Propuesta didáctica interdisciplinaria para el Aprendizaje de la Matemática y las Ciencias Naturales

Mag. Alejandra Sánchez Ávila
Universidad Estatal a Distancia
alsanchez@uned.ac.cr

Resumen[1]

La propuesta de los nuevos Planes de Estudio de matemática busca romper con los esquemas metodológicos tradicionales, pues pretende que los docentes costarricenses enfrenten el desafío de la enseñanza de la matemática a través de una novedosa estrategia que implica entre otras cosas, resolver situaciones propias del entorno, lo que muchas veces se puede lograr a partir de la interdisciplinariedad. Es por esto, que en este artículo se presenta una propuesta didáctica que permite relacionar el estudio de más de una disciplina y así, estudiar situaciones del entorno en forma integral y no separado por áreas como se hace frecuentemente.

Palabras claves: movimiento parabólico, propuesta didáctica, interdisciplinariedad, enseñanza de la matemática.

Introducción:

La National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 1991) establece que con la resolución de problemas se busca:

> *(…) que los estudiantes se conviertan en personas matemáticamente instruidas... expresión [que] denota la capacidad de un individuo para explorar, formular hipótesis y razonar lógicamente, así como usar de forma efectiva un determinado número de métodos matemáticos para resolver problemas (...)'saber' las matemáticas es `usar' las matemáticas. Una persona descubre o crea conocimiento en el curso de una actividad que realiza con un fin.*

Si bien es cierto, la resolución de problemas dentro de la didáctica de la matemática es un tema que ha estado en la agenda durante muchos años, la verdad es que no ha se le ha dado prioridad dentro de los planeamientos y evaluaciones que realizan los docentes, en muchos casos remitiéndoles a ser un minúsculo apéndice del tema de ecuaciones.

[1] Este artículo contiene la fundamentación teórica y metodológica del Taller Propuesta didáctica interdisciplinaria para el estudio de conceptos matemáticos y de ciencias, presentado en este mismo evento por Gutiérrez Grettel y Sánchez Alejandra.

Otro aspecto relevante de destacar es la forma en que los docentes tradicionalmente, planean una lección de "resolución de problemas", la cual a grandes rasgos contiene los siguientes elementos:

El objetivo del profesor es atraer la atención de los alumnos, presentando para ello, una situación que según su propio parecer va a interesarles, porque implica la aplicación de contenidos matemáticos en situaciones de la vida real, luego **es el docente quién procede a resolverlo haciendo énfasis en determinados algoritmos.** Acto seguido plantea una serie de ejercicios, que según su criterio se constituyen en problemas por el simple hecho de estar redactados en lenguaje común y requieren para su solución generalmente el uso de una ecuación.

La resolución de problemas en Costa Rica se ha incluido en los programas del Ministerio de Educación Pública (MEP) vigentes del 2005 hasta el 2012, en estos se establecía que:

> *Interesan, en la Educación Diversificada, los procesos de Enseñanza y de Aprendizaje de la Matemática como herramientas, con la condición de que se hagan suficientemente accesibles para el estudiante, y por ello se exige dar prioridad a la resolución de problemas y no al aprendizaje de los aspectos formales de la disciplina. (MEP, 2005)*

Las razones que han aportado los docentes para no darle la importancia establecida por el MEP son varias, como por ejemplo: programas con exceso de contenidos, los criterios establecidos no consideran la evaluación de resolución de problemas en forma concreta, el docente no se siente capacitado para implementar la estrategia, entre otras.

Refiriéndose a la situación en Costa Rica De Faria (2008) menciona:

> *Nuestra experiencia evidencia que la realidad en el aula no concuerda con las expectativas implícitas en el programa. Además, los programas de estudios de las universidades formadoras de profesores para la enseñanza secundaria casi no contemplan cursos relacionados con resolución de problemas y, además, no asumen la resolución de problemas como un eje transversal en el currículo (…)*

Finalmente, a pesar de los avances logrados en los programas del Ministerio de Educación Pública, pienso que hace falta más trabajo para la capacitación de los asesores en esta temática abordada y posteriormente de los docentes de parte de los asesores de matemática.

De lo expuesto en la cita anterior y la experiencia acumulada con la implementación de los programas vigentes hasta 2012, se establece como una premisa básica que la resolución de problemas en las lecciones de matemática no fue una realidad, lo planteado en los programas fue una letra muerta que no logró en los docentes la interiorización de que esta estrategia era una posibilidad para mejorar la enseñanza de la matemática. Al respecto, Ruiz (2006) señaló que *los procesos de capacitación en los programas fueron absolutamente insuficientes o incluso cuando los hubo en algunos casos inapropiados (énfasis en aproximaciones conductistas o sobrevaloración del lugar de los contenidos).*

Existe la amenaza de que dicha situación se pueda presentar en la puesta en práctica de los nuevos programas de matemáticas que enfatizan **la resolución de problemas como estrategia metodológica**, con un enfoque al desarrollo de habilidades específicas por parte de los alumnos. Cabe resaltar que en el año anterior y al inicio de la implementación de la nueva propuesta curricular, se han realizado talleres y cursos de capacitación, aunque no en la cantidad y calidad requeridos y deseados.

Sin embargo, se mantiene la duda de si con estos esfuerzos el docente está concientizado sobre las bondades del nuevo enfoque y cómo abordarlo en forma apropiada, ya que, uno de los grandes dilemas que enfrenta al querer implementar la resolución de problemas como estrategia metodológica es: encontrar situaciones problemáticas en matemática y que sean motivantes para el alumno, de forma tal que éste se sienta tentado a resolverlas.

Algunas concepciones sobre el término problema

A este nivel de exposición del tema, surge entonces la pregunta que no puede faltar:

¿Qué es un problema?

Existen muchas definiciones, en las que los autores intentan contextualizar el término con fines didácticos. A continuación se presenta una breve lista de éstas:

- *Un problema es una situación para la que el individuo que se enfrenta a ella no posee algoritmo que garantice una solución. El conocimiento relevante de esa persona tiene que ser aplicado en una nueva forma para resolver el problema*. (*Kantowski citado por Contreras, 1998)*

- *La estructura no está en el problema -está en el significado definido social y contextualmente de las palabras al ser interpretadas por el que las escucha... Para el constructivista, el problema sólo queda definido respecto al resolutor. Un problema es sólo un problema en la medida en que es sentido problemático por el resolutor. Definido de esta forma, como obstáculo hacia la que un estudiante se dirige, un problema no posee status independiente. Con el objetivo de diferenciar este enfoque del empleo típico de problemas en las aulas de matemáticas, he elegido el término problemático, en referencia al "obstáculo" que halla el estudiante.* (Confrey citado por Contreras, 1998)

- *Los problemas desempeñan un papel crucial en la construcción de conocimiento. Los problemas residen en la mente del estudiante - no en los libros de texto o en la matemática. Los problemas poseen discrepancias, obstáculos que el estudiante quiere resolver y así cataliza la acción. Para aceptar algo como problemático un individuo tiene que creer que puede ser resuelto – y actuar como si el problema y la solución fueran preexistentes. El ciclo de identificación de situaciones problemáticas, actuar y operar sobre ellos y después reflexionar sobre los resultados tiene carga emocional, es motivador y exigente. Es este proceso de construcción de conocimiento el lado crítico para los investigadores/profesores constructivistas.* (Confrey citado por Contreras, 1998)

Lo planteado en las anteriores definiciones es compartido por muchos autores, así Agre citado por Contreras (1998) afirma que "*Lo que es un problema para una persona puede no serlo para otra, y lo que es un problema para una persona un día puede no serlo un próximo día".*

En términos similares Andler citado por Contreras (1998) se pronuncia y "afirma que el concepto de problema, considerado en sentido estricto, se caracteriza por tres rasgos fundamentales. En primer lugar la subjetividad: El problema debe su existencia a mi decisión de crearlo, o de reconocerlo como tal".

Es importante resaltar que autores como Polya y Shoenfeld, no señalan una definición explícita de este término, sino que brindan una serie de características para que una situación se constituya en un problema para el alumno, más bien, ellos se dedican a establecer estrategias que se deben aplicar para resolver problemas desde el punto de vista pedagógico.

La resolución de problemas como estrategia metodológica.

En los nuevos Programas de Estudio de Matemática del MEP (2012, p.17) se indica:

> La resolución de problemas corresponde a la necesidad de asumir estándares cuya conveniencia para la Educación Matemática ha sido ampliamente comprobada en la escala internacional. La contextualización que se propone busca fortalecer un papel estudiantil activo y comprometido con su aprendizaje, recalcando la identificación, uso y diseño de modelos matemáticos adecuados para cada nivel educativo. Se da una asociación entre estos dos ejes que obedece precisamente al enfoque principal de este currículo: la resolución de problemas en contextos reales.

En el mismo documento se menciona:

> La resolución de problemas como estrategia pedagógica se subrayará aquí como sustrato de un estilo de acción de aula. Para el aprendizaje de conocimientos dentro de la lección se propone una introducción de los nuevos tópicos que tome en cuenta cuatro pasos o momentos centrales:
> (1) propuesta de un problema,
> (2) trabajo estudiantil independiente,
> (3) discusión interactiva y comunicativa,
> (4) clausura o cierre (p.13).

En la metodología descrita en esta propuesta se podrá notar la presencia de cada uno de los momentos mencionados anteriormente.

Barbosa (2001) realizó una clasificación de las actividades desarrolladas en el aula de matemática y según las características que indica, esta propuesta se clasifica como él lo denomina Caso 2: el profesor describe una situación-problema de la realidad no matemática y los estudiantes recogen los datos e información necesarios para resolver tal situación.

Interdisciplinariedad en la enseñanza de la Matemática y las Ciencias

Si se hace un recorrido por los principales libros de historia se encontrará la constante de que al inicio la separación entre matemáticas y ciencias, matemáticos y científicos era muy difusa, a la mayoría de los científicos se les denota como matemáticos o filósofos indistintamente (Pitágoras, Aristóteles, Platón, Euclides, Arquímedes, Herón y Thales de Mileto)

En dichos textos se puede notar que en los inicios de la humanidad la mayoría de los resultados se obtenían en forma empírica. Arquímedes, representa quizás el matemático científico de esta época, sus resultados obtenidos experimentalmente pero con una exactitud en sus cálculos que han sido verificados por métodos recientes se constituye al igual que Leonado Da Vinci a finales del siglo XV e inicios del siglo XVI, I. Newton y G. Leibniz en el siglo XVII, en personajes que es difícil de etiquetar como matemáticos o científicos.

Es con matemáticos como P. Fermat, R. Descartes, C. Gauss, L. Euler, A. Cauchy, B. Riemann, entre otros donde se comienzan a plantear diferencias entre áreas de conocimiento como la Matemática y la Física, separación que se acentúa más a partir del siglo XX, con la aparición de la Teoría de Conjuntos.

Es claro que existe relación entre los conocimientos matemáticos y científicos que se descubrieron hace muchos años y los que se estudian en la actualidad, por lo que es posible identificar situaciones problema en las que los estudiantes de secundaria puedan aprender de ambas áreas, el reto está en que los docentes se motiven en analizar temáticas de Ciencias Naturales, identifiquen los contenidos de Matemática y propongan la resolución de problemas interdisciplinarios.

Además, otra de las ventajas de la interdisciplinariedad en estas áreas, es que el estudiante puede interiorizar que muchos resultados matemáticos han sido obtenidos en forma empírica y que no han sido producto de la elaboración de un grupo de intelectuales aislados de su entorno, adicionalmente puede verificar la validez de los resultados obtenidos empíricamente con las fórmulas matemáticas y físicas que aparecen en los libros de texto.

Movimiento parabólico: trayectoria ideal de un proyectil

La Cátedra Didáctica de la Matemática de la Escuela Ciencias de la Educación ha realizado varios esfuerzos de capacitación a docentes de secundaria, en cuanto al uso didáctico de la tecnología, la aplicación de la resolución de problemas como estrategia metodológica a partir de las bondades de la interdisciplinariedad, por lo que a continuación presenta una de las experiencias que se ha desarrollado en tres tipos de grupos:

1) Interdisciplinario de docentes de Química, Física, Matemática, Ciencias e Inglés[2].
2) Estudiantes activos del Programa Enseñanza de la Matemática de la UNED y algunos de sus egresados.
3) Docentes de matemática de secundaria pertenecientes a la Región Educativa de Guápiles.

Se detalla la experiencia de movimiento parabólico en el anexo N°1 de este documento.

Tradicionalmente uno de los contenidos que se incluye en el programa de matemática a nivel de secundaria es el de función cuadrática, que en la mayoría de ocasiones se desarrolla con un enfoque netamente mecánico y algorítmico no permitiendo que el estudiante logre interiorizar y comprender la razón de su estudio, así como, de identificar las múltiples aplicaciones que tiene en la vida real. En forma similar se incluye el estudio

[2] Durante el I Encuentro Interdisciplinario de Docentes de Química, Matemática, Física, Ciencias e Inglés realizado dentro del marco del Proyecto Educación Continua Norte-Sur (CONARE)

de trayectorias rectilíneas, circulares, regulares y parabólicas en el programa oficial de Ciencias Naturales en III ciclo de la Educación General Básica y de Física en la educación diversificada, con un enfoque teórico que no llega a los alcances prácticos y por tanto, no facilita la interiorización de estos conceptos en el estudiante.

Actividades como: saltar en una bicicleta, tirar una bola de baloncesto dentro de un aro, patear la bola de fútbol hacia el marco, entre otras; son movimientos que describen una trayectoria parabólica, e incluso muchos objetos que nos rodean se construyen con forma parabólica (antenas, túneles con entradas en forma de arco, entre otros). Al mencionar estos hechos en el aula, nos permite dar un enfoque más aplicado a varios contenidos de las áreas de la matemática y las ciencias a nivel de enseñanza secundaria.

Una situación muy dinámica que permite la participación activa del estudiante y la puesta en práctica de su creatividad es la modelización del lanzamiento de un cohete, el cual se construye a partir de materiales fáciles de conseguir por un alumno; además, le permite contestar **¿cuáles son las condiciones necesarias para que al lanzar un cohete, éste alcance la mayor altura y cuáles para que aterrice lo más lejos posible del lugar de salida?**

El desarrollo de esta actividad consiste en que el estudiante realice varias etapas:

1) Elaboración del cohete y el disparador

El total de personas se forman en grupos de tres con el fin de que cada miembro tenga roles definidos y por tanto, se garantice la participación activa de todos durante la simulación, a cada grupo se le entrega una guía de trabajo (Ver Anexo N° 1), indicándoles la localización de los materiales requeridos.

Luego, todos los participantes se dispondrán a discutir el diseño del cohete y los pasos a seguir para lograr una óptima construcción del objeto.

Al lograr un acuerdo, construyen el cohete.

2) Lanzamiento de cohetes

Con el cohete ya listo, los participantes se dirigirán a un espacio libre para lanzarlo la cantidad de veces que sean necesarias para completar la guía.

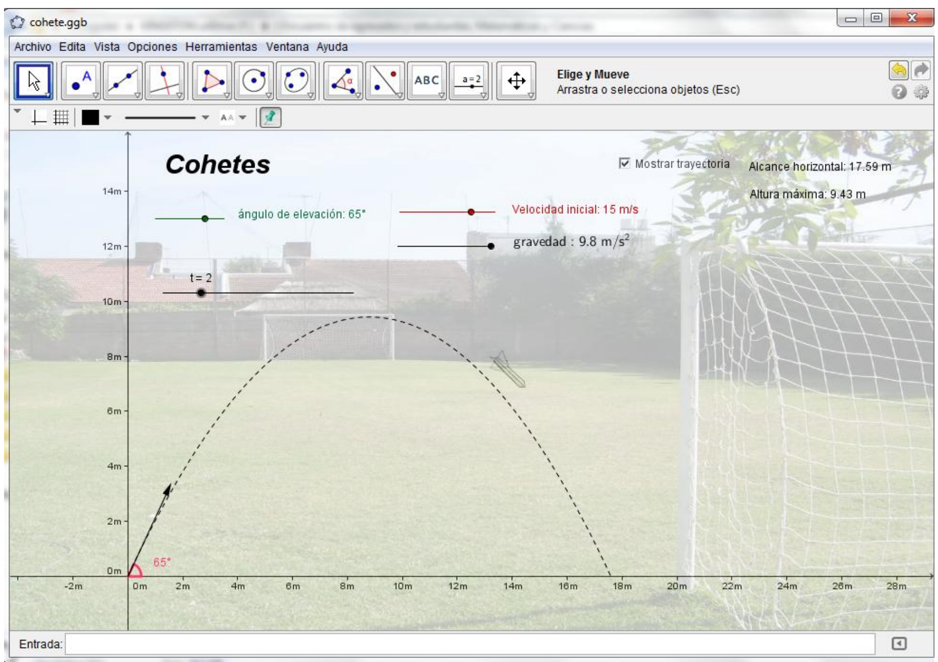
En esta etapa un participante sostiene el cohete y fija el ángulo de despegue, otro salta sobre la botella y otro registra toda la información de interés, según la guía de trabajo.

3) Conclusiones

Cada grupo se reúne a consensuar las respuestas correspondientes a las interrogantes planteadas en la guía.

5) Con el apoyo del software matemático, en este caso el software GeoGebra cada grupo realiza la simulación digital de cada lanzamiento y verifican sus conclusiones.

La siguiente aplicación es desarrollada previamente por el docente, los estudiantes podrán modificar los valores de: ángulo de salida, velocidad inicial y tiempo como se muestra en la siguiente figura[3].



De esta manera, los estudiantes pueden visualizar en forma más general las condiciones y características del movimiento parabólico. Nótese que en este caso, no se

[3] Aplicación elaborada por el Profesor Luis Andrés Ortiz Hernández para la Cátedra Didáctica de la Matemática.

podrán comparar los resultados obtenidos en la tabla que se completó en la Etapa 2, debido a que se desconoce la velocidad inicial que ejerce el disparador al ser presionado por un estudiante.

6) Con ayuda de algunas fórmulas matemáticas y trabajo algebraico, cada grupo comprueba los datos de su experimento y justifica los resultados.

En esta etapa se pretende no permanecer solamente dentro de una disciplina (Matemática) y por tanto, se busca relacionar la actividad con otra área de conocimiento de las que se estudian en secundaria (Física).

Se entregó a los participantes una guía de trabajo, con las fórmulas que rigen el desplazamiento de un proyectil en ambientes controlados (sin fuertes corrientes de aire) y otras adicionales que permiten calcular datos que en forma experimental no se podían obtener como es el caso de la velocidad inicial. A continuación se presenta un extracto de dicha guía.

Guía de trabajo para Etapa 3

Datos obtenidos para un ángulo de salida de 30°

Velocidad inicial (v_0)	Velocidad final (v_f)	Tiempo de vuelo (t)	Alcance horizontal (x_{max})	Alcance vertical (y_{max} ó h)

- La aceleración se trabaja con un valor aproximado de 9,8m/s^2 y se representa con la letra “g”.
- Las fórmulas involucradas son:
    - $v_0 = g\frac{t}{2} + v_f$
    - $v_f = v_0 - gt$
    - $h = \frac{v_f^{\ 2} - v_0^{\ 2}}{-2g}$
    - $v_0 = \sqrt{2gh}$
- Cuando se conoce el ángulo de salida y la velocidad inicial, se pueden utilizar las siguientes fórmulas:

- $x = v_0 \, sen\,\theta$ (componente horizontal)
- $y = v_0 \cos\theta$ (componente vertical)
- $x_{\max} = \dfrac{-v_0^{\,2}\, sen(2\theta)}{g}$ (alcance horizontal máximo)
- $y_{\max} = \dfrac{-v_0^{\,2}\, sen\theta}{2g}$ (altura máxima)
- $t = \dfrac{-2v_0\, sen\theta}{g}$ (tiempo de vuelo)

Cada grupo debe confrontar la información obtenida empíricamente con los datos obtenidos algebraicamente y contestar la situación planteada.

7) Socialización de conclusiones

El facilitador solicita a cada grupo la exposición y justificación de las conclusiones por grupo, con el fin de analizar los resultados obtenidos y las posibles causas de la diferencia o similitud de datos.

8) Finalmente, se obtienen las conclusiones consensuadas y se institucionaliza el conocimiento.

   Se espera que el estudiante pueda:

   - Identificar que efectivamente la trayectoria que describe un cohete corresponde a una parábola.
   - Determinar cómo incide el ángulo (que forma el cohete con el piso) en la altura y distancia máxima que alcanza.
   - Determinar que el desplazamiento horizontal es el mismo cuando se lanza el cohete en ángulos complementarios.
   - Determinar la altura máxima que alcanza el cohete manteniendo constante la fuerza de impulso.
   - Deducir que la velocidad del cohete es cero cuando alcanza su altura máxima.
   - Verificar que el objeto tardará el mismo tiempo en subir que en bajar (que alcanza la altura máxima en la mitad del tiempo total recorrido).
   - Deducir que el lanzamiento de un objeto en forma vertical corresponde a una trayectoria parabólica, que consiste en dos movimientos: una vertical cuando va

de subida (movimiento uniformemente acelerado) y otro horizontal cuando va de bajada (movimiento uniformemente desacelerado).

Conclusiones

La propuesta didáctica tuvo una aceptación muy positiva por parte de los participantes de los tres grupos que ejecutaron la actividad, ya que, manifiestan entre otras cosas:

- Estrecha relación con lo establecido metodológicamente en los Nuevos Programas de Matemática.
- Posible actividad motivadora para el estudiantado porque de algún modo es lúdica y no es demasiado infantil.
- Se puede realizar junto con profesores de otras disciplinas (Ciencias o Física), por tanto, su calificación cuenta para más de una asignatura.
- Es interesante para proponerla en Ferias Científicas.

En palabras de un participante: "Esta actividad nos permite reconocer qué tan importante es aplicar estos métodos en los colegios y escuelas, para motivar al estudiante a participar en la aplicación de las matemáticas, en los juegos o trabajos realizados"

Cabe mencionar que una de las sugerencias brindadas por los participantes es que el docente debe marcar en cada base o soporte de madera la posición de los ángulos con que se lanzará el cohete, para que a los estudiantes no se les presenten obstáculos, en cuanto a la medición con el transportador. Tomando en cuenta que medir ángulos es también una habilidad que el estudiante debe aprender en matemática, se considera que es conveniente que el docente diagnostique conocimientos previos y si el estudiante presenta problemas al medir ángulos refuerce esta habilidad antes de iniciar la actividad.

Reflexiones finales

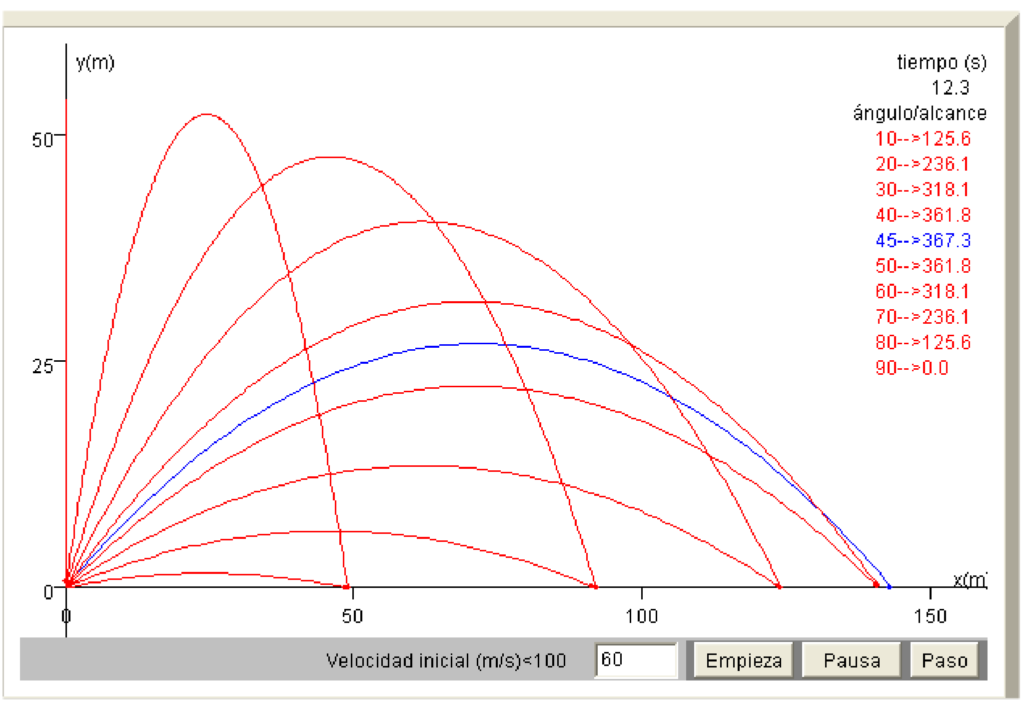
En tiempos en que algunos conocimientos humanos han alcanzado un nivel de abstracción, que en muchos casos no son entendidos por el alumno a nivel de primaria y de secundaria, por el simbolismo adoptado y de presentarse como un producto de la mente humana y totalmente alejado del mundo terrenal, la resolución de problemas debe ser una estrategia didáctica que debe permear los programas de todas las asignaturas que se imparten a nivel de secundaria, pues este tipo de situaciones permiten que tanto el alumno como el profesor se involucren en la solución de situaciones contextualizadas a la realidad de cada uno de ellos, además de que contribuye a disminuir la percepción de que el conocimiento científico y matemático está representado por letras y símbolos tortuosos para el ciudadano común.

También es conveniente ver este tipo de situaciones como un elemento que permite integrar diferentes materias de la educación general básica, y no como una serie de contenidos disjuntos unos de otros.

Recomendación para la simulación digital

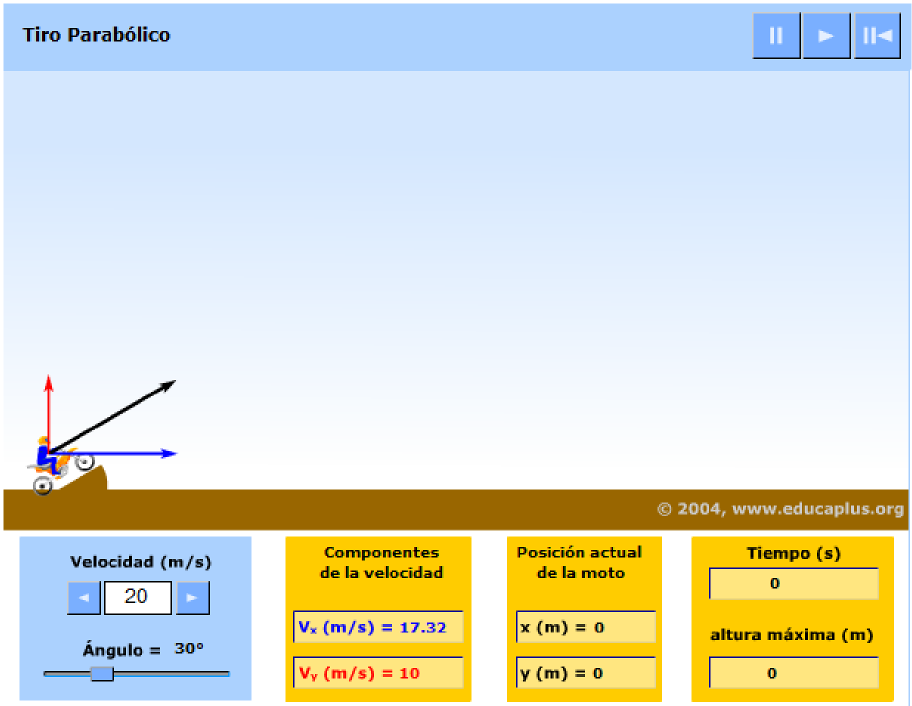
Debido a que no todos los docentes tienen un conocimiento avanzado en el uso del GeoGebra, a continuación se presentan las imágenes y direcciones electrónicas de dos programas computacionales que no requieren dominio de programación.

Movimiento parabólico



Fuente:http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/comp_movimientos/parabolico.htm

Movimiento parabólico



Fuente: http://www.educaplus.org/movi/4_3tparabolico.html

Referencias bibliográficas

- Center for the Study of Mathematics Curriculum. (2004). An Agenda for Action: Recommendations for School Mathematics for the 1980s. Recuperado el 19 de junio de 2013 desde http://www.mathcurriculumcenter.org/PDFS/CCM/summaries/agenda4action_summary.pdf

- Contreras, L. (1998). Resolución de problemas: un análisis exploratorio de las concepciones de los profesores acerca de su papel en el aula. (Tesis doctoral). Recuperado el 20 de junio de 2013 desde http://documat.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=23980

- De Faria, E. (2008). Resolución de problemas en los programas de estudio de matemática del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica. Recuperado el 19 de junio de 2013 desde www.cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/CIFEM/article/download/36/37

- García, J. (s.f.). La didáctica de las matemáticas: una visión general. Recuperado el 20 de junio de 2013 desde http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/rtee/didmat.htm

- Kline, M. (1976). El fracaso de la matemática moderna. Editores S.A. Madrid. http://es.scribd.com/doc/61255858/91/Ciencia-formal-y-ciencia-empirica

- MEP. (2005). Plan de Estudio Matemática III ciclo de la EGB. Recuperado el 20 de junio desde http://www.mep.go.cr/CentroDeInformacion/DOC/MatematicaIIIciclo-1922008101327.pdf

- NCTM (1991). Estándares curriculares y de evaluación para la Educación Matemática. Versión española de la SAEM "Thales". Sevilla.[11, 87, 88, 89]

- Polya, G. (1945). How to solve it. Princeton: Princeton University Press.

- Ruíz, A. (2003). Historia de las matemáticas. EUNED. Costa Rica.

- Ruíz, A. (2006). Universalización de la Educación Secundaria y Reforma Educativa. UCR. Costa Rica.

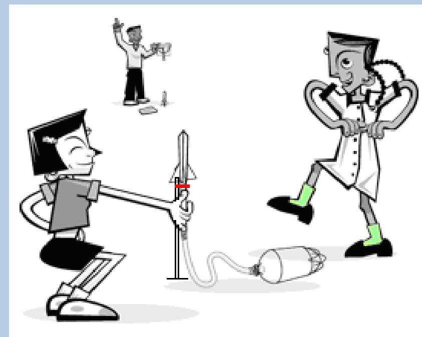
- Sorando, J. (2002). Reseña del libro El fracaso de la matemática moderna de Morris Kline (1976). Recuperado desde http://divulgamat2.ehu.es/divulgamat15/index.php?option=com_content&view=article&id=9221:el-fracaso-de-la-matemca-moderna&catid=53:libros-de-divulgaciatemca&directory=67

ANEXO[4]

Guía de Trabajo: Lanzando cohetes

Materiales

a. Cinta métrica
b. Cuerda
c. Base y soporte de madera
d. Manguera flexible
e. Masking Tape
f. Cronómetro
g. Transportador
h. 3 Botellas plásticas desechable de 2 litros
i. Tubo de PVC
j. 1 hoja de papel
k. 1 hoja Font
l. Tijeras

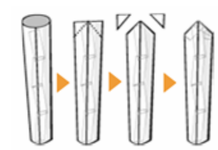


Procedimiento para construir el cohete

1. Arrolle la hoja de papel en el tubo PVC, de forma talque se pueda deslizar fácilmente. Utilice el *masking tape* para formar un "tubo" de papel.(1)

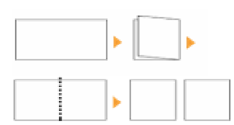
(1)

2. Corte uno de los extremos del "tubo de papel" de manera que parezca una flecha, luego con el *masking tape* ciérrelo siempre manteniendo la forma de flecha (2). Estaes la cabeza del cohete.



(2)

3. Para construir los alerones del cohete, doble la hoja de font por la mitad y córtela. (3)



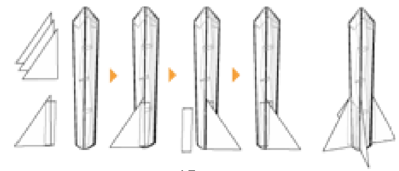
(3)

4. Corte cada una de las partes, de manera que obtenga dos triángulos rectángulos iguales por cada mitad. (4). Cada triángulo representará un alerón del cohete.

(4)

[4] La presente es una modificación de la guía "Disparando cohetes"elaborada en el marco del Proyecto Capacitación para la integración de Ciencias, Inglés, Matemática y Tecnología (CICIMAT) con la participación del TEC, CRUSA y MEP.

5. Con el masking tape, pegue cada uno de los alerones a la base del cohete, procurando guardar la simetría.(5)

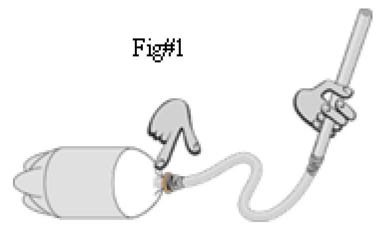


(5)

Procedimiento para construir el disparador

1. Destape la botella e inserte dentro de la misma una pulgada de la manguera.
2. Selle con el *masking tape* la unión botella-manguera, de manera que no existan fugas.
3. Inserte aproximadamente 2,54 cm del extremo libre de la manguera dentro del tubo de PVC.
4. Selle con el *masking tape* la unión manguera-tubo, de manera que no existan fugas. (Fig#1)

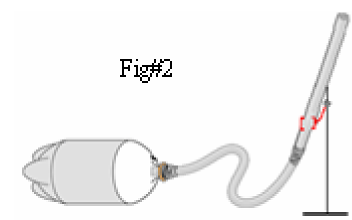
Fig#1



5. Utilice la base y el soporte de madera para colocar el tubo de PVC, de tal forma que logre posicionarlo en diferentes ángulos. (Fig#2)

6. Ahora el sistema está listo para realizar el disparo, con solo presionar la botella con el pie.

Fig#2



Procedimiento para lanzar el cohete

1. Posicione el cohete a un ángulo de 15 grados.
2. Un miembro del grupo presionará la botella, con el pie, mientras que otro, con ayuda de un cronómetro, tomará el tiempo de vuelo.
3. Con la cuerda y la cinta métrica mida el alcance máximo horizontal.
4. Repita los puntos 2 y 3 tres veces y obtenga el tiempo de vuelo promedio y el alcance máximo horizontal promedio para un ángulo de disparo de 15 grados.

Tabla #1. Datos sobre el lanzamiento del cohete con un ángulo de 15°

Ángulo (°)	**Tiempo de vuelo (s)**	**Alcance máximo horizontal (m)**
15		
15		
15		

Tiempo de vuelo promedio________________________________

Alcance máximo horizontal promedio ___________________________

5. Repita los puntos del 1 al 4 para ángulos de 30, 45, 60 y 75 grados.

Tabla #2. Datos sobre el lanzamiento del cohete con un ángulo de 30°

Ángulo (°)	**Tiempo de vuelo (s)**	**Alcance máximo**
		horizontal (m)
30		
30		
30		

Tiempo de vuelo promedio________________________________

Alcance máximo horizontal promedio ___________________________

Tabla #3. Datos sobre el lanzamiento del cohete con un ángulo de 45°

Ángulo (°)	**Tiempo de vuelo (s)**	**Alcance máximo horizontal (m)**
45		
45		
45		

Tiempo de vuelo promedio________________________________

Alcance máximo horizontal promedio ___________________________

Tabla #4. Datos sobre el lanzamiento del cohete con un ángulo de 60°

Ángulo (°)	**Tiempo de vuelo (s)**	**Alcance máximo horizontal (m)**
60		
60		
60		

Tiempo de vuelo promedio_______________________________

Alcance máximo horizontal promedio __________________________

Tabla #5. Datos sobre el lanzamiento del cohete con un ángulo de 75°

Ángulo (°)	**Tiempo de vuelo (s)**	**Alcance máximo horizontal (m)**
75		
75		
75		

Tiempo de vuelo promedio_______________________________

Alcance máximo horizontal promedio __________________________

Tabla #6. Datos sobre el lanzamiento del cohete con un ángulo de 90°

Ángulo (°)	**Tiempo de vuelo (s)**	**Alcance máximo horizontal (m)**
90		
90		
90		

Tiempo de vuelo promedio_______________________________

Alcance máximo horizontal promedio __________________________

6. Complete la siguiente tabla de resultados:

Tabla #7. Datos sobre los lanzamientos del cohete con ángulos de 15°, 30°, 45°, 60° , 75° y 90°

Ángulo (°)	**Tiempo de vuelo (s)**	**Alcance máximo horizontal (m)**
15		
30		
45		
60		
75		
90		

Preguntas:

1. ¿Qué fuerza impulsa al cohete a volar?
2. ¿Qué conclusiones se obtienen a partir de la tabla #7?
3. ¿En qué condiciones el cohete alcanza la altura máxima y el desplazamiento máximo horizontal?
4. ¿Qué se puede decir de dos proyectiles disparados bajo las mismas condiciones, a ángulos complementarios?
5. ¿Qué modificaciones haría usted al cohete, para que vuele mejor?