

Implementación de la Texas TI N-Spire CX CAS en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales una alternativa universitaria

Implementation of the Texas TI NSpire CX CAS in the learning of differential equations a university alternative

*Irma Patricia Flores Allier**,
Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, México
ipfallier@hotmail.com

Ana María Atencio De la Rosa,
Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, México
ana_atencio@hotmail.com

José Antonio Becerra Pérez,
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas, México
jbecerraperez@gmail.com

Recibido 24, enero, 2018

Aceptado 31, mayo, 2018

Resumen

Se muestra la implementación de nueva tecnología para el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales en ingeniería química que se imparten en la ESIQIE (Escuelas Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas) del IPN (Instituto Politécnico Nacional) como una alternativa educativa. Se utilizó la calculadora TI N-Spire CX CAS para reforzar, complementar y desarrollar conceptos matemáticos promoviendo la articulación de las representaciones semióticas a favor del aprendizaje significativo. La metodología estuvo guiada por la didáctica de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Como resultado, se observó una mejor comprensión, indagación e interpretación de la información por parte de los alumnos. Logrando además establecer y resolver modelos matemáticos, así como un mayor tiempo destinado a la reflexión.

Palabras clave Implementación de la tecnología, Enseñanza de la Matemática, Matemáticas en Contexto de las Ciencias.

Mathematics Subject Classification (2010): 97Q60

Abstract

This work shows the implementation of a new technology for the learning of differential equations in chemical engineering that are taught in the Higher Schools of Chemical Engineering and Extractive Industries of the IPN (National Polytechnic Institute) as an educational alternative. The calculator TI N-Spire CX CAS was used to reinforce, complement and develop mathematical concepts promoting the articulation of semiotic representations in favor of meaningful learning. The methodology was guided by the didactics of the Mathematics in the Science Context. As result, a better understanding, investigation and interpretation of information was observed in students, in addition of more time for reflection.

Keywords: Technology implementation, Mathematics teaching, Mathematics in Science Context.

1. INTRODUCCIÓN

Recientes estudios demuestran que el estudiante que utiliza nueva tecnología en su proceso de enseñanza aprendizaje tiene más tiempo para explorar, descubrir, entender y aplicar conceptos y llegar a la resolución de problemas, elevando así el nivel de pensamiento del estudiante. (Martínez C., 1996; Ramírez B., 1996; De Faria, E. 2000). La utilización de las TIC's (plataformas educativas, chat, blocks, facebook, whatsapp, etc.) se han convertido en una herramienta de apoyo indispensable en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, en las últimas décadas el uso de nueva tecnología, como son las calculadoras especializadas, han complementado este proceso, especialmente en asignaturas donde la matemática es la principal herramienta de apoyo.

La calculadora en el salón de clase es actualmente un instrumento valioso que, elimina o reduce los cálculos lentos y complicados. Sin embargo, Brousseau (1983) afirma que lo importante es añadir a los ejercicios utilizados en clase aspectos que requieran algo más que el uso diestro de una calculadora. El uso de la calculadora abre nuevos horizontes, siempre y cuando se tenga la orientación y el uso adecuados, es decir si se cuenta con una didáctica específica que guíe el aprendizaje.

El National Council of Teachers of Mathematics desde octubre de 1996 recomienda la incorporación de la calculadora en todos los niveles de la enseñanza de matemática para: explorar y experimentar nuevas formas de enseñar con ideas matemáticas tales como patrones, propiedades numéricas y algebraicas, y funciones, así como el construir modelos, resolver problemas con datos reales y elevar el nivel de abstracción y generalización.

Para que el estudiante pueda vivir nuevas experiencias matemáticas (difíciles de lograr en medios tradicionales como el lápiz y el papel) en las que se pueda manipular directamente los objetos matemáticos dentro de un ambiente de exploración, Gómez (1997) considera que es indispensable utilizar la tecnología para abrir espacios. Esto es posible ya que se puede manejar dinámicamente los objetos matemáticos en múltiples sistemas de representación dentro de esquemas interactivos, lo que es fundamental para el aprendizaje de los estudiantes.

Desde su trinchera Duval (1992) considera muy importante analizar la pertinencia de estudiar y adaptar los diferentes sistemas de representación semiótica de los objetos matemáticos a través del uso de calculadoras e incluso de software matemáticos (Hitt F., 1996; Kaput J., 1991), Selden (1994) por su parte asevera que las dificultades que tienen los estudiantes de ingeniería para resolver problemas matemáticos no rutinarios son cada vez más frecuentes.

Un punto importante a considerar al incorporar nueva tecnología se refleja en la decisión de las metodologías o teorías de aprendizaje a utilizar en el proceso educativo, de manera que éstas permitan a los estudiantes construir sus conocimientos, asumir la responsabilidad de su aprendizaje y el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, porque la tecnología no es un fin en sí mismo sino un medio. Si se considera el uso e implementación de calculadoras, paquetes matemáticos o paquetes diseñados por los propios profesores, el proceso de enseñanza aprendizaje recibirá un "plus académico" poco trabajado, pero muy necesario en la actualidad en los diferentes niveles educativos.

Actualmente las teorías educativas existentes abarcan los niveles básicos educativos (Teoría de Piaget, Ausbel, Vygotsky), y no es sino hasta 1982 donde aparece la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias que direcciona a través de cinco fases el proceso de enseñanza y aprendizaje del nivel superior. La teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, la cual reflexiona acerca de la vinculación que debe existir entre la matemática y las ciencias, la articulación entre la matemática y la vida cotidiana, así como la relación entre la matemática con las actividades laborales y profesionales, en su etapa didáctica es precisamente en la que se puede observar indicadores más tangibles para su seguimiento, en términos de conocimientos, habilidades, aptitudes, destrezas, valores y actitudes, con la finalidad de saber trabajar en equipo, tener conocimiento amplio de las TIC como herramientas de

trabajo, reconocer y manipular objeto de estudio; estar capacitado para enfrentar y resolver cualquier problema del área profesional académicamente hablando, a pesar de que no se contempla el uso de calculadoras, ni paquetes matemáticos o paquetes diseñados por los propios profesores (Camarena, 2001).

La Teoría de la Matemática en Contexto de las Ciencias incluye metodológicamente el abordaje de las fases curricular, epistemológico, cognitiva, docente y la didáctica (Camarena, 1995). A pesar que desde el pensamiento complejo la gama de variables que presenta esta problemáticas requieren de investigación para abordar la construcción del conocimiento de la misma, en la presente investigación, por la extensión de trabajo, solo se abordó la fase didáctica que contempla tanto la utilización de las teorías motivacionales como la implementación de la tecnología en el aula como un parte del proceso metodológico para desarrollar competencias específicas y profesionales requeridas en el proceso enseñanza aprendizaje de las matemáticas y la ingeniería (Camarena, 1987).

Así, por la importancia de incorporar e implementar nueva tecnología al proceso de la enseñanza y del aprendizaje de la matemática en el nivel superior dentro del aula, específicamente de las ecuaciones diferenciales en ingeniería se desarrolla la siguiente investigación; donde se presenta la metodología de trabajo para implementar nueva tecnología a la enseñanza de la matemática al utilizar como herramienta de apoyo la calculadora TI – N Spire CX CAS en la asignatura de ecuaciones diferenciales guiada por la Teoría de la Matemática en Contexto de las Ciencias.

El trabajo de implementación se fundamenta en la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias; ahora bien si se contempla el uso e implementación de calculadoras, paquetes matemáticos o paquetes diseñados por los propios profesores, el proceso de enseñanza aprendizaje recibirá un “plus académico” poco contemplado por la mayoría de los docentes. Con base en lo anterior, se consideró pertinente complementar la estrategia didáctica de la Matemática en Contexto con el apoyo de nueva tecnología para la unidad de aprendizaje de ecuaciones diferenciales impartida en el tercer semestre de las carreras de Ingeniero químico petrolero e Ingeniero químico industrial de la ESQIE del Instituto Politécnico Nacional.

2. MÉTODOS Y MATERIALES

Primeramente se implementaron actividades lúdicas de retroalimentación de conceptos previos, con la finalidad de dar a conocer la didáctica de aprendizaje de las ecuaciones diferenciales, aprovechando el potencial de visualización de las calculadoras Texas TI- N Spider a través de su avanzado sistema de cálculo simbólico (CAS), lo que permitió manipular diferentes representaciones semióticas como la gráfica, geométrica, analítica y tabular. La Figura 1 muestra la utilización en el aula de la tecnología TI- N Spire CAS CX y juegos para motivar el aprendizaje de las matemáticas en el aula.



Figura 1. Utilización de la calculadora TI- N Spire CX CAS en el aula y juegos para motivar el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales.

Cabe aclarar que, cada uno de los alumnos contó con una calculadora para su uso personal la cual le fue facilitada cada una de las sesiones de clase. Lo anterior fue posible ya que la ESQIE cuenta con un soporte tecnológico de más de 90 calculadoras en sus tres departamentos para uso del alumnado.

En función de los nueve pasos de la Didáctica de la Matemática en Contexto se diseñaron actividades complementarias a manera de repaso y retroalimentación a través de secuencias didácticas y reconocimiento de aplicaciones a la ingeniería relacionadas con las ecuaciones diferenciales. Se resolvieron ejercicios en forma analítica, verificables en la calculadora TI- N Spire CX CAS observando la reducción de tiempo de ejecución y brindando mayor tiempo para la reflexión, ver Figura 2. Se priorizó el desarrollo de conocimientos a través de la resolución de problemas prácticos no rutinarios y vinculados con otras unidades de aprendizaje de la carrera de Ingeniero Químico.

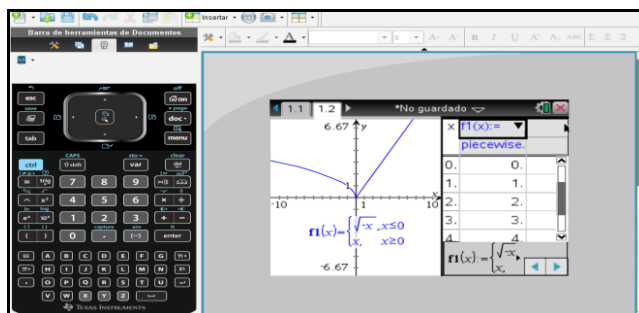


Figura 2. Resolución de problemas prácticos y utilización de juegos para motivar el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales.

La última parte de la implementación consistió en la demostración en tiempo real de las aplicaciones de las ecuaciones diferenciales a la ingeniería química a través del uso de los sensores que permitió al alumno observar un calentamiento y enfriamiento de una sustancia en el aula, para ejemplificar la Ley de enfriamiento de Newton así como un ejemplo de resolución de mezclas con ecuaciones diferenciales Ver Figura 3.

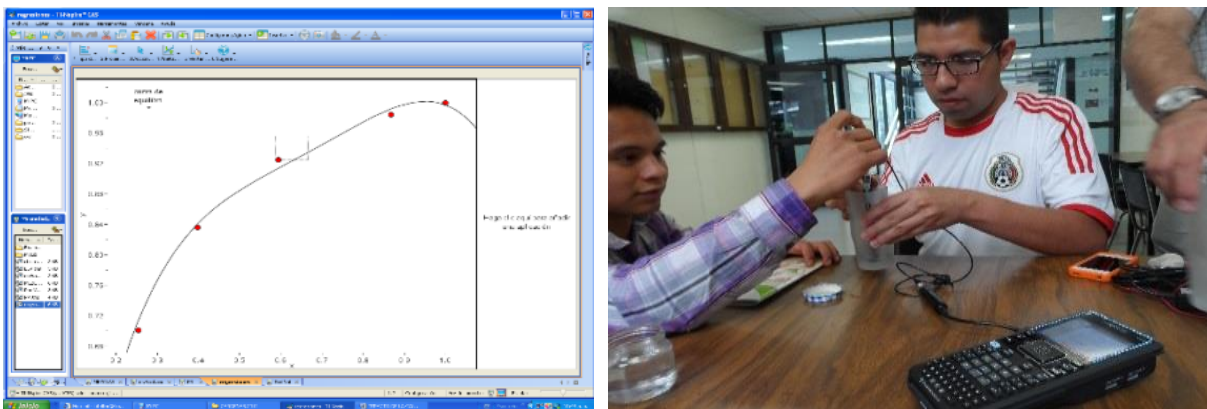


Figura 3. Solución de mezclas utilizando la calculadora TI-N Spire CX CAS y utilización de sensores de temperatura.

Adicionalmente se realizó programación básica con la calculadora, para crear programas de resolución de la aplicación de las ecuaciones diferenciales a mezclas y enfriamiento de Newton. La Figura 4 muestra la imagen de una aplicación de la calculadora TI- N Spire CAS a la resolución de las ecuaciones diferenciales utilizando el software de la misma, pudiéndose instalar este tanto en un ordenador como una laptop para trabajar fácilmente en aplicaciones de Windows.

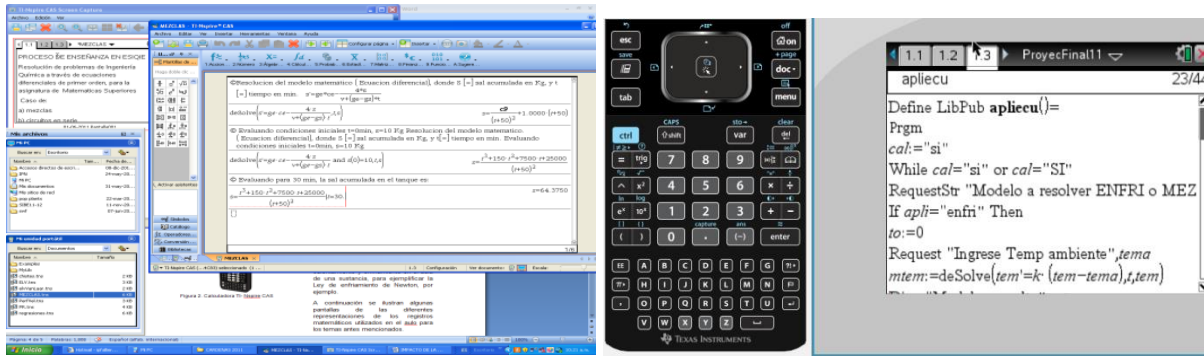


Figura 4. Utilización del software de programación de la calculadora TI- N Spire CX CAS para resolver problemas de mezclas.

3. RESULTADOS

Se fomentó la motivación intrínseca hacia las tareas de aprendizaje con la finalidad de promover un aprendizaje significativo. Se buscó activar la curiosidad y el interés del alumno en el contenido del tópico a estudiar al utilizar las herramientas aprendidas en la calculadora y visualizar diferentes representaciones semióticas del concepto matemático. Para ello se presentó la información nueva en forma sorprendente y poco rutinaria a través de representaciones gráficas principalmente.

En la última etapa de la implementación novedosamente se realizaron demostraciones en tiempo real de las aplicaciones a las ecuaciones diferenciales en ingeniería a través del uso de los sensores (en este caso de temperatura, intensidad luminosa y pH), lo que permitió observar los fenómenos estudiados en clase. De esta manera, en el aula el alumno pudo apreciar un calentamiento y enfriamiento de una sustancia para ejemplificar la Ley de enfriamiento de Newton, las curvas de saturación de soluciones como ejemplo de mezclas de sustancias y la disminución de la intensidad de luz de una fuente luminosa a través de un tubo), Ver Figura 5.



Figura 5. Alumnos realizando experimentación en tiempo real con la calculadora TI- N Spire CX CAS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se observó una reducción de tiempo de ejecución a favor de un mayor tiempo de reflexión por parte del alumno. Así mismo se observó un incremento en la curiosidad de los alumnos por resolver problemas no rutinarios utilizando la didáctica de la matemática en contexto. La visualización en diferentes representaciones semióticas de los conceptos matemáticos y su articulación fomentaron el interés del alumnado por utilizar la nueva herramienta tecnológica (calculadora Texas TI N Spire) dentro del proceso de aprendizaje de las ecuaciones diferenciales.

Se observó una notable motivación hacia el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales, toda vez que después de aprender la programación básica de la calculadora en la última etapa de la implementación,

los alumnos por su cuenta trabajaron con el software de Math Lab para comparar, complementar y enriquecer su proceso de aprendizaje.

5. CONCLUSIONES

Se considera que la utilización de esta nueva tecnología guiada por la didáctica de la Matemática en contexto dentro del proceso de enseñanza aprendizaje promueve una nueva forma de aprender dentro del aula, en tiempo real y con eventos contextualizados, lográndose entre otras cosas: Utilizar patrones, propiedades numéricas y algebraicas de conceptos básicos que en ocasiones no tienen sentido para los estudiantes, construir y visualizar modelos matemáticos propios de la carrera de estudios, resolver problemas con datos reales, elevar el nivel de abstracción y generalización y manipular directamente los objetos matemáticos dentro de un ambiente de exploración

El uso de la calculadora TI- Nspire CAS permite crear ambientes de trabajo en el aula con una enorme variedad de posibilidades en relación el manejo de representaciones matemáticas, que pueden ser articuladas con facilidad y que por ende permiten al alumno visualizar en diferentes "representaciones" un mismo objeto matemático, posibilitando un mejor aprendizaje e incluso llegando a ser un aprendizaje significativo.

Complementar el proceso de aprendizaje de las ecuaciones diferenciales con sensores para representar en tiempo real fenómenos termodinámicos, físicos y químicos, abre una gama de posibilidades para que los docentes mejoren sus estrategias de enseñanza y aprendizaje. De esta manera se puede trabajar para los estilos de aprendizaje.

6. REFERENCIAS

- Brousseau, G. 1983. "Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques". RDM, vol. 4, no. 2. Grenoble.
- Camarena G. Patricia, (1987). Diseño de un curso de ecuaciones diferenciales en el contexto de los circuitos eléctricos. Tesis de Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa, CINVESTAV-IPN, México.
- Camarena G. Patricia, (1995). La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería. XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana, México.
- Camarena, P. G., (2001). Reporte del proyecto de investigación titulado: La matemática en el contexto de las ciencias, la resolución de problemas. ESIME-IPN.
- De Faria, E. 2000. "La tecnología como herramienta de apoyo a la generación de conocimiento". Revista Innovaciones Educativas. San José: Editorial EUNED, año VII, número 12, 79-85.
- Duval, R. 1992. "Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitive de la pensée". Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. IREM Strasbourg.
- Gómez, P. 1997. "Tecnología y Educación Matemática". Página Web <http://www.uniandes.edu.co>
- Hitt F. (1996), "Sistemas Semióticos de Representación del concepto función y su relación con problemas epistemológicos", Investigación en matemática educativa, CINVESTAV, p.245-264.
- Kaput J. (1991), "Notations and representations", ed. Radical Constructivism in Mathematics Education, Kluwer Academic Publishers, p. 33-37.
- Martínez C. 1996. "Explorando transformaciones de funciones con una calculadora gráfica". Memoria Décima Reunión Centroamericana y Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa. Puerto Rico.

National Council of Teachers of Mathematics Professional Standards for Teaching Mathematics, October 1996.

Ramírez B., K. Maryland 1996. "La calculadora TI-92 y su impacto en la enseñanza de ciencias y matemáticas". Memoria Décima Reunión Centroamericana y Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa. Puerto Rico.

Selden J, A. (1994), "Even good students can't solve no routine problems", Journal of Mathematical Behavior, p. 19-36.

Este artículo puede citarse de la siguiente forma:

Citación estilo APA sexta edición

Flores Allier, I.P., Atencio De la Rosa, A.M. & Becerra Pérez, J.A. (septiembre-diciembre de 2018). Implementación de la Texas TI N-Spire CX CAS en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales una alternativa universitaria. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, 4(3), 9-15.

Citación estilo Chicago decimoquinta edición

Flores-Allier, Irma Patricia, Atencio-De-la-Rosa, Ana María & Becerra-Pérez, José Antonio. Implementación de la Texas TI N-Spire CX CAS en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales una alternativa universitaria. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, 4 No. 3 (septiembre-diciembre de 2018): 9-15.

Citación estilo Harvard Anglia

Flores Allier, I.P., Atencio De la Rosa, A.M. & Becerra Pérez, J.A., 2018. Implementación de la Texas TI N-Spire CX CAS en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales una alternativa universitaria. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, septiembre-diciembre, 4(3), pp. 9-15.

Citación estilo IEEE

[1] I.P. Flores-Allier, A.M. Atencio-De-la-Rosa y J.A. Becerra-Pérez. Implementación de la Texas TI N-Spire CX CAS en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales una alternativa universitaria. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, vol. 4 No. 3, pp. 9-15, septiembre-diciembre de 2018.