

Asistentes matemáticos en el Calculo Diferencial**Mathematical assistants in differential calculus****LAZO CHONG, Edwin José¹; LAZO LÓPEZ, Lilai²**

Universidad Nacional Tolteca—México

RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo diseñar una metodología confiable que facilite el aprendizaje y el cálculo de la derivada usada en la construcción de gráficos, en la determinación de las rectas tangente y normal a una curva y sus pendientes, en el cálculo de velocidad y aceleración instantáneas, y en problemas de optimización en los diversos campos de las ciencias, con lo cual, se espera, se incremente la percepción y el aprendizaje del alumno de ingeniería y, se eleve, en consecuencia, su rendimiento académico. Todo ello, en vista de que el factor inteligencia general, del cual depende en gran medida dicho rendimiento, es innato y no suele incrementarse sustancialmente con el desarrollo del individuo. Para el desarrollo del trabajo se han utilizado dos asistentes algebraicos extraídos de internet y un programa creado en Excel, a través de algoritmos previamente diseñados para este efecto. En tal sentido se hizo uso de textos de importancia reseñados en las referencias del presente artículo, concluyendo, finalmente, que la metodología así creada, devino en la mejora significativa del rendimiento de los alumnos.

Palabras clave: Derivada, rectas, velocidad, aceleración, optimización, asistente matemático.

ABSTRACT

The purpose of this study is to design a reliable methodology that facilitates the learning and calculation of the derivative used in graph construction, in the determination of the tangent and normal lines to a curve and its slopes, in the calculation of velocity and acceleration. snapshots, and problems of optimization in the various fields of science, with which, it is expected, the perception and learning of the engineering student will be increased and, consequently, his academic performance will rise. All this, in view of the fact that the general intelligence factor, on which this performance depends largely, is innate and usually does not increase substantially with the development of the individual. For the current progress of this research, two algebraic assistants extracted from the internet and a program created in Excel have been used, through algorithms previously designed for this purpose. In this sense, the use of important texts outlined in the References of this article was used, concluding, finally, that the methodology created in this way, became a significant improvement in student performance.

Keywords: Derivative, straight lines, speed, acceleration, optimization, mathematical wizard.

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista UCV HACER Campus Chiclayo. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución - No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

Recibido: 04 de diciembre de 2019**Aceptado:** 23 de diciembre de 2019**Publicado:** 02 de enero de 2020

¹Doctor en Educación, Máster en Matemática Aplicada, Ingeniero Mecánico, Docente de educación superior, contacto: Intersección.50@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-9324-5319>

²Ingeniero Civil. Docente de educación superior, contacto: Lilai777@hotmail.com,  <https://orcid.org/0000-0003-1148-3151>

INTRODUCCIÓN

Las matemáticas han ocupado un lugar preponderante dentro de la cultura desde tiempos inmemoriales; son el artífice del progreso de nuestra civilización. Sin embargo, esta materia tiene serias dificultades en su proceso de enseñanza y aprendizaje, motivo por el cual, resulta importante incrementar las investigaciones al respecto a fin de mejorar la situación.

En el nivel medio y en el superior los alumnos presentan serias dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. Además, con los nuevos programas de enseñanza, los alumnos aprenden matemáticas de forma rigurosa sin comprender la razón de muchos principios o propiedades y poco dedican a la parte operativa y a la agilidad mental, resultando, que quienes destacan, en general, son solamente aquellos que cuentan con una inteligencia general superior al promedio, pues ésta es innata y no suele incrementarse con el desarrollo del individuo (Hardy,1992; citado por Moreno, C., Vicente, E. y Martínez C.,1998).

En tal sentido, se observó que entre las propuestas que han cobrado realce en la última década, destaca el uso de las tecnologías. En el caso de las matemáticas, y particularmente del Cálculo, el uso de herramientas que permiten al estudiante una mejor comprensión de los conceptos de esta ciencia ha dado lugar a una serie de estudios en los cuales se investiga el efecto del uso de técnicas como las calculadoras y los softwares, cuyos resultados evidencian el impacto positivo de las herramientas virtuales sobre el rendimiento académico (Cobos y Lara, 2011). Entre estos estudios tenemos los sistemas algebraicos computarizados (SAC), que servirán de base para el presente trabajo.

El presente proyecto tuvo el objetivo general de analizar la relación entre la implementación de una metodología en la materia de Matemática II que incluya el uso de asistentes algebraicos para la enseñanza del Cálculo Diferencial, y el rendimiento de los estudiantes; y como objetivos específicos el de conocer el rendimiento estudiantil histórico, el de establecer la correlación entre las variables: uso de asistentes algebraicos y rendimiento histórico; y el de comparar estadísticamente el rendimiento del grupo con el uso de los asistentes algebraicos, frente el rendimiento histórico. En tal sentido, el

problema de investigación se enunció así:

¿De qué manera se puede implementar el uso de asistentes algebraicos para el desarrollo del Cálculo Diferencial en Matemática II a fin de elevar el rendimiento académico de los estudiantes?

El presente estudio se justifica dado que, en la actualidad, los cálculos en la resolución de problemas que conducen al uso de la derivada se hacen, ya sea de forma analítica por parte del estudiante, lo cual suele resultarle engorroso y con frecuentes resultados erróneos o, con ayuda de softwares especiales de uso no libre que simplifican los cálculos, pero que requieren de licencia y de un buen manejo. En tal sentido, resulta importante el uso de asistentes matemáticos al abrir la posibilidad de simplificar y acelerar dichos cálculos, con lo que se minimizará la probabilidad de error en ellos y mejorará, paralelamente, el procedimiento analítico de su cálculo por parte del estudiante, lo cual, como consecuencia, terminará incidiendo en su propio aprendizaje y rendimiento académico.

Con la aparición de la computadora progresivamente se han puesto en escena nuevas tecnologías, al punto que han ingresado en todos los ámbitos de la vida cotidiana, generando numerosos cambios en los procesos normales de trabajo. Y en lo referente al mundo de la educación esta revolución tecnológica también ha propiciado numerosos cambios en las experiencias educativas y las investigaciones realizadas, relacionadas con la introducción y el uso de las computadoras en el aula (Ortega, 2002).

En el presente trabajo se consideró implementar asistentes matemáticos como *el graficador y el derivador* extraídos de internet, y un programa para hallar las raíces de las derivadas de funciones que permitirá resolver sus diversas aplicaciones, dejando los pasos de los cálculos previos correspondientes a otras áreas de la Matemática, implícitos en el programa, pero obligando –es la intención- a que el alumno los haga analíticamente para ir desarrollando su habilidad. Sin embargo, el empleo de los softwares matemáticos, a pesar de la desventaja señalada, ha logrado mejorar el desempeño de los alumnos tal como lo refieren la investigación del profesor Dávila (2007) aplicada sobre alumnos reprobados de Matemática, y la tesis del maestro Bojórquez

(2009) aplicada sobre un grupo experimental, cada cual con uso de un software matemático diferente.

En toda carrera de ingeniería se presenta con frecuencia la necesidad del uso de la derivada para el diseño de gráficas de funciones matemáticas, la resolución de problemas de las ciencias físicas, químicas, biológicas y económicas, y problemas de optimización. La investigación presente tiene la finalidad de que el alumno se ejercite y autocorrija en los ejercicios y problemas de Cálculo Diferencial. El alumno, al desarrollar sus ejercicios, podrá visualizar en la computadora la gráfica de la función en curso y la recta tangente en cualquier punto, para su interpretación geométrica, y le permitirá encontrar los valores óptimos de cualquier problema al respecto.

El actual proyecto se sustentó en autores importantes mencionados en las referencias tales como Bojórquez (2009), Dávila (2007), quienes dan cuenta de cómo influyen los softwares matemáticos en el rendimiento. Asimismo, de acuerdo con Casanova (1999), Pimienta (2008) y Lazo (2017) una evaluación integral también tiene incidencia en el rendimiento académico. De otro lado, en vista de que la materia es de Cálculo Diferencial se estimó conveniente el uso del libro clásico de Demidovich (1988), el de Stein (1974), el de Hughes-Hallett, Gleason, Lock, Flath, et al. (2004), quienes, por la variedad de ejercicios y problemas en sus contenidos, se facilitó la creación de los algoritmos que los alumnos tuvieron que cumplir para la resolución de aquellos. Esta tarea se reforzó en la parte gráfica con el texto de Edwards & Penney. (1997). Los libros de Ruiz & Barrantes (1997), Smith & Minton (2000) y el de Woodman (1998) permitieron afianzar los diferentes puntos de la materia para la mejor implementación de los asistentes matemáticos.

Se usaron, aparte, dos programas extraídos del internet, igualmente referenciados, uno para el cálculo de la derivada: *Matemáticas Almudena* y otro para el gráfico de funciones: *FooPlot/ Graficador de Funciones Matemáticas*, y un método para hallar raíces de una ecuación (Lazo, 2009). El libro de Ayra, & Lardner (1992) y el de Carnahan & Wilkes (1969). sirvieron para los problemas tipo de aplicación de la derivada, que

se podían adecuar bien al uso de la computadora por parte del alumno.

En este sentido el propósito de esta investigación se centró en el análisis de la influencia sobre el rendimiento académico del uso de los asistentes matemáticos mencionados, durante un curso regular de Matemática II en los capítulos dedicados al Cálculo Diferencial, es decir, al uso de la derivada y sus aplicaciones.

METODOLOGÍA

El tipo de investigación es *descriptivo*, ya que describe los asistentes a usar y su forma de implementación, también es *comparativo* pues mide el rendimiento histórico con el que resultó de la aplicación del uso de los asistentes y es *correlacional* porque correlaciona las variables involucradas estadísticamente, así como sus dimensiones (Pino, 2010). Por otro lado, por el hecho de comparar el resultado histórico con el actual, aplicando la metodología en cuestión a través de pruebas estadísticas, y por analizar la influencia de la variable independiente y sus dimensiones, con la variable dependiente, la presente investigación es de tipo *analítico cuantitativo* (Hernández, Fernández & Baptista, 2006; Pino, 2010).

El área de investigación del presente proyecto es Ciencias Básicas y se fundamentó en los autores mencionados en la bibliografía y en la experiencia docente de 30 años en universidades del país y del extranjero. Se inició en febrero del 2015 y culminó en enero del 2016, desarrollándose en el espacio del aula-laboratorio donde se impartió la materia de Matemática II. Fue asistido por una computadora en la que se hizo uso de programas de internet y de M. Excel por las facilidades que ofrece en la creación de programas y gráficos, y por ser un software libre.

De acuerdo a lo dicho, se procedió al diseño de la investigación implementando los asistentes algebraicos en el programa de Matemática II, los que proporcionan gráficos de funciones a derivar, sus tangentes y sus derivadas mismas, para que el alumno, a través de algoritmos previamente preparados, tenga imagen visual del problema, pueda interpretar de mejor manera el sentido geométrico de la derivada y seguir los pasos de

dichos algoritmos para encontrar la solución de los problemas.

La población incluyó a los alumnos de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle de Puebla de México de la cual se tomó, como muestra, la conformada por los alumnos de la materia (14), a los cuales se les capacitó en el uso de los programas. De este modo, se seleccionaron los asistentes algebraicos más adecuados: un graficador y un derivador extraídos de internet, y un programa particular creado en Excel para hallar las raíces de las derivadas de las funciones, luego se crearon algoritmos o procedimientos para la utilización de los asistentes matemáticos mencionados y se realizaron una serie de evaluaciones durante el ciclo asistidos cada uno, por una computadora. Al término del ciclo se aplicó una encuesta para determinar la influencia de los asistentes matemáticos en su rendimiento (ver anexo) y, con procedimientos estadísticos según Spiegel & Stephens (2008) y Pérez (2005) se pudo contrastar los resultados de las evaluaciones mencionadas con los resultados históricos durante los años 2011-2015. Finalmente, se calcularon las correlaciones entre las variables involucradas.

RESULTADOS

El desarrollo del curso con la implementación de asistentes algebraicos planteado en el presente trabajo logró incluir: La aplicación de tareas grupales o colaborativas, con el uso de los asistentes mencionados y sus algoritmos, en computadora, y la resolución de los ejercicios y problemas alusivos al tema tratado; La participación del alumno en clase a través de ejercicios propuestos y resueltos por ellos durante las clases y gratificados con una firma calificada, cada uno; y, la aplicación de prácticas calificadas y dos exámenes durante un semestre.

El coeficiente de correlación de Pearson entre la variable es $r = 0.71$ lo que indica una correlación lineal positiva fuerte, es decir, que la implementación de una metodología con inclusión de asistentes algebraicos está asociada fuertemente al incremento del rendimiento de los alumnos. A continuación, se presenta el diagrama

de dispersión que hace evidencia de ello, el cual incluye la recta de mínimos cuadrados, su ecuación, coeficiente de determinación R^2 y el coeficiente de Pearson R. (Figura 1).

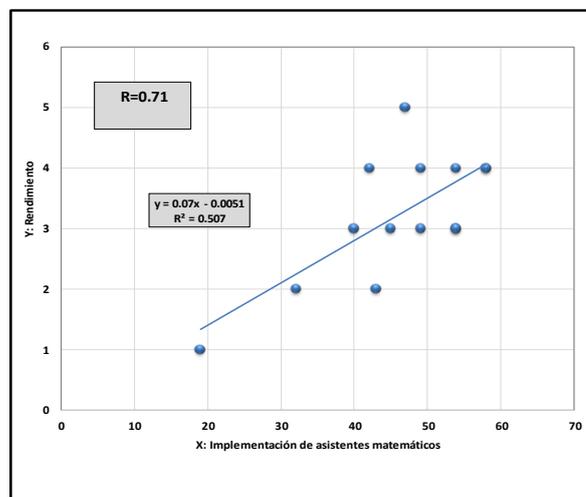


Figura 1. Diagrama de dispersión de la variable independiente X vs. la dependiente Y

La media histórica del 2011 al 2015 es 11.98 y la media actual obtenida con la implementación de los asistentes matemáticos es 14, lo que de por sí muestra una diferencia apreciable, diferencia que resultó realmente significativa según la prueba de diferencia de medias, que se muestra más adelante, entre las calificaciones históricas y la actual, prueba que se basa en los datos consignados en la tabla 1 requerida para dicho propósito.

Tabla 1
 Medias y varianzas de las calificaciones históricas (2011-2015) y actuales

Años	Número alumnos		Medias	Varianzas	Desviaciones estándar	Media histórica	Media histórica de varianzas	Media histórica de desviac. estándar
	Por año	Total						
2011	23		11,7	7,51	2,74			
2012	8		14	7,02	2,65			
2013	18	77	11,9	4,2	2,05	11,98	6,56	2,512
2014	24		11,7	8,24	2,87			
2015	4		11,5	0,76	0,87			
Actual	14	14	14	8	2,83	14	8	2,828

Fuente. Elaboración propia

Prueba de diferencia de medias entre las calificaciones históricas y las actuales

La contrastación de hipótesis se hizo mediante una prueba de hipótesis de diferencia de medias con los pasos que a continuación se detallan:

Hipótesis nula H_0 : $\mu_1 = \mu_2$

Esta hipótesis es contraria a la que se supone real, es decir que aquí se considera que la media actual μ_2 no difiere significativamente de la media global histórica μ_1 .

Hipótesis alternativa H_1 : $\mu_1 < \mu_2$

Esta es la hipótesis que se supone real, es decir que la media global histórica es significativamente menor que la media actual.

Tipo de prueba:

La prueba de hipótesis es unilateral de cola izquierda, debido a la relación de menor entre μ_1 y μ_2 .

Nivel de significancia

$\alpha = 5\%$

Distribución aplicable a la prueba

Considerando que los datos son la media global histórica μ_1 y la media actual μ_2 se debe usar la distribución muestral de diferencia de medias y , siendo el tamaño de la muestra histórica 77 y el de muestra actual 14, la primera mayor de 30 (muestra grande) y con una varianza global $s_1^2 = 6.56$, pero la segunda menor de 30 (muestra pequeña) y con una varianza $s_2^2 = 8$, considerando que las calificaciones se distribuyen normalmente, se utilizó la distribución normal de diferencia de medias para realizar la prueba.

Estadístico de la prueba

La fórmula estadística para la distribución muestral de diferencias de medias es:

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

donde \bar{x}_1 y \bar{x}_2 son la media histórica y la media actual de las respectivas muestras y, S_1^2 y S_2^2 son la varianza histórica y la varianza actual de las respectivas muestras

$$z = \frac{11.98 - 14}{\sqrt{\frac{6.56}{77} + \frac{8}{14}}} = -2.49$$

Esquema de la prueba

Al nivel de significación de 5% y para la prueba de cola izquierda, encontramos en la tabla de áreas bajo la curva normal, el coeficiente crítico $z = -1.65$, que corresponde a un área de 0.9505. El esquema respectivo se muestra en el siguiente punto, para incluir el estadístico de la prueba.

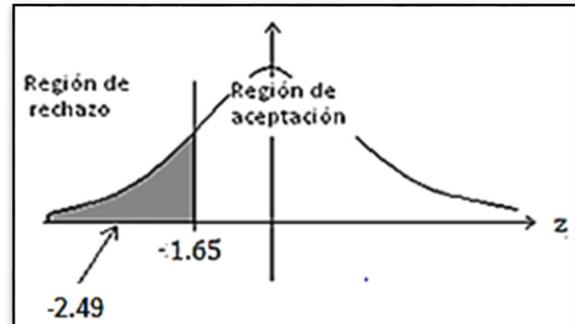


Figura 2. z tabla vs. z calculada

Decisión

En el esquema de la prueba el valor $z = -2.49$ se ubica en la región de rechazo y por lo tanto descartamos H_0 y aceptamos H_1 , es decir, que $\mu_1 < \mu_2$. Luego, la media global histórica es significativamente menor que la media actual. Por lo tanto, efectivamente, la metodología desarrollada en esta tesis para los alumnos, mejora sustancialmente su rendimiento.

Se realizó una prueba de contrastación de hipótesis con las puntuaciones obtenidas para la variable independiente y la dependiente en la encuesta resultando consistencia en la similitud de éstas, lo que indica que la implementación de una metodología con inclusión de asistentes algebraicos sí influye positivamente en el rendimiento de los alumnos.

Contrastación de la hipótesis general

En la tabla 2 (dividida en dos) se ha colocado, por ítem (ficha), la suma de las puntuaciones de la variable independiente obtenidas en la encuesta ($\sum X_i$) y sus medias respectivas (\bar{X}), y las puntuaciones de la variable dependiente (Y), para su respectiva contrastación.

Tabla 2

Puntuaciones de la variable Y, totales de las dimensiones de la variable X y sus respectivas medias.

ΣX_i	58	58	54	54	49	54	45	49
\bar{X}	4,14	4,14	3,86	3,86	3,5	3,86	3,2	3,5
Y	4	4	4	3	3	3	3	4
Dif	0,14	0,14	-0,14	0,86	0,5	0,86	0,2	-0,4
ΣX_i	42	19	32	40	43	47	M_{gl}	S
\bar{X}	3	1,36	2,29	2,86	3,1	3,36	3,29	0,734
Y	4	1	2	3	2	5	3,21	1,013
Dif	-1	0,36	0,29	-0,14	1,1	-1,64	0,08	0,709

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Figuran en las últimas columnas la media global M_{gl} por fila y la desviación estándar S.

Hipótesis nula H_0 : $\mu_x = \mu_y$

La media de las puntuaciones de la variable dependiente μ_y no difiere significativamente de la media de las puntuaciones de la variable independiente μ_x , es decir, que hay consistencia entre ambas variables en las respuestas de los alumnos, lo que significa que ellos perciben que la implementación de los asistentes matemáticos utilizados mejora su rendimiento.

Hipótesis alternativa H_1 : $\mu_x \neq \mu_y$

La media de la variable dependiente μ_y es diferente de la media de la variable independiente μ_x , lo que significa que los asistentes matemáticos no mejoran su rendimiento de los alumnos.

Tipo de prueba:

La prueba de hipótesis es bilateral, debido a que $\mu_x \neq \mu_y$, lo que se visualiza en el punto 6 con el sombreado de las dos partes laterales de la figura.

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Es decir, 5% de probabilidad de error en la conclusión final de la presente prueba de hipótesis.

Distribución aplicable a la prueba

Considerando que los datos son la media global promedio μ_x de la variable independiente y la media μ_y de la variable dependiente, se debe usar la distribución muestral de diferencia de medias, pero siendo el tamaño de la muestra $n=14$

(muestra pequeña), considerando que las puntuaciones se distribuyen normalmente y que se desconoce las varianzas poblacionales, se debe usar la distribución de Student de diferencia de medias para realizar la prueba.

Estadístico de la prueba

En vista de que las respuestas a las preguntas para ambas variables las dieron los mismos alumnos, la muestra es la misma, luego cae en la categoría de muestras dependientes y por ello se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n-1}}$$

donde el numerador es la media de las diferencias, S_d es la desviación estándar de las diferencias y n , es el tamaño muestral. Luego:

$$t = \frac{0.08}{\frac{0.709}{\sqrt{14-1}}} = 0.407$$

Esquema

El valor crítico de la t de Student se determina con los grados de libertad: $gl = n_1 - 1 = 13$. Al nivel de significación de 5% para la prueba bilateral, encontramos en la tabla de t-Student el coeficiente crítico $t_c = 2.160$.

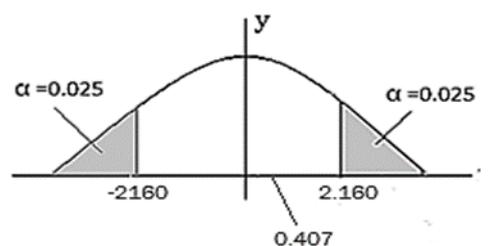


Figura 3. Esquema prueba bilateral

Decisión

Debido a que 0.407 cae en la zona de aceptación del esquema de la prueba (zona blanca), la hipótesis H_0 se acepta y, por tanto, se rechaza H_1 , es decir, que, al nivel 0.05, hay consistencia entre ambas variables en las respuestas de los alumnos, lo que significa que ellos perciben que la implementación de los asistentes matemáticos utilizados mejora su rendimiento.

Se observó también que un buen sistema de evaluación resulta gravitante no solo en la evaluación correcta del alumno, sino en su propio rendimiento en Matemática, tal como se expone en el proyecto “Implementación de un sistema de evaluación integral, de extensión anual propuesto para la Fopca” (Lazo, 2017).

DISCUSIÓN

El presente proyecto nace de la necesidad de incrementar el bajo rendimiento académico que los alumnos exhiben en Matemática, a través de técnicas o metodologías a crear, debido a no poder influir, por ahora, en los diferentes factores que lo condicionan, sobre todo en la inteligencia general. En este sentido el graficador y derivador extraídos de internet resultaron muy motivadores para los alumnos pues su interés y su atención se incrementó notoriamente. De este modo, luego de aplicada la metodología materia del presente proyecto, se hizo el cálculo de la correlación entre la implementación de asistentes matemáticos y el rendimiento académico obteniéndose 0.71, considerada fuerte y directa, resultado obtenido en una sección bajo condiciones experimentales, que bien podrían mejorarse y obtener un mejor coeficiente aun, de correlación.

Los resultados del presente proyecto tienen coincidencia con el trabajo del profesor Dávila (2007) aplicado sobre alumnos reprobados de Matemática, y con la tesis del maestro Bojórquez (2009) aplicada sobre un grupo experimental, cada uno de los cuales usó un software matemático diferente; coincidencia en el sentido de que sus conclusiones indican mejoras en el rendimiento académico en Matemática gracias a la implementación de softwares. Finalmente, Ortega (2002) daba cuenta de los progresos significativos alcanzados en el área educativa gracias al uso de la computadora.

El sistema de evaluación integral planteado en el presente trabajo incluye: La aplicación de tareas grupales o colaborativas, con computadora en la que se hizo uso de los asistentes matemáticos, y la resolución de los ejercicios y problemas no resueltos por los integrantes del grupo; la participación del alumno en clase a través de ejercicios planteados y resueltos durante las clases y gratificados con una firma calificada, cada uno;

y, la aplicación de exámenes parcial y final durante el semestre, siempre y cuando el alumno no supere el 30% de inasistencias en cada período.

La aplicación de las tareas colaborativas asistidas por los programas matemáticos facilitó al alumno la resolución de tareas, y, por otro lado, el tipo de participación planteado aquí que motiva la ganancia de firmas, incrementó sus participaciones en colaboración con sus compañeros de clase y con la del propio profesor. De aquí se puede deducir que la mejor implementación de los asistentes matemáticos implica la implementación, también, de un adecuado sistema de evaluación.

El presente estudio se diseñó con el fin de mejorar el rendimiento académico, de ningún modo pretende sustituir las carencias de preparación matemática con la que llega el alumno a la materia, por lo que para tener éxito en esta empresa y que el presente trabajo logre sus objetivos, se requerirá del alumno, principalmente, lo siguiente: Conocimientos básicos de Álgebra y decisión de aprender.

El uso de la computadora en las prácticas dirigidas para la resolución de ejercicios y problemas de Cálculo Diferencial, proporciona una visión holística de la materia, en virtud de que en ella se puede visualizar el gráfico de la función, calcular la derivada de ella y hallar las ecuaciones de las tangentes a las curvas de la función, deducidas analíticamente por el alumno y, también, resolver las ecuaciones de optimización. Todo ello permite al alumno, autocorregir errores y por lo tanto mejorar la resolución de los ejercicios y problemas, es decir, sirve para alimentar y retroalimentar el conocimiento de la derivada, lo que, al final, creará bases sólidas para abordar la siguiente materia: Cálculo Integral.

CONCLUSIONES

La primera gran conclusión radica en el hecho de que el uso de asistentes matemáticos en computadora, extraídos de internet y de un programa de cálculo de raíces de ecuaciones, en efecto, mejora el rendimiento académico del estudiante.

Un sistema de evaluación integral que comprenda su participación activa, el desarrollo de trabajos colaborativos, prácticas calificadas y exámenes, y trabajos a domicilio de alimentación y retroalimentación contribuye decididamente, también, a la mejora del rendimiento académico del estudiante.

Se determina, asimismo, que el alumno debe llegar al curso de Matemática II con la base necesaria que el curso amerita y con la suficiente actitud para lograr el aprendizaje del mismo.

Finalmente ha de tenerse en cuenta que la inteligencia general tiene un papel importante en el aprendizaje del curso, y que ésta a pesar de poder ser estimulada mejora poco en el tiempo, por lo que el uso auxiliar de la computadora y de los asistentes mencionados resulta de gran importancia en el incremento del rendimiento académico.

REFERENCIAS

- Ayra, J. & Lardner, R. (1992). *Matemáticas Aplicadas a la Administración a la Economía*. Tercera edición. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- Bojórquez, A. (2009). *Uso de un Asistente Algebraico Computarizado en el Aprendizaje del Cálculo*. México: Universidad Autónoma de Yucatán (UADY).
- Carnahan, B.H. A Luther & Wilkes J.O. (1969). *Applied Numerical Methods*. México: Editorial DIRCA Impresores S.A.
- Casanova, M. (1999). *La Evaluación Educativa*. Biblioteca del Normalista.SEP. Cooperación Española. México.
- Cobos, M. M. T., & Lara, J. T. R. (2011). Análisis del rendimiento académico en un curso de cálculo diferencial usando como herramienta el aula virtual. *Studiositas*, 6(1), 35-52.
- Dávila, A. (2007). *Uso de Software Graphmatica en el Rendimiento de los Alumnos*. México: Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (UCLA).
- Demidovich, B. (1988). *Problemas y Ejercicios de Análisis Matemático*. Lima: Editorial Latinoamericana. 3ra reimpresión.
- Edwards, C.H. & Penney, D. (1997). *Cálculo Diferencial e Integral*. 4ta. Edición. México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- FooPlot/Graficador de Funciones Matemáticas [en línea]. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://fooplots.com/?lang=es.#W3sidHlwZSI6MCwiZXEiOiJ4XjliLCJjb2xvciI6IiMwMDAwMDAifSx7InR5cGUiOjEwMDB9XQ>.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. 4ta. Edición. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hughes-Hallett, D., Gleason, A., Lock, P., Flath, D., et al. (2004). *Cálculo Aplicado*. Segunda edición. México: Compañía Editorial Continental.
- Lazo, E (2017). *Proyecto: Implementación de un sistema de evaluación integral de extensión anual para la FOPCA*. Lima, UIIE de la FOPCA-UNFV
- Lazo, E. (2009). *Proyecto: Método para hallar las raíces de una ecuación en Microsoft Excel*. Lima, Instituto de Investigación de la FOPCA-UNFV
- Matemáticas Almudena: *Programa Para Cálculo de Derivada* [en línea], 11 de marzo 2012. España [Fecha de consult: 28 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://matematicas-almudena.blogspot.mx/2012/03/programa-para-calculo-de-derivadas.html>
- Moreno, C., Vicente, E. & Martínez, C (1998). *Revisión histórica del concepto de inteligencia: una aproximación a la inteligencia emocional*. Revista latinoamericana de Psicología, 30(1), 11-30.
- Peña, D. (2000). *Estadística, Modelos y Métodos I. Fundamentos*. 2da. Edición. España: LerkoPrint S.A.
- Pérez, L. (2005). *Estadística Básica*. Cuarta impresión. Lima: Talleres gráficos de Editorial San Marcos.
- Pimienta, J. (2008). *Evaluación de los aprendizajes*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Pino, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Lima: Editorial San Marcos.

- Ruiz, A. & Barrantes, H. (1997). *Elementos del Cálculo Diferencial*. Volumen I. Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Smith, R. & Minton, R. (2000). *Cálculo (Tomo I)*. México: McGraw Hill Interamericana.
- Spiegel, M. & Stephens, L. (2008). *Estadística*. México: Mc.Graw Hill Companies INC.
- Stein, S. (1974). *Cálculo con Geometría Analítica*. México: McGraw Hill.
- Ortega, P. (2002). *Tesis doctoral: La enseñanza del Álgebra Lineal mediante sistemas informáticos de cálculo algebraico*. España: Universidad Complutense de Madrid.
- Woodman, A. (1998). *Geometría Analítica y Cálculo*. México: Talleres de programas educativos. A. de C.V. Chabacano número 65, local A.