

Análisis del uso de software para la enseñanza de la matemática en las carreras de ingeniería

Analysis of the use of software for mathematics teaching in engineering majors

Yosbel Morales Olivera¹

Ramón Blanco Sánchez¹

¹ Universidad de Camagüey

yosbel.morale@reduc.edu.cu

ramón.blanco@reduc.edu.cu

RESUMEN

Objetivo: El objetivo es ofrecer el análisis del uso de los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en las carreras de ingeniería en general y en la Universidad de Camagüey en particular.

Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica sobre el estado actual del uso de los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en el nivel universitario, en particular en las carreras de ingeniería. Se elaboró una encuesta con los elementos obtenidos de la revisión bibliográfica y se aplicó a profesores de Matemática de las carreras de ingeniería en la Universidad de Camagüey. Las respuestas fueron procesadas por métodos cualitativos y cuantitativos.

Resultados: La encuesta mostró que los asistentes matemáticos son usados por los profesores con predominio del criterio de cada uno, tomando en cuenta algunas ventajas y obviando desventajas, basándose en su experiencia profesional y en el dominio que tenga cada uno del asistente matemático que usa, en forma similar a lo encontrado en el estudio bibliográfico,

Conclusiones: Se confirma la hipótesis derivada del análisis bibliográfico referente a la necesidad de implementar una metodología efectiva para el uso de los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en las carreras de ingeniería.

Palabras clave: Enseñanza de la matemática, aprendizaje asistido por computadoras, matemática aplicada, TICs.

ABSTRACT

Objective: The objective is to offer the analysis of the use of mathematical assistants in the teaching-learning process of Mathematics in engineering majors in general and in the University of Camagüey in particular.

Methods: A literature review on the current state of the use of mathematical assistants in the teaching-learning process of Mathematics at the university level, in particular in engineering careers, was conducted. A survey was carried out with the elements obtained from the bibliographic review and applied to professors of Mathematics of engineering majors at the University of Camagüey. The answers were processed by qualitative and quantitative methods.

Results: The interviews showed that the mathematical software is used by these professors in a similar way to that found in the bibliographic study: prevailing each professor's approach, taking into account some advantages, and obviating disadvantages, according to their professional experience and the knowledge that each one has of the mathematical software.

Conclusions: These results confirm the hypothesis advanced on the basis of the theoretical framework with respect to the necessity of implementing an effective methodology for the use of the mathematical software in the Mathematics teaching-learning process in engineering careers.

Keywords: mathematics instruction, computer assisted learning, applied mathematics, ICT

Recibido: noviembre 2018

Aprobado: junio 2019

Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la actualidad están presentes prácticamente en todas las esferas de la vida y la educación no escapa a su uso; cada vez son más los científicos que trabajan en nuevas formas de sus aplicaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje en todos los niveles de enseñanza. En la Educación Superior cada vez se exige más el uso de las TIC en las diferentes carreras, con mucho énfasis en las asignaturas de Matemática de las carreras de ingeniería.

En cuanto al uso de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática, uno de los elementos más mencionados en la bibliografía lo constituyen los asistentes matemáticos. Entre otros se mencionan MatLab, Maple, Mathematica, Mathcad, GeoGebra, Derive, SPSS y Statgraphics. Estos asistentes han sido muy utilizados en los diferentes niveles de enseñanza en diversas formas para enseñar Matemática, siendo el más referenciado en la bibliografía el nivel universitario y dentro de este, las carreras más mencionadas son las de ingeniería.

El presente artículo tiene el objetivo de ofrecer el análisis del uso de los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en las carreras de ingeniería en general y en la Universidad de Camagüey en particular.

Métodos

A partir del estudio bibliográfico realizado según una metodología cualitativa, se entendió oportuno analizar la correspondencia en el uso de los asistentes matemáticos en la Universidad de Camagüey con lo que se hace internacionalmente, lo que se hizo siguiendo una metodología cualitativa-cuantitativa.

Se elaboró una encuesta con el fin de comprobar el estado actual del uso de los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en las carreras de ingeniería de la Universidad de Camagüey. La encuesta se elaboró teniendo en cuenta los elementos obtenidos de la revisión bibliográfica realizada, abordando los principales temas tratados por los autores consultados en la investigación: la existencia de orientaciones metodológicas para el uso de los asistentes matemáticos, la forma de elegir el software matemático a utilizar en cada asignatura o tema, ventajas y desventajas del uso de los asistentes matemáticos en la docencia, la planificación y tipología de las clases, formas de evaluación usando los asistentes matemáticos, entre otros.

Para la aplicación de la encuesta se seleccionaron 15 profesores del departamento encargado de impartir la Matemática en las carreras de ingeniería de la Universidad de Camagüey y se trató de abarcar una amplia variedad de carreras: Ingeniería Informática, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil, Ingeniería Química e Ingeniería Industrial. Se buscó, además, una gran variedad en la categoría docente de los encuestados: 2 profesores recién graduados en adiestramiento 2 profesores adiestrados, 2 profesores instructores, 3 profesores asistentes, 5 profesores auxiliares y 3 profesores titulares.

Resultados y discusión

Los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática

En relación con el uso adecuado de las tecnologías en el ámbito de las Matemáticas se afirma que “puede contribuir a introducir nuevas formas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.” (Carrasco, Del Castillo, Ansola, y Rodríguez, 2012, p. 1407). Las tecnologías, afirman Carrasco et al. (2012), aumentan la capacidad de realizar cálculos y constituyen herramientas convenientes, precisas y dinámicas para dibujar y graficar. Todo lo anterior permite a los estudiantes relacionarse con los objetos matemáticos en ambientes más realistas.

Los asistentes matemáticos, explican Morales, Cuevas, Martínez, y Mario, pueden ser usados para facilitar a los estudiantes y profesores el análisis, así como el desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico; a la vez señalan: “actualmente los docentes utilizan algunos tipos de software para desarrollar sus actividades cotidianas dentro y fuera del aula, basándose en su interés personal o bien por la experiencia (...). Sin embargo, no es generalizada la utilización de esta herramienta para realizar las actividades docentes.” (p. 300)

Ochkov y Bogomolova (2015) exponen la idea de que es necesario usar la computadora para resolver problemas de Matemática vinculados con la especialidad que estudian los alumnos y señalan el hecho de que con el uso de la computadora se pueden resolver un gran grupo de problemas mucho más complejos, interesantes y cercanos a la vida real que los que se resuelven con lápiz y papel; agregan una cuestión importante, y es la posibilidad de trabajar con la computadora los métodos analíticos y numéricos para la solución de problemas matemáticos. Estos últimos son cada vez más usados en la ingeniería, pues no siempre existen soluciones analíticas.

Bailey y Borwein (2015) exponen que estos asistentes permiten usar la computadora como un laboratorio para realizar experimentos exploratorios en temas de Matemática (pura y aplicada) por ejemplo, para ganar visión e intuición, visualizar principios matemáticos, descubrir relaciones, descubrir patrones que hacen pensar en hechos matemáticos comprobables, para probar o desmentir conjeturas, así como, confirmar numéricamente resultados obtenidos de forma analítica. Estos autores aseguran que en el caso de las Matemáticas aplicadas se ha adoptado la computación con mucha más fuerza que en la Matemática pura, aplicándose entre otras materias, a la Ingeniería.

Carrasco et al., (2012) señalan, entre los obstáculos más frecuentes que aparecen a la hora de introducir los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática, los siguientes: los profesores no siempre tienen la preparación adecuada para enfrentar el reto que significa aplicar las tecnologías en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas y los estudiantes no siempre tienen los conocimientos y habilidades necesarias en el uso de las tecnologías para enfrentar el aprendizaje de la Matemática haciendo uso de ellas. En tal sentido, Ochkov y Bogomolova (2015) plantean que los profesores que se oponen al uso de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática generalmente tienen, entre otras razones, el hecho de que no conocen cómo trabajar con el software matemático.

Por su parte Williner (2014) analiza: “La incorporación de estos recursos no se hace en forma improvisada, requiere una organización por parte del docente, ya sea de los objetivos perseguidos, de los tiempos académicos, del material didáctico con el que se trabajará y de la orientación que se le brindará al alumno.” (p. 2112). Según Nouralhuda (2014), se pone de manifiesto el cambio que debe existir en el plan de clases, adaptándolo al uso de las TIC, pues se debe enseñar a usar las mismas para visualizar, investigar y analizar conceptos matemáticos. Sobre la implementación de estos programas en el proceso educacional, Ochkov y Bogomolova (2015) plantean que requiere una revisión radical del contenido y los métodos de enseñanza.

En un enfoque sobre el diseño de los currículos de Matemática, se afirma que no posee la coherencia necesaria para lograr desarrollar habilidades en el uso de las potencialidades que brindan las tecnologías Carrasco et al., (2012); por su parte, Nouralhuda (2014) asegura que se necesita una reforma del currículo para lograr despertar y desarrollar la creatividad en la

enseñanza y agrega que esta reforma es necesaria porque el estudiante pierde interés en aprender Matemática cuando esta se le enseña de forma tradicional.

Formaneck (2013) afirma que en la actualidad es cada vez más habitual el uso de la computadora en las clases de Matemática y en la ingeniería. Esto, a juicio del referido autor, ha motivado a la comunidad científica a preocuparse sobre el uso correcto de los asistentes matemáticos en la enseñanza de pregrado y plantea que existen muchos factores a tener en cuenta cuando se va a introducir el uso de un software en las clases de Matemática.

Los asistentes matemáticos, aseguran Morales et al., (2013), adolecen de especificaciones técnicas, descripción del funcionamiento, alcances, ventajas y desventajas que puedan facilitar la decisión al elegir el software adecuado a utilizar en cada tema o asignatura. Se plantea, además, la dependencia que existe de las funciones de un asistente matemático respecto a la forma en la que se use el mismo. Se agrega que las ventajas e inconvenientes que se obtengan en la utilización de un asistente matemático van a depender en gran medida de la forma en la que el profesor organice su uso.

Williner (2014) realizó un estudio sobre fortalezas y debilidades del uso de la computadora en las clases de Matemática en carreras de Ingeniería. Entre las ventajas del uso de asistentes matemáticos en la enseñanza de la matemática, señala: visualización y experimentación; cambio de roles del alumno y el docente; individualización del proceso de enseñanza y aprendizaje; motivación; adquisición de otros conocimientos; interacción; centrar la actividad en el concepto.

Como principales ventajas del uso de estos programas, Castellano, Jiménez y Urosa (2012) indican: permiten al alumno trabajar de forma autónoma e independiente, se potencia la iniciativa personal, el alumno adquiere actitudes, intereses, valores y hábitos formativos que le facilitan para aprender a aprender.

Entre las cuestiones favorables al usar los asistentes matemáticos en la enseñanza de la Matemática, Formaneck (2013) menciona: agregar incentivo al curso de Matemática, resolviendo grandes proyectos; permitir al estudiante dedicar más tiempo a la comprensión de los conceptos matemáticos y dejar a la computadora los cálculos laboriosos, preparar a los estudiantes en los temas de su carrera donde puedan usar los asistentes matemáticos en el futuro; reforzar a los estudiantes en el razonamiento detrás de los algoritmos, así como en la interpretación gráfica de los conceptos matemáticos, hacer el aprendizaje de la Matemática más placentero y divertido; ayudar, con el software, a los estudiantes a superar la ansiedad en la resolución de ecuaciones complicadas durante la solución de un problema.

Como principales debilidades o desventajas Williner (2014) señala las siguientes: delegación de la responsabilidad en la construcción del conocimiento por parte del profesor o del alumno, la computadora como caja negra, la computadora como entretenimiento, tiempo académico; costos, disponibilidad y preparación docente; diseño de las actividades.

Entre los factores desfavorables al usar los asistentes matemáticos en la enseñanza de la Matemática, Formanek (2013) señala: el estudiante puede usar la computadora como una muleta y nunca entender totalmente las soluciones dadas por el software ni el porqué de las mismas; conformarse solamente con los elementos básicos de la Matemática tratados en el software y desalentar al estudiante a investigar en otros aspectos de la Matemática; dejar a la computadora tareas que debe hacer el estudiante, no darle confianza matemática adicional al estudiante, hacer al estudiante concentrarse más en la resolución del problema en la computadora, que en el problema mismo, hacer que el estudiante se desinterese en hallar la razón detrás de los cálculos realizados por el software.

Algunas de las cuestiones que a juicio de Formanek (2013) el profesor debe hacer para usar los asistentes matemáticos en sus clases de Matemática son: usar buenos tutoriales que cualquier alumno sea capaz de entender, usar grupos de trabajo para que se ayuden en el trabajo con el software, dedicar el tiempo suficiente para asegurar todos los aspectos técnicos y la disponibilidad del software y los materiales de ayuda de este, aprovechar las ventajas de visualización de los asistentes matemáticos, proponer a los estudiantes tareas de programación de algunos algoritmos para que comprendan mejor la lógica de los métodos estudiados, proponer tareas a los estudiantes que modelen situaciones prácticas reales y que los preparen para sus carreras.

Formanek (2013) recomienda, entre las cuestiones que el profesor no debe hacer en sus clases de Matemática al usar un asistente matemático: usar el software para resolver problemas relativamente sencillos que puedan resolverse con lápiz y papel, usar el software como algo más que una herramienta suplementaria para comprender los conceptos matemáticos, elaborar tareas tan complicadas que el estudiante pase más tiempo en la programación del algoritmo, que aprendiendo los conceptos matemáticos fundamentales.

Castellano et al., 2012 plantean que existen muchos trabajos científicos acerca de la influencia que ejercen los paquetes de cálculo simbólico en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática, pero aún, no se ha llegado a conclusiones claras sobre el efecto que produce la incorporación de estos software en el proceso de enseñanza aprendizaje de esta ciencia y aseguran que: “estos programas de cálculo simbólico, no proporcionan por sí solos resultados en el aprendizaje de la Matemática si antes no hemos tenido un contacto con los conceptos matemáticos que se van a trabajar.” (Castellano et al, 2012, p. 36). Consideran condición imprescindible una buena planificación de los cursos que utilizan soporte informático para ayudar a esclarecer los conceptos matemáticos expuestos en las clases.

Carrasco et al. (2012) consideran requisito indispensable, respecto a la utilización de las tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje: “(...) Identificar las habilidades específicas que son necesarias para usar la tecnología (...)” y reconocen que: “un programa de Matemática diseñado con el uso explícito de las tecnologías, deberá contribuir tanto a la asimilación del contenido matemático como a la solución de situaciones problemáticas o tipos de problemas al que pueden enfrentarse los estudiantes” (p. 1410).

En el orden de identificar las habilidades específicas que son necesarias para usar la tecnología, Carrasco et al. (2012, p.1411) clasifican estas habilidades en cuatro dimensiones correspondientes: I) a las habilidades conceptuales, II) a las habilidades traductoras, III) a las habilidades operativas y IV) a las habilidades heurísticas o metacognitivas. Las habilidades matemáticas a desarrollar por los estudiantes fueron identificadas dentro de cada dimensión: a la dimensión conceptual corresponden definir, demostrar, identificar, comparar; a la dimensión de traducción interpretar, modelar, recodificar; a la dimensión operativa: algoritmizar, graficar, calcular, aproximar, optimizar; finalmente a la heurística o metacognitiva conjeturar, resolver, representar, controlar.

El uso de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática no se limita, como plantea Real (2011) a la permanencia del estudiante frente al ordenador y afirma: “debemos plantearnos unos objetivos, una nueva forma de enseñar los contenidos, una nueva forma de evaluación, en definitiva, una nueva metodología con la que sacarle el mejor partido posible a las TIC.” (p. 2). Este autor alega que se requiere que el profesor posea habilidades, no solo en el uso de la tecnología a utilizar, sino más importante aún, en la metodología a utilizar.

En tal sentido Nouralhuda (2014) plantea que incluso cuando se ha investigado mucho en matemática y tecnología, no existe un método conciso de implementar la tecnología en las clases de Matemática. Se añade a lo anterior que los profesores necesitan tener un conocimiento total sobre cómo usar la tecnología apropiadamente, sin embargo, a ellos no se les están enseñando estas metodologías en la universidad.

Análisis de los resultados de la encuesta

A continuación, se describen la información recolectada para cada pregunta de la encuesta aplicada a los docentes:

Primera pregunta: ¿Usted ha recibido orientaciones metodológicas sobre cómo usar los asistentes matemáticos en la docencia?

A esta pregunta respondieron afirmativamente 10 profesores (66.7%). Este resultado puede resultar engañoso, si la mayoría de los profesores respondieron de forma afirmativa tomando en cuenta algunas orientaciones metodológicas recibidas en forma de curso u otros modos de superación que tengan que ver con el uso de los asistentes matemáticos, pues es un hecho que por escrito no existen estas orientaciones sobre el uso de los asistentes matemáticos para la impartición de la Matemática en las carreras de ingeniería en las universidades cubanas, así como se ha planteado en la bibliografía consultada en este trabajo que tampoco existen en otras partes del mundo (Nouralhuda, 2014; Real, 2011).

Incluso, si se toma como cierto el resultado de las respuestas afirmativas, uno de cada tres profesores no ha recibido orientaciones, lo que resulta un porcentaje importante a la hora de tratar de usar de forma metodológica los asistentes matemáticos en la docencia, cuestión que también ha sido analizada en la bibliografía consultada en la presente investigación. Por otra

parte, aunque los profesores hayan respondido de forma afirmativa la pregunta, esto no quiere decir que todos ellos tengan las mismas orientaciones.

Aun cuando las orientaciones hayan sido dadas en la misma forma a todos los profesores que respondieron afirmativamente la pregunta, se sabe que no se controla de manera alguna la forma en la que se usan los asistentes matemáticos en las carreras de ingeniería de la Universidad de Camagüey y no existe guía metodológica en el uso de los asistentes matemáticos en dichas carreras, lo que está en consonancia con lo que sucede actualmente a nivel mundial, según la bibliografía consultada.

Segunda pregunta: ¿Usted usa algún asistente matemático en la docencia?

Un total de 14 profesores respondieron de forma afirmativa la pregunta anterior, lo que representa un 93.3%. Por un lado, estas respuestas muestran que existe un alto grado de utilización de los asistentes matemáticos en la enseñanza de la Matemática en las carreras de ingeniería de la mencionada institución educativa. Este hecho es satisfactorio, pues el uso de las TIC en general y de los asistentes matemáticos en particular en la enseñanza de la Matemática en nuestros días es fundamental, tal como se ha planteado por varios autores (Formanek, 2013; Morales et al. (2013), pero por otro lado surgen varias cuestiones importantes a tener en cuenta. Una de estas cuestiones está relacionada con la preparación que debe poseer el profesor para usar un asistente matemático, considerada esencial (Castellano et al., 2012; Morales et al., 2013; Ochkov y Bogomolova, 2015) pues de esta preparación depende que el uso de esta tecnología alcance resultados positivos y no se convierta en un obstáculo en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Cabe preguntarse, entonces, si tendrán el mismo nivel de preparación todos los profesores que usan los asistentes matemáticos en la docencia. Otra cuestión importante está relacionada con las respuestas dadas a la pregunta anterior de la encuesta, pues cinco profesores dijeron no haber recibido orientaciones metodológicas sobre cómo usar los asistentes matemáticos, por lo que surge la interrogante sobre la forma en que usan dichos asistentes los profesores que no han recibido estas orientaciones.

Tercera pregunta: ¿Cuál asistente matemático usa usted?

Las respuestas a esta pregunta fueron muy variadas. Los asistentes más mencionados por los profesores encuestados fueron Derive y MatLab en ese orden, aunque se mencionaron otros como Geogebra y Statgraphics y cabe señalar que, en la bibliografía consultada, estos softwares también son de los más utilizados (Castellano et al., 2012; Formanek, 2013).

Aquí existen dos ideas importantes a tener en cuenta a la hora de analizar las respuestas dadas. La primera idea está relacionada con las dos preguntas anteriores de la encuesta, pues para usar un software es necesario que el profesor lo domine y, en ese sentido todo parece indicar que los más utilizados, o sea Derive y MatLab, son los que más dominan los profesores encuestados. Es de señalar que estos dos asistentes matemáticos son muy generales y se pueden utilizar en varios temas de la Matemática que se imparte en las carreras de ingeniería. La otra idea está relacionada

con el hecho de seleccionar un asistente matemático para usarlo en la docencia, pues existen muchos y es necesario analizar sus características, pero esta idea se dejará para que sea profundizada en el análisis de las respuestas a la pregunta 5.

Cuarta pregunta: ¿De qué forma lo usa?

Como era de esperar fueron muy variadas las respuestas dadas a la pregunta anterior, entre estas están: para ilustrar procedimientos u obtener suposiciones que conducen a teoremas proposiciones, etc.; en la ilustración gráfica de funciones y para estudiar sus propiedades; para resolver ejercicios de aplicación a la carrera; para comprobar soluciones obtenidas a mano; para la realización de cálculos engorrosos. Es importante señalar que estos usos ya han sido mencionados por diferentes autores (Bailey y Borwein, 2015; Formanek, 2013; Morales et al., 2013; Nouralhuda, 2014).

Sería importante conocer si estos usos de los asistentes matemáticos a los que hacen referencia los profesores encuestados han sido motivados por estudios realizados por ellos sobre el tema, por las orientaciones metodológicas recibidas por algunos de los profesores que plantean haberlas recibido o si ha sido por iniciativa y necesidades propias del profesor durante el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje.

Se puede apreciar que los profesores, reciban o no orientaciones metodológicas sobre el uso de los asistentes matemáticos y reciban o no cursos relacionados con estos, los usan y tienen sus propias ideas de cómo hacerlo. La idea fundamental, a juicio de los autores del presente trabajo, es que son muy variadas las formas en las que se están usando los asistentes matemáticos en la actualidad en la impartición de la Matemática en las carreras de ingeniería de la Universidad de Camagüey, lo cual parece indicar que este uso depende más de la experiencia y criterio del profesor, así como del dominio que este tenga del software, que de orientaciones específicas al respecto.

Todo esto conlleva a que no se pueda hablar en estos momentos de un uso metódico de estos asistentes matemáticos en las carreras de ingeniería de la institución. A criterio de los autores de la presente investigación esa es una debilidad importante que puede lastrar el resultado que se espera con la introducción del uso de los asistentes matemáticos en la enseñanza de la Matemática en estas carreras y muestra la necesidad de una metodología para el uso de estos asistentes matemáticos.

Quinta pregunta: ¿Por qué usa este asistente y no otro?

Tal como se mencionó, esta pregunta está muy relacionada con la pregunta 3 sobre cuál es el asistente matemático que usan. Aquí las principales respuestas fueron: Porque es el que está declarado en el plan de estudio; porque recibí un curso sobre el uso de ese asistente; porque es un software muy sencillo y asequible; porque es el que se ajusta al contenido de mi asignatura; porque es el único con el que sé trabajar; porque es muy didáctico; por la variedad de herramientas que tiene para trabajar con los temas de la matemática en las carreras de ingeniería.

Tal como se puede apreciar en las respuestas de esta pregunta, la forma en la que los profesores encuestados eligieron el software a usar en su asignatura ha sido muy diferente.

Para los autores de la presente investigación este es un aspecto importante, pues a la hora de introducir el uso de los asistentes matemáticos en la docencia hay que tener en cuenta **varios** aspectos y uno de ellos es cómo seleccionar el software a utilizar. En esta selección del software a su vez influyen, a juicio de los autores, muchos factores. Por ejemplo, el conocimiento que tiene el profesor de su asignatura, pues de esta forma, teniendo un conocimiento de la asignatura en su conjunto el profesor puede planificarse para usar un asistente matemático que se ajuste al contenido a tratar, las habilidades a desarrollar en el estudiante, la planificación de las clases y la tipología de las mismas, la forma de evaluar el uso de los asistentes matemáticos, etc.

Por otra parte, es importante también el dominio que tenga el profesor del software a utilizar, pues como se pudo **constatar** en la encuesta y como se ha planteado en la bibliografía consultada (Carrasco et al., 2012; Morales et al., 2013; Ochkov y Bogomolova, 2015), en muchos casos la elección del software a utilizar en las clases de Matemática, se acomoda principalmente al dominio que tenga el profesor del mismo. Otros factores que se pueden mencionar también a la hora de elegir el software a utilizar en una asignatura pueden ser: la disponibilidad del mismo, así como documentación de consulta, la compatibilidad de las características del software con las de las computadoras disponibles, el uso que pueda tener este software en otras asignaturas propias de la carrera, etc.

Sexta pregunta: ¿Usted ha incrementado el uso de asistentes matemáticos en la docencia, desde el 2005 hasta la fecha?

Las respuestas en este caso variaron desde “muy poco” (cinco profesores); a “mucho” (nueve profesores); mientras uno respondió “no”. El profesor que respondió “no” es el mismo, como es lógico, que respondió de forma negativa a la pregunta 2, manifiesta que no hace uso de los asistentes matemáticos en la docencia. Estas cifras muestran que el 93.3% de los profesores encuestados manifiesta haber incrementado el uso de los asistentes matemáticos en su actividad docente desde el 2005, dentro de estos, el 35.7% han incrementado muy poco y el 64.3% afirma haberlo incrementado mucho.

Estos datos muestran que tal como ocurre a nivel mundial (Bailey y Borwein, 2015; Morales et al., 2013; Ochkov y Bogomolova, 2015), el uso de los asistentes matemáticos en la enseñanza de la Matemática en las carreras de ingeniería de la Universidad de Camagüey se ha incrementado de forma notable desde el 2005. Este aumento del uso de los asistentes matemáticos en el mencionado centro de estudios, debe contribuir, tal como han aseverado varios autores en otras partes del mundo, a mejorar el proceso de enseñanza de la matemática en dicha institución.

Sin embargo, al tener presente la forma en la que se ha llevado a cabo este incremento en el uso de los asistentes matemáticos, como se ha comprobado en las respuestas a las preguntas de la encuesta, el uso de estos software en la Universidad de Camagüey se está haciendo de forma similar a otras regiones del mundo, o sea, por experimentación de los profesores y a criterio de

cada uno de ellos, usando solo de forma parcial las potencialidades del uso de estos, y lo que es más desfavorable aún, sin tener en cuenta todas las desventajas que puede ocasionar la incorrecta inserción de los asistentes matemáticos en la enseñanza de la matemática (Carrasco et al., 2012; Formanek, 2013; Williner, 2014).

Es necesario aclarar que los profesores que manifiestan que han incrementado muy poco el uso de los asistentes matemáticos en la docencia desde el 2005 pueden haber tenido distintos factores contra este incremento, factores ya mencionados en la presente investigación, tales como no poseer dominio de los asistentes matemáticos disponibles, resistencia al cambio, o sea el hecho de no querer cambiar la forma tradicional de impartir las clases de Matemática o falta de orientaciones metodológicas precisas para implementar el uso de estos software en la docencia, etc.

Resulta importante analizar la relación que revela la encuesta entre el último factor mencionado, o sea, las orientaciones metodológicas recibidas por los profesores encuestados, y el incremento del uso de los asistentes matemáticos desde el 2005 por parte de los mismos

En tanto siete profesores respondieron haber recibido orientaciones metodológicas para el uso de los asistentes matemáticos en la docencia y consideraron haber incrementado “mucho” su uso desde 2005, así como dos profesores respondieron “no” a la primera cuestión y “muy poco” a la segunda —resultados que eran los que se debían esperar—; por su parte tres profesores respondieron de forma afirmativa la pregunta 1 y califican de “muy poco” lo que han incrementado el uso de asistentes matemáticos en la docencia. Otros dos profesores que respondieron negativamente la pregunta 1, respondieron “mucho” en la pregunta 6, lo cual puede entenderse como inconsistencia en las respuestas.

Estos tres profesores que afirman haber recibido orientaciones metodológicas para el uso de los asistentes matemáticos en la docencia y consideraron haber incrementado “muy poco” su uso desde 2005 pudieran estar influenciados por otros factores. Por ejemplo, la baja disponibilidad de computadoras para la docencia, el poco tiempo y el gran cúmulo de contenido en su asignatura, la resistencia al cambio, o sea que se aferran a impartir la docencia en la forma tradicional, etc.

En el caso de los dos profesores que respondieron no haber recibido orientaciones metodológicas para el uso de los asistentes matemáticos en la docencia y sin embargo consideraron haber incrementado “mucho” su uso desde 2005, este hecho puede estar motivado porque los profesores de forma autodidacta se prepararon para usar estos asistentes matemáticos en la docencia, quedando evidenciado lo planteado anteriormente en el presente trabajo referente al uso de estos medios de enseñanza a criterio de cada profesor en su asignatura y no de forma homogénea y mediante una metodología establecida.

Séptima pregunta: ¿A usted le resulta práctico y conveniente el uso de asistentes matemáticos, por qué?

13 profesores (86.7%) respondieron sí. Entre las razones que exponen los profesores que respondieron de forma positiva la pregunta, se encuentran: tienen muchas facilidades para visualizar los contenidos matemáticos, prácticos para graficar funciones, muy prácticos para resolver problemas y cálculos engorrosos, motivan mucho a los estudiantes, ahorran tiempo y esfuerzo, modernizan la enseñanza de la Matemática, permiten el trabajo con diferentes formas de representación en la Matemática, permiten hacer generalizaciones de propiedades. Estas respuestas están a tono con el criterio de que en general, a nivel mundial, los profesores reconocen las facilidades que brindan los asistentes matemáticos para la enseñanza de la matemática (Castellano et al., 2012; Formanek 2013; Williner, 2014).

Es importante resaltar que los profesores encuestados han usado, entre las razones expuestas en esta pregunta, muchas de las potencialidades mencionadas con anterioridad en esta investigación. Por su parte los profesores que respondieron de forma negativa esta pregunta argumentaron como principales razones las siguientes: problemas con la disponibilidad de computadoras para que los estudiantes trabajen con los asistentes matemáticos, así como con la organización de las clases en los laboratorios que no permiten el cumplimiento de los objetivos. Una cuestión a tener en cuenta es que cuatro profesores no ofrecieron las razones de su respuesta a esta pregunta.

Estos cuatro profesores a los que no les resulta práctico y conveniente el uso de asistentes matemáticos y que además no dan las razones de su respuesta pueden estar aferrados a la enseñanza tradicional o no tener la preparación necesaria para usar estas herramientas en la docencia, cuestiones planteadas con anterioridad en la presente investigación.

Aquí es importante tener en cuenta la relación que guarda esta pregunta con la primera, pues nueve profesores respondieron haber recibido orientaciones metodológicas sobre cómo usar los asistentes matemáticos en la docencia y reconocieron lo práctico y conveniente de su uso, mientras un profesor respondió negativamente a ambas cuestiones, resultados que cabía esperar. Sin embargo, cuatro de los cinco profesores que respondieron no haber recibido orientaciones metodológicas respondieron que sí les resulta práctico y conveniente el uso de asistentes matemáticos, y uno de los profesores que respondió haber recibido dichas orientaciones respondió que no le resulta práctico y conveniente el uso de asistentes matemáticos, resultados que no parecen ser lógicos, lo que muestra que el hecho de haber recibido o no orientaciones metodológicas sobre el uso de los asistentes matemáticos en la docencia no tiene relación con el hecho de que a los profesores les resulte o no práctico y conveniente el uso de dichos asistentes matemáticos en la docencia.

Por su parte los nueve profesores que respondieron haber incrementado “mucho” el uso de asistentes matemáticos en la docencia, reconocieron lo práctico y conveniente del uso de estos asistentes.

Octava pregunta: ¿Usted tiene programadas clases de laboratorio con el uso de asistentes matemáticos?

A esta pregunta un total de 11 de los profesores (73.3%) respondieron de forma afirmativa. Está claro que, aunque no es la única forma de usar los asistentes matemáticos en la enseñanza de la matemática, las clases de laboratorio constituyen la forma más utilizada para este fin. De manera que resulta muy interesante conocer las respuestas dadas por los cuatro profesores que respondieron de forma negativa esta pregunta con respecto a otras preguntas de la encuesta.

Las respuestas dadas por estos profesores a la pregunta sobre la forma en que usa el asistente matemático, fueron las siguientes: para la ilustración gráfica de funciones y estudio de sus propiedades, para ilustrar procedimientos y obtener suposiciones que conducen a teoremas, proposiciones, etc., como herramienta de apoyo. O sea que de estas respuestas se puede deducir que estos profesores, que representan el 26.7% de los encuestados usan los asistentes matemáticos orientando tareas fuera del horario de clases o usando la pizarra para ilustrar comandos relacionados con los asistentes matemáticos, etc.

Otras respuestas que resultan interesantes para relacionar con las dadas a esta pregunta son las ofrecidas por estos profesores, en un caso respecto al incremento del uso de los asistentes matemáticos desde el 2005, de los cuales tres afirman haberlo incrementado y a tres les resulta práctico y conveniente el uso de los asistentes matemáticos; sin embargo, no tienen programadas clases de laboratorios en sus asignaturas.

Novena pregunta: ¿Cuántas horas en el semestre?

Aquí las respuestas dadas por los 11 profesores que respondieron de forma afirmativa programar clases de laboratorio, varían mucho. Hay profesores que aseguran tener 2 horas de laboratorios con asistentes matemáticos en el semestre, otros 4, algunos 6, incluso algunos plantean tener 16 horas en el semestre. Tal como se puede observar, el número de horas planificadas por cada profesor para clases de laboratorios con el uso de asistentes matemáticos difiere mucho. Podrían esgrimirse muchos argumentos para justificar estas variaciones, tales como: diferencia en la cantidad de horas de cada asignatura, disponibilidad de horas para cada asignatura en los laboratorios de computación, etc. Los autores de la presente investigación consideran que este número de horas depende, sobre todo, del criterio del profesor. Cabría la interrogante sobre los elementos que tiene en cuenta cada profesor para planificar el número de horas de laboratorios con asistentes matemáticos en su asignatura.

Décima pregunta: ¿Considera que sus estudiantes usan en alguna manera los asistentes matemáticos?

Esta pregunta fue respondida de forma afirmativa por 11 profesores (73.3%). Este porcentaje quizás no represente de forma exacta si los alumnos usan o no los asistentes matemáticos, pues la respuesta la están dando los profesores; además, no todos los profesores tienen en sus aulas la misma cantidad de alumnos. Aún con lo planteado anteriormente, esta cifra da una idea de que existe un número no despreciable de estudiantes que prácticamente no usan los asistentes matemáticos. Aquí, resulta interesante también, relacionar las respuestas dadas a esta pregunta, con las respuestas a otras preguntas de la encuesta.

Así, por ejemplo, de los 11 profesores que respondieron de forma afirmativa esta pregunta, en la cuestión sobre el incremento del uso los asistentes matemáticos ocho consideraron que “mucho”, mientras “poco” los otros tres. O sea, que estos 11 profesores asumen haber incrementado el uso de los asistentes matemáticos desde el 2005. Por su parte, de los cuatro profesores que respondieron de forma negativa a la décima pregunta, en cuanto al incremento del uso de estos asistentes, dos respondieron “muy poco”, uno dijo “mucho” y otro “no”. Estas respuestas parecen mostrar que el incremento en el uso de los asistentes por parte de los profesores en la enseñanza de la matemática hace a sus estudiantes usar de alguna forma este software.

Por su parte, de los 11 profesores que confirman el uso de los asistentes matemáticos por los estudiantes, diez respondieron que programan clases de laboratorio con el uso de estos asistentes. Sin embargo, de los cuatro profesores que respondieron de forma negativa a esta décima pregunta, las respuestas en relación con la programación de clases de laboratorio fueron: uno programa y tres no programan. Estas respuestas indican que los alumnos solo usan los asistentes matemáticos cuando los profesores realizan clases de laboratorio con el uso de estos en sus asignaturas.

Décimo primera pregunta: ¿Se incluyen evaluaciones con el uso de los asistentes matemáticos en su asignatura?

Esta pregunta obtuvo las respuestas siguientes: seis de los profesores (40%) respondieron de forma afirmativa. O sea, que el 60% de los profesores encuestados no evalúan el uso de los asistentes matemáticos en sus asignaturas. Varios autores consultados aseguran, y los autores de la presente investigación coinciden con ellos, que en general aquello que no se evalúa no es aprendido por los estudiantes y abogan por una reestructuración del currículo escolar para introducir los asistentes matemáticos en la enseñanza de la matemática (Carrasco et al., 2012; Formanek, 2013; Nouralhuda, 2014; Real, 2011; Williner, 2014) y en esta reestructuración, uno de los elementos más importantes a tener en cuenta sin duda alguna, es la forma de evaluar. Resultaría muy difícil esperar que los alumnos aprendan a usar correctamente los asistentes matemáticos, aun cuando los utilicen en alguna medida, si saben que estos no estarán incluidos en sus evaluaciones.

Los seis profesores que respondieron sí a esta pregunta, también contestaron afirmativamente la pregunta 10, se corrobora que al evaluar el uso de los asistentes matemáticos en sus asignaturas los profesores pueden asegurar que sus alumnos usan estos asistentes. Sin embargo, de los nueve profesores que respondieron no a esta pregunta, cuatro respondieron no en la pregunta 10. O sea, el 44.4% de los profesores encuestados que no evalúan el uso de los asistentes matemáticos en sus asignaturas no pueden asegurar que sus estudiantes los usen de alguna manera.

Decimosegunda pregunta: ¿De qué forma se realizan estas evaluaciones?

Los seis profesores que respondieron afirmativamente la pregunta 11, respondieron que evalúan el uso de los asistentes matemáticos mediante tareas extra clases y uno de ellos planteó, además,

que evalúa en las clases de laboratorio. Este tipo de evaluaciones en tareas extra clase ayuda a fomentar el trabajo en equipos de los estudiantes y, además, permite vincular las asignaturas de matemática con otras propias de la profesión, pues con el uso de los asistentes matemáticos se enriquece mucho la gama de problemas que puede resolver el estudiante. Por otra parte, es de señalar que este trabajo en equipo, requiere de la habilidad del profesor como evaluador, pues de lo contrario todo el trabajo pudiera recaer solamente en algunos miembros del equipo, obteniendo otros una nota inmerecida.

Decimotercera pregunta: ¿Influyen estas evaluaciones en la nota final de su asignatura?

Los seis profesores que respondieron de forma afirmativa la pregunta 11 también respondieron de forma afirmativa la pregunta 13, o sea que todos los profesores que evalúan el uso de los asistentes matemáticos en sus asignaturas le dan un peso a esta evaluación en la nota final del estudiante. Esta es una cuestión muy importante, pues una evaluación que no tribute a una nota final de un estudiante pierde totalmente el sentido para este último y se convertiría en una pérdida de tiempo, tanto para el alumno, como para el profesor.

Conclusiones

El uso de los asistentes matemáticos en la enseñanza de la matemática en las carreras de ingeniería de la Universidad de Camagüey se comporta de forma muy similar al resto del mundo en la actualidad. Se han podido establecer, además, las relaciones entre diferentes temas referidos a los asistentes matemáticos y la forma en la que estos son usados en la actualidad por los profesores de Matemática en su proceso de enseñanza aprendizaje a nivel mundial y en el centro donde se aplicó la encuesta.

Todos los datos obtenidos en la encuesta han confirmado la hipótesis derivada del análisis bibliográfico referente a la necesidad de implementar una metodología efectiva para el uso de los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática en las carreras de ingeniería. Esta metodología tendrá en cuenta los factores mencionados en esta investigación en forma de sistema, unificando las ideas positivas planteadas por varios autores y teniendo en cuenta también las desventajas expuestas por otros, de forma tal que el uso de estos asistentes matemáticos no se continúe realizando como hasta ahora, de forma improvisada y a criterio de cada profesor.

criterio de cada profesor.

Referencias

Bailey, D. H., y Borwein, J. M. (2015). Experimental computation as an ontological game changer: The impact of modern mathematical computation tools on the ontology of mathematics. En Ernest Davis & Philip J. Davis, *Mathematics, Substance and Surmise* (págs. 25-67). Switzarland: Sprincer International Publishing. Recuperado el 2 de octubre de 2018, de DOI 10.1007/978-3-319-21473-3_3

- Carrasco, T., Del Castillo, A., Ansoła, E., y Rodríguez, E. C. (2012). Desarrollo de habilidades matemáticas para el uso de las tecnologías. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (págs. 1407-1414). México: CLAME. Recuperado el 2 de octubre de 2018, de <http://www.clame.org.mx/documentos/alme2>
- Castellano, A., Jiménez, Á., y Urosa, B. (2012). El buen uso de los paquetes de cálculo simbólico en la enseñanza aprendizaje del Cálculo en Ingeniería. *Pensamiento Matemático*, 2(2), 35-44. Recuperado el 3 de octubre de 2018, de <http://www2.camino.upm.es/Departamentos/matematicas>
- Formanek, S. D. (2013). Math Software in the Classroom: Pros, Cons and Tips for Implementation. *International Journal of Pedagogical Innovations*, 1(1), 11-14. Recuperado el 3 de octubre de 2018, de http://www.uob.edu.bh/uob_files/685/v.1issue3.pdf
- Morales, F., Cuevas, A., Martínez, R. E., & Mario, J. (2013). Análisis de software matemático usados en nivel superior. *Vínculos*, 10(1), 299-307. Recuperado el 3 de octubre de 2018, de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/vinculos/article/view/4670/6412>
- Nouralhuda, I. (2014). Computer-based math curriculum reform: Incorporating digital technology into teaching mathematics. *Mount Royal Undergraduate Education Review*, 1(2), 1-19. Recuperado el 2 de octubre de 2018, de <http://mrujs.mtroyal.ca/index.php/mruer/article/view/162/77>
- Ochkov, V. F., & Bogomolova, E. P. (2015). Teaching Mathematics with Mathematical Software. *Journal of Humanistic Mathematics*, 5(1), 264-286. Recuperado el 3 de octubre de 2018, de <http://scholarship.claremont.edu/jhm/vol5/iss1/15>
- Real, M. (2011). Las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Conocimiento Libre y Educación*. (1), 1-14. Recuperado el 3 de octubre de 2018, de <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/cled/article/view/4849/4665>
- Williner, B. (2014). Fortalezas y debilidades en el uso de la computadora en el aula de matemática de la universidad. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*(27), 2105-2114. Recuperado el 3 de octubre de 2018, de <http://funes.uniandes.edu.co/6178/1/WillinerFortalezasALME2014.pdf>

Los autores son profesores de la Universidad de Camagüey. **Yosbel Morales Olivera** es Licenciado en Matemática, Máster en enseñanza de la matemática y Profesor Auxiliar. **Ramón Blanco Sánchez** es Licenciado en Matemática, Doctor en Ciencias Pedagógicas y Profesor Titular.