un 9.8%, y por antecedentes anteriores se consideró que la proporción de estudiantes que pueden usar HCM como complemento a sus estudios es de un 80%.

La fórmula usada para la determinación del tamaño muestral es:

$$n = \frac{z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \hat{p} \cdot (1 - \hat{p})}{E^2}$$

n: Tamaño de la muestra

$z_{(\alpha/2)}$: Valor de z en la distribución normal estándar

α : Nivel de significación.

\hat{p} : Proporción esperada de la población

E: Margen de error aceptado

RESULTADOS

Según la encuesta realizada, el 56% de los estudiantes de la UTEM recurre a las Herramientas Computacionales en Matemáticas (HCM) para reforzar sus conocimientos y habilidades académicas. Este dato evidencia la relevancia de la tecnología como medio de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje. No obstante, es interesante notar que sólo un 40% de los estudiantes menciona hacer uso de videos disponibles en la red como recurso de aprendizaje, lo que puede reflejar una oportunidad para incrementar la utilización de estos recursos digitales en la educación matemática.

Además, un hallazgo significativo es el destacado número de estudiantes que valoran y enfatizan la importancia de disponer de clases grabadas para complementar su estudio. Las figuras evidencian este aspecto, lo cual sugiere que implementar y promover este tipo de recursos podría mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. En definitiva, este análisis sugiere que la integración de tecnologías y recursos digitales diversos es esencial para la educación matemática contemporánea, y que existen oportunidades claras para potenciar su utilización. (Figura 1, 2 y 3)

Figura 1. El uso de HCM puede prepararme mejor para el mundo del trabajo.



Figura 2. He aprendido elementos de HCM por mi propia cuenta

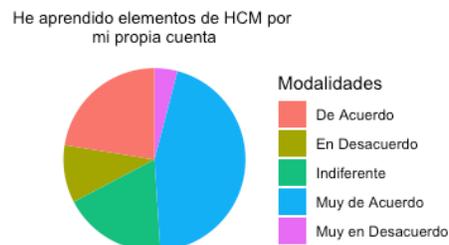
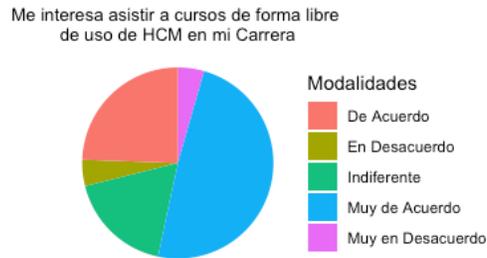


Figura 3. Me interesa asistir a cursos de forma libre de uso de HCM en mi Carrera



El 68% de los estudiantes valora la capacidad gráfica de las HCM para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos. Sin embargo, cuando se les pidió que compararan el aprendizaje mediante el método tradicional de papel y lápiz contra el uso de recursos tecnológicos, casi el 90% optó por el método tradicional. Esto sugiere que, a pesar de valorar las HCM como apoyo, los estudiantes no consideran que estas reemplacen la necesidad de reflexionar sobre los contenidos matemáticos.

Figura 4. La capacidad gráfica de los programas HCM ayuda a comprender de mejor forma los conceptos matemáticos



Figura 5. Aprendo mejor matemática usando papel-lápiz que con recursos tecnológicos

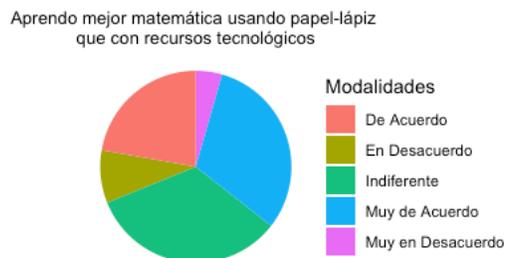


Tabla 1. Percepciones de estudiantes Universitarios sobre el uso de HCM

Opción	P1	P2	P3	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
1	2	1	3	1	2	2	2	3	2	1
2	4	3	5	2	5	2	1	8	4	3
3	13	5	13	4	9	8	7	15	15	6
4	12	12	15	18	11	11	9	12	10	2
5	13	23	9	20	18	22	26	7	14	32
N/A	1	1								1

Fuente: Encuesta realizada a estudiantes de la Facultad de Ingeniería y de la Facultad de Construcción y Ordenamiento Territorial de la UTEM.

Los datos recogidos en la tabla 1 proporcionan una visión valiosa de las percepciones de los estudiantes universitarios sobre el uso de las herramientas computacionales en matemáticas. Destaca que un alto porcentaje de estudiantes ve estas herramientas como una ayuda valiosa para su aprendizaje, aunque no las considera un sustituto del trabajo tradicional con papel y lápiz.

De acuerdo a los datos representados en la Figura 6, se puede decir que la pregunta 7: "El uso de HCM puede prepararme mejor para el mundo del trabajo" es la que tiene el más alto porcentaje de acuerdo con un 84%, esto quiere decir que los estudiantes están de acuerdo y muy de acuerdo en que el uso de las HCM les permitirá tener una mejor preparación para el mundo del trabajo.

La siguiente pregunta con mayor nivel aceptación es la pregunta 2, con un 80%, la consulta fue "Regularmente estudio matemática apoyado en videos que obtengo de la red", lo que evidencia que los estudiantes están utilizando apoyo de TICs en el estudio de la matemática, en tanto la pregunta "En asignaturas no matemáticas uso programas computacionales de la disciplina" es la con menor nivel de aceptación entre los estudiantes encuestados con un 53%. Se concluye que en el contexto de la encuesta desarrollada, todas las preguntas tienen más de 50% de aceptación.

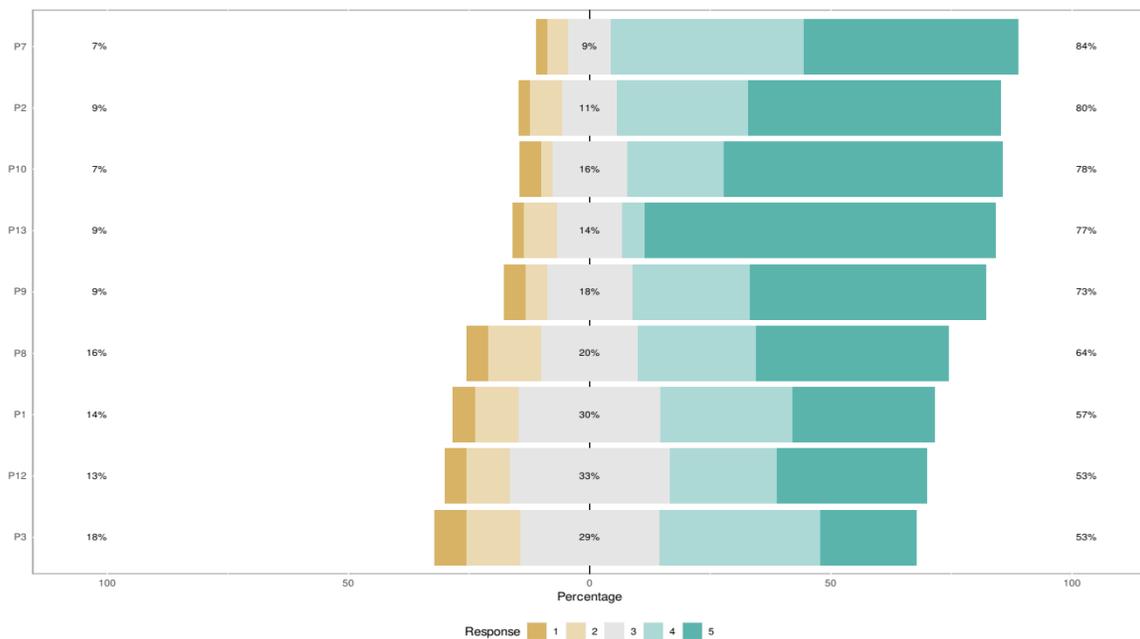
Respecto de las preguntas omitidas para este análisis se consideró lo siguiente:

Pregunta 4, "Tengo en mi celular alojada una aplicación (apps) para uso matemático" fue suprimida ya que no necesariamente indica el grado de uso o competencia con la herramienta: tener una aplicación no es garantía de que se utilice eficazmente

Pregunta 5 "Hago uso de herramientas computacionales matemáticas en todos los cursos de matemática" no se tomó en cuenta considerando que los estudiantes podrían no tener la opción de usar herramientas computacionales en todos sus cursos, lo que podría sesgar los resultados

Pregunta 6 "Deberían usarse recursos herramientas computacionales en matemática en las evaluaciones" no se consideró ya que el objetivo del estudio se enfocó principalmente en la percepción de las herramientas computacionales en la enseñanza y el aprendizaje, en lugar de su aplicación en las evaluaciones

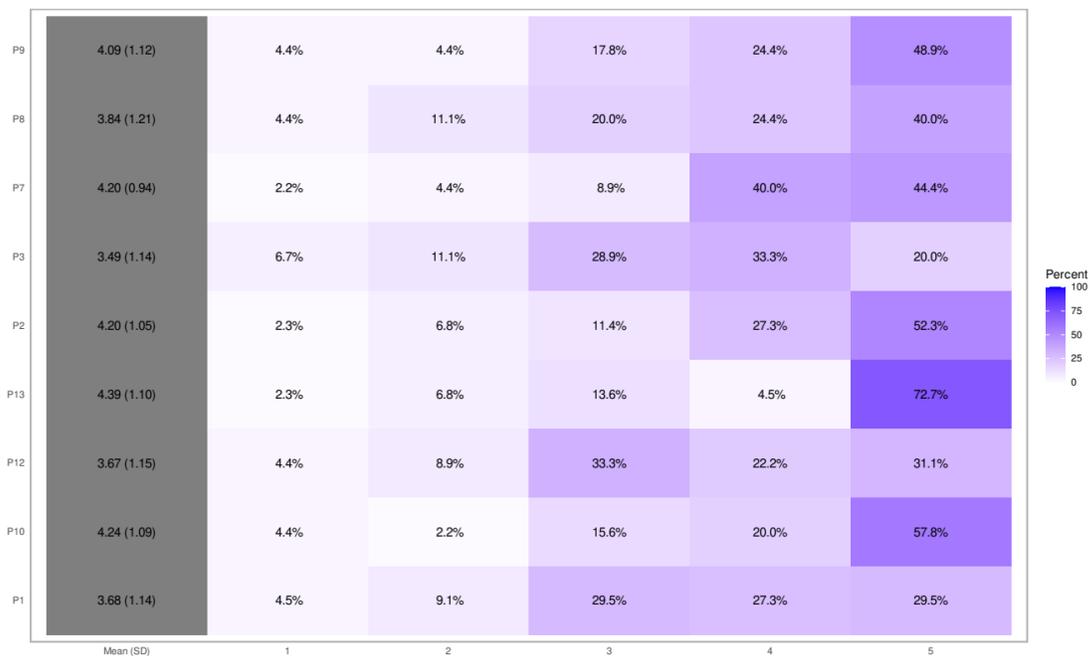
Figura 6. Comparación de porcentajes sobre las respuestas de los estudiantes encuestados



1: Muy en desacuerdo 2: En desacuerdo 3: Indiferente 4: De acuerdo 5: Muy de acuerdo

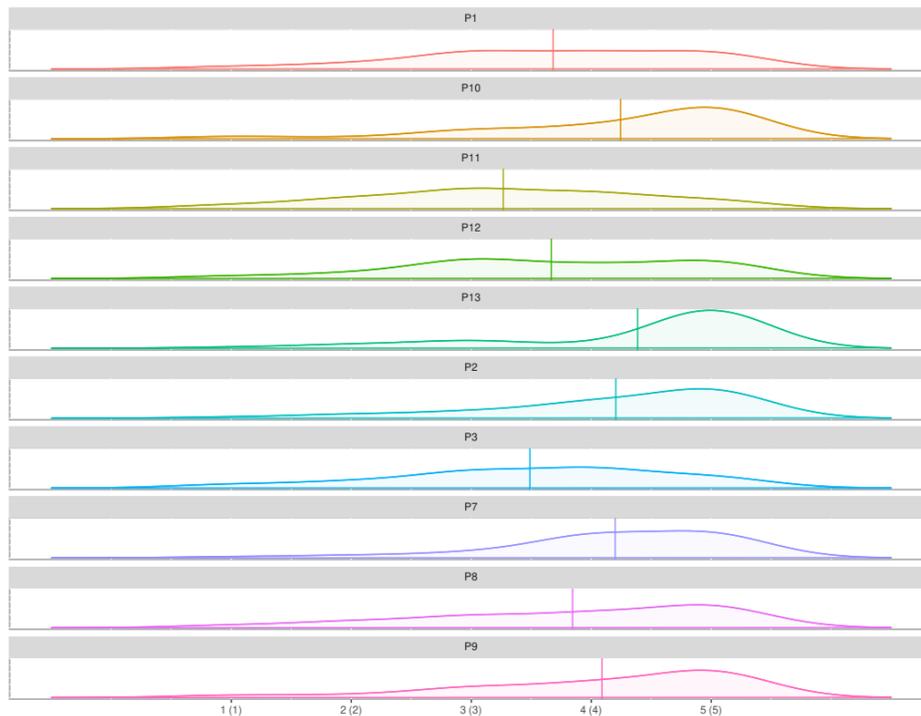
Para la representación de la Figura 7, se puede ver la distribución de los porcentajes en cada una de las preguntas en la escala Likert utilizada, destacando la pregunta 13, con un muy alto porcentaje de aceptación (muy de acuerdo) con un 72,7%, cuya pregunta es "Contar con acceso a clases grabadas me ha facilitado el estudio de las asignaturas matemáticas", lo que nos muestra que los estudiantes valoran el uso de las Tics en proceso de enseñanza-aprendizaje.

Figura 7. Distribución de los porcentajes de menor (color más claro) a mayor (color más oscuro) de las respuestas a las preguntas de la encuesta



Para concluir, en la Figura 8 se puede apreciar la distribución de las puntuaciones en cada una de las preguntas, se destaca la pregunta 7, como la pregunta que tiene una distribución más homogénea, respecto a su valor medio, además se puede destacar que la pregunta con mayor grado heterogeneidad es la pregunta 1 y pregunta 12, es decir, la dispersión de las respuestas es mayor en dichas preguntas.

Figura 8. Comparación de la distribución de probabilidad normal con las respuestas entregadas por los alumnos encuestados.



Los resultados indican que la mayoría de los que contestaron la encuesta, estudian utilizando HCM (promedio 3,6 de máximo 5), así mismo utilizan videos (promedio 4,1). En el caso de asignaturas no matemáticas, usan programas computacionales (3,5). El 64% de los participantes de la encuesta declaran que tiene alojadas aplicaciones matemáticas en su celular, y un 60% de los participantes usan HCM en todos los cursos de matemáticas. Un 69% de los participantes creen que se deberían usar recursos HCM durante las evaluaciones, y que su uso intensivo los prepara mejor para el mundo del trabajo (4,2 promedio de máximo 5). Los participantes han aprendido elementos de HCM por su cuenta (3,8) y les interesa asistir a cursos del uso de HCM (4,1). Señalan que la capacidad gráfica de los programas HCM ayuda en la comprensión de conceptos matemáticos (4,2). El nivel de conocimiento que tienen de Excel es medio (3,2). No obstante, lo anterior en promedio 3,7 de un máximo 5, los estudiantes prefieren el uso de papel y lápiz para aprender matemática. Por otra parte, la revisión de clases grabadas es altamente valorada por quienes contestaron la encuesta.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Otros académicos que han investigado el tema de la percepción estudiantil del uso de tecnologías en su aprendizaje han obtenido conclusiones como las siguientes: "Los alumnos son quienes destacan en el uso de las herramientas tecnológicas", según los profesores (Rivera, 2018). A pesar del gran potencial de los dispositivos móviles y la gran variedad de aplicaciones que pueden soportar, su uso en el ámbito académico es limitado (Roco, 2018). En relación con el uso del Aula Taller de Moodle, los estudiantes no consideran que se genera un mayor aprendizaje simplemente por utilizar esta herramienta, sino que la conciben como un soporte al proceso de autoevaluación (Jardí, 2018).

Estos resultados ofrecen una visión desde la perspectiva de los estudiantes, quienes son actores fundamentales del proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación. Esto sugiere que las planificaciones curriculares deberían considerar la percepción de los estudiantes sobre las Herramientas de Comunicación Mediada por la Computadora (HCM), lo que podría conducir a una mayor motivación y participación en sus actividades de aprendizaje. Además, estos hallazgos también sugieren que la contribución de las HCM debería ser explícitamente incluida en la formación profesional de los diseños curriculares de las carreras.

A pesar de la gran dependencia de los estudiantes del estudio personal y de las técnicas tradicionales (como el uso de papel y lápiz), estos hallazgos indican una percepción favorable de las HCM tanto en la enseñanza como en el aprendizaje. Los estudiantes ven a las HCM como valiosos recursos de apoyo y como herramientas importantes para su futuro laboral. Este estudio estuvo limitado por las circunstancias en que se ha llevado a cabo la docencia en tiempos de pandemia. Será importante ampliar la muestra, ajustar el cuestionario para obtener conclusiones más precisas y realizar la investigación en un entorno presencial, donde la contribución de las HCM no esté necesariamente asociada a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Este primer acercamiento al problema investigado podría extenderse para conocer cómo los profesores perciben su rol en la introducción de HCM en la docencia. De este modo, se podría trabajar para incrementar la motivación de los estudiantes hacia la asignatura, mejorar sus logros académicos y aumentar su participación en una enseñanza centrada en el aprendizaje.

CONCLUSIONES

A partir del análisis de las respuestas del cuestionario, se obtuvieron conclusiones significativas: un 56% de los encuestados estudia con apoyo de Herramientas Computacionales Matemáticas (HCM); el 64% tiene una aplicación HCM en su celular; el 85% cree en la utilidad de conocer HCM para su futuro laboral; el 60% ha aprendido algún recurso HCM por su cuenta, indicando una capacidad de autoestudio; el 68% reconoce que las capacidades gráficas de las HCM han sido un apoyo para comprender conceptos matemáticos; el 90% estudia en primer lugar mediante el recurso papel-lápiz, lo que indica que las HCM son consideradas primariamente como apoyos al estudio personal.

En resumen, los recursos tecnológicos para uso matemático existen y están disponibles para el trabajo académico sin necesidad de realizar inversiones mayores. La comunidad estudiantil percibe su utilidad en el aprendizaje, por lo que es necesario que los profesores adopten estas herramientas en mayor grado, evaluando el diseño de contenidos de las asignaturas y las metodologías didácticas más apropiadas para su uso eficiente. Avanzar en esta dirección debería permitir una mayor eficiencia y eficacia en la inclusión de la matemática en los estudios universitarios.

También es interesante considerar que en la última década se han desarrollado programas de pregrado universitario con currículos basados en asignaturas que combinan matemáticas y computación, como es el caso de la University of Adelaide, University of Leeds, y University of Washington. Esto indica que los estudiantes valoran esta combinación de especialidades para poder actuar profesionalmente y que el campo de estudio se consolida.

En conclusión, dado que los recursos tecnológicos para uso matemático existen y en la actualidad están disponibles sin tener que realizar inversiones mayores, y que la comunidad estudiantil percibe su utilidad en el aprendizaje, se hace necesario que el profesorado adopte en mayor grado estas herramientas, evaluando el diseño de contenidos de las asignaturas y las metodologías didácticas más apropiadas para su uso eficiente en la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación. Avanzar en esta dirección permitirá mayor eficiencia y eficacia en la inclusión de la matemática en los estudios universitarios.

REFERENCIAS

- Acikalin, M., Duru, E. (2005). The use of Computer Technologies in Social Studies Classroom. The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4(2). tojet.net/articles/v4i2/423.pdf
- Basantes, A., Naranjo, M., Gallegos, M., y Benítez, N. (2017). Los Dispositivos Móviles en el Proceso de Aprendizaje de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador. *Formación Universitaria*, 10(2), 45-58. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000200009>
- BrckaLorenz, A., Haeger, H., Nailos, J., & Rabourn, K. (2017). Student Perspectives on the Importance and Use of Technology in Learning. *Creative Education*, 8(6). [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2048483](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2048483)
- Cullen, C., Hertel, J., Nickels, M. The Roles of Technology in Mathematics Education. *Educational Forum*, 84(2), 166-178. <https://doi.org/10.1080/00131725.2020.1698683>
- Dabbagh, N., Fake, H., Zhang, Z. (2019). Student Perspectives of Technology use for Learning in Higher Education. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1). <https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22102>
- Hassan, M., Yusof, K., Abd, M., Hassim, M., Aziz, A., Hassan, S. (2004). A review and survey of Problem-Based Learning application in Engineering Education. Conference on Engineering Education, Kuala Lumpur, 2004. http://eprints.utm.my/id/eprint/975/1/MAAH_KMY_MKAH_MHH_AAZ_SAHSH_CEE_2004.pdf
- Henderson, M., Selwyn, N., Finger, G., Aston, R. (2015). Student's everyday engagement with digital technology in university: exploring patterns of use and 'usefulness'. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 37(3), 308-319. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1062666>
- Jardi, A., Pons-Seguí, L., Liuch, L., Alguacil, L. (2018). La percepción de los estudiantes de magisterio respecto al uso del aula taller de Moodle para la evaluación entre iguales. *EDUcación con TECnología*. 1786-1792. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8278521>.

- Kumar, A., S. Kumaresan, S. (2008). Use of Mathematics Software for Teaching and Learning Mathematics. ICME 11th International Congress on Mathematical Education. <https://www.mathunion.org/fileadmin/ICMI/Conferences/ICME/ICME11/www.icme11.org/node/1421.html>
- National Council of Teachers Mathematics. Technology in Teaching and Learning Mathematics. A position of the NCTM. (2011). https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/Position_Statements/Technology_%28with%20references%202011%29.pdf
- National Research Council (2000). How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School. The National Academic Press. <https://doi.org/10.17226/9853>
- Navarro, R., Vega, M., Chiroque, E., Rivero, C. (2018). Percepción de los docentes sobre las buenas prácticas con un aplicativo móvil para la enseñanza de matemáticas. *Educación*, 27(52), 81-97. <http://dx.doi.org/10.18800/educacion.201801.005>
- Ní Shé, C, Ní Fhloinn, E., Mac an Bhaird, C. (2023). Student Engagement with Technology-Enhanced Resources in Mathematics in Higher Education: A Review. *Mathematics* 2023, 11(3), 787. <https://doi.org/10.3390/math11030787>.
- O'Donnell, E. (2012). The Student Perspective: Can the Use of Technologies Transform Learning? *Virtual Learning Environments: Concepts, Methodologies, Tools and Applications*. 914-931. http://www.tara.tcd.ie/bitstream/handle/2262/62747/odonnell%20chap_virtual%20learning%20mvp.pdf;sequence=1
- Perera, V., Hervás, C. (2019). Percepción de estudiantes universitarios sobre el uso de Socrative en experiencias de aprendizaje con tecnología móvil. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, Vol. 21. <https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e05.1850>
- Ramos-Meza, C. (2021). Tendencias didácticas en los procesos de enseñanza aprendizaje: Una perspectiva bibliométrica. *Journal of the Academy*. Num. 6. <https://doi.org/10.47058/joa6.7>
- Rivera, R., Guiza, M., Doolan, M., Aguilar, W (2018). Alumnos de ingeniería, profesores y tecnología educativa: estudio de caso, para una cátedra actualizada. *EDUcación con TECnología*. 335-339. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=745930>

- Roco, A., Maureira, N., Marzano, M. (2018) Uso de dispositivos móviles en estudiantes universitarios chilenos. *Educación con TECnología* 345-350.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=745930>
- San Andrés, E., Pazmiño, F., Mero, K. (2019). Las herramientas Web 2,0 en la mediación pedagógica universitaria. *Universidad, Ciencia y Tecnología* 3(03).
<https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/94>
- Thomas, M. (2006). Teachers using computers in mathematics: A longitudinal Study. *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education: Prague, Czech Republic, July 16-21, 2006.*
<https://www.emis.de/proceedings/PME30/5/265.pdf>
- Vergel, M., Martínez, J., Zafra, S., (2015). Apps en el rendimiento académico y autoconcepto de estudiantes de ingeniería. *Revista Logos Ciencia y Tecnología.* 6(2).
<https://www.redalyc.org/pdf/5177/517751486005.pdf>
- Yang, J. (2022). Research on Mathematics Teaching Reform in Colleges and Universities under the Background of Educational Informatization. *Curriculum and Teaching Methodology*, 5(11).
10.23977/curtm.2022.051105
- Zuñiga, A., Lioo, F., Villanueva, D., Marín, W. (2020). Las TICS y su mejora del proceso de aprendizaje en estudiantes de administración: Caso Universidad privada. *Journal of Academy*, 3. <https://doi.org/10.47058/joa3.6>