

Modelo CUVIMA como estructura en el diseño de actividades didácticas que incluyan la modelización de fenómenos físicos

Freddy Yesid Villamizar Araque, Armando Cuevas Vallejo, Alfredo Martínez Uribe

Resumen:

La presente investigación es una propuesta de un modelo metodológico que integra la enseñanza de la física, matemáticas, y el uso de las tecnologías digitales. Para ello fue necesario el diseño y organización de actividades didácticas con el objetivo de promover una mejor comprensión de los conceptos implícitos de ambas disciplinas; en dicho modelo, el empleo de tecnologías digitales juega un papel relevante tanto para la obtención y procesamiento de datos experimentales de un fenómeno, como para apoyar su modelización. Se realizaron dos experiencias didácticas a nivel secundaria (12-14 años), donde se utilizaron diversos artefactos digitales. Se evidenciará el cambio conceptual de los estudiantes que se promueve posteriormente al desarrollo de actividades, bajo el ejemplo del fenómeno de la conservación de la energía y los conceptos matemáticos asociados en su modelización.

Palabras clave: modelización, tecnologías digitales, física, matemáticas, modelo metodológico

I. Introducción

A pesar de que la física y las matemáticas se han desarrollado interactivamente (Poincaré, 1907; Kline, 1981; Gingras, 2001; Kjeldsen y Lützen, 2015; Karam, 2015) existe una dicotomía a nivel secundaria en el aula, que se polariza de la siguiente manera: -en la enseñanza de la física es usual encontrar las matemáticas como una herramienta operativa y memorística para el cálculo de fórmulas, y rara vez como herramienta de razonamiento para interpretar el mundo físico, -en sentido contrario, la física es considerada en la enseñanza de las matemáticas como ejemplo de aplicación de los conceptos matemáticos, que han sido previamente definidos de forma abstracta, lo cual no favorece la comprensión conceptual de ninguna de las dos ciencias (Tuminaro y Redish, 2007; Uhden, Karam, Pietrocola, & Pospiech, 2012; Karam, 2015).

Parte de los argumentos en la enseñanza de la física es que los estudiantes carecen de los elementos matemáticos para abordar los temas de física en este nivel educativo. De ahí que nuestra propuesta para significar conceptualmente ambas ciencias, consistiría en incorporar a la tecnología digital como herramienta mediadora. Esto permitiría la simulación de fenómenos naturales y/o captura de datos experimentales del mismo, y facilitaría la elaboración del modelo físico y matemático del fenómeno en cuestión.

Nuestro marco didáctico y metodológico propone favorecer la experimentación de fenómenos naturales para introducir los conceptos físicos en la educación básica, proponiendo el uso dispositivos móviles como un *laboratorio de bolsillo* (Forinash & Wishman, 2012; Monteiro et al., 2014; Cuevas, Villamizar & Martínez, 2017). A la vez, el concepto físico establece un *proyecto de acción* práctica en cuya resolución emergen conceptos matemáticos asociados (Cuevas y Pluinage, 2003). Pero ¿cómo podemos integrar artefactos digitales en la enseñanza de las matemáticas y la física? ¿cómo promover una comprensión conceptual de ambas áreas del conocimiento?

II. Propuesta

Se plantea una actividad que tiene como estructura el modelo metodológico CUVIMA, el cual ha sido aplicado en el tema del tono como cualidad del sonido (Cuevas, Villamizar y Martínez, 2017). Sin embargo, ejemplificaremos el modelo en el tema de la conservación de la energía y los conceptos matemáticos implícitos en dicho fenómeno, como función lineal, afín y pendiente, en un nivel de secundaria. La actividad enfocada a introducir el tema de la conservación de la energía se aplica utilizando el modelo CUVIMA, como lo muestra la Figura 1:

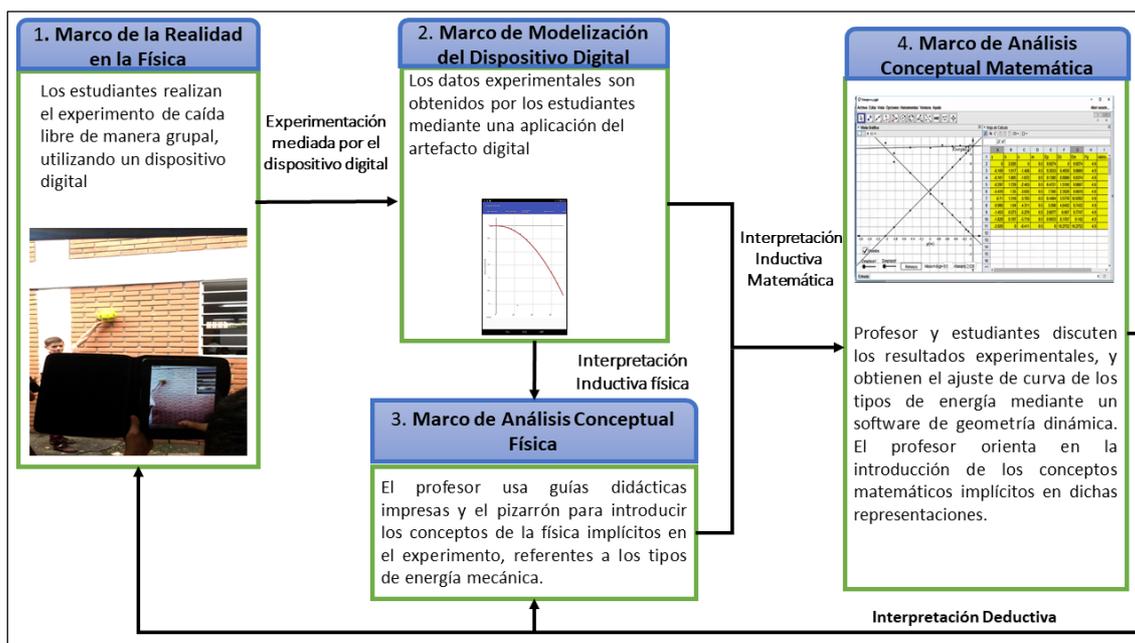


Figura 1. Modelo CUVIMA aplicado en el tema de la conservación de la energía mecánica

El modelo CUVIMA presenta cuatro marcos:

- El primero parte de un experimento sobre un fenómeno físico real o simulado, lo que obedece a un principio didáctico que sugiere introducir un concepto matemático a partir de un problema en contexto.
- El segundo, consiste en tomar datos del experimento y obtener representaciones matemáticas sobre dichos datos, mediante el uso de un dispositivo digital. El dispositivo digital puede ser un computador, Tablet o smartphone, que usen un software o app que facilite la obtención de datos, representación o modelo del fenómeno experimentado.
- El tercero, consiste en realizar una interpretación inductiva de los conceptos físicos asociados al fenómeno experimentado.
- El cuarto, consiste en realizar un proceso de interpretación inductiva en la matemática para explicar el modelo matemático del fenómeno experimentado.

Finalmente, mediante una secuencia didáctica, se utiliza el modelo matemático obtenido en el cuarto marco para interpretar deductivamente el fenómeno físico y su conceptualización. La actividad fue aplicada en dos poblaciones de estudiantes de nivel medio en Colombia, utilizando distintos dispositivos digitales como mediadores en la experimentación. Se aplicó un pretest a los estudiantes para recopilar las ideas previas sobre la energía mecánica y conocimientos previos matemáticos. Por medio de un postest, se analizó cualitativamente el cambio conceptual de dichas ideas.

III. Conclusiones

El modelo metodológico CUVIMA, es una alternativa para guiar la estructura en el diseño de actividades con el objetivo de promover la comprensión conceptual tanto de las matemáticas como de la física, utilizando las tecnologías digitales. La comprensión conceptual puede ser evidenciada mediante los procesos de interpretación inductiva y deductiva, reflejados en el *cambio conceptual* (Pozo, 2007) basado en la modificación de las representaciones o *ideas previas* de los estudiantes sobre algún concepto (Hierrezuelo y Montero, 2006). El modelo matemático y la profundidad conceptual depende del nivel académico en el cual se puede aplicar el modelo CUVIMA, lo cual lo hace flexible, pero exige una debida planeación de los objetivos de la actividad, revisión curricular y una debida selección de artefactos digitales. La secuencia didáctica realizada en cada marco del modelo puede variar de acuerdo con la forma en que el profesor guíe la actividad.

Referencias Bibliográficas

- Cuevas, C.A., y Pluvinage, F. (2003). Les projets d'action pratique, elements d'une ingeniere d'ensigment des mathematiques. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 8, 273-292.
- Cuevas C.A., Villamizar, F.Y., y Martínez, A. (2017). Aplicaciones de la tecnología digital para actividades didácticas que promuevan una mejor comprensión del tono como cualidad del sonido para cursos tradicionales de física en el nivel básico. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 129-150.
- Forinash, K. & Wishman R. (2012). Smartphones as portable oscilloscopes for physics labs. *The Physics Teacher*, 50, 242-243. doi: 10.1119/1.3694081.
- Gingras, Y. (2001). What did mathematics do to physics? *History of Science*. 39, 383-416.
- Hierrezuelo, J., y Montero, A. (2006). La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la física y la química. México: Fontamara.
- Karam, R. (2015). Introduction of the Thematic Issue on the Interplay of Physics and Mathematics. *Science & Education*. 24(5), 487-494. DOI: 10.1007/s11191-015-9763-9.
- Kjeldsen, T. H., & Lützen, J. (2015). Interactions between Mathematics and Physics: The History of the Concept of Function Teaching with and About Nature of Mathematics. *Science & Education*. 24(5), 543-559. DOI: 10.1007/s11191-015-9746-x.
- Kline, M. (1981). *Mathematics and the physical world*. New York: Dover.
- Monteiro, M., Cabeza, C., & Martí, A. (2014). Exploring phase space using smartphone acceleration and rotation sensors simultaneously. *European Journal of Physics*, 35, 1-9. doi:10.1088/0143-0807/35/4/045013.
- Poincaré, H. (1907). *The value of science*. New York: The Science Press.
- Pozo, J. (2007). Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional. En Pozo, J. y F. Flores (eds.). *Cambio conceptual y representacional en la enseñanza de la ciencia* (p.p. 73-89). Madrid: A. Machado libros y cátedra UNESCO de educación científica para América Latina y el Caribe.

Tuminaro, J. & Redish, E. F. (2007). Elements of a cognitive model of physics problem solving: Epistemic games. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*. 3(2), 020101-1, 020101-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.020101>.

Uhden, O., Karam, R., Pietrocola, M., & Pospiech, G. (2012). Modelling Mathematical Reasoning in Physics Education. *Science & Education*. 20(4), 485-506.

Autores:

Freddy Yesid Villamizar Araque. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, México.

freddymatedu@gmail.com

Armando Cuevas Vallejo. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, México.

ccuevas@cinvestav.mx

Alfredo Martínez Uribe. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, México.

amartinez@cinvestav.mx