

## USO Y DISEÑO DE ACTIVIDADES DIDÁCTICAS EN BASE A LAS HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN EL AULA DE MATEMÁTICAS

**Gessure Abisaí Espino Flores, Viridiana García Zaragoza, Irma Daniela Viramontes Acuña**

Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora. Universidad Autónoma de Nayarit.

Universidad Tecnológica de Nayarit. (México)

gessure.espino@crfdies.edu.mx, iriv.3898@gmail.com, daniela85\_85@hotmail.com

**RESUMEN:** Las tecnologías de la información han adquirido una influencia primordial dentro de la enseñanza, y siendo el campo de las matemáticas en donde han tenido mayor presencia, ya que se han convertido en parte esencial para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, debido a lo anterior es que se ponen en juego elementos teóricos y metodológicos sobre el uso de las herramientas tecnológicas en el aula, ya que se considera que una actividad didáctica debe de estar pensada para atender las necesidades en la enseñanza de las matemáticas pero a su vez atender las necesidades institucionales con las que se cuentan en el aula, es así que se ha optado por trabajar con dos perspectivas teóricas como son: la Investigación Acción y ACODESA; donde a través de estas es que se desarrollan actividades apropiadas que integre el uso de la tecnología promoviendo la reflexión de los discentes sobre aquellos elementos matemáticos, atendiendo a su vez las necesidades curriculares que el sistema de educación en México ha implementado.

**Palabras clave:** herramientas tecnológicas, actualización de profesores, actividades didácticas, ACODESA

**ABSTRACT:** Information technologies have acquired a major influence in teaching, mainly in the field of mathematics where they have had greater presence, since they have become an essential part for the teaching and learning of mathematics. That's why; theoretical and methodological elements are put into practice on the use of technological tools in the classroom, as it is considered that a didactic activity must be conceived according to the needs in mathematics and the classroom institutional needs, as well. So we have decided to work with two theoretical perspectives such as: Action Research and ACODESA; by means of which appropriate activities are developed by integrating the use of technology and fostering students' reflection on the mathematical elements, meeting, at the same time, the curricular needs that the Mexican educational system has implemented.

**Key words:** technological tools, teachers updating, didactic activities, ACODESA.

## ■ Introducción

La tecnología en la enseñanza de la matemática se le atribuye un gran potencial, siempre que se considere como herramienta cognitiva, debido a que esta puede ayudar a trascender algunas limitaciones de la mente y permita que la actividad cognitiva pase a un nivel superior (Pea, 1987 y Dörfler, 1993; citados por Ben-Zvi, 2001). De hecho, a través del uso de las herramientas tecnológicas es posible provocar un cambio en los objetos a trabajar, impactando no sólo la forma en que debe de ser estructurada la actividad y la manera de desarrollar la actividad en clase, sino también el contenido a estudiar. Las representaciones proporcionadas por la tecnología se convierten en el objeto de estudio de la actividad cognitiva como son: la variación de datos y el número de repeticiones (simulaciones), dejando en segundo plano los productos de la actividad realizada a través del trazo o bosquejo de una representación gráfica o del cálculo.

## ■ Antecedentes y justificación

Uno de los objetos de estudio que se han trabajado en México en las últimas décadas ha sido la formación de profesores en matemáticas y lectura, debido a la preocupación que el sistema educativo mexicano ha tenido sobre los índices y estándares de la educación, de acuerdo a mediciones internacionales como por ejemplo PISA (Flores y Díaz, 2013) el 55% de los alumnos en México no alcanza el nivel básico de habilidades matemáticas, y el 41% no alcanza el rublo de comprensión de lectura.

Un pilar fundamental en la enseñanza en México es el desarrollar aquellas competencias y habilidades en los estudiantes de educación básica (primaria 6-12 años, secundaria 12-15 aproximadamente) y media superior (15-18). Una mejora por parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP) en matemáticas ha sido a través de la actualización de profesores, no obstante, con los cambios educativos que se han generado en el país, hoy en día la actualización de los profesores se centra en el desarrollo de técnicas para la formación de estudiantes en conceptos matemáticos. Dentro de los esfuerzos que se han realizado por la SEP es el incrementar el número de horas para los cursos de matemáticas reportando que:

En 2012, el estudiante promedio de 15 años en México pasaba 4 horas y 13 minutos por semana en clase de matemáticas en la escuela (promedio de la OECD: 3 horas y 32 minutos), 18 minutos más por semana que el estudiante promedio en 2003 (promedio de la OECD: 13 minutos más) (Ecuaciones y Desigualdades: Panorama de Volviendo las Matemáticas Accesibles para Todos, 2016, p.1).

Este incremento no refleja un avance significativo en el rublo de matemáticas y de acuerdo a la OECD, México está por debajo del promedio que maneja en su rublo de exposición a la matemática pura, la cual es el manejo de aquellos procedimientos abstractos, mientras que en el rublo de exposición a la matemática aplicada se encuentra apenas por encima del promedio (Figura 1).

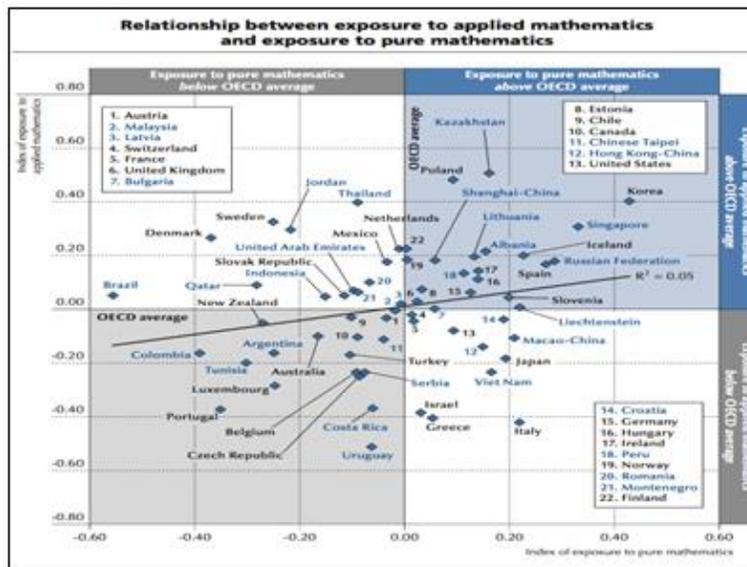


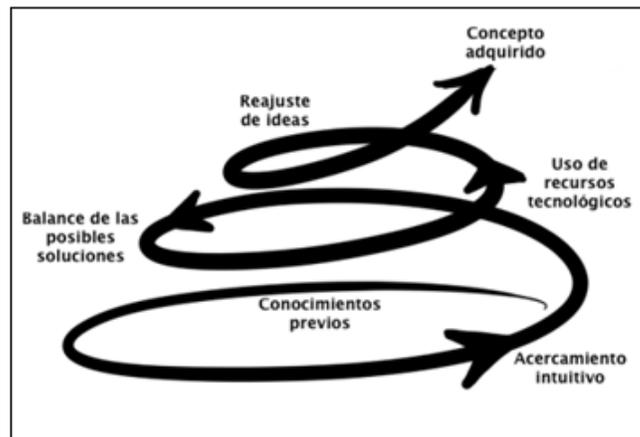
Figura 1.

Fuente. OECD (2016): Equations and inequalities: making mathematics accessible to all

La investigación dentro de la Educación Matemática intenta explicar la fenomenología del aprendizaje desde el interaccionismo social, lo que paralelamente ha venido influyendo en propuestas de intervención didáctica. Precisamente, en este trabajo se considera este tipo de interacción para producir un aprendizaje significativo en el estudiante, lo que requiere ser debidamente planificado para dar lugar a todo “un sistema de interacciones cuidadosamente diseñado que organiza e induce la influencia recíproca entre los integrantes de un equipo” (Johnson y Johnson, 1998, p.1). En tales circunstancias el aprendizaje se desarrolla de una manera gradual, con aportaciones propias de los estudiantes a fin de generar conocimiento, compartiendo la autoridad, aceptando las responsabilidades y respetando los diferentes puntos de vista, proporcionando de manera colectiva un conocimiento nuevo.

Garfield y Ben-Zvi (2008) declaran que actualmente los profesores intentan motivar a los estudiantes a través de actividades más auténticas, asistidos con herramientas tecnológicas a fin de apoyar la construcción del aprendizaje significativo, pero aún con intentos novedosos prevalece la resistencia por parte del alumno. Es por lo anterior que se pretende realizar esfuerzos para proponer una manera diferente, basados en la transversalidad de contenidos y que permitan un acercamiento conceptual a los elementos matemáticos, esto mediante la implementación de secuencias didácticas orientadas a situaciones cotidianas. Particularmente el contexto jugar un papel importante en el involucramiento del estudiante para que participe con acciones hacia la emergencia conceptual y el desarrollo de habilidades y destrezas en su uso.

Las bondades que se pueden resaltar sobre el uso de las herramientas tecnológicas (software) en la enseñanza de la matemática son: a) que éstas permiten un acercamiento a un nivel cognitivo más profundo (*Figura 2*), permitiendo mediar las comprensiones de los conceptos matemáticos en el alumno, y no sólo utilizar estas como herramientas amplificadoras (Espino y Hugues, 2014), y b) el enfoque del alumno se centra en aquellos aspectos matemáticos a estudiar, dejando en segundo plano la mecanización de las técnicas y/o procesos sobre el uso de la tecnología.



**Figura 2.** Progreso conceptual con la ayuda de las herramientas tecnológicas. Elaboración propia

### ■ Metodología

El presente proyecto se basa en el método de investigación-acción, el cual consiste en la indagación introspectiva de sujetos que están inmersos en situaciones sociales específicas, teniendo como objetivo el mejorar la racionalidad en las prácticas sociales y/o educativas (Carr y González, 1988), y a su vez el vincular el enfoque experimental con la ciencia social. La investigación-acción se basa en el modelo de Lewin (1946) que consta de tres etapas de cambio social: descongelamiento, movimiento y recongelamiento, siendo estas etapas pertinentes para la investigación en los procesos de la Educación Matemática y el uso de herramientas tecnológicas.

Otro elemento metodológico pertinente para el desarrollo de actividades didácticas con tecnología es ACODESA (conjunto de estrategias nombradas por las siglas en francés de: *Apprentissage collaboratif, débat scientifique et auto-réflexion*), ya que además posibilita organizar o guiar el trabajo de los estudiantes y el rol del profesor. Esta metodología integra al Aprendizaje colaborativo, al Debate científico y a la Autorreflexión, como componentes de estrategias que son desarrolladas al abordar varias situaciones problemas, interrelacionándose unas con otras.

Para alcanzar ésta integración se considera también al trabajo individual (fundamental como referente inicial), el trabajo en equipo, el debate en el aula, la auto-reflexión, y además las dinámicas esencialmente discentes que constituyen una adaptación del interaccionismo social para el aprendizaje de las matemáticas que, aunado a una intervención final del profesor encaminada a la institucionalización de concepciones alcanzadas, es organizado en cinco fases donde se tiene la finalidad de estructurar y afinar diversos acercamientos encaminados a resolver una situación problema que es planteada como punto de partida.

La metodología se apoya en el marco teórico de Vergnaud (1991), la cual hace referencia a los campos conceptuales, debido a que un concepto adquiere sentido para el sujeto a través de situaciones problemas utilizando aquellas operaciones necesarias para la resolución del mismo dentro de un sistema matemático (Hitt y Cortés, 2009). Como se ha mencionado anteriormente debido a la complejidad que conlleva el aprendizaje de las matemáticas, creemos que el uso de los campos conceptuales es indudable para el desarrollo del pensamiento matemático.

El trabajo que a continuación se describe consta de una serie de prácticas basadas en la transversalidad de la matemática hacia otras disciplinas, particularmente sólo se mostrará una práctica sobre el modelo cuadrático. Se consideró abordar el tema desde la experimentación de un fenómeno físico con apoyo de los softwares Tracker y GeoGebra, además del uso de computadora y teléfono celular, los cuales permitieron una profundización en el análisis matemático del fenómeno. Se realizó con un grupo de siete profesores en ejercicio de los niveles de educación básica (secundaria), media superior y superior, de los cuales seis de ellos son profesores de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, y una profesora de Tepic, Nayarit, México, la cual tomó el curso en línea vía Hangouts.

El trabajo efectuado consistió en la construcción de un cohete propulsado con aire (*Figura 3*), y se formaron dos equipos de tres y cuatro personas, donde las funciones básicas fueron: preparación y construcción del cohete, sujetar o colocar de manera óptima el cohete y por último la grabación del fenómeno con el teléfono celular. La pregunta inicial fue ¿Qué características físicas deberá de tener un cohete para que vuele de la mejor manera posible?, a partir de eso empezaron a detallar una serie de características que debería de tener, ya fuera para volar más alto o que no se saliera de una trayectoria establecida.

Se les mostró un video en YouTube sobre cómo construir un cohete con objetos cotidianos o de fácil acceso, se les pidió que grabarán con su celular el lanzamiento del cohete para la captura de datos mediante Tracker, dejando de manera libre las variables a elegir, como son: la posición de los ejes, la magnitud de la medida base y el número de cuadros por segundo a utilizar.

Los profesores ajustaron los ejes con base a la línea del muro (*Figura 3*), en la disposición gráfica optaron en un primer momento por el uso de las variables  $(x, y)$ , generando una gráfica que no correspondía a sus concepciones preliminares (*Figura 4*), lo cual resultó en una primera discusión del porqué la gráfica no correspondía a las que se encuentran en los libros.

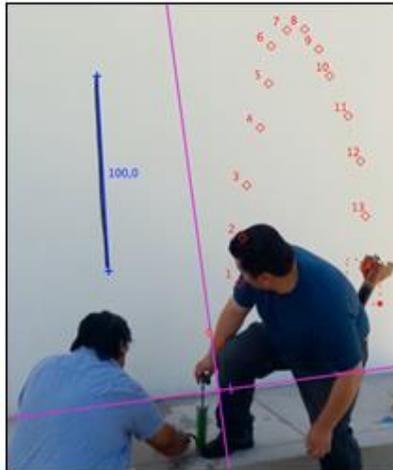


Figura 3. Lanzamiento de cohete

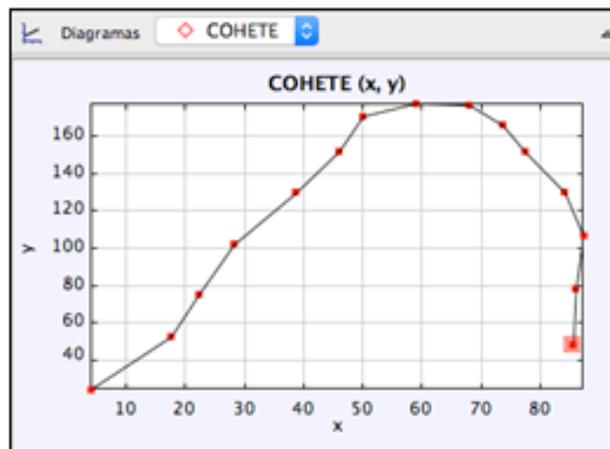


Figura 4. Gráfico generado en Tracker correspondiente a las coordenadas (x, y)

Después consideraron la variable tiempo ( $t$ ), así como la distancia vertical (altura) alcanzada por el cohete ( $y$ ), Generando una serie de gráficos (Figura 5). El problema que surgió fue el de generar un modelo algebraico al fenómeno estudiado sobre la trayectoria del cohete.

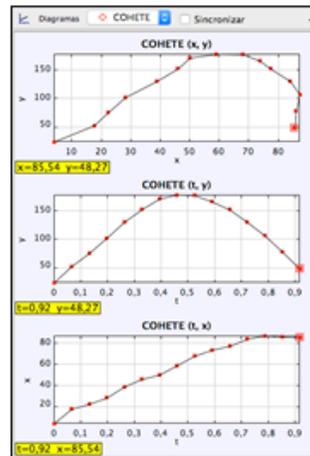


Figura 5. Gráficos generados en Tracker de las variables  $t$ ,  $x$ ,  $y$

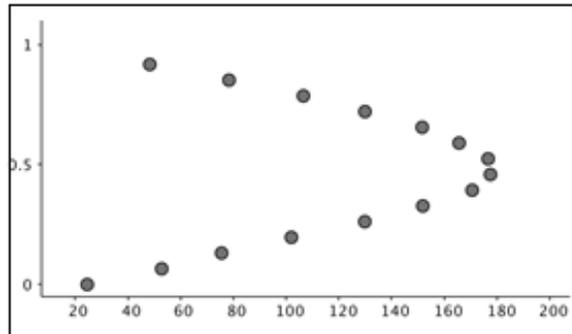
Debido a que en Tracker no encontraron la forma de modelar dichos datos, optaron por hacer uso de GeoGebra, herramienta que les era más amigable en cuanto a su uso y además que cuenta con distintas representaciones gráficas entre ellas la algebraica.

Los datos fueron ingresados en la hoja de cálculo (Figura 6) de GeoGebra, a partir de estos generaron una análisis de regresión de dos variables ( $t$ ,  $y$ ), GeoGebra produjo un gráfico que aunque la selección de las variables fue correcta, el gráfico no correspondía aún como lo esperaban (Figura 7), el programa tomó como abscisa la altura y como ordenada el tiempo, para ello fue necesario realizar un cambio de variables que permite el programa, resultando así la gráfica esperada.

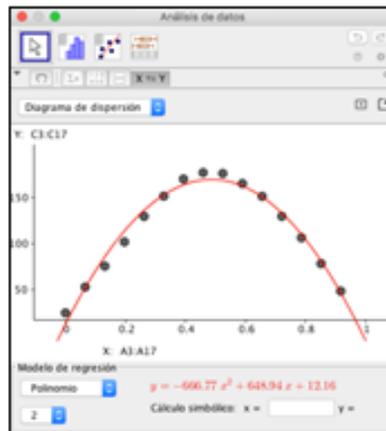
COHETE		
t	x	y
0	3.94	24.55
0.07	17.56	52.81
0.13	22.28	75.53
0.2	28.17	102.01
0.26	38.72	129.85
0.33	45.96	151.86
0.39	49.98	170.59
0.46	58.9	177.51
0.52	67.96	176.63
0.59	73.65	165.62
0.66	77.34	151.62
0.72	84.07	129.92
0.79	87.24	106.54
0.85	85.97	78.34
0.92	85.54	48.27

Figura 6. Datos ingresados en la hoja de cálculo de GeoGebra

Eligieron un modelo de regresión polinómico de grado dos (*Figura 8*), sin embargo, en ambos equipos obtuvieron modelos diferentes, así como entre sus miembros que conformaban el equipo, esto debido a que de manera individual los ajustes que realizaron en Tracker fueron libres, como: el tiempo de captura de video, el número de fotogramas y la disposición de los ejes, y aunado a esto el error humano al elegir en que zona o pixel se debería de realizar la captura de datos.



**Figura 7.** Primer gráfico obtenido en Geogebra



**Figura 8.** Modelo resultante en Geogebra

Las fases que se realizaron durante la práctica, consistieron en las cinco fases de la metodología ACODESA las cuales son: el trabajo individual, el trabajo en equipo, el debate, regreso sobre la situación planteada y la institucionalización, estas no se restringen al orden que se menciona ni a la repetición de alguna de estas en acaso de considerarse necesario. El profesor en todo momento fungió como guía del proceso, así como experto sobre el uso del software.

## ■ Resultados Previos

Debido a que previamente a la práctica se les indicó la actividad a realizar algunos de ellos expresaron el tipo de gráfica que resultaría y por consiguiente el tipo de modelo, a pesar de ellos los primeros resultados no se apegaron a las concepciones preestablecidas que tenían, moviéndolos de esa manera de su zona de confort, y provocando un conflicto cognitivo entre lo que se ve en un software (Tracker o GeoGebra) y lo que se espera ver.

Como resultado de la actividad realizada entre física y matemática los docentes consideraron una serie de elementos que tomaban sentido en el diseño de un cohete y su modelo, ya que ambos contenidos (teórico y práctico) permitía una transversalidad más natural, y por consiguiente surgieron consideraciones hacia la química sobre el tipo de sustancias a utilizar para un mayor impulso.

Se recomienda el uso de distintos elementos tecnológicos, siempre y cuando el tipo de actividad lo permita, además se considera que los softwares libres más apropiados por las características y/o bondades con que cuentan y de ser posible multiplataforma, ya que posibilita un uso libre para el docente, los estudiantes y las instituciones, pero esto no limita al uso de software de paga.

El profesor por parte del alumno es considerado como el experto en el aula en el manejo de la herramienta tecnológica, por ello es que consideramos necesario que el docente conozca como mínimo aquellos usos o comandos a utilizar durante una práctica, así como las posibles soluciones a los problemas más comunes que pueden presentar tales herramientas.

El apoyo de grupos de trabajo es esencial para la consolidación y desarrollo de actividades para beneficio de la comunidad docente (grupos interdisciplinarios), ya que esto le permitirá realizar una transversalidad de las matemáticas hacia otras áreas del conocimiento. Y consideramos que las actividades didácticas apropiadas con apoyo de software (para la Educación Matemática) pueden subsanar el acercamiento a los conceptos matemáticos deseados por parte del docente.

El trabajar de manera mixta, donde se encuentran en el aula sujetos presencialmente y otros de manera virtual, no limita el trabajo en equipo ni las interacciones en tiempo real con sus pares, siempre teniendo en cuenta el tipo de plataforma para el uso y el número de usuarios que participarán de forma virtual.

Es pertinente que el alumno maneje un bagaje de nociones y conceptos matemáticos. Sin embargo, también deja ver que adquirir este bagaje puede tener dificultades, pues se trata de ideas que pueden no ser intuitivas y que su uso se aplica a situaciones complejas, procesos que consideramos fundamentales para trabajar la transversalidad entre la matemática y otras ciencias.

## ■ Referencias bibliográficas

- Ben-Zvi, D. (2001). Technological tools in statistical education. In *Jornades europees d'estadística. L'ensenyament i la difusió de l'estadística* (pp. 201-220). Palma de Mallorca, España: Ed. Conselleria d'Economia, Comerç i Indústria.
- Carr, W., & González A. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona, España: Ediciones Martínez Roca.
- Ecuaciones y desigualdades: panorama de volviendo las matemáticas accesibles para todos. (2016). In *PISA: Programme for International Student Assessment* (pp.1-4). Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/Equations-and-Inequalities-Making-Mathematics-Accessible-to-All-Mexico-ESP.pdf>.
- Espino, G., & Hugues, E. (2014). La herramienta tecnológica como apoyo al concepto de correlación lineal. In *Contribuciones a la enseñanza y aprendizaje de la probabilidad y la estadística 2014* (pp. 99-108). Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. ISBN: 978-607-487-822-6
- Flores, G., & Díaz, M. (2013). *México en PISA 2012*. México, DF, México: INEE. Recuperado de [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11149/1/images/Mexico\\_PISA\\_2012\\_Informe.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11149/1/images/Mexico_PISA_2012_Informe.pdf).
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2008). The discipline of statistics education. In *Developing students' statistical reasoning: connecting research and teaching practice* (pp. 3-19). New York, NY: Springer.
- Hitt, F., & Cortés, J. (2009). Planificación de actividades en un curso sobre la adquisición de competencias en la modelación matemática y uso de calculadora con posibilidades gráficas. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 10(1), 1-30. Disponible en: [www.cidse.itcr.ac.cr/revistamete](http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamete).
- Johnson, R. & Johnson, D. (1998). *Cooperation in the classroom* (7a ed.). Edina, MN: Interaction Book Company.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.
- OECD (2016). *Equations and inequalities: making mathematics accessible to all*. Paris, France: PISA-OECD Publishing, Disponible: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264258495-en>.
- Vergnaud, G. (1991). *Les sciences cognitives en débat. Première école d'été du CNRS sur les sciences cognitives*. Paris, France: Editions du CNRS.