

## USO DEL SIMULADOR PHET PARA EL APRENDIZAJE DE LAS OPERACIONES CON VECTORES

Viana Nallely García Salmerón, Flor Monserrat Rodríguez Vásquez  
Universidad Autónoma de Guerrero, México  
viana.varane@uagro.mx, flor.rodriguez@uagro.mx

**Resumen.** El objetivo de este laboratorio es desarrollar actividades con base en una fundamentación teórica, que favorezcan la comprensión de las operaciones básicas con vectores. El laboratorio está dirigido tanto a profesores como a estudiantes de nivel medio superior. Se hará uso de un simulador interactivo de acceso libre, el cual permite desarrollar habilidades para la comprensión de conceptos en matemáticas. Se espera que los participantes amplíen su conocimiento sobre el diseño de actividades usando escenarios virtuales.

**Palabras claves:** Comprensión en Matemáticas, operaciones con vectores, simulador PhET.

### Introducción

Dos operaciones básicas con vectores son la suma y resta, no obstante, la literatura reporta dificultades como: calcular incorrectamente la magnitud del vector resultante, no considerar el signo menos (-) en la resta de vectores, emplear incorrectamente el Teorema de Pitágoras, confundir los procedimientos de suma y resta, etc., (Barniol y Zavala, 2014). Una comprensión adecuada, puede ayudar a subsanar dichas dificultades y a lograr un aprendizaje significativo. Por lo tanto, este laboratorio tiene como objetivo desarrollar actividades, en un escenario virtual, que favorezcan la comprensión sobre la suma y resta de vectores. Las actividades se fundamentarán desde el marco teórico de Stewart y Thomas (2009), y desde el escenario virtual *Adición de Vectores* de PhET.

### Fundamentación Teórica

Para analizar el nivel de comprensión conceptual y procedimental de estudiantes universitarios y observar la forma en que aprenden, Stewart y Thomas (2009) propusieron un marco que comprende tanto la Teoría APOE (Dubinsky y McDonald, 2001) como la Teoría de los Tres Mundos Matemáticos (Tall, 2004). La vinculación de ambas teorías se representa por una matriz (ver Tabla 1) donde, cada celda intersección APOE-Mundos Matemáticos, implica cierto nivel de dificultad cognitiva, la cual aumenta de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, el nivel más difícil de lograr está señalado por la punta de la flecha en diagonal.

**Tabla 1.** Matriz Stewart y Thomas (2009).

APOE	Mundos Matemáticos		
	Encarnado	Simbólico	Formal
Acción			
Proceso			
Objeto			

Fuente: Adaptado de “Understanding linear algebra concepts through the embodied, symbolic, and formal worlds of mathematical thinking”, por Stewart, S., 2008, p.90.

Para resolver las actividades correspondientes a las celdas intersección se usará el simulador *Adición de Vectores* PhET, ya que promueve la comprensión de conceptos a través de la interactividad, animación, retroalimentación dinámica y exploración productiva (Wieman et al., 2010). Además, permite repetir experimentos, explorar el efecto de parámetros diferentes, múltiples formas de representación de un concepto, observar las variables que intervienen en un fenómeno, etc., lo cual es ideal dada la situación de educación virtual derivada de la pandemia por la COVID-19.

## Metodología

### Participantes

Profesores y estudiantes de nivel medio superior y superior de áreas como Matemáticas, Ingeniería, Física, etc.

### Desarrollo

- De manera sincrónica.  
 Sesión 1: Presentación, exploración del simulador PhET, implementación de actividades muestra con el simulador.  
 Sesión 2. Presentación de actividades usando el simulador PhET, discusión de actividades a realizar de manera asincrónica, retroalimentación, reflexiones finales sobre lo aprendido y objetivos del laboratorio.
- De manera asincrónica. Resolución de actividades usando el simulador PhET, y otras actividades varias para evaluar lo aprendido.

### Diseño de actividades

En la Tabla 2 se muestran algunos ejemplos de las características que atenderán las actividades, las cuales se solucionarán con el simulador *Adición de Vectores* de PhET.

**Tabla 2.** Matriz suma y resta de vectores.

APOE	Mundos Matemáticos		
	Encarnado (E)	Simbólico (S)	Formal (F)
<b>Acción (A)</b>	A partir de situaciones de la vida cotidiana, explorar las características de un vector. Observar el efecto si se cambian parámetros.	Multiplicar algebraicamente un vector por un escalar.	
<b>Proceso (P)</b>	Resolver suma gráfica de dos vectores, por los métodos del paralelogramo y el polígono. Cambiar parámetros. Plantear el caso de la resta de dos vectores.	Resolver suma y resta de dos vectores, haciendo énfasis en la representación algebraica, de acuerdo con lo realizado en P/E.	
<b>Objeto (O)</b>	Resolver suma y resta gráfica con tres vectores, predecir el comportamiento del vector resultante, si cambia el valor de las características de los vectores que intervienen.	---	----

Fuente: Elaboración propia.

### Evaluación

Para acreditar el laboratorio, los participantes deberán asistir a las dos sesiones sincrónicas y entregar todas las actividades planeadas.

### Expectativas

Se espera que los participantes amplíen su conocimiento sobre el diseño de actividades para favorecer la comprensión usando escenarios virtuales.

### Referencias bibliográficas

- Barniol, P., y Zavala, G. (2014). Evaluación del entendimiento de los estudiantes en la representación vectorial utilizando un test con opciones múltiples en español. *Revista Mexicana de Física E*, 60(2), 86-102.
- Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2001). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. In *The teaching and learning of mathematics at university level* (pp. 275-282). Springer, Dordrecht.
- Stewart, S. (2008). Understanding linear algebra concepts through the embodied, symbolic and formal worlds of mathematical thinking (Doctoral dissertation, ResearchSpace@Auckland).
- Stewart, S., y Thomas, M. O. (2009). A framework for mathematical thinking: The case of linear algebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(7), 951-961. doi: 10.1080/00207390903200984
- Tall, D. (2004). Building theories: The three worlds of mathematics. *For the learning of mathematics*, 24(1), 29-32.
- Wieman, C. E., Adams, W. K., Loeblein, P., & Perkins, K. K. (2010). Teaching physics using PhET simulations. *The Physics Teacher*, 48(4), 225-227. doi: 10.1119/1.3361987.  
Recurso: PhET Website: <https://phet.colorado.edu>