EL MODELO CUVIMA: UNA PROPUESTA PARA LA COMPRENSIÓN DE LOS CONCEPTOS FISICOS Y MATEMÁTICOS

Carlos Armando Cuevas Vallejo
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N., México
Departamento de Matemática Educativa
Investigador Cinvestav 3B
E-mail: ccuevas@cinvestav.mx

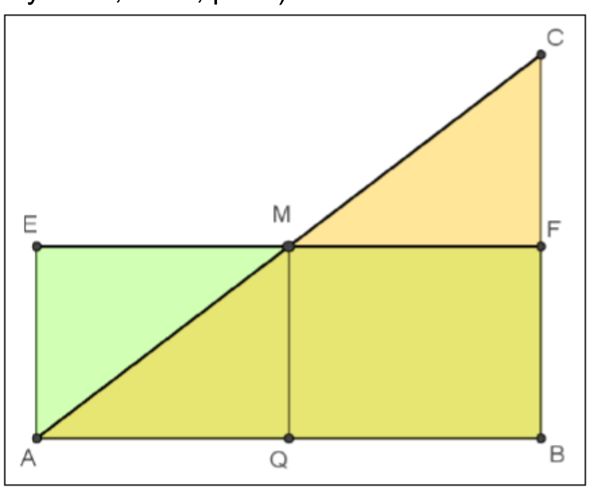
Freddy Yesid Villamizar Araque
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N., México
E-mail: fvillamizar@cinvestav.mx

Resumen

Se propone el modelo CUVIMA (Cuevas, Villamizar y Martínez, 2017), para guiar actividades didácticas que promuevan una comprensión tanto de los conceptos matemáticos como físicos. Mostraremos algunos casos ejemplos de actividades que siguen el modelo CUVIMA donde se involucra el proceso de modelización.

Antecedentes

"El libro de la naturaleza, quiero decir el universo, siempre está abierto ante nuestros ojos, pero no lo descifrará nadie que no aprenda y entienda antes el idioma y las letras con que está escrito. El idioma es matemático y las letras son las figuras geométricas" (Galileo, 1623, citado en Feynman, 2008, p. 32).



Representación geométrica de la regla de valor medio de Oresme (modificada de Hawking, 2003. p. 468)

En términos actuales, analizando el triángulo ABC, el cual representa un movimiento uniformemente acelerado:

$$\overline{AQ} = t_1, \overline{AB} = t_2, \overline{QM} = V_1, \overline{BC} = V_2$$

$$t_1 : t_2 = V_1 : V_2$$

$$\underset{\textit{Razón interna}}{\frac{t_1}{t_2} = \frac{V_1}{V_2}} \dashrightarrow \underset{\textit{Razón externa}}{\frac{V_2}{t_2} = \frac{V_1}{t_1}}$$

$$\left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2 = \frac{d_1}{d_2}$$

Interrelación y dicotomía

La física y las matemáticas se han desarrollado interactivamente (Poincaré,1907; Kline, 1981; Gingras, 2001; Kjeldsen y Lützen, 2015; Karam, 2015).

En la enseñanza de la física, es usual encontrar las matemáticas como una herramienta para calcular, aplicando fórmulas de memoria, rara vez como una herramienta de razonamiento para comprender el mundo físico (Tuminaro y Redish, 2007; Uhden, Karam, Pietrocola, Pospiech, 2012; Karam, 2015).

En sentido contrario, la física es considerada en la educación matemática, como un posible contexto para aplicar los conceptos matemáticos que ya han sido previamente definidos de forma abstracta (Karam, 2015).

Problemas relativos en la enseñanza de las ciencias

Es común realizar dictados sobre los conceptos ya elaborados en los libros de texto para luego ser interpretados oralmente en grupo, lo cual deja en evidencia una forma de enseñanza tradicional, que promueve el aprendizaje casi memorístico. (Becerra, Gras y Martínez, 2004; Oliva y Acevedo, 2005; Candela, Carvajal, Sánchez y Alvarado, 2012).
Existen problemas de diseño de currículo, (Guerra, 2012).
Las prácticas de laboratorio en secundaria son en general escasas, se carece del material adecuado, (Candela, Gamboa, Rojano, Sánchez, Carvajal y Alvarado, 2012).

Pregunta de investigación

¿Cómo promover una mejor comprensión de los conceptos físicos y matemáticos, en un nivel de secundaria?

Propuesta general

Ideas previas (Viennot, 1979; Hierrezuelo y Montero, 2006) → **Cambio conceptual** (Pozo, 2007)

ACTIVIDADES DIDÁCTICAS

Elementos en la enseñanza de las ciencias (física)(Viennot, 1979; McDermott, 1991; Arons, citado en Hake, 1991; Pozo, 2007; Flores, 2012):

Experimentación, modelización, uso de representaciones, resolver problemas.

Elementos en la enseñanza de las matemáticas
Didáctica Cuevas y Pluvinage (2003):
Acción, problemas en contexto, representaciones, operación inversa, asociatividad, análisis complejo del concepto.

Mediadas con el uso de la tecnología digital

¡Veamos algunos ejemplos!

8. Un bloque de hierro ha sido lanzado hacia la derecha por una superficie lisa y plana contra un muelle elástico tal y como se representa en los dibujos, considerándose nulo el rozamiento.

Al chocar, el bloque no se para inmediatamente, sino que sigue moviéndose hacia la derecha durante un tiempo y mientras esto ocurra empujará al muelle:

a) Cada vez con más fuerza
b) Cada vez con menos fuerza
c) Siempre con la misma fuerza.

Tomado de Carrascosa (2005, p. 206)

Una pelota se deja caer desde una azotea a cierta alguna, partiendo en A del reposo y llegando a C con determinada velocidad.

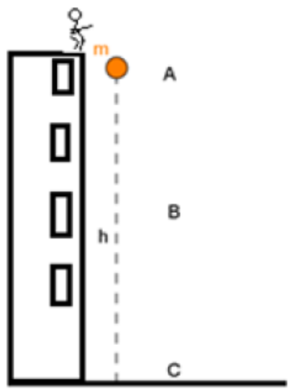
<table>
<tr>
<td rowspan="2">

Figura 5</td>
<td>5.1.) La fuerza que actúa sobre la pelota es:
a) Mayor en A
b) Mayor en B
c) Mayor en C
d) Igual en todas
e) Ninguna es correcta</td>
<td>Justifica la respuesta:</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.) La energía de la pelota es:
a) Mayor en A
b) Mayor en B
c) Mayor en C
d) Igual en todas
e) Ninguna es correcta</td>
<td>Justifica la respuesta:</td>
</tr>
</table>

2. Cinco bolas de metal de igual tamaño, pero masas diferentes, se dejan caer sobre un recipiente que contiene arena húmeda. Las alturas desde las que caen cada una de las bolas están indicadas en la Figura 2.

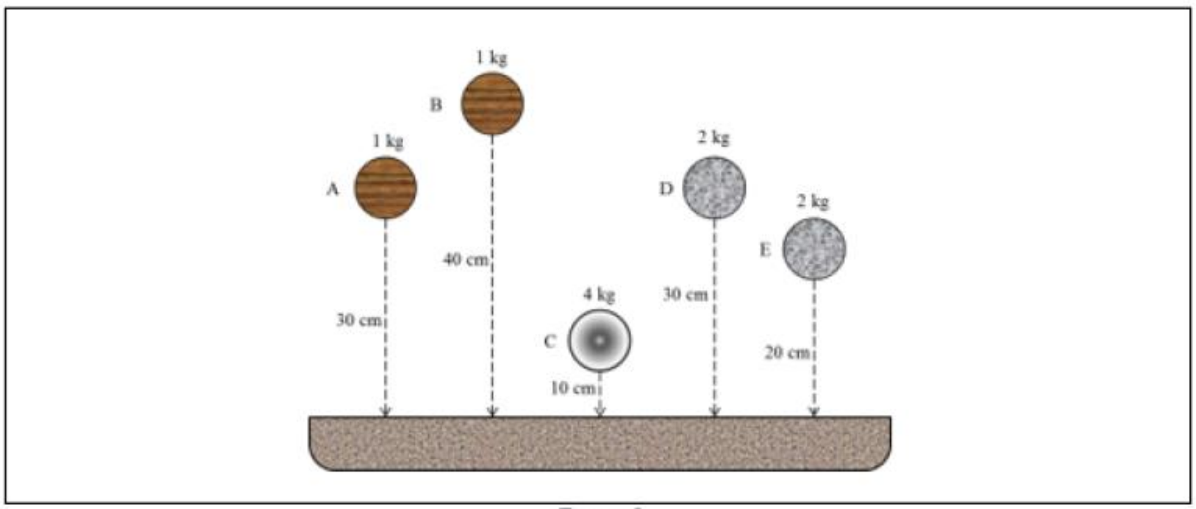
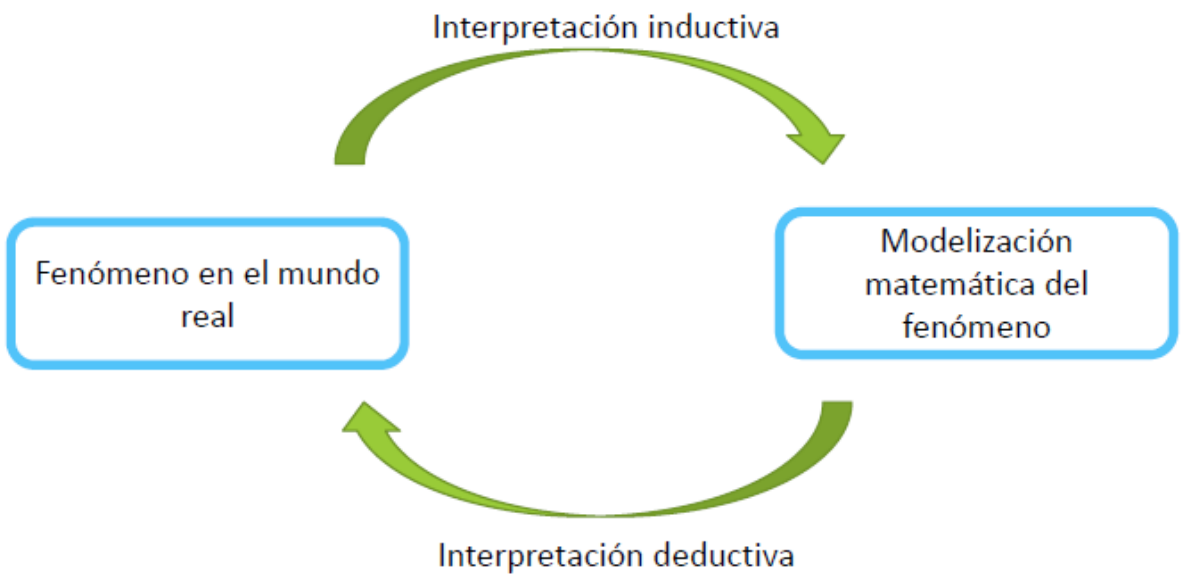


Figura 2

¿Qué bola hará el agujero mayor? ¿Cuál hará el menor agujero? Explica tu respuesta.

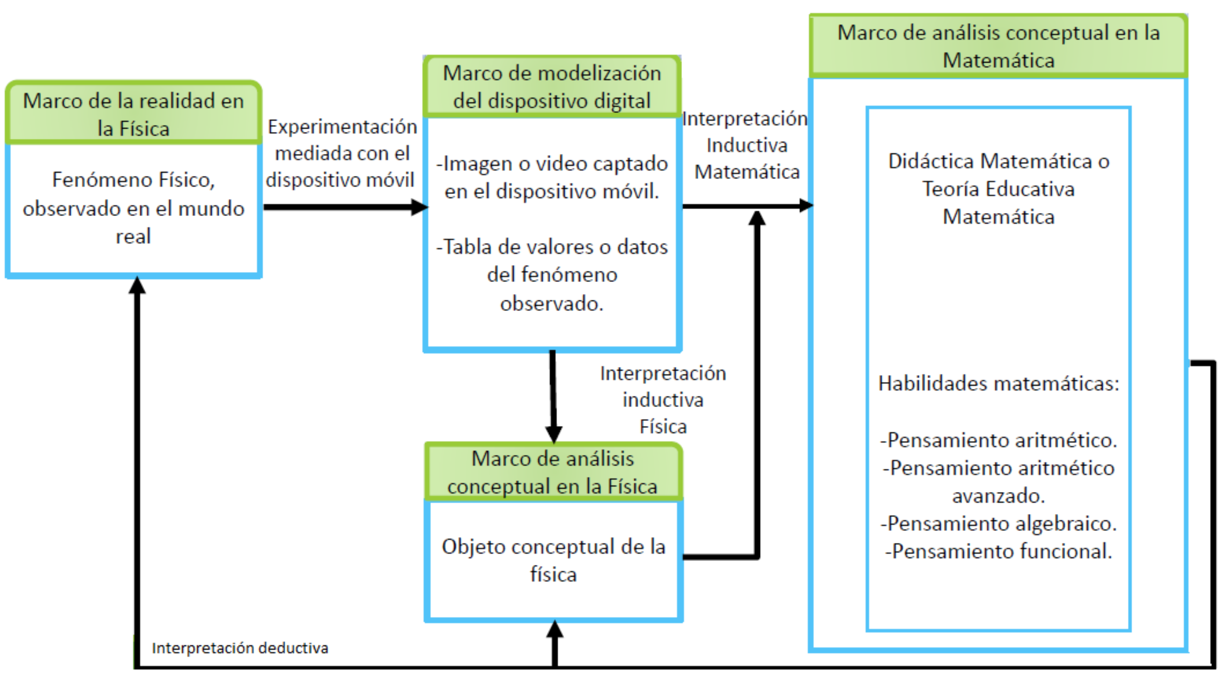
Tomados de Hierrezuelo y Montero, 2006, p.p. 153-154

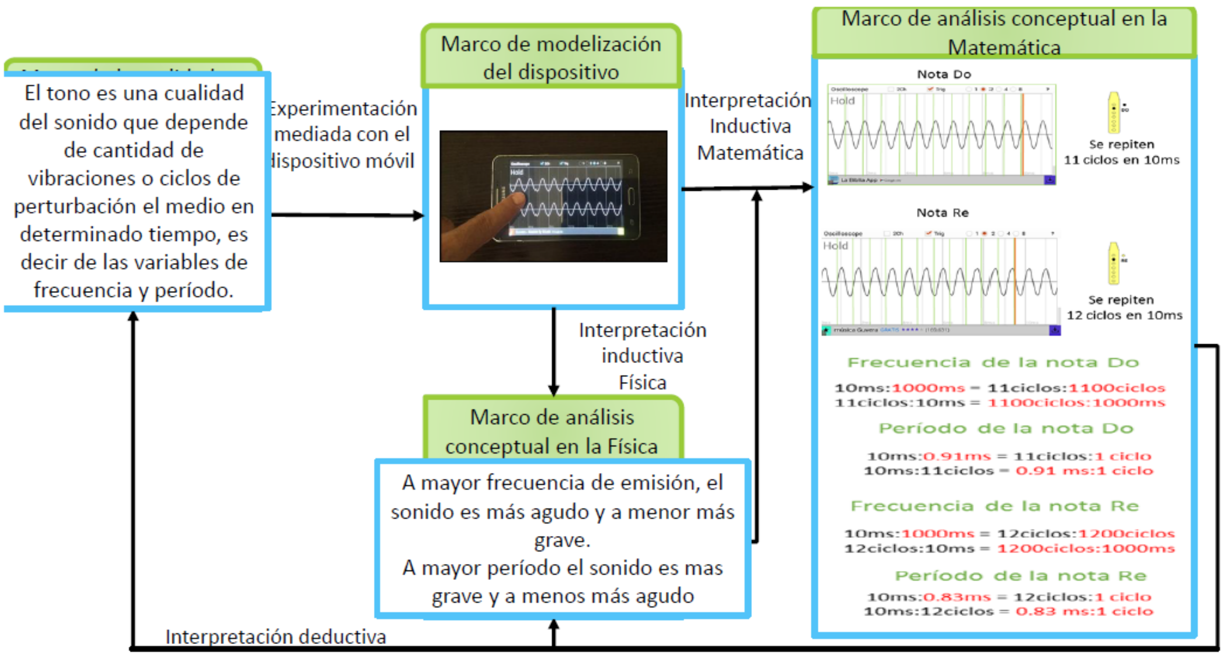
Modelo de interpretación inductiva y deductiva



Modelización matemática en las ciencias (Lesh, 1997; Orange, 1997; Johsua y Dupin, 1999; Martinand, 2002; Touma, 2009).

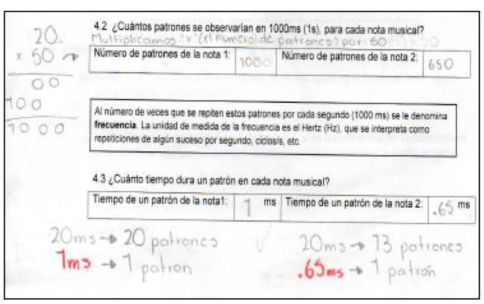
Modelo CUVIMA

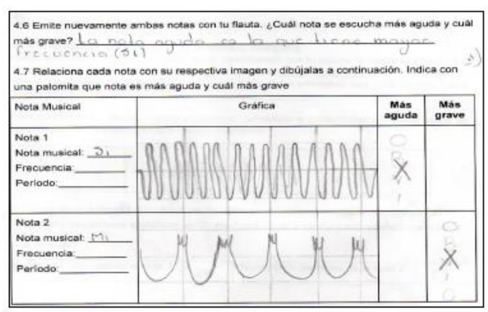


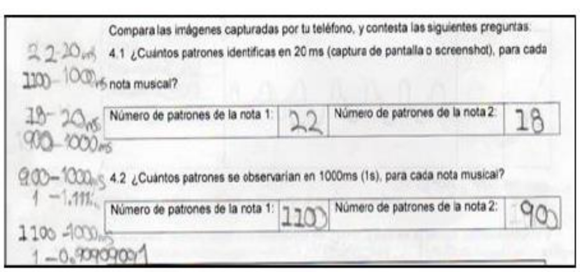


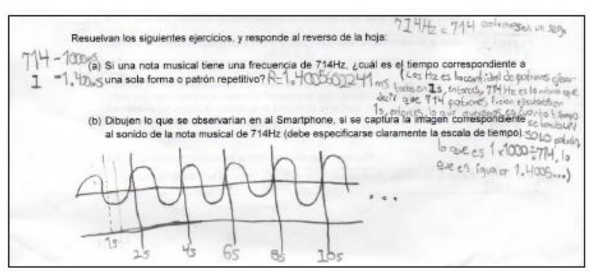
Modelo CUVIMA en actividades para el tono (Cuevas, Villamizar y Martínez, 2017)

Análisis de resultados: actividades la primera experiencia

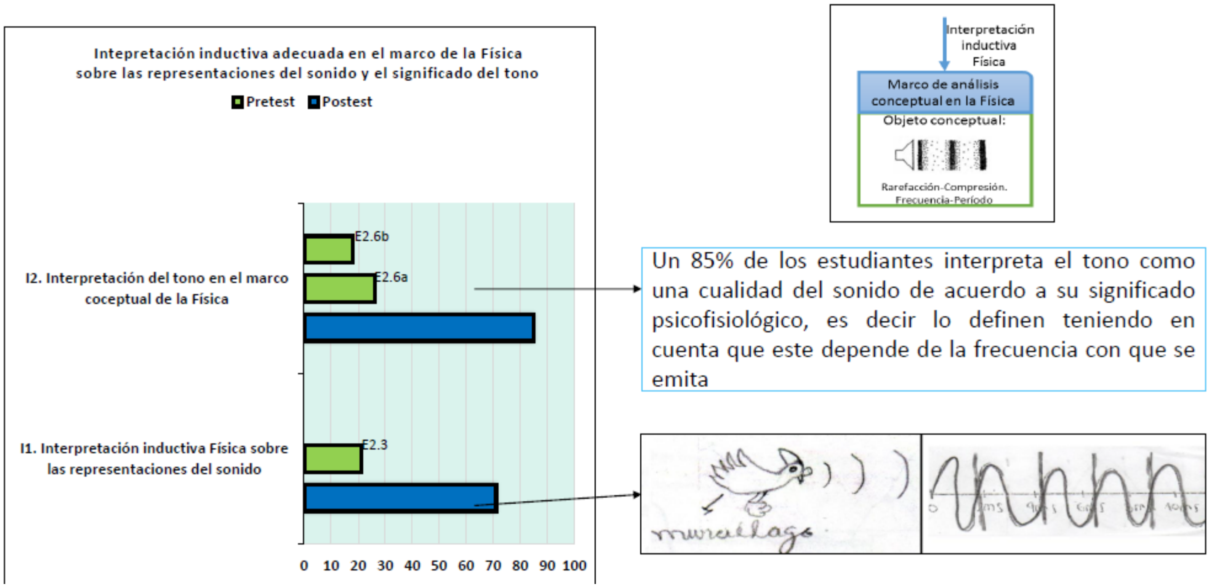








Análisis de resultados: S1Análisis de resultados



Resultados analizados de 38 estudiantes

Conclusiones

Consideramos que la modelización es una actividad esencial para la enseñanza de las ciencias, en donde subyacen determinados conceptos matemáticos como razones matemáticas, variación, concepto de función, entre otros.

El modelo CUVIMA, propone el proceso de modelización. Para ello, el empleo de dispositivos móviles usados como laboratorio portable, jugó un rol fundamental para obviar situaciones matemáticas relativas a la modelización y visualizar las gráficas que representan el fenómeno físico. Es importante en este modelo el contexto de la física para introducir conceptos matemáticos, para ello, recomendamos que se debe escoger al menos un contexto fundamental que haga parte del currículo.

El modelo CUVIMA propuesto para el diseño de la actividad, integra la matemática, física y las tecnologías digitales, mediante la experimentación y los procesos cognitivos de interpretación inductiva-deductiva. Consideramos que este modelo puede ser aplicado a distintos niveles educativos y para diferentes conceptos de la física, sin embargo, el grado de profundización debe ir acompañado de actividades enmarcadas en una didáctica para guiar al estudiante en la construcción de los conceptos tanto físicos como matemáticos.

Referencias bibliográficas

Becerra Labra, C., Gras-Martí, A., y Martínez-Torregrosa, J. (2004). Análisis de la resolución de problemas de Física en secundaria y primer curso universitario en Chile. Enseñanza de las Ciencias, 22(2), 275-286.

Candela, A., Carvajal, E., Sánchez, A., y Alvarado, C. (2012). La investigación en las aulas de ciencias y la formación docente. En: F. Flores-Camacho, (ed.), La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México. México: INEE.

Candela, A., Gamboa, F., Rojano, T., Sánchez, A., Carvajal, E., y Alvarado, C. (2012). Recursos y apoyos didácticos. En: F. Flores-Camacho, (ed.), La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México. México: INEE.

Cuevas, C.A., y Pluvinage, F. (2003). Les projets d'action practique, 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. (“pendiente de publicación, o en prensa”). 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.

Feynman, R. (1964/2008). La conferencia perdida de Feynman. El movimiento de los planetas alrededor del Sol. Barcelona: Tusquets editores.

Freudenthal, H. (1983/2001). Razón y proporcionalidad. En L. Puig (traductor), Fenomenología didáctica de las estructuras matemáticas. Textos seleccionados. (p.p. 1-40). México: Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV. Disponible en línea http://www.uv.es/puigl/cap6razon.pdf.

Gingras, Y. (2001). What did mathematics do to physics? History of Science. 39, 383-416.

Guerra, M. T. (2012). El currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas recientes: retórica y vicisitudes. En: F. Flores-Camacho, (ed.), La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México. México: INEE.

Hawking, S. W. (2003). A hombros de gigantes. Barcelona: Editorial Crítica.

Hestenes, D. (2003). Oersted Medal Lecture 2002: Reforming the mathematical language of physics. American Journal of Physics. 71 (2), 104-121. DOI: 10.1119/1.1522700.

Hierrezuelo, J., y Montero, A. (2006). La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la física y la química. México: Fontamara.

Johsua, S. y Dupin, J.J. (1999), Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques (2a ed.). Paris : PUF.

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.

Karam, R., Pietrocola, M., Pospiech, G. (2012). The complex road to mathematization in physics instruction. En C. Bruguière; A. Tieberghien, A. y P. Clément (Eds). E-Book Proceedings of the ESERA 2011 Conference, Lyon, France. Science learning and Citizenship. Strand 13, 112-117.

Kjeldsen, T. H., y 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.

Lesh, R. 1997. Matematización: La Necesidad real de la fluidez en las representaciones. Enseñanza de Las Ciencias. 15 (3), 377-391.

Martinand, J.L. (2002), Apprendre à modéliser. In R. Toussaint. Changement conceptuel et apprentissage des sciences. Montréal (47–68). Québec: Éditions Logiques.

Orange, C. (1997), Problèmes et modélisation en biologie. Paris: PUF.

Pluvinage, F., y Cuevas, C. (2006). Un acercamiento didáctico a la noción de función. En Filloy, E. (Ed), Matemática Educativa, treinta años. Una mirada fugaz, una mirada externa y comprensiva, una mirada actual, (p.p. 141-167). México: Santillana y DME del CINVESTAV.

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.

Rojano, T. (2003). Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas de México. Revista Iberoamericana de Educación, 33, 135-165.

Serres, M. (2014). Pulgarcita. México: Fondo de Cultura Económica.

Tuminaro, J. y 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., y Pospiech, G. (2012). Modelling Mathematical Reasoning in Physics Education. Science & Education. 20(4), 485-506.

Viennot, L. (1979). Le raisonnement spontané en dynamique élemetaire. París: Hermann.