

# LAS HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS COMO MEDIADORAS EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA: LA TRANSVERSALIDAD TECNOLÓGICA

**GESSURE ABISAÍ ESPINO FLORES**

**MARIBEL DESSENS FÉLIX**

**JOSUÉ GUTIÉRREZ GONZÁLEZ**

CENTRO REGIONAL DE FORMACIÓN DOCENTE E INVESTIGACIÓN  
EDUCATIVA DEL ESTADO DE SONORA

**TEMÁTICA GENERAL:** TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN  
(TIC) EN EDUCACIÓN

## RESUMEN

La enseñanza de las matemáticas actualmente en nuestro país presenta una serie de retos importantes para la mejora en la calidad de la educación; por una parte, la creciente necesidad de incorporar nuevas tecnologías a las aulas que permitan acercar a los estudiantes a una interacción dinámica, brindándoles la oportunidad de relacionar los conceptos con las aplicaciones, las cuales han adquirido gran influencia en nuestra sociedad, y se les ha atribuido un potencial considerable en los procesos de enseñanza y aprendizaje, debido a la inserción de las tecnologías en diferentes actividades de la sociedad moderna y a las características propias de las matemáticas, estas son vistas como un apoyo que posibilita la enseñanza y aprendizaje de la matemática. Y un segundo reto es la incorporación de la transversalidad en las prácticas docentes, y que se ha venido trabajando mayormente en el contenido disciplinar como algo ajeno a las otras ramas de las ciencias.

Considerando lo anterior se ha emprendido en incidir en la actualización de profesores en ejercicio, donde sean ellos los actores principales, experimentando de primera mano la metodología ACODESA y desarrollando actividades que permitan un alcance cognitivo apropiado en sus discentes, siendo los profesores quienes construyan las actividades con apoyo de la herramienta tecnológica y el software apropiado. Dado que las prácticas en ambientes computacionales no presentan un medio para

educar matemáticamente, se acompañan estas de materiales curriculares y de actividades apropiadas que permitan promover la reflexión sobre los saberes matemáticos.

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

## LA FORMACIÓN DE PROFESORES EN MÉXICO

La Secretaría de Educación Pública (SEP) ha enfocado su interés principalmente en la enseñanza del lenguaje y matemáticas. En estos campos se tienen datos internacionales como PISA (Flores y Díaz, 2013), los cuales reportan que el 55% de los alumnos en México no alcanzan un nivel básico en habilidades matemáticas y el 41% no alcanza las habilidades básicas en comprensión lectora.

Ante este panorama los esfuerzos por elevar los índices de calidad por parte de la SEP han sido cada vez mayores; lo anterior es reflejado en una nueva reforma educativa, donde los aprendizajes claves son fundamentales para la mejora de habilidades en los estudiantes de educación básica y media superior.

En el caso particular de matemáticas, las prácticas docentes se han centrado particularmente en el fortalecimiento de los disciplinar, dejando de lado aquellos conceptos que pueden ser tratados desde la transversalidad de los contenidos con otras ciencias, por lo anterior consideramos que es indispensable que la capacitación de los profesores se centren en el desarrollo de técnicas de aprendizajes, que sean apropiadas de acuerdo al contexto escolar; esto permitirá que, los contenidos no sean vistos como conceptos aislados o descontextualizados del entorno del alumno, y puedan ser vistos como una articulación a otras ciencias centrando aquellos aprendizajes claves en la formación del estudiante.

Uno de los esfuerzos realizador por parte de la SEP es el incremento del 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 OCDE: 3 horas y 32 minutos), 18 minutos más por semana que el estudiante promedio en 2003 (promedio de la OCDE: 13 minutos más) (Ecuaciones y Desigualdades: Panorama de Volviendo las Matemáticas Accesibles para Todos, 2016, p.1).

Este tipo de acciones no han reflejado 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 (aplicación de la matemática a otras ciencias) México se encuentra apenas por encima del promedio (*Figura 1*).

Una perspectiva que cada día cobra más atención en la investigación en matemática educativa es la explicación de la fenomenología del aprendizaje de las matemáticas, vista desde el interaccionismo social, lo que paralelamente ha venido influyendo en propuestas de intervención didáctica.

Precisamente, por un lado, en este trabajo se considera que este tipo de interacción es una característica pertinente 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 este aprendizaje se desarrolla de una manera gradual, con aportaciones de los propios estudiantes a fin de generar conocimiento, compartiendo la autoridad, aceptando las responsabilidades y respetando los diferentes puntos de vista para proporcionar de manera colectiva un conocimiento nuevo.

Por otro lado, debido a que la resolución de problemas dentro del interaccionismo es descrita de una manera global, y para los fines matemáticos adoptamos la definición de problema que hace Hitt (2008):

Si un enunciado no nos hace recordar un procedimiento determinado y nos obliga a construir representaciones internas particulares que se ligarán a otro tipo de representaciones que están en juego, que va a promover una articulación entre esas representaciones y que va también permitirnos producir representaciones particulares ligadas al enunciado, entonces ese enunciado será para nosotros un problema. (p.44)

Y quien lo considera como un ejercicio en cuanto a la inmediatez de la acción que este último implica, podrá ser descrito como un enunciado que evoca un procedimiento determinado para responder a alguna interrogante (Hitt, 2008),

Aunado a aquellas competencias que el alumno debe de alcanzar, también referimos al uso de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), no obstante, para alcanzar tal competencia, es necesario capacitar inicialmente a los docentes sobre el uso de estas; más importante aún es el uso de las TIC para la enseñanza de las matemáticas, convirtiéndolas en Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).

## USO DE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA COMO APOYO A LA MATEMÁTICA

El uso de las herramientas tecnológicas en la sociedad ha sido de gran ayuda para un avance científico y social, el hablar de herramientas tecnológicas implica el evocar el uso de dispositivos que permiten una interactividad entre el usuario y el dispositivo. En áreas como la enseñanza, estas herramientas han quedado de lado, particularmente en la enseñanza de la matemática.

Los esfuerzos por culturalizar digitalmente a los profesores han convergido en actualizaciones sobre el uso de las TIC, lo cual conlleva a una mejora en la manipulación de herramientas tecnológicas, siendo mayormente de carácter profesionalizante y dejando en segundo plano la capacitación enfocada en el desarrollo de actividades didácticas de acuerdo a las necesidades escolares que requieren.

Quando se usa la tecnología en la escuela, hay que reconocer que no es la tecnología en sí misma el objeto central de nuestro interés sino el pensamiento matemático que pueden desarrollar los estudiantes bajo la medición de dicha tecnología. (Moreno, L. (2002), citado por Espino, Ulloa y Arrieta, 2011, p.1208)

El acercamiento al manejo de distintas herramientas en el aula de clases hoy en día implica la utilización de una gama de dispositivos electrónicos (calculadoras, celulares, computadoras, entre otras), donde el docente no sólo es considerado como experto por los estudiantes (Espino, Hugues y Ulloa, 2015), sino que además debe de poseer conceptos básicos para la manipulación de estos.

Las tareas mediadas por un entorno computacional permiten profundizar en aquellos aprendizajes claves, es por ello que dentro de los recursos computacionales podemos considerar dos tipos de metáforas (Pea, 1987; citado por Ben-Zvi, 2001):

1. **La metáfora amplificadora**, es aquella que ve a las computadoras como simples herramientas, las cuales permiten amplificar las capacidades humanas, considerando que estas herramientas únicamente permiten realizar de manera más rápida y precisa aquellos procesos que a las personas les puede llevar más tiempo o inclusive cometer algún error en los cálculos cuando se realizan a papel y lápiz, además si las herramientas tecnológicas son usadas de una manera tradicionalista (lo mismo que sucede en la pizarra, sólo que ahora de forma electrónica) no promueve un cambio cualitativo dentro del pensamiento matemática, y

2. **La metáfora reorganizadora**, esta considera a las computadoras no sólo como herramientas amplificadoras de las capacidades humanas, sino también como herramientas cognitivas, las cuales permiten un cambio estructural en el sistema cognitivo de

los alumnos por medio de una reorganización y transformación de las actividades realizadas por ellos.

De acuerdo al uso adecuado de las TAC, resulta necesario considerar la tendencia e influencia que la tecnología computacional tiene en la sociedad y en el ámbito educativo. En este sentido es que surgen interrogantes como: ¿por qué utilizar el recurso computacional en matemáticas?, ¿qué software es más apropiado? y ¿qué características debe tener?

Algunas consideraciones que se deben de tomar en base a la experimentación de secuencias didácticas basadas con tecnología han sido que las herramientas a utilizar deben de:

- Promover la simulación en un ambiente computacional
- Permita la experimentación, observación y exploración.
- Que contribuya al diseño de ambientes de aprendizaje, centrándose en el alumno como investigador por medio de la manipulación de estos entornos.
- Que favorezca la visualización del lenguaje geométrico y algebraico.
- Y que ayude a la visualización y comprensión de relaciones existentes entre los conceptos y los objetos matemáticos.

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.

## LA TRANSVERSALIDAD

Uno de los objetivos de la educación es el formar a un estudiante integral, aportándole un sinnúmero de herramientas a fin de lograr un desempeño efectivo y eficaz. 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.

Por lo anterior que proponemos una serie de actividades didácticas desde la transversalidad de diferentes disciplinas orientadas a situaciones cotidianas, donde el contexto juegue un papel importante en el involucramiento del estudiante, y buscando vincular el enfoque experimental de las

ciencias naturales y sociales. Se han realizado diseños basados en experimentos desde la física y la química, donde las representaciones espontáneas (Espino y Hugues, 2014) juegan un papel importante en el desarrollo de las actividades, desarrollando las habilidades y destrezas en el estudiante sobre los conceptos matemáticos.

## METODOLOGÍA

La consideración base para la investigación ha sido el método de investigación-acción (Lewin, 1946), el cual consideramos fundamental para la indagación introspectiva de aquellos sujetos que están inmersos en situaciones sociales específicas, esto debido que el objetivo es el mejorar la racionalidad, la justicia 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 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-reflexion*) (Hitt y Cortés, 2009), 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.

A continuación, se presenta una situación medida por la tecnología.

## EL LANZAMIENTO DE UN COHETE

Esta actividad se trabajó con profesores de diferentes niveles educativos (básico, media superior y superior), además de presentarse con un estudiante de manera virtual. Se consideró abordar el tema desde la experimentación de un fenómeno físico con apoyo de los softwares Tracker y GeoGebra, además del uso de una computadora personal y el teléfono celular. Tal actividad fue puesta en práctica en una sesión con un grupo de siete profesores en ejercicio, seis de los cuales se encuentran laborando en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México y una profesora se encontraba en la ciudad de Tepic, Nayarit, México, a través de Hangouts.

La actividad consistió en el diseño de un cohete con materiales ordinarios, para ellos se les presento un video de Youtube, sobre la construcción del cohete y cómo lanzarlo. Se organizaron dos equipos para el diseño y lanzamiento del cohete, se tomó video del lanzamiento y se pasó a la computadora para ser trabajado bajo el entorno del software Tracker.

Se encontró que empíricamente o en base a la experiencia de los profesores, conocían que la trayectoria del cohete haría referencia a una parábola, así como que su modelo algebraico sería de segundo grado. El modelo resultante (*Figura 3*) obtenido en Tracker, no fue como se esperaba inicialmente, esto debido a que el software permite ajustar los ejes, la inclinación de estos, el número de fotogramas en los que realizará la captura de datos y además que se puede elegir el inicio como el final de la toma de datos en el video (*Figura 4*), estas consideraciones fueron puestas en juego en el trabajo de los profesores, obteniendo resultados diferentes entre ambos equipos, e inclusive diferentes entre los miembros de los equipos.

Se consideraron tres variables a trabajar: tiempo ( $t$ ), altura alcanzada por el cohete ( $y$ ) y distancia recorrida por el cohete ( $x$ ), el gráfico que optaron por realizar inicialmente fue el de las variables  $(x,y)$  obteniendo un gráfico que no correspondía a sus concepciones previas (*Figura 3*), es aquí donde entra en consideración la variable tiempo, pero se optó en algunos casos la graficación de las variables  $(x,y)$ ,  $(t,y)$  y  $(t,x)$  (*Figura 5*), concluyendo que el par de variables que buscaban trabajar fue  $(t,y)$ , ya que con esto se buscó el modelo que describiera el comportamiento de la trayectoria del cohete.

Debido a que Tracker no proporciona el modelo, se utilizó la hoja de cálculo de GeoGebra, donde se realizó una correlación bivariada, que originalmente invierte el orden de las variables GeoGebra arrojando en palabras de algunos docentes “una parábola acostada” (*Figura 6*), recurrieron al profesor para que explicara el por qué la gráfica es de esa forma.

Con el cambio de variables se pudo obtener la gráfica apropiada, y eligiendo un modelo polinómico de grado dos se obtuvo el modelo que describe el recorrido del cohete (*Figura 7*), sin embargo, cabe señalar que los modelos obtenidos fueron diferentes en cada caso.

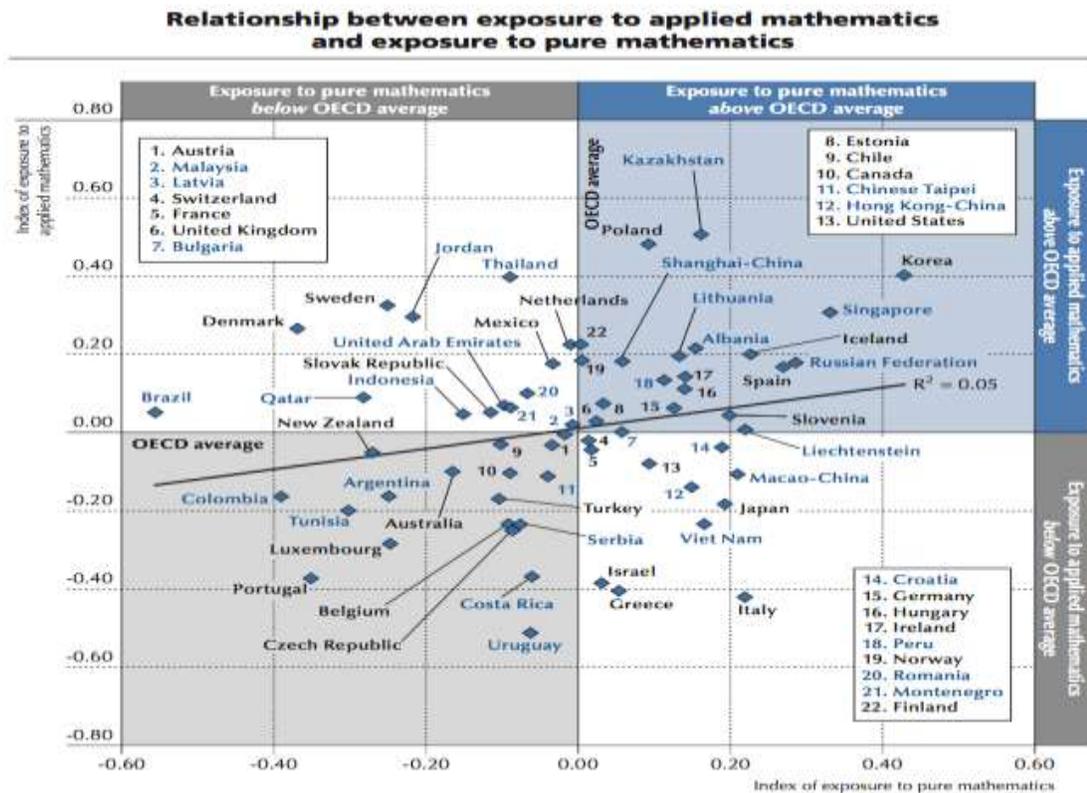
Con esta actividad surgieron inquietudes como: ¿qué tipo de solución química puede hacer que el cohete se eleve más? ¿otro diseño de cohete permitirá una mejor trayectoria del mismo? Estas y otras inquietudes se externaron por parte de los profesores, que inclusive inquietudes tecnológicas (software) fueron propuestas, como son, la simulación del lanzamiento del cohete, empleando una serie de variables que permitan manipular el objeto.

## Conclusiones

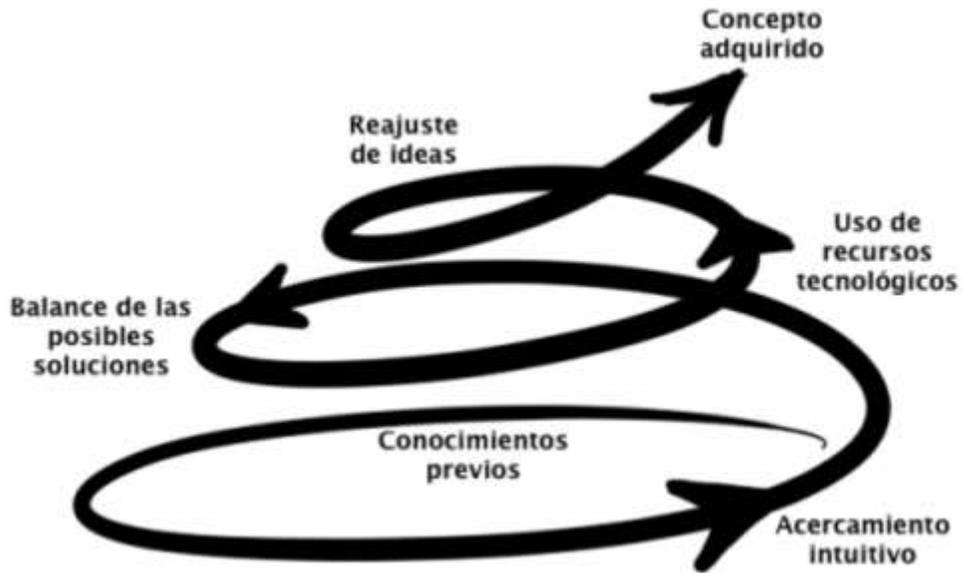
- El docente frente a grupo debe de conocer la herramienta tecnológica a utilizar en su uso básico, debido a que este es considerado como el experto ante cualquier problema que se suscite con el software.
- El uso de actividades atrayentes promueve la integración y trabajo de sus pares, motivando esto a una investigación del por qué y cómo es que sucede un fenómeno, convirtiendo al sujeto en investigador que busca una solución a una problemática en particular.
- La transversalidad de contenidos fue importante entre la Física y la Matemática, sin embargo, se dio una transversalidad tecnológica, donde se consideró importante que ciertos elementos de un software permitan ser trabajados en otro, pues en ocasiones las limitaciones de los mismos son subsanadas con otros.
- El trabajo lúdico de un fenómeno cobra mayor sentido en campos como la matemática, donde el trabajo de símbolos conlleva una profundización a lo conceptual, y el uso de la herramienta tecnológica mediante el trabajo de iconos (gráficas), permiten una vinculación entre distintas representaciones.
- 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 trabajo de manera virtual, es una oportunidad en donde no únicamente la tecnología es mediadora de la actividad, sino que permite una interacción con los sujetos siempre que la actividad sea construida de manera apropiada para la implementación en ambos sentidos (presencial y virtual).
- Se recomienda el uso de distintos elementos tecnológicos, siempre y cuando el tipo de actividad lo permita, además se considera que los softwares libres son más apropiados por las características o bondades con que cuentan y algunos de estos son multiplataforma. El uso de estos posibilita que el docente, los estudiantes y las instituciones puedan instalarlos libremente, pero esto no limita que no se implemente aquellos softwares de paga.
- Se considera pertinente 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.

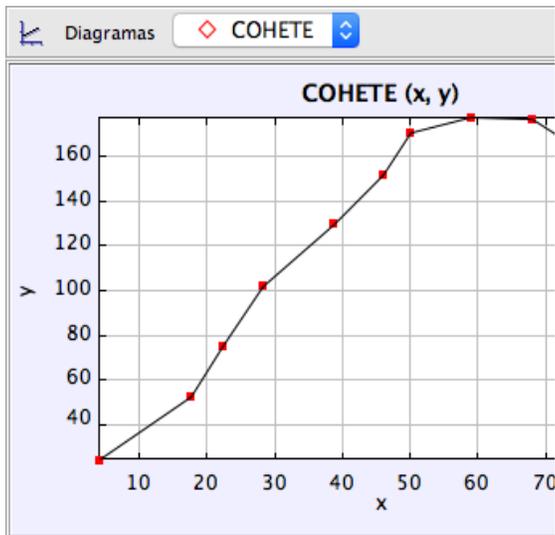
## Tablas y figuras



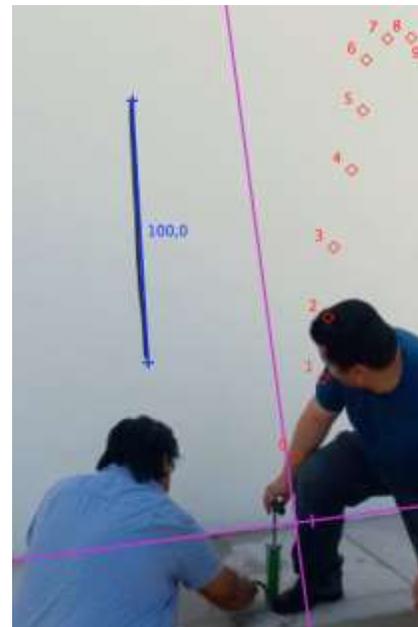
**Figura 1.** Fuente: OECD (2016), Equations and Inequalities: Making Mathematics Accessible to All.



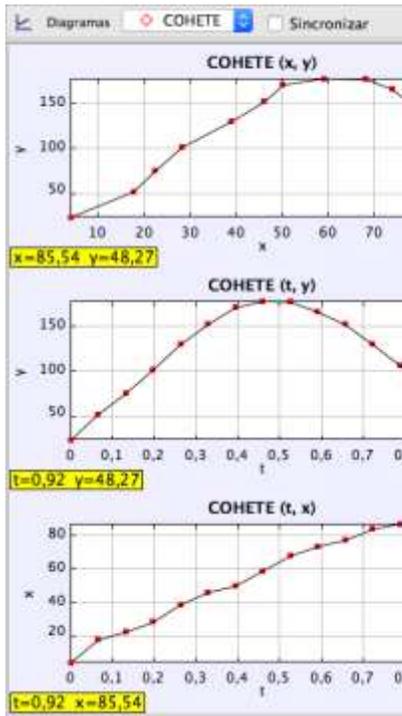
**Figura 2.** Progreso conceptual con la ayuda de las herramientas tecnológicas. Elaboración propia.



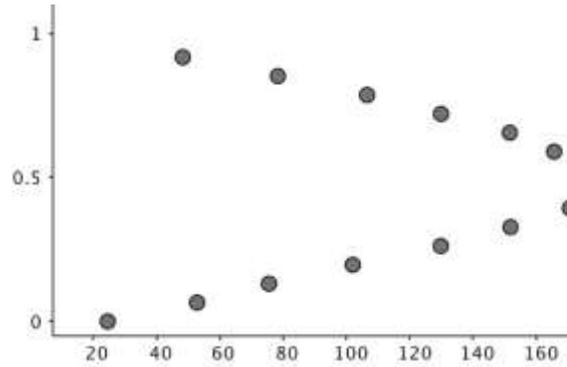
**Figura 3.** Gráfico generado en Tracker correspondiente a las coordenadas (x,y).



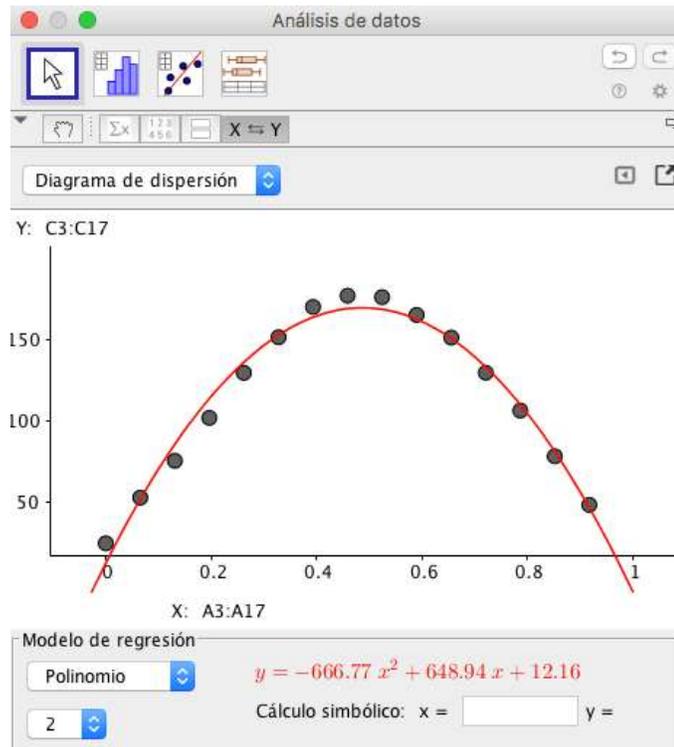
**Figura 4.** Lanzamiento de cohete.



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



**Figura 6.** Primer gráfico obtenido en GeoGebra.



**Figura 8.** Modelo resultante en GeoGebra

## Referencias

- Ben-Zvi, D. (2001), Technological Tools in Statistical Education. in Jornades europees d'estadística. L'ensenyament i la difusió de l'estadística. Ed. Conselleria d'Economia, Comerç i Indústria, Palma de Mallorca. pp. 201-220.
- Ecuaciones y Desigualdades: Panorama de Volviendo las Matemáticas Accesibles para Todos. (2016). 1st ed. 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. y Hugues, E. (2014). La herramienta tecnológica como apoyo al concepto de correlación lineal. Contribuciones a la Enseñanza y Aprendizaje de la Probabilidad y la Estadística 2014, pp. 99-108. Puebla, Pue., México. ISBN: 978-607-487-822-6
- Espino, G., Hugues, E. y Ulloa, J. (2015). La tecnología como instrumento cognitivo sobre el concepto de Correlación Lineal. Comité Interamericano de Educación Matemática (2015). Educación Matemática en las Américas: 2015. Volumen 8: Estadística y Probabilidad. Editores: Patrick (Rick) Scott y Ángel Ruíz. República Dominicana., pp 104-114. ISBN: 978-9945-603-05-7
- Espino, G., Ulloa, J. y Arrieta, J. (2011). Uso del software para el aprendizaje del lenguaje y pensamiento matemático en la UAN. En P. Lastón (Ed.), Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 24, pp. 1206-1213. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Flores, G. y Díaz, M. (2013). México en PISA 2012. 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. y Ben-Zvi, D. (2008). The Discipline of Statistics Education. Chapter 1 in Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice, New York: Springer. pp. 3-19.
- Hitt, F. (2008). La Didáctica de las Matemáticas y la Formación de Profesores de Matemáticas. En F. Barreras et al., Memorias del Segundo Seminario Nacional sobre Resolución de Problemas y el Aprendizaje de las Matemáticas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca. ISBN: 987-607-482-016-4, pp. 41-55.
- Hitt, F. y 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, Vol. 10, n°1, pp. 1-30 Disponible en: [www.cidse.itcr.ac.cr/revistamete](http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamete)
- Johnson, R. y Johnson, D. (1998). Cooperation in the classroom (7a ed.). Interactionbook Company.
- Lewin, K. (1946) Action Research and Minority Problems. Journal of Social Issues, vol. 2, no. 4, 1946, pp. 34-46.



---

OECD (2016), Equations and Inequalities: Making Mathematics Accessible to All, PISA, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264258495-en>