



Estudio de Situaciones de Modelación del Movimiento con incorporación de TIC

Víctor Hugo **Luna** Acevedo

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional

México

vh luna@ipn.mx

Liliana **Suárez** Téllez

Coordinación General de Formación e Innovación Educativa, Instituto Politécnico Nacional

México

lsuarez@ipn.mx

Resumen

En este trabajo se reporta el proceso de diseño de situaciones de modelación del movimiento por parte de estudiantes preuniversitarios. Estamos interesados en observar el uso de los resultados de investigación en el diseño de situaciones de aprendizaje. Se parte de una categoría teórica de la modelación – graficación que ofrece una metodología para el diseño de situaciones de modelación del movimiento. De manera particular, se visualizó la adecuación de la situación problema y la interpretación de la modelación del movimiento mediante el diseño de situaciones de modelación. En este trabajo se identifica la situación desde 1) la discusión del problema, 2) la socialización de alternativas de solución, 3) el contraste con métodos, procedimientos y uso de herramientas tecnológicas, 4) la materialización del problema, 5) y la interpretación de los resultados. Los estudiantes pudieron, con este problema de modelación del movimiento, identificar los tres contextos que intervienen en su diseño con tecnología: la situación de movimiento, su modelación a partir de sus gráficas y las representaciones que proporciona la tecnología.

Palabras clave: Modelación, movimiento, herramienta tecnológicas, materiales didácticos, diseño de situaciones de aprendizaje.

Introducción

Los avances tecnológicos como las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) nos ayudan a proponer y diseñar actividades de aprendizaje en formatos digitales (texto, audio, video), más aún, desde la perspectiva de investigación en educación matemática, por ejemplo Sandoval y Moreno (2012) y Artigue (2013), se sabe que hay el uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las matemáticas condicionan la construcción misma del conocimiento al mismo tiempo que la relación entre los aprendices y la tecnología también se desarrolla. Dentro de un proyecto que tiene como propósito estudiar el uso de resultados de investigación en la práctica docente, se propuso a un equipo de estudiantes que diseñaran Situaciones de Modelación del Movimiento en un escenario que simulara los elementos característicos de la Modelación - Graficación (Suárez, 2014). Un problema típico de una Situación de Modelación de Movimiento (SMM), reportado por Torres (2005) y Suárez y Cordero (2010), consiste en representar la posición y la trayectoria de un cuerpo partiendo de un origen, llegando a un punto máximo y finalizando en el punto de origen. Los estudiantes hicieron evidente el manejo de los conceptos matemáticos lo que nos dio la oportunidad de visualizar de manera global, cómo representaron la situación de modelación. En un contexto al aire libre, en la situación y puesta en escena los estudiantes ajustaron las características de las herramientas e instrumentos disponibles. En el presente trabajo se documenta cómo los estudiantes relacionan las experiencias en la construcción de la situación SMM usando una cámara de video, un cronómetro, cinta métrica y una computadora con acceso a Internet con un software de análisis de movimiento en video.

¿Consideran con precisión los parámetros a medir? Los estudiantes manifestaron la necesidad de tomar en consideración los parámetros de distancia y tiempo así como su correspondiente medición con una cinta métrica y un cronómetro digital. Para analizar los datos del problema utilizando el software Tracker se dispuso de una cámara de video. La representación del problema al aire libre les dio un mayor radio de acción para el diseño de la situación de modelación del movimiento. Al notar que el lente de la cámara a utilizar sólo contaba con un cierto ángulo de visión y una distancia máxima para capturar el movimiento, los estudiantes tradujeron a escala los datos del problema.

¿La disponibilidad de programas o software gratuito ayudan en el estudio y desarrollo del pensamiento matemático? El software de análisis de video, cuyas características son 1) por su portabilidad, de fácil manejo de la interfaz de usuario, 2) por su disponibilidad, de uso libre y gratuidad de descarga, ayudó en gran medida a tomar en cuenta varios elementos implícitos en el problema, la distancia del objeto, la trazabilidad, la introducción de datos, con el objeto de analizar los videos producto de la escenificación del problema. Estos elementos ayudaron a los estudiantes a enlazar las ideas en la discusión, argumentando sus decisiones como una evidencia de la evolución del pensamiento matemático en cada momento de la situación problema.

¿Cómo socializan los resultados y discuten las diferencias encontradas en el análisis del problema? El cómo, se hace presente en la reconstrucción de significados de distancia, tiempo, posición, trayectoria recorrida y una virtual imaginación, les ayudó a los estudiantes en el proceso de socializar los resultados, mientras que las diferencias se determinan con el análisis del problema a lápiz y papel en un primer momento para posteriormente trasladar la situación de movimiento en un contexto diferente, grabando los videos, portándolos a la computadora y analizando cada uno de ellos con el software Tracker.

Las funcionalidades de este software que se utilizan en las situaciones de modelación del

movimiento son: la elección del punto cuya traza se analizará, el registro en tablas de los cambios en su trayectoria a través del tiempo, la obtención de tablas para la primera y segunda derivada y las graficación de estas tablas. Es el uso de estas funcionalidades y el análisis de las gráficas obtenidas el objeto de estudio de nuestra investigación relacionando tanto la resolución del problema con el diseño de nuevas situaciones de modelación del movimiento.

Identificar los nuevos elementos que se incorporen en el diseño permitirá esbozar una propuesta para ambientes de aprendizaje fuera del aula considerando una serie de herramientas informáticas e instrumentos para recabar datos y analizarlos a detalle.

Marco teórico

En la educación matemática se ha trabajado la incorporación de la modelación desde diferentes perspectivas teóricas como la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard 1990, citado en Ruth 2010) o la Socioepistemología (Cordero, 2008), entre otras. Un común denominador en la presentación de un diseño de situaciones que contrastan con las tareas comunes en los cursos destacando, por ejemplo, su potencial para vincular conocimientos de matemáticas con otras disciplinas y su aprovechamiento para dotar a la matemática de necesidad, utilidad y pertinencia en otros contextos.

Específicamente en esta comunicación retomamos los elementos epistemológicos y didácticos de la Categoría Modelación Graficación (Suárez, 2014) que aportan una base para proponer como actividades de construcción de conocimiento el estudio del movimiento a partir de herramientas tecnológicas que nos arrojan gráficas que son sujetas de análisis para la discusión y construcción de conocimientos. Suárez propone tres momentos de trabajo en las situaciones de modelación del movimiento: el primero donde el estudiante determina los elementos gráficos que tendrán un papel en la representación gráfica del movimiento. Un segundo momento donde construye argumentos que asocian los elementos gráficos a aspectos del movimiento y un tercer momento donde la situación varía y estos argumentos se ponen en funcionamiento. La estructura de la situación establece una trayectoria hipotética de construcción del conocimiento y que podría aportar elementos para el diseño de situaciones de aprendizaje en el aula.

Una perspectiva más amplia de la pertinencia de los diseños de actividades de aprendizaje para el aula la aporta el concepto de *currículo potencialmente aplicado* (Schmidt, 1997) que recientemente ha sido retomado por algunos investigadores para explicar las disfuncionalidades existentes en el sistema educativo debido a las distancias existentes entre lo propuesto en el currículo, la adecuación didáctica que hace el profesor, su traducción en actividades de aprendizaje y finalmente los aprendizajes logrados en los estudiantes. El currículo potencialmente aplicado vendría a situarse entre lo propuesto por la institución y lo planeado por el profesor y entre esta planeación y el desempeño de los estudiantes al aportar materiales (paquetes didácticos), planes (de seguimiento, capacitación y evaluación) y dispositivos organizacionales (redes y comunidades, con un marco de operación explícito) que concretan el currículo planeado desde una perspectiva de sistema y profesional.

Los elementos de la Modelación-Graficación con herramientas tecnológicas y del currículo potencialmente aplicado constituyen un marco nos ayuda a considerar, desde la perspectiva del docente, la reflexión de un diseño instruccional (Blando, 2012) en un ambiente de situaciones de aprendizaje que 1) involucre al estudiante en este proceso para que las mismas abarquen los diferentes estilos de aprendizaje, pero además teniendo a la mano una 2)

planeación entendida como una actividad para sistematizar y organizar los elementos en los diferentes momentos. También cumplen con la serie de criterios didácticos que plantea (Parcerisa, 1999) para considerarlos didácticos en su diseño desde una estructura lógica de actividades así como estrategias didácticas encaminadas a la aplicación de perspectivas interdisciplinarias e integrales en contexto del aprendizaje autónomo entendido como una competencia profesional y de trabajo colaborativo.

Método

El plan general de trabajo tiene cinco etapas para desarrollarse a largo plazo I) Intercambio de experiencias y conformación de un marco común de diseño de materiales, II) Diseño de estrategias y materiales educativos, III) Pilotaje de los materiales con profesores, IV) Pilotaje de materiales con estudiantes y V) Reporte de resultados. En este trabajo reportamos lo realizado en la etapa del diseño de estrategias y materiales educativos (Etapa II), particularmente reportamos la experiencia contextualizada fuera del salón de clases nos ha permitido visualizar cómo los estudiantes diseñan la situación de modelación del movimiento en varias etapas 1) la discusión del problema, 2) la socialización de alternativas de solución, 3) el contraste con otros métodos realizados anteriormente para abordar el problema, 4) la materialización del problema y al final 5) la interpretación de los resultados.

La discusión del problema

Los estudiantes leyeron el artículo de investigación sobre modelación (Suárez y Cordero, 2010) donde conocieron las situaciones de modelación del movimiento, se familiarizaron con ejemplos realizados en el cuaderno de experimentos (Suárez, Cortés y Gamboa, 2014) y acordaron diseñar la situación a partir del problema denominado Valentina, he aquí el enunciado problema original:

Valentina llegó temprano a su clase de música. A punto estaba de sentarse cuando advirtió que había olvidado su cuaderno en su refugio predilecto: la siempre cómoda y acogedora biblioteca. No podía perderse el comienzo de la clase, así que fue a la biblioteca, cogió su cuaderno y regresó a su asiento a tiempo para comenzar su, probablemente disfrutable, clase de música. Pero en el camino se encontró a su bienamado Juan y se detuvo a intercambiar algunas muestras de su muy auténtico cariño, lo que le llevó 4 minutos, pero de los largos, lo que le obligó a recuperar estos instantes, tan bien aprovechados, porque cuando salió del salón no previó la Epifanía. La biblioteca está en un punto diametralmente opuesto al salón de música en el patio circular, que tiene 500 metros de diámetro, de la escuela. Valentina tardó en total 9 minutos (Torres, 2005).

La socialización de alternativas de solución

Apropiándose de la estructura de las Situaciones de Modelación del Movimiento los estudiantes analizaron varias alternativas de solución lo que les permitió desarrollar de manera colaborativa, mostrar el problema y analizarlo con ayuda de un video. El trabajo previo a la introducción de la tecnología es necesario porque ayuda a establecer los elementos de forma de las gráficas que tendrán sentido para describir y modelar la situación de modelación del movimiento, como la elección de las escalas y determinar qué variable se grafica en qué eje.

El contraste con otros métodos

El mismo problema pero en una situación de modelación del movimiento usando sensores los estudiantes conocieron la simulación del movimiento frente a un sensor para obtener la

gráfica estipulada en cada actividad de aprendizaje. Contrastaron lo realizado a lápiz y papel con el uso de tecnología. Esta contrastación de métodos y al trabajar en equipo, pudieron comentar sus dudas, revisando procedimientos diferentes para resolver la situación propuesta.

La materialización del problema

Familiarizados con los resultados, propusieron analizar el problema pero ahora usando un software que analiza movimiento y diseñaron la situación de modelación del movimiento. La idea parte de representar el movimiento en un video para ser analizado con el software Tracker (Tracker es un programa que permite analizar videos a partir del seguimiento de objetos y su posición en el espacio). Los jóvenes determinaron grabar la representación en un espacio libre de obstáculos ajustando la distancia máxima grabable.

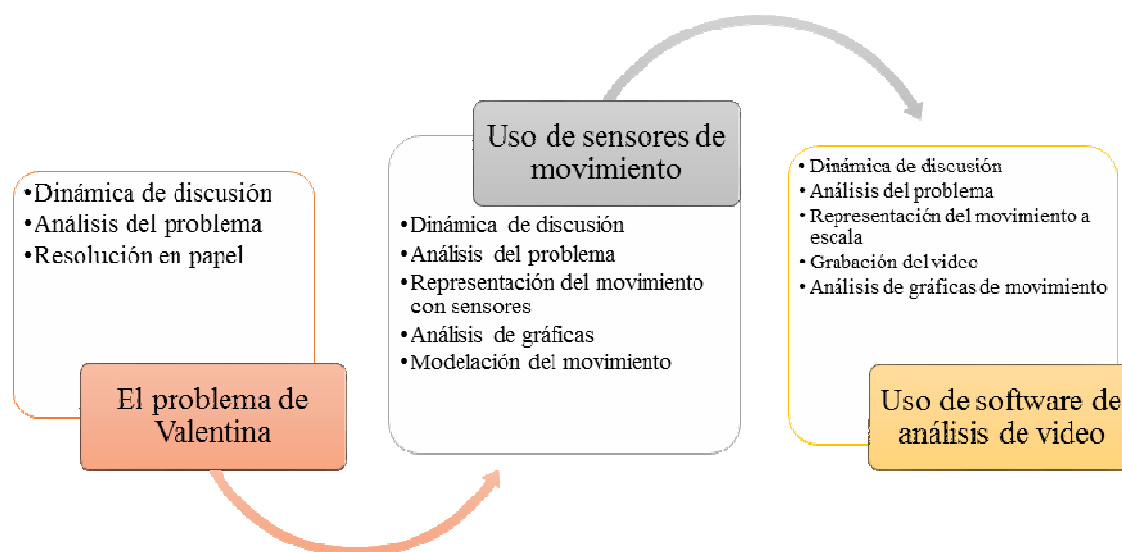


Figura 1. Adecuación de la actividad con el uso de tecnología.

Para la recreación del movimiento los estudiantes analizaron la escala para el manejo de distancias y control de tiempos en un espacio determinado.

Para usar el software de análisis de movimiento Tracker, se ajustó la simulación del movimiento en un espacio de 25 metros (de los 500 metros del enunciado original) y en 27 segundos (de los 9 minutos) por diversas razones, entre ellas podemos mencionar la distancia disponible, la apertura del lente de la cámara de video y un espacio al aire libre para no contar con obstáculos durante la grabación. La escala utilizada fue de un factor de 0.05 para la grabación del video en óptimas condiciones. El cronómetro utilizado fue el integrado a los teléfonos celulares.

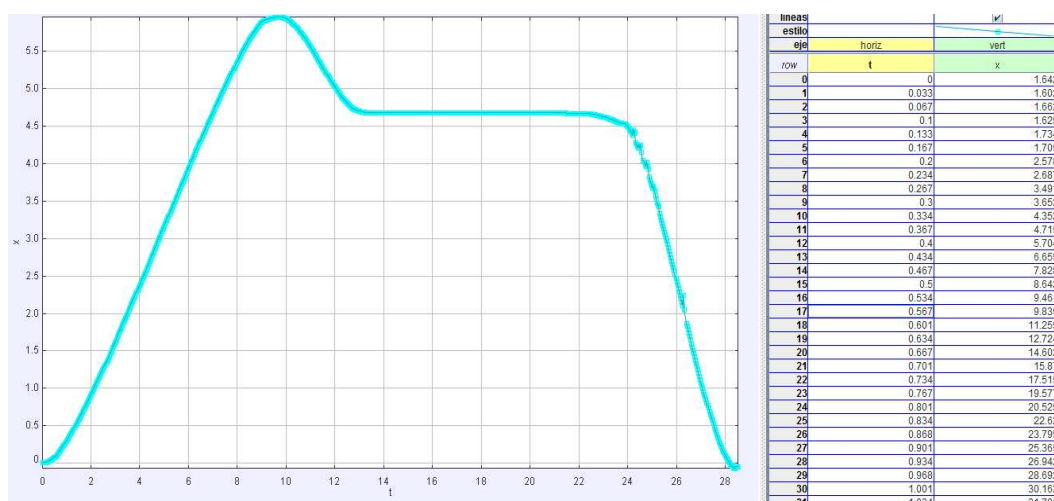


Figura 2. Gráfica elaborada con el software Tracker representando la posición con respecto al tiempo.

El trabajo colaborativo les permitió una adecuada definición de roles al interior del equipo de trabajo (Valentina, dos tomadores de tiempo, camarógrafo).

Con la situación de modelación de movimiento definida, se realizaron varias pruebas de video para hacer los ajustes pertinentes en:

- Medición de la distancia con cinta métrica.
- Posición y altura de la cámara de video.
- Marcas de inicio y final.
- Los archivos de video resultantes analizados fueron en formato .avi para ser analizados con el software Tracker.

Resultados de la experiencia

Cada una de las cinco etapas aquí descritas, cuentan con características propias.

La discusión del problema se caracteriza por la conjunción de argumentos, por la interpretación de los datos y por la reconstrucción de significados matemáticos.

La socialización de alternativas de solución se caracteriza por el trabajo colaborativo, compartir dudas, inquietudes que evidencian el estilo de aprendizaje y las habilidades desarrolladas en la resolución de problemas.

El contraste con otros métodos se caracteriza por la exploración de otros niveles de conocimiento organizado lo que permite crear estrategias de solución, distintas y enriquecidas por la historia de la actividad.

La materialización del problema se caracteriza por a) la planeación de la actividad, b) la designación de actividades al interior del equipo, c) la escenificación del problema y d) la ejecución de las tareas.

En la etapa de interpretación de resultados resultó de mucha importancia las relaciones que los estudiantes establecieron entre las características de las gráficas, la situación de movimiento y las acciones que tuvieron que realizar con el software.

En la discusión del análisis de las gráficas resultantes, se invitó a reflexionar sobre el tipo de preguntas que llevan de la gráfica a su fundamento algebraico.

Conclusiones

El trabajo de los estudiantes con este problema de modelación del movimiento fue modélico en el sentido de que ellos pudieron identificar los tres contextos que intervienen en su diseño con tecnología: la situación de movimiento, su modelación a partir de sus gráficas y las representaciones que proporciona la tecnología. Con esta identificación los estudiantes propusieron a su vez nuevas actividades de modelación del movimiento, lo que nos permite a nosotros como investigadores estudiar cómo es el proceso de transferencia del conocimiento mismo de la investigación educativa para su aplicación en actividades y estrategias concretas en el salón de clases.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo recibido en el Proyecto con registro SIP: 20151846 de la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN en México.

Un reconocimiento a los estudiantes del Programa Delfín - Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado del Pacífico por su tiempo, dedicación y disposición a la investigación.

Referencias y bibliografía

- Artigue, M. (2013). Teaching Mathematics in the Digital Era: Challenges and Perspectives. En Y. Baldin (Ed.), *Anais do VI HTEM*. Universidade Federal de Sao Carlos.
- Blando, M. (2012). Diseño Instruccional. Elemento clave en el desarrollo de cursos para Ambientes Virtuales de Aprendizaje. *Memorias del Concurso de Buenas Prácticas Docente en el IPN*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Cordero, F. (2006). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. En *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: un reporte Iberoamericano* (pp. 265-286). Díaz de Santos-Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C.
- Cordero, F., Cen Chen, C., & Suárez, L. (2010) Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de texto: una práctica institucional en el bachillerato. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(2), 187-214.
- Parcerisa, A., (2001). *Materiales curriculares*. España: Graó.
- Sandoval, I.T., & Moreno, L. (2012). Tecnología digital y cognición matemática: retos para la educación. *Horizontes pedagógicos*, 14(1), 21-29.
- Schmidt, W.H., McKnight, C. C., Valverde, G. A., Houang, R. T., & Wiley, D. E. (1997). *Many Visions, Many Aims, Volume 1: A Cross-National Investigation of Curricular Intentions in School Mathematics*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Suárez, L. (2000). *El trabajo en equipo y la elaboración de reportes en un ambiente de resolución de problemas* (Tesis de Maestría del DME). CINVESTAV-IPN, México.
- Suárez, L. (2013). *Protocolo del Proyecto Multidisciplinario. La innovación didáctica en el currículo potencialmente, centrada en la interdisciplinariedad, aplicado para las áreas de matemáticas, física, bioquímica, cultura financiera y comunicación*. Registro Secretaria de Investigación y Posgrado No. 1571. Documento de trabajo IPN.

- Suárez, L. (2014). *Modelación-graficación para la matemática escolar*. México: Díaz de Santos.
- Suárez, L., & Cordero, F. (2010). Modelación – graficación, una categoría para la matemática escolar.
- Resultados de un estudio socioepistemológico. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(4), 319-333.
- Suárez, L., Cortés, A., & Gamboa, J. O. (2014). Cuaderno de experimentos para la modelación gráfica en las matemáticas del bachillerato. En L. Suárez (Apéndice 1), *Modelación-graficación para la matemática escolar* (pp. 189-218). México: Díaz de Santos.
- Rodríguez, R. (2010). Aprendizaje y Enseñanza de la Modelación: el caso de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 13(4-I), 191-210.
- Torres, A. (2005). La Modelación y las Gráficas en Situaciones de Movimiento con Tecnología. En J. Lezama, M. Sánchez, & G. Molina (Eds.), *18 Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 645-650). CLAME.