

LABORATORIO TECNOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LO CUADRÁTICO CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE APLICATIVO LIBRE TRACKER

Luis Carlos Vargas Zambrano

Universidad La Gran Colombia. (Colombia)

luiscarlos.vargas@ulagrancolombia.edu.co

RESUMEN: Los lineamientos actuales en educación matemática en Colombia conciben a la modelación como una competencia indispensable en las mediaciones de la disciplina, este proceso pretende consolidar y generalizar fenómenos y situaciones en modelos matemáticos, es decir, el estudiante modeliza un hecho de su contexto sustentado en la analítica matemática para concluir en un modelo matemático y sus representaciones; por ende el discurso didáctico y las prácticas del profesorado deben girar en torno a técnicas de modelado matemático e implementación de tecnologías de la información, para así, promover la construcción social del conocimiento matemático. En la presente investigación se implementa el software libre Tracker en el proceso de modelado del movimiento parabólico para la construcción del concepto de función cuadrática enfocado a una situación social particular y encaminando desde la práctica social hacia la construcción del conocimiento matemático.

Palabras clave: modelación matemática, ecuación cuadrática, software libre Tracker, socioepistemología

ABSTRACT: The Mathematics Education current guidelines in Colombia conceive modeling as a necessary competence for obtaining measurements in the Discipline. The aim of this process is to consolidate and generalize phenomena and situations in mathematical models; that is, the student models an event, taken from his context by using mathematical analytics to transform it into a mathematical model and its representations. Therefore, the mathematical discourse and the teachers' practices should include mathematical modeling techniques and information technologies implementation. Then, the social building of the mathematical knowledge can be promoted. This research work implements Tracker free software, during the modeling process of the parabolic movement for building the quadratic function concept which is focused on a specific social situation, and it is carried out from the social practice to the mathematical knowledge construction.

Key words: mathematical modeling, quadratic equation, tracker free software, socioepistemology

■ Introducción

No hay verdad más perfecta que aquella que se demuestra en sí misma. Sin recurrir a nada sino únicamente a su propia teoría, la matemática se consolida como herramienta indispensable para todas las ciencias exactas que recurren a ella en su afán de descubrir, construir, predecir, explicar, justificar y refutar hechos, sin duda es contradictorio saber que la “lógica deductiva es la única disciplina que no precisa confirmación experimental (...) se justifica por sí misma” (Wagensberg, 2013) y se encuentra en función de la ciencia, sin desconocer que “el fin último de la ciencia es describir el universo sin invocar lo sobrenatural, el hecho de no conseguir explicar racionalmente la efectividad irracional de las matemáticas (...) es una enorme laguna en el saber de la humanidad” (Johnson, 1998).

La noción de gran porcentaje de niños, jóvenes y adultos ubicados en el sistema educativo actual colombiano comprendido en nivel Básico, Medio y Superior respecto a las matemáticas es inconsistente. El Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes PISA generó indicadores de calidad educativa para Colombia con una muestra de estudiantes de quince años independiente a su grado de escolaridad.

El análisis de los resultados 2012 hace énfasis en matemáticas, área en la que siguen siendo preocupantes los resultados para Colombia y en la que el país muestra una gran brecha con relación al promedio de países de la OCDE... En matemáticas se evalúa la capacidad para reconocer y formular problemas, así como para plantear, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos. También se incluye el razonamiento y la utilización de conceptos, procesos e instrumentos para describir, explicar y predecir fenómenos. (Ministerio de Educación Nacional, 2013).

En este momento la prioridad para los educadores matemáticos es generar una cultura frente al estudio de la matemática para el futuro y renovar los procesos de enseñanza, por ejemplo proponiendo didácticas que involucren la experimentación y contextualicen el conocimiento porque experimentando se pueden proponer problemas de los cuales los estudiantes tengan explicaciones propias y por medio del uso del conocimiento matemático puedan justificar desde un punto de vista matemático la veracidad de sus apreciaciones. Una metodología basada en esta apreciación hace necesario el diseño de laboratorios que establezcan secuencias para la comprobación de hipótesis.

El laboratorio se puede interpretar como un escenario para la explicación científica y la argumentación crítica de problemas. El laboratorio es una suma estructurada de actividades de modo que planeen la formulación de hipótesis y elaboración de tesis a través de la verificación experimental de la hipótesis formulada (Galletto, 2014).

En Colombia la creación de modelos matemáticos es una competencia clave en los lineamientos actuales de educación matemática, reconociendo que el proceso de modelado matemático parte de escenarios experimentales escasos o en su gran mayoría de ejercicios de texto hipotéticos, ocasionando que la transición efectiva entre un fenómeno o situación real y las matemáticas no sea del todo evidenciado por el estudiante. El reto actual del programa de Licenciatura en Matemáticas y Tecnologías de la Información de la Universidad La Gran Colombia a través del Semillero de

Investigación Mathema es diseñar escenarios físicos de experimentación para construir conocimiento matemático porque “la actividad fundamental de la experimentación consiste en comparar las propiedades de los modelos con las propiedades correspondientes al mundo real” (Baird, 1996, p. 68).

La experimentación dentro del laboratorio parte de la “experiencia científica en donde se provoca deliberadamente algún cambio y se observa o interpreta un resultado con alguna finalidad cognoscitiva” (Gutierrez, 2013, p.27), para verificar o contradecir un comportamiento en particular observado, siendo la observación “una parte importante e imprescindible del experimento, porque en cierto sentido no es otra que una observación provocada dentro de condiciones controladas por el investigador” (Gutierrez, 2013, p.28). A su vez una actividad práctica como el laboratorio respaldado en la experimentación debe ser vista como un escenario que promueva.

La motivación mediante la estimulación del interés y la diversión; también para intensificar, facilitar y propiciar la conceptualización de los elementos que conforman la teoría objeto de estudio, para proporcionar una idea sobre el método científico y desarrollar habilidades en la planeación organización y desarrollo del trabajo investigativo en su utilización y por último, para desarrollar determinadas actitudes científicas como la consideración y valoración de las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados. (Hodson, 1994, p. 299)

Al ser incluido el diseño de laboratorios para la enseñanza de las matemáticas, favoreciendo la experimentación en sus mediaciones e incluyendo factores de la cotidianidad del individuo y el proceso de modelado matemático, es necesario componer artefactos didácticos que empoderen al estudiante de matemáticas para la solución de los problemas en contexto y dominio de analítica disciplinar admitiendo que “el conocimiento matemático, entonces, se presenta de forma abstracta, sin base empírica, lo que produce en los alumnos una serie de dificultades que inhiben en el aprendizaje” (Cantoral, 2013, p. 83) por consiguiente es clave privilegiar las demostraciones justificadas por las propias representaciones de los estudiantes, porque la rigurosidad matemática en los procesos demostrativos de una u otra forma ha sido moldeada por la influencia de unos pocos en su notación, jerarquía y organización, entonces porque no validar la de otros, Cantoral (2013) en el libro Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa afirma que:

(...) una manera de motivar la confianza de su propia capacidad para tratar con las matemáticas consiste en apoyar más los propios procesos mentales del estudiante. Respetar más sus conjeturas, sus procedimientos heurísticos, utilizar sus ensayos y exploraciones, dejando que su intuición pueda servir como punto de partida de la actividad en la clase (p. 83).

Partiendo de las definiciones y la investigación enfocada hacia la búsqueda de una respuesta coherente y efectiva a las necesidades actuales de la enseñanza de las matemáticas en Colombia; es adecuado reconocer la modelación como el método que fundamenta y explica la transición entre un fenómeno físico o una situación habitual y su representación matemática; es pertinente trazar como

principal objetivo la inclusión del proceso de experimentación en la creación de modelos matemáticos en las mediaciones académicas de la disciplina implementando tecnología de la información, privilegiando la interacción del estudiante con su entorno y la relación existente entre la experiencia y el concepto analítico de estudio.

El presente extenso de investigación recopila los resultados y conclusiones del taller “Laboratorio tecnológico para la construcción de lo cuadrático con la implementación del software aplicativo libre Tracker” consecuencia de la ponencia: “modelación de funciones a partir del software aplicativo Tracker en prácticas experimentales” esta última expone un laboratorio de movimiento parabólico en donde los estudiantes de Licenciatura en Matemáticas y Tecnologías de la Información modelaban el tránsito de un proyectil lanzado por una catapulta de torsión para llegar al concepto de función cuadrática.

La primera técnica de modelización consistía en una serie de lanzamientos repetitivos del proyectil contra una pared en periodos de tiempo cronometrados; para posterior toma y organización de datos, relación entre variables distancia, altura y tiempo en representaciones semióticas y obtención de la función mediante regresión cuadrática, la segunda consistía en grabar un video del movimiento del proyectil y rastrearlo con el software Tracker para ser analizado y conseguir el modelo; la experiencia trae como resultado que ambas técnicas de modelado son significativas en la concepción de función cuadrática debido a que se llegó a generalizar, entender y relacionar el modelo.

Es justo aquí donde registro de datos es fundamental y se entiende como la transición entre la experimentación y la modelación, teniendo en cuenta que “la medición es el proceso de cuantificar nuestra experiencia del mundo exterior” (Baird, 1996, p. 8) para la comparación; sin embargo los valores numéricos en una tabla no facilitan el análisis:

Mediante una gráfica es más fácil conseguir la atención, pues al igual que un dibujo vale más que mil palabras, una gráfica vale más que mil números. Es más fácil comparar una gráfica con otra que comparar una tabla con otra. Las gráficas revelan, en forma más rápida, ciertos rasgos que mediante una inspección de la tabla no se podría obtener fácilmente, como son: valor máximo, valor mínimo, periodicidad, variables de la pendiente (Gutierrez, 2013, p. 84).

Al haber dificultades en la medición manual del tiempo en lapsos tan cortos, se concluye que la técnica de modelado con la aplicación es más eficaz en procesos de medición, es decir, facilita la obtención de datos reales del movimiento con un margen de error mínimo, acercándose más al modelo cuadrático.

La investigación en curso que lleva por nombre “resignificación de la medición en prácticas experimentales de la modelación matemática a partir del software libre Tracker” orientó y se enriqueció de teoría conceptual en el desarrollo del taller. La parte inicial de la primera sesión se enfocó a la presentación de la metodología de trabajo del semillero de investigación en el diseño de laboratorios para la modelación de fenómenos físicos.

Después de esto, en un segundo momento los participantes en grupos de tres personas, construyeron cada uno una catapulta muy sencilla con materiales provistos por los expositores para poder realizar el lanzamiento de un proyectil. En un tercer momento, cada uno de los grupos realizó la grabación con sus celulares de un video en el que se describía la trayectoria del proyectil.

La segunda sesión puntualizó en el uso del software aplicativo Tracker dando a conocer datos particulares del aplicativo, años de difusión, desarrolladores, versiones, compatibilidad con sistemas operativos y descarga, continuando con la familiarización entre el usuario y el programa; es necesario afirmar que Open Source Physics (2008) en su página oficial de internet define al software Tracker como:

(...) una herramienta de imagen y paquete de análisis de vídeo y de modelado que se basa en la biblioteca de código "Open Source Physics Java". Las características incluyen seguimiento de objetos con la posición, velocidad y aceleración superposiciones y gráficos, filtros de efectos especiales, múltiples marcos de referencia, puntos de calibración y perfiles de línea para el análisis de los patrones de espectros y de interferencia. Está diseñado para ser utilizado en los laboratorios de física de la universidad y conferencias introductorias.

Los asistentes tuvieron la posibilidad de importar el video grabado la sesión anterior, determinar el periodo de tiempo, escoger la cantidad de cuadros por analizar según la calidad del video, establecer ejes coordenados y parámetro de longitud para el rastreo manual o automático del punto de masa y así poder llegar a representaciones que relacionasen las variables de distancia, altura y tiempo, adicionando otras como ángulo, velocidad y aceleración que pueden llegar hacer parte de la discusión y análisis del modelo, el programa entregó la función específica que modela el movimiento en cada una de sus representaciones como es su tabla, gráfica y ecuación algebraica.

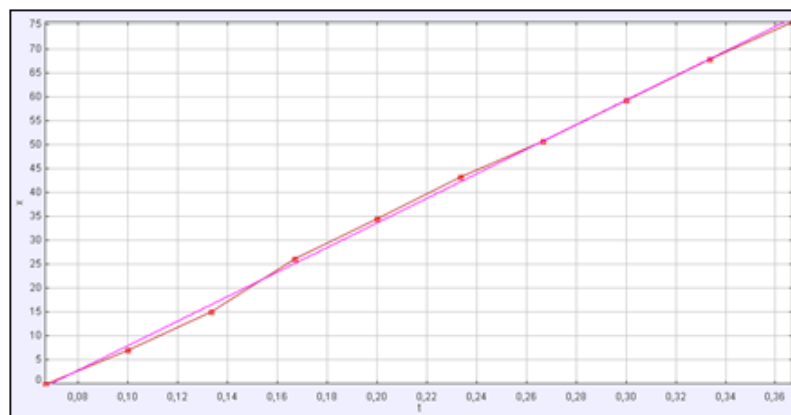
Un participante del taller, "Laboratorio tecnológico para la construcción de lo cuadrático con la implementación del software aplicativo libre Tracker" presentado en el marco de la Trigesima Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa RELME 30, realizó con ayuda del instructor una catapulta sencilla para el lanzamiento de proyectiles de papel, para el posterior registro de un video parametrizado, permitiendo llevar a cabo una medición real en el software. Al importar el video al software libre Tracker y relizar una rastreo manual de la masa puntual (proyectil) los datos obtenidos se relacionan a continuación.

Tabla 1. Registro de masas puntuales respecto a su posición y tiempo, empleando el Software Tracker.

Masa puntual	Tiempo (s) $\pm 0.4s$	Distancia (cm) $\pm 0.001cm$	Altura (cm) $\pm 0.001cm$
0	0,07	-0,12	0,24
1	0,10	6,90	3,21
2	0,13	14,88	5,12
3	0,17	26,07	8,33
4	0,20	34,40	8,93
5	0,23	43,09	9,29
6	0,27	50,71	8,57
7	0,30	59,16	7,86
8	0,33	67,86	4,64
9	0,37	75,72	1,31

Con la anterior representación el participante identificó características propias de una parábola sin aún llegar a la gráfica: altura máxima 9,29 cm altura mínima del proyectil 0,24 cm, distancia final alcanzada por el proyectil 75,72 cm, tiempo del proyectil en describir el movimiento parabólico 0,37s, entre otras apreciaciones hechas por el observador a partir de la relación tiempo – distancia – altura desde el primer registro hasta el décimo.

Cada vez que se hace un registro cuadro a cuadro del video el entorno multimedia de Tracker organiza una tabla de datos y proporciona la primera gráfica en coordenadas cartesianas de la distancia en función del tiempo obteniendo una gráfica con aspecto lineal que es analizada desde una linealización con el fin de hallar la generalización algebraica como constantes de pendiente y punto de corte con el eje y.

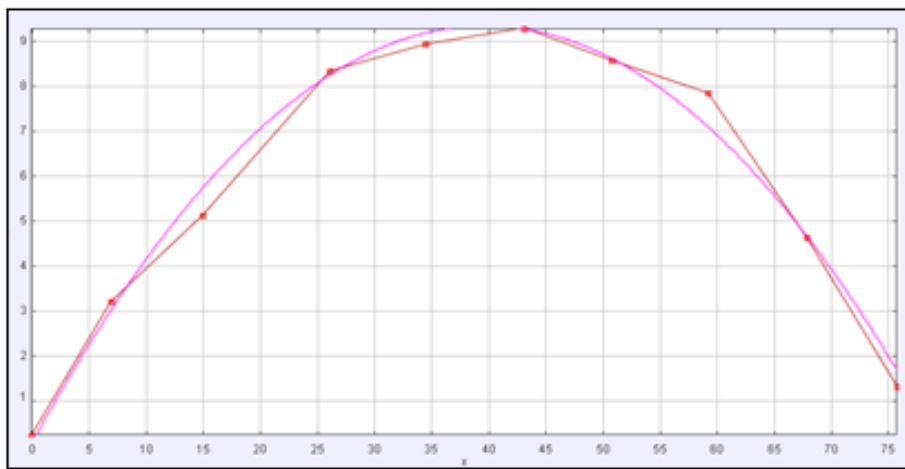


Gráfica 1. Representación gráfica de la distancia en función del tiempo en el análisis con el Software Aplicativo Libre Tracker

La representación algebraica de la distancia en función del tiempo es modelada por la función:

$$x = 256,9t + 17,85$$

La representación geométrica de la función cuadrática que modela el movimiento parabólico del experimento es definida por el participante cuando percibe simetría, vértice, puntos de corte con los ejes; la parábola es generada por Tracker por medio de una regresión cuadrática que abarca la mayor cantidad de coordenadas cartesianas asociadas al rastreo inicial de la partícula y así adquirir el valor numérico de las constantes a , b y c presentes en la ecuación $ax^2 + bx + c = 0$.



Gráfica 2. Representación gráfica de la altura en función de la distancia en el análisis con el Software Aplicativo Libre Tracker

El análisis concluye con el modelo del movimiento parabólico después de un proceso de modelización que parte de la construcción de una catapulta y finaliza con la representación algebraica que corresponde al modelo cuadrático del movimiento del proyectil lanzado:

$$-38,1x^2 + 273,5x - 19,29 = 0$$

La técnica de modelación matemática Tracker en educación se fundamenta bajo el ideal de la equidad y calidad educativa para la formación matemática Básica, Media y Superior de estudiantes, reconociendo como principales factores: el contexto socioeconómico del educando, el papel indispensable del docente y la implementación de recursos informáticos accesibles. Los procesos de investigación en educación matemática como cualquier disciplina teórica “son refutables y deben someterse

continuamente a crítica, pues este es el vehículo de crecimiento del conocimiento matemático” (Beyer, 2001).

El trabajo de investigación desarrollado en torno a la modelación y construcción de lo cuadrático con la implementación de laboratorios contextualiza la analítica matemática y direcciona nuevas estrategias para la enseñanza de las matemáticas aportando en cierta medida a procesos descriptivos, explicativos y de predicción de fenómenos o situaciones del contexto particular del estudiante privilegiando las técnicas experimentales que conlleven a la construcción social del conocimiento matemático.

■ Referencias Bibliográficas

- Baird, D. (1996). *Experimentación: Una introducción a la teoría de las mediciones y al diseño de experimentos*. México, DF: Prentice Hall.
- Beyer, W. (Agosto de 2001). *Algunos aspectos epistemológicos de la matemática ¿Es la matemática un lenguaje?*. Educere Trasvase.
- Cantoral, R. (2013). *Teoría socioepistemológica de la matemática educativa* (Primera edición). Mexico, DF: Gedisa.
- Galetto, M. y. (2014). *Saber Experimentar*. Bogotá: Magisterio.
- Gutierrez, C. (2013). *Introducción a la metodología experimental* (Segunda edición). México, DF: LIMUSA.
- Hodson, D. (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. Enseñanza de las ciencias, 299-313.
- Johnson, G. (1998). *¿Son las matemáticas una invención?*. EL PAÍS.
- Ministerio de Educación Nacional. (2013). *Centro Visual de Noticias*. Obtenido de PISA 2012: retos y avances para Colombia. La calidad continúa siendo la principal prioridad: <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-336001.html>
- Open Source Physics. (2008). *Open source physics*. Recuperado el 9 de Octubre de 2015 de Open Source Physics: <http://www.opensourcephysics.org/items/detail.cfm?ID=7365>
- Wagensberg, J. (2013). *La matemática no es ciencia*. El Periodico Opinión. Recuperado el 28 de Septiembre de 2016, de <http://www.elperiodico.com/es/noticias/opinion/matematica-ciencia-2405757>.