INNOVACIONESEDUCATIVAS

9na. Edición - 2008

Estudios de investigación indican que el uso del sistema TI-Navigator™ y las calculadoras gráficas ayudan a captar y mantener la atención del alumno, mejorar su capacidad de entendimiento y mejorar su rendimiento académico.

Simulación del Circuito RL con la Voyage™ 200

Ing. Miguel Angel López Mariño (malm@itesm.mx)
Ing. Félix Eduardo Bueno Pascual (fbueno@itesm.mx)

1 INTRODUCCIÓN

El estudio de la Electricidad y el Magnetismo es fundamental no sólo para la formación de los estudiantes de las carreras de Física, sino también de aquellos que estudian alguna rama de la ingeniería.
Para la electricidad, el estudio de los circuitos eléctricos es básico, aunque en ocasiones los alumnos carecen de la formación matemática necesaria para modelarlos como la solución de ecuaciones diferenciales y por tanto, sólo lleguen a conocer el procedimiento para obtener las respuestas sin que tengan una interpretación clara del comportamiento del sistema o peor aún, que se aprendan y usen las soluciones como si fueran recetas de cocina. Es oportuno señalar que este problema también es muy útil en los cursos de Ecuaciones Diferenciales, ya que, como se muestra más adelante, involucra la solución de una ecuación diferencial de primer orden.
En el presente trabajo, se muestra cómo la capacidad numérica, simbólica y gráfica que ofrece la calculadora Voyage 200, permite construir y resolver el modelo de un circuito eléctrico RL como el que se muestra en la Figura 1.

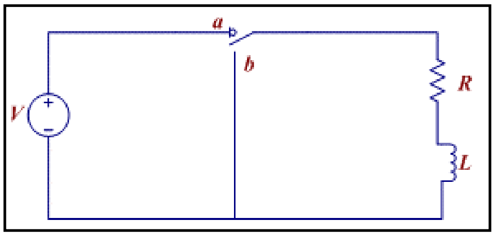


Figura 1: ***Circuito RL.***

Tal como se observa, el circuito está compuesto por una resistencia R y un inductor con inductancia L que se pueden conectar a una fuente de voltaje constante V; el objetivo es encontrar la corriente que circula por R y por L. Primero, debe considerarse que el circuito debe ser analizado en dos etapas, la primera, cuando el interruptor se posiciona en a y los elementos se conectan a la fuente V después de haber estado desconectados por mucho tiempo y la segunda, cuando el interruptor se conecta en b y los elementos se desconectan de la fuente de alimentación.

Continúa en la página 4

Texas Instruments

Tu Pasión. Nuestra Tecnología. Éxito Estudiantil.

En esta Edición

Editorial

Estimados amigos de las matemáticas y de las ciencias:

La educación matemática y de las ciencias siempre ha sido importante para el desarrollo industrial y científico de un país. En años recientes, el advenimiento de la economía global donde se compite no sólo entre ciudades y continentes sino a nivel mundial, obliga a preparar al estudiante para trabajar en un ambiente tecnológico sin fronteras, innovando a cada paso. Esta competencia es en realidad una oportunidad para generar industrias que respalden la economía de un país y susciten un intercambio de ideas y metodologías resultando en la creación de productos nunca antes imaginados.

Gabriela Mistral dijo que "el futuro de los niños siempre es hoy. Mañana será tarde". Es la urgencia de apoyar a los maestros para que preparen a todos los niños a ser partícipes en la revolución tecnológica global la que mueve a Texas Instruments a hacer los cambios que verán en el transcurso del 2008. Estos cambios han sido diseñados para facilitar el uso apropiado de la tecnología en el aula, inspirar a los maestros a intercambiar y adoptar ideas que ayuden a sus estudiantes, y por último, para reflejar el compromiso de Texas Instruments en la Educación matemática de todos.

En esta Edición de Innovaciones Educativas, encontrarán los artículos de Regresión múltiple y Simulación del circuito RL con la Voyage 200 mientras que con la TI-84 se presenta un artículo de geometría usando Cabri Jr., manejo de la hoja de calculo Cellsheet , y el artículo de la determinación del coeficiente de restitución de una pelota de ping pong.

Es para nosotros un placer anunciarles que el sistema TI-Navigator estará disponible en Latinoamérica en el 2008. Este sistema permite que el maestro forme una comunidad de aprendizaje donde tanto el maestro como el estudiante se involucren en la investigación y aprendizaje matemático y científico. Pruebas científicas sobre el uso del sistema demuestran que el uso del TI-Navigator y de las calculadoras gráficas adelanta el entendimiento, la atención, y el aprovechamiento académico del estudiante, y mejora las destrezas académicas en el álgebra.

También hemos de exhortarlos a visitar nuestra página de Internet donde, a través del 2008, encontrarán nuevas fuentes de información tales como: informes sobre estudios científicos sobre el uso de la tecnología de Texas Instruments; currículo y actividades alineadas por país a los estándares nacionales de matemáticas y ciencias, invitaciones para hacer investigación científica y para someter sus historias de éxito, espacio para tener una comunidad de educadores que trascienda de fronteras nacionales, y muchas cosas más.

Es un honor para nosotros contar con expertos y líderes educativos como ustedes. Son ustedes la inspiración para nuestro trabajo en el desarrollo de tecnología de punta y de materiales curriculares. Espero que disfruten de esta edición de Innovaciones Educativas y de los cambios que verán en el 2008. Les invito a continuar la comunicación abierta y cándida con nosotros, sus más asiduos servidores.

Nota: Si tiene una actividad o artículo que quiera compartir y publicar en ésta revista, contacte a uno de los editores.

Obtenga una Calculadora Texas Instruments o un Recolector de Datos GRATIS

Ayude a otros profesores a incorporar la tecnología a sus clases. Envíe un artículo a nuestros editores y si es publicado recibirá una calculadora de su elección y un recolector de datos ¡gratis!

Perfil de Artículos o Actividades:

Se intenta publicar artículos o actividades que:

- Despierten la curiosidad por la tecnología
- Presenten una novedad de forma inteligente, creativa y amistosa de cómo resolver un problema utilizando las herramientas de Texas Instruments
- El profesor perciba las ventajas de resolver un problema con la calculadora

¿Como deben enviar los artículos o actividades?

- Los trabajos se reciben por correo en un archivo Word en fuente Arial de 12 puntos.
- Tamaño de no más de 3 páginas tamaño carta (salvo excepciones)
- Debe tener un párrafo de introducción
- Las pantallas, gráficas o fotografías se solicitan en archivos separados. Las plantillas se necesitan en formato TIF con un mínimo de 400 dpi. Las gráficas en formatos JPG o GIF y las fotografías deben ser de alta resolución en formato EPS o JPG.

Para más información contacte a Juan Melin: jmelin@ti.com

Programa de Préstamo Académico de Calculadoras Texas Instruments (PAC-TI)

Texas Instruments ofrece préstamos gratuitos de calculadoras y accesorios para profesores de matemáticas y ciencias. La finalidad del préstamo puede ser para talleres de entrenamiento o simplemente para familiarizarse con nuestra tecnología.

Para más información sobre el Préstamo Académico de Calculadoras Texas Instruments (PAC-TI) en Latinoamérica, envíenos un correo electrónico a:

Chile: pacti@texasinstruments.cl
Colombia: david@districalc.com
México: contigomexico@list.ti.com

Introduciendo un Nuevo Concepto de Enseñanza y Aprendizaje para el Aula: TI-Navigator™

Revolucionario sistema de aprendizaje y de evaluación, que proporciona a los docentes la habilidad de monitorear el progreso individual de cada uno de sus alumnos y el de la clase entera.

Promueve un ambiente dinámico en el que la participación y colaboración entre alumnos y maestros rompen los sistemas de enseñanza tradicionales.

Los estudiantes conectan sus calculadoras Texas Instruments en los hubs inalámbricos, estableciendo comunicación entre las calculadoras y la computadora del maestro.

- Vea la pantalla de las calculadoras de cada uno de sus alumnos durante la clase.
- El sistema TI-Navigator™ facilita la evaluación de las capacidades del estudiante y simplifica el proceso de correción y registro de notas.
- Compatible con la familia de calculadoras gráficas TI-84 Plus.

Continuación

2 SOLUCIÓN ANALÍTICA

Carga

Cuando el interruptor se conecta en a después de haber estado desconectado por mucho tiempo, empieza a circular una corriente i por la trayectoria cerrada, como se muestra en la Figura 2.

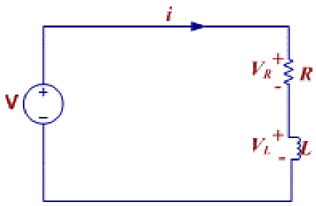


Figura 2: ***Circuito RL en carga.***

por lo que se genera una caída de voltaje en la resistencia y en el inductor.

Por la ley de Kirchhoff, la suma de las caídas en R y L debe ser igual al voltaje de la fuente; además, como el circuito estuvo mucho tiempo desconectado se debe cumplir que $i(0)=0$, así que la ecuación diferencial a resolver es la siguiente:

$$L\frac{di}{dt}+Ri=V,\quad i(0)=0, \qquad \textbf{(1)}$$

que también se puede escribir como

$$\frac{di}{dt}+\frac{R}{L}i=\frac{V}{L},\quad i(0)=0; \qquad \textbf{(2)}$$

su solución general está dada por

$$i(t)=\frac{V}{R}+C\,e^{-\frac{R}{L}t}. \qquad \textbf{(3)}$$

y al aplicar la condición inicial y reacomodar términos, se tiene

$$i(t)=\frac{V}{R}\left(1-e^{-\frac{R}{L}t}\right). \qquad \textbf{(4)}$$

Si se analiza la expresión obtenida, se verifica que cuando el tiempo es 0 la corriente también es 0 y a medida que el tiempo crece, la corriente tiende a su máximo valor que es $\frac{V}{R}$.

Descarga

Ahora el interruptor pasa al punto b, como se muestra en la Figura 3,

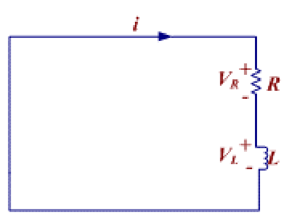


Figura 3: ***Circuito RL en descarga.***

Voyage™ 200

- 2.7MB Flash ROM.
- Pantalla grande de 128 x 240 píxeles, diseño ergonómico y teclado QWERTY.
- Cálculo Simbólico (CAS) software de matemáticas avanzadas para la manipulación de expresiones matemáticas y funciones.
- Software de matemáticas avanzadas: cálculo, ecuaciones diferenciales, gráficos en 3-D con animación, álgebra lineal, solucionador numérico interactivo, constantes, estadísticas, programación en lenguaje assembly, etc.
- Cable de conexión a PC permite actualizar el sistema operativo, y bajar software del Internet.

y la energía almacenada en el inductor es disipada en la resistencia. La ecuación diferencial que resulta para este caso es

$$\frac{di}{dt}+\frac{R}{L}i=0. \qquad \textbf{(5)}$$

La condición inicial depende del valor al que se encuentre la corriente al momento de mover el interruptor a la posición b. Si se mantuvo la fuente alimentando a R y L por un tiempo t muy grande, el valor al que pudo haber llegado es $\frac{V}{R}$ según la ecuación (4). Si se toma este valor como condición inicial para la descarga, se puede escribir la respuesta de la siguiente manera

$$i(t)=\frac{V}{R}e^{-\frac{R}{L}t}. \qquad \textbf{(6)}$$

Como se observa este valor tiende a 0 en la medida en que el tiempo aumenta. La solución total resulta ser una función seccionada que depende de los valores elegidos para cerrar y abrir el interruptor.

3 SOLUCIÓN CALCULADA

Para realizar la simulación con la Voyage 200 se consideran los valores de $R=2\,\Omega$, $L=3\,H$ y $V=10\,Volts$. Lo primero que se hace es resolver la ecuación de la carga con su condición inicial como se muestra en la Figura 4.

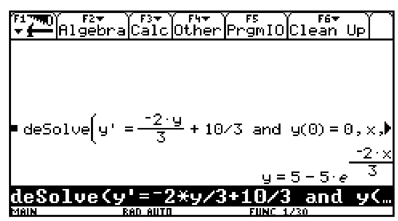


Figura 4: ***Solución Particular de la carga.***

La función obtenida tiene la forma de (4) y se define como la función y1(x).

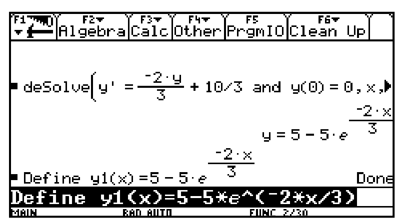


Figura 5: ***Definición de y1(x).***

Luego, se escoge un valor para t igual a 4.012605 s, donde la corriente es 4.8235294 A, para colocar el interruptor en b y desconectar los elementos de la fuente.

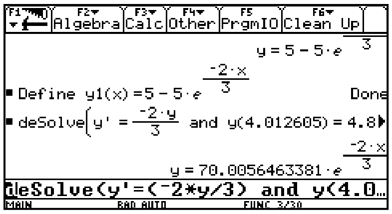


Figura 6: ***Solución particular de la descarga.***

Como se aprecia, la ecuación de la corriente para la descarga obtenida por la Voyage 200 tiene la forma de (6) y se define como y2(x).

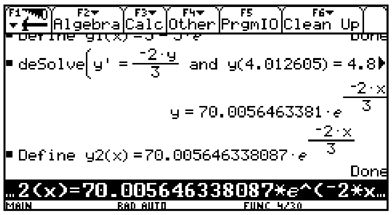


Figura 7: ***Definición de y2(x).***

En la ventana Editor, se pueden ver declaradas las funciones de carga y descarga como en la siguiente Figura.

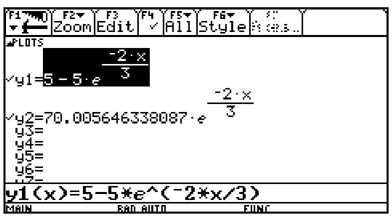


Figura 8: ***Funciones y1(x) y y2(x).***

Solución gráfica

Ahora se establecen los valores de graficación mostrados en la Figura 9

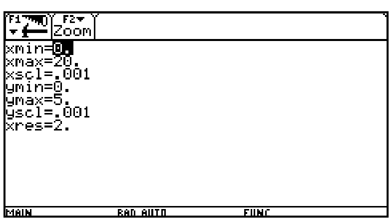


Figura 9: ***Rango de Valores asignados a las Variables.***

y luego se usan los comandos necesarios para obtener la gráfica de la corriente, tal como se muestra en la Figura 10. En este caso, la gráfica se obtiene tomando en cuenta que para valores menores de 4.012605 se grafica y1(x) y para el resto del dominio, y2(x)

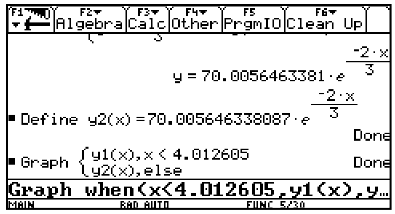


Figura 10: ***Declaración de la función de corriente.***

La gráfica resultante se muestra en la Figura 11 y explícitamente se indica el tiempo, definido por la variable xc, considerado para cambiar el interruptor de posición.

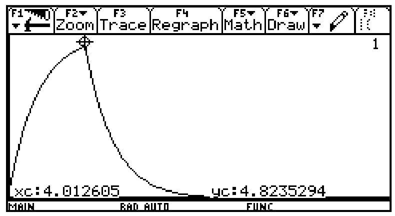


Figura 11: ***Gráfica de función de corriente.***

Con el Trace, se puede realizar un análisis de sensitividad al poder barrer el cursor por la gráfica y monitorear los valores de la corriente en el intervalo de tiempo.

4 COMENTARIOS

La simulación realizada permite, al alumno de electricidad y magnetismo, observar el proceso de carga y descarga de un circuito RL, además de usar sus conocimientos para graficar una función seccionada.

El alumno tiene la posibilidad de cambiar tales condiciones y ver cómo se modifica la solución obtenida.

Si bien es cierto que para los cursos de Circuitos Eléctricos de las carreras de Ingeniería Eléctrica existen simuladores poderosos, en materias de ciencias básicas, la modelación con la Voyage 200 se convierte en una herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por un lado, apoya la transmisión de conocimientos por parte del profesor y por otro, la adquisición de conocimientos y la estimulación de la creatividad de los alumnos.

5 BIBLIOGRAFÍA

[1] Sears, Zamansky, Young, Freedman, Física Universitaria Vol 2,Pearson, Undécima edición, 2005.

[2] Luis Lauro Cantú Salinas, Electricidad y Magnetismo para estudiantes de Ingeniería, Limusa, 1994.

[3] Robert Resnick, David Holliday, Física parte II, 1978.

[4] Paul A. Tipler, Física parte II, Tercera edición, Editorial Reverté, 1994.

[5] Carmona Jover Isabel, Ecuaciones Diferenciales, Pearson, Cuarta Edición, 1992.

[6] G. Zill Dennis and R. Cullen Michael, Differential Equations with Boundary-Value Problems, Thomson, Fifth Edition, 2001.

Determinación del Coeficiente de Restitución (e) de una Pelota de Ping-Pong

Víctor Garrido Castro (vgarridp@uvm.cl)

1 INTRODUCCIÓN

El este artículo presentaremos una forma experimental para el cálculo del coeficiente de restitución (e) de una pelota de ping-pong, se analizará el comportamiento de su posición, velocidad y aceleración en el tiempo para el movimiento de la pelota sobre diversas superficies, para lo cual utilizaremos la TI-84 Plus, el sensor de movimiento CBR2, y la aplicación Easy Data.

Sabemos que en una colisión, todos los cuerpos sufren una pequeña deformación y por tanto liberan energía en forma de calor. La facilidad con que un cuerpo recobra su forma original después de un choque, es la medida de su elasticidad. Se debe tener en cuenta que tanto la cantidad de movimiento como la energía cinética deben conservarse en los choques. Aunque esta afirmación es aproximadamente cierta para cuerpos duros, es falsa para cuerpos suaves o que puedan rebotar más lentamente cuando chocan. Si la energía cinética permanece constante después del choque, se dice que este ha sido perfectamente elástico (caso ideal). Si los cuerpos que chocan entre sí, permanecen juntos después de la colisión, se dice que esta fue perfectamente inelástica. La mayor parte de los choques varían entre estos dos extremos.

Un medio de medir la elasticidad de un choque, es relacionando las velocidades relativas antes del choque y después del mismo.

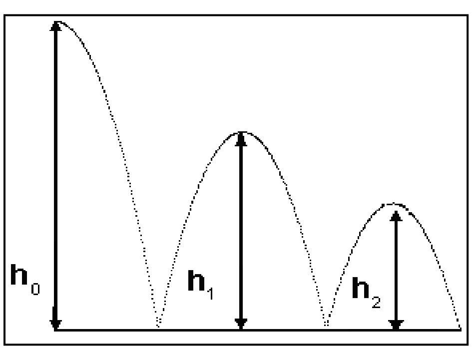
Las colisiones inelásticas se caracterizan por una pérdida en la energía cinética, podemos representar por e, la fracción de la velocidad relativa final entre la inicial, o sea:

$$(v_{1f} - v_{2f}) = -e \cdot (v_{1i} - v_{2i}) \qquad (1)$$

Donde e se conoce como el coeficiente de restitución. El coeficiente de restitución (e) puede calcularse como el cuociente negativo de la velocidad relativa después del choque a la velocidad relativa antes del choque.

$$\boxed{e = -\frac{v_{1f} - v_{2f}}{v_{1i} - v_{2i}}} \qquad (2)$$

El método que usaremos para medir el coeficiente de restitución esta basado en deja caer una pelota de ping-pong ,desde una altura inicial h_0, siendo h_1 y h_2 las alturas sucesivas alcanzadas por la pelota después del choque con la superficie del suelo figura **(1)**



(1)

donde:

$v_{1i}; v_{1f}$, son las velocidades de la pelota antes del choque y después del choque $v_{2i}; v_{2f}$, son las velocidades de la superficie (tierra) antes y después del choque, son: $v_{2i} = v_{2f} = 0$,reemplazando en **(2)**, obtenemos

$$\boxed{e = -\frac{v_{1f} - 0}{v_{1i} - 0} = -\frac{v_{1f}}{v_{1i}}} \qquad (3)$$

Para choques perfectamente elásticos, $e = 1$

Para choques perfectamente inelásticos, $e = 0$

Aplicando las ecuaciones del movimiento uniforme acelerado, obtenemos:

$h_f = h_i \pm v_i \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$, con $h_f = 0$; $v_i = 0$, se tiene **(4)**

$h_0 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$, despejando el tiempo de caída tenemos

$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}}$, siendo la velocidad

$v_{1i} = -\frac{dh_0}{dt} = -g \cdot t$, reemplazando el tiempo de caída

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}} \qquad v_{1i} = -g \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}} = -\sqrt{2 \cdot g \cdot h_0} \qquad (5)$$

donde v_{1i} corresponde a la velocidad del objeto antes de chocar con la tierra y corresponde a la velocidad final de la caída desde una altura h_0.

Igualmente obtenemos $v_{1f} = +g \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}} = +\sqrt{2 \cdot g \cdot h_1}$, **(6)**

(sentido contrario a v_{1i}), reemplazando en el coeficiente de restitución, tendremos;

$$\boxed{e = -\frac{+\sqrt{2 \cdot g \cdot h_1}}{-\sqrt{2 \cdot g \cdot h_0}} = \sqrt{\frac{h_1}{h_0}}} \qquad (7)$$

Si se desea obtener la altura esperada en el segundo rebote, se tendrá:

$e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$, y elevando al cuadrado: $h_2 = e^2 \cdot h_1$ **(8)**

Una vez conocido el coeficiente de restitución e se pueden obtener los desplazamientos horizontales sucesivos d_1, d_2, d_3 como resultado de los rebotes de la pelota contra el suelo:

$\boxed{e = \frac{d_2}{d_1}}$, y la longitud esperada en el tercer rebote:

$d_3 = e \cdot d_2$ **(9)**, y así sucesivamente.

TI Calculator-Based Ranger™ (CBR 2™)

- Permite recolectar datos y realizar gráficos
- Compatible con las familias de las calculadoras gráficas TI-84 Plus.
- Mide distancia, velocidad y aceleración- hasta 200 muestras por segundo y distancias entre 15 y16 centímetros (6 metros).

La figura **(2)** muestra los desplazamientos horizontales sucesivos $d_1, d_2, d_3 \ldots$ como resultado de los rebotes de la pelota contra el suelo:

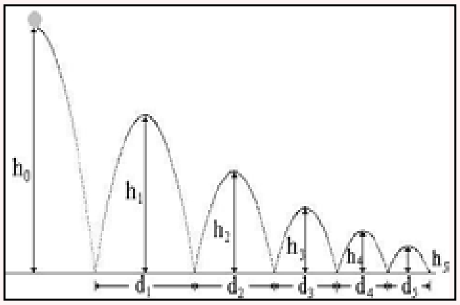


Fig (2)

2 PROCEDIMIENTO

1. Encienda la calculadora TI-.84 y presione la tecla APPS.

2. Seleccione Easy Data (previamente cargado) y presione ENTER.

3. En el menú Setup, seleccione cero y ajuste el sensor, luego Star, la pantalla muestra instrucciones generales; Ball Bounce opta automáticamente los valores de la configuración

4. Pida a un estudiante que sostenga la calculadora **TI-84** y el sensor CBR 2™ , mientras que otra persona sostiene la pelota de ping-pong debajo de este, a unos 50 cms.

5. Seleccione Star. Cuando el CBR 2™ comience a emitir un sonido suelte la pelota, (precaución: cuidado de no cambiar la altura del CBR 2™)

6. Cuando cesa el sonido, los datos capturados, se transfieren a la calculadora que muestra una representación gráfica de la distancia versus tiempo.

7. Si la gráfica obtenida no es la correcta seleccione **MAIN START** para repetir la toma de datos.

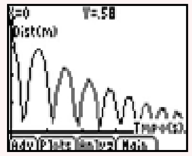
8. Estudie y analice los gráficos obtenidos.

3 ANÁLISIS

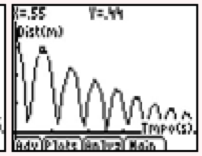
A partir de los gráficos posición-tiempo (ver gráfico **(3)**) se puede apreciar que la altura inicial h_0 de la cual se deja caer la pelota es

$h_0 = 0,58(cm)$, alcanzando una altura

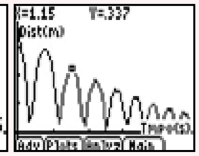
$h_1 = 0,44(cm)$ en el gráfico **(4)**



(3)



(4)



(5)

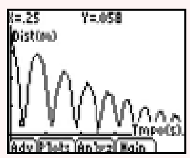
Si determinamos el coeficiente de restitución e a partir de la ecuación **(6)** y considerando los gráficos **(3)** y **(4)** obtenemos los siguientes valores

$e = \sqrt{\frac{h_1}{h_0}} = \sqrt{\frac{0,44}{0,58}} = 0,8709 \cong 0,9$, de igual

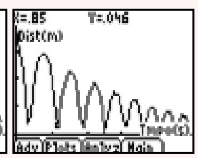
manera a partir del gráfico **(5)** $h_2 = 0,337(cm)$

$e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \sqrt{\frac{0,337}{0,44}} = 0,875 \cong 0,9$. También a partir de

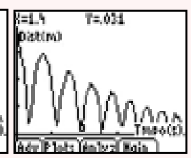
los desplazamientos horizontales sucesivos dado por la ecuación **(8)**, se puede determinar el coeficiente de restitución e .



(6)



(7)



(8)

A partir de los gráficos **(6)**, **(7)** y **(8)** y usando la expresión obtenemos un valor para

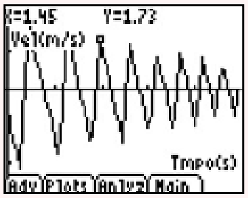
$$e = \frac{d_2}{d_1} = \frac{[1,4 - 0,85]}{[0,85 - 0,25]} = \frac{0,55}{0,6} = 0,916 \cong 0,9$$

Las herramientas de recolección de datos de TI les permiten a los maestros presentar a los estudiantes las matemáticas y ciencias desde el punto de vista del mundo real.

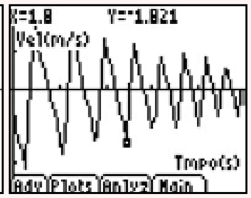
También resulta interesante analizar el comportamiento tanto de la velocidad como de la aceleración, a partir de los gráficos

$v\left[{}^{m}\!/_{s}\right]\ v/s\ t\left[s\right]$ y $a\left[{}^{m}\!/_{s^2}\right]\ v/s\ t\left[s\right]$,

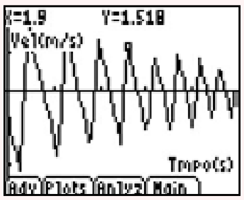
para la pelota deping-pong



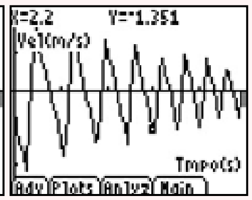
(9)



(10)



(11)



(12)

Observamos que la velocidad tiene pendientes positivas (pelota que sube) y pendientes negativas (pelota que baja), y si calculamos las pendientes negativas considerando los puntos de los gráficos **(9)**; **(10)**; **(11)** y **(12)**, obtenemos los siguientes valores:

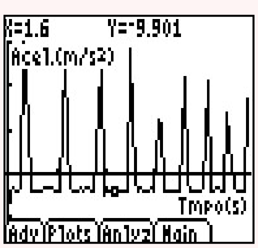
$$m_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{-1{,}821 - 1{,}73}{1{,}8 - 1{,}45} = \frac{-3{,}551}{0{,}35} = -10{,}14\left[{}^{m}\!/_{s^2}\right] \cong g$$

, de igual forma

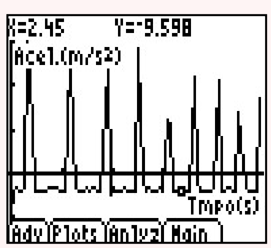
$$m_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{-1{,}351 - 1{,}518}{2{,}2 - 1{,}9} = \frac{-2{,}869}{0{,}30} = -9{,}56\left[{}^{m}\!/_{s^2}\right] \cong g$$

es decir los valores que se obtienen corresponden a las de aceleración de gravedad g .lo que confirma la física del problema, dejamos el cálculo de las pendientes positivas al lector y su posterior análisis.

De los gráficos **(13)** y **(14)** que corresponden a gráficos $a\left[{}^{m}\!/_{s^2}\right]\ v/s\ t\left[s\right]$, se pueden visualizar zonas donde la aceleración permanece constante con un valor cercano a $9{,}8\left[{}^{m}\!/_{s^2}\right]$, las zonas de picks corresponden al momento en que la pelota se encuentra subiendo.



(13)



(14)

5 CONCLUSIONES

A través del uso de la TI-84 y el CBR 2™, se puede capturar, ver y analizar el comportamiento de posición, velocidad y aceleración frente al tiempo para la caída de una pelota de ping-pong sobre una determinada superficie. Usando adecuadamente el Easy Data y los conocimientos teóricos de física se pueden calcular los coeficientes de restitución e para determinadas superficies usando diferentes materiales y diversos balones .El Easy Data además permite explorar, movimiento de caída libre, calcular pendientes a partir del gráfico Velocidad-Tiempo $\left[\frac{\Delta v}{\Delta t}\right]$, ajustar un modelo y visualizar en su conjunto su física, siendo esto de gran beneficio para el aprendizaje significativo de los estudiantes.

6 BIBLIOGRAFÍA

1. http://www/phy.ntnu.edu.tw/oldjava/bouncingBall/bouncingBalls.htm

2. Manual de uso CBR Texas Instruments

3. Serway-Jewet, Física I (Tercera Edición)

El dispositivo CBR 2™ es una herramienta que permite recolectar datos y realizar gráficos, así como también estimula el proceso de aprendizaje del alumno al estudiar los distintos efectos que los datos de movimiento tienen en las matemáticas, ciencias y físicas.

Cabri Junior como Modelador de una Clase Constructiva

Ricardo Barroso Campos (rbarroso@us.es)

1 INTRODUCCIÓN

En este artículo mostramos una manera de incorporar Cabri Junior al aula con una actividad cooperativa de tipo constructivo, provocando que el conocimiento geométrico de los alumnos sea asimilado de manera comprensiva, además de generar una situación de clase en la que los estudiantes deberán justificar sus hallazgos a sus compañeros del aula.

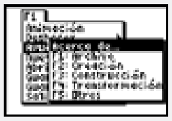
Cabri Junior ofrece de manera natural la indagación de objetos geométricos, los cuales crean una sensación satisfactoria al generar autoconfianza, o bien generar una crítica constructiva a la labor del compañero.

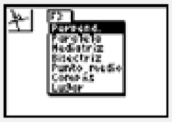
El autor ha realizado con éxito experiencias parecidas a la mostrada en cursos de preparación de profesores de Secundaria.

2 ESCENARIO DE LA ACTIVIDAD

Debe desarrollarse en el aula de clases con las calculadoras TI-84 Plus y la aplicación (APPS) Cabri Junior, la sugerencia es que los alumnos trabajen en parejas y que el profesor haga una introducción a los alumnos de los menús y herramientas de Cabri Junior.

La calculadora del profesor debe estar conectada a un ViewScreen, donde se plasmarán las situaciones geométricas que vayan surgiendo.





3 DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

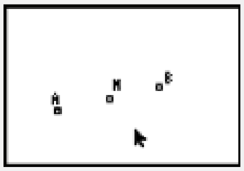
Una propuesta de tipo geométrico relativamente sencilla puede ser el comienzo de la actividad.

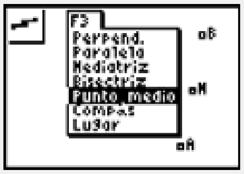
En este caso vamos a desarrollar un elemento geométrico elemental: hallar el punto medio entre dos puntos dados.

Así pues, el profesor propone a todos los alumnos que abran Cabri Junior., señalen dos puntos A y B cualquiera en la pantalla y busquen el punto medio del segmento AB.

Con naturalidad, de manera casi inmediata, una pareja, Luis y Ana, levantan el brazo indicando que "lo hemos conseguido". Una sensación de alivio recorre la clase y van alzándose más y más manos.

El profesor pregunta: ¿Cómo lo habéis conseguido?. La respuesta es inmediata y clara: por la herramienta "punto medio" del menú.





Naturalmente, el resultado es aceptado de manera evidente por toda la clase, nadie lo cuestiona, ya que Cabri Junior. permite hallar de manera directa lo pedido.

Ahora el papel del profesor es determinante. Él les pide realizar el mismo problema: Encontrar el punto medio entre dos puntos dados A y B sin utilizar la herramienta "punto medio" (Midpoint), les motiva a buscar otros caminos.

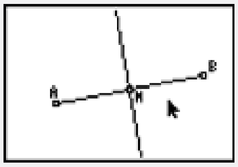
Toda la clase entrará en esa dinámica de realizar la construcción con las herramientas disponibles

Ahora la situación es algo diferente a la inicial. Ya no hay manos rápidas levantadas para indicar que se ha encontrado la solución. Hay murmullos en el aula y se respira un ambiente de alguna manera "indagador", interesante, donde se busca lo pretendido para poder afirmar que "ya lo conseguimos".

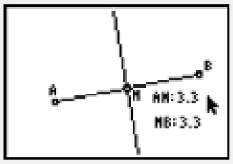
Varios minutos pasan, y ahora son María y Alfonso los que señalan: "Profesor, lo hemos conseguido".

El profesor les invita a "salir" para explicar cómo lo han logrado.

Van hacia la calculadora del profesor y señalan, trabajando sobre Cabri Juniorr.: "Primero hemos trazado el segmento AB, y luego hemos usado la herramienta mediatriz (Perp.Bis.). El punto de intersección del segmento y la mediatriz es el punto medio"



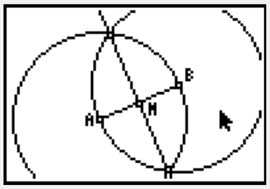
El profesor les pregunta a María y Alfonso "¿Por qué?" Ellos toman la herramienta distancia y longitud (Measure D&Length) y comprueban que en efecto, es así. El profesor entonces explica que la mediatriz (Lugar Geométrico) está formada por los puntos que están a igual distancia de los dos y que es cierto.



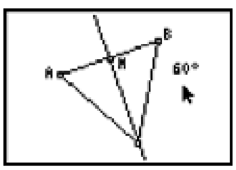
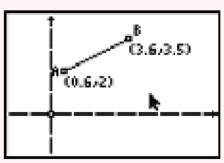
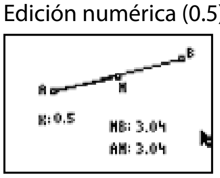
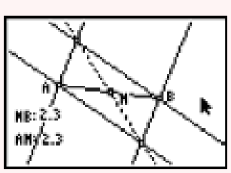
Ahora ¿cuál ha sido la herramienta fundamental en este segundo "método"? Se han usado segmento y mediatriz. Evidentemente la determinante ha sido la mediatriz, por lo que debe ser la herramienta que todos no pueden utilizar.

De nuevo surge la misma situación geométrica y didáctica. Si ahora no disponemos de "punto medio" ni de "mediatriz", ¿cómo puede ser hallado el punto medio de dos puntos?

Los alumnos siguen en su indagación. De esta manera, van siendo las herramientas circunferencia, y alguna como homotecia que puede proponer el profesor y explicar como una manera “natural” de introducción de esta transformación matemática.



Una secuencia puede ser:

Método	Herramienta que no se puede utilizar
Punto medio	Punto medio
Segmento, mediatriz	Mediatriz
Segmento, Circunferencia (dos veces), segmento entre los puntos de corte de las circunferencias, punto intersección de ambos segmentos.	Circunferencia
Segmento, Edición numérica (60º), rotación (dos veces), Triángulo equilátero y altura del lado AB. 	Rotación
Dos puntos, Mostrar ejes, Ecuación y coordenadas (ambos puntos, de A y B), Calculadora, semisuma de abscisas y de ordenadas. 	Mostrar ejes
Edición numérica (0.5), homotecia. 	Homotecia
Recta (dos veces con distinta dirección por el mismo punto), recta paralela (dos veces por el otro punto), recta (dos veces por parejas por los vértices opuestos del paralelogramo) 	Recta paralela

La calculadora TI-84 Plus Silver Edition es la calculadora más recomendada por maestros en los Estados Unidos.

Habría que explicar en cada caso la justificación matemática oportuna.

4 CONCLUSIONES

Con la actividad desarrollada se ha conseguido un clima cooperativo en el aprendizaje de mis estudiantes y de mucho interés por profundizar los conocimientos adquiridos.

Con esta posibilidad didáctica que dá Cabri Junior, le permite al profesor generar un ambiente de indagación y de autoconfianza, ya que una vez que los alumnos han encontrado un método (hay varios más de los señalados), antes de exponerlo a la clase podrán validarlo por sí mismos con la herramienta de longitud y medida.

5 BIBLIOGRAFÍA

1. Exploring Mathematics with the Cabri™ Jr. Application. Charles Vonder Embse and Eugene Olmstead. Texas Instruments Incorporated. Dallas, TX 75251.

2. www.cabrijr.com

Manejo de la Aplicación CellSheet

Raúl Baeza Ornelas (rbaeza@iteso.mx.)

1 INTRODUCCIÓN

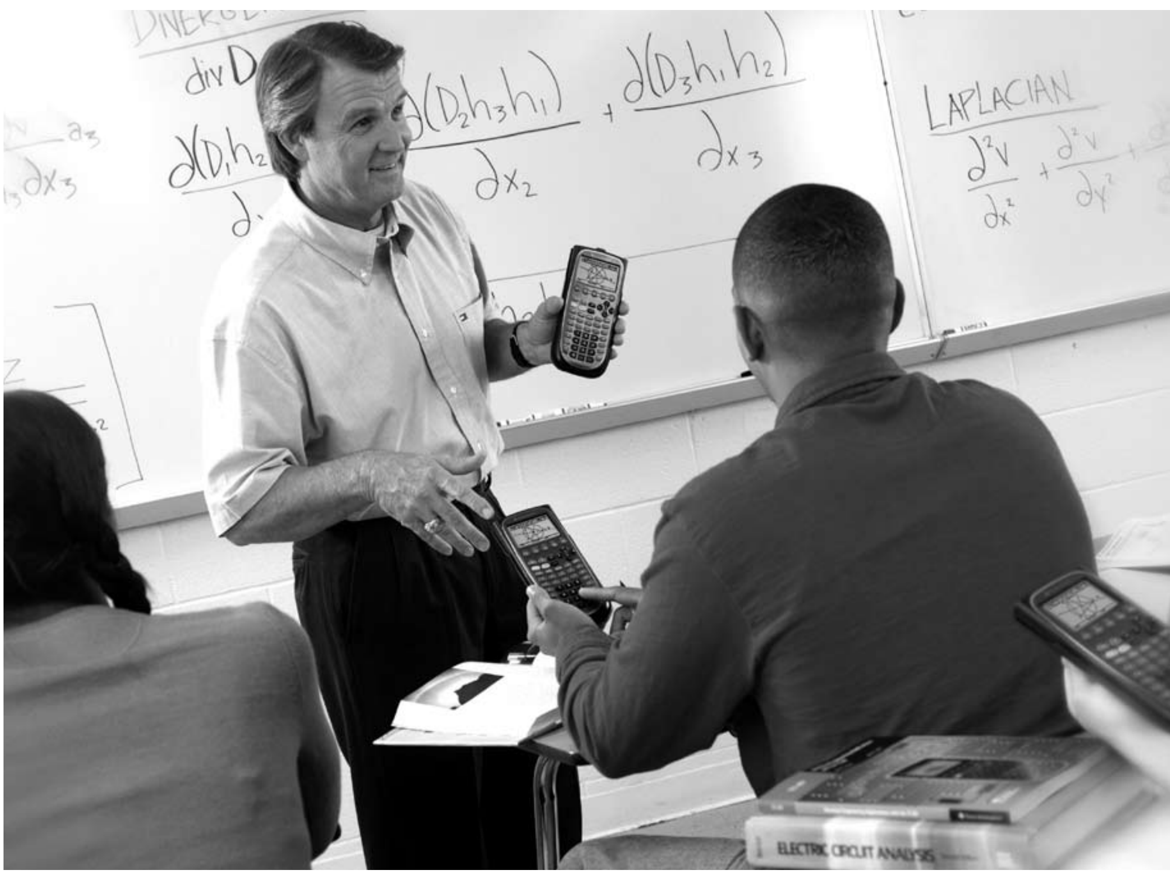
Las hojas de cálculo se han utilizado en la enseñanza de las matemáticas desde su aparición en las microcomputadoras en los años 80 [1]. La capacidad de organizar datos experimentales, realizar cálculos complicados, elaborar gráficas en forma sencilla y la facilidad de programar algoritmos sin la necesidad de aprender complicados lenguajes de programación son las principales ventajas. CellSheet es una hoja de cálculo básica que puede ser utilizada en las calculadoras de la familia TI 84 plus, combinando el poder de las calculadoras gráficas y las ventajas de las hojas de cálculo. Los archivos creados con esta aplicación son compatibles con Microsoft Excel1 a través de la aplicación gratuita para computadora TI CellSheet Converter[3].

2 PRIMEROS PASOS

Iniciamos la aplicación seleccionando CelSheet o CSheetEs para la versión en español. Al iniciar aparece una ventana de ayuda, esta ventana puede obtenerse desde el programa seleccionando Menú presionando la tecla [GRAPH] y seleccionando 5:Help.

Por defecto, la primera hoja que se abre se llama S01, la siguiente S02, etc. Podemos cambiar el nombre de nuestro archivo seleccionando Menu presionando [GRAPH], después seleccionamos 1:File..., luego 2:Save As..., aquí escribimos el nombre elegido comenzando con letra y usando un máximo de ocho caracteres. En una hoja nueva nos colocamos en la celda A1 y escribimos el encabezado NUMERO. Para capturar texto debemos empezar con el símbolo de comillas presionando [ALPHA][+] y en seguida escribimos el texto. En la columna B1 vamos a escribir CUADRADO y en la C1 SUMA. En la columna A vamos a escribir los números del 1 al 5, podemos hacerlo número por número, pero cuando hay que escribir una secuencia grande es más conveniente el siguiente método: abrimos el menú y seleccionamos 3:Options..., después 3:Sequence...; en el menú SEQUENCE seleccionamos:
1st Cell:A2
seq(N,N,1,5)
Down Right
presionamos [ENTER] para salir de este menú. En las celdas de la A2 a la A6 estarán los números del 1 al 5. La función seq (no es parte de la aplicación, sino de la propia calculadora. Todas las funciones de la calculadora pueden ser utilizadas dentro de CelSheet.

Para escribir los cuadrados nos ubicamos en la celda B2 presionamos [ENTER] para activar la edición de celda. A continuación presionamos [STO>] para insertar un signo igual, lo que define una fórmula; después escribimos A2^2 . Al igual que en Excel, la fórmula se puede copiar



La calculadora TI-89 Titanium contiene CAS (Cálculo Simbólico), y es ideal para estudiantes universitarios de ingeniería, matemáticas, ciencias y estadística. Esta calculadora posee una gran capacidad para crear y rotar gráficos 3-D y de contorno.

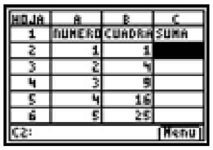
1 Microsoft Excel es una marca registradas de Microsoft Corp.

TI-84 Plus Silver Edition

- Más de 20 aplicaciones instaladas, incluyendo la geometría interactiva Cabri™ Jr , Vernier EasyData™, la Tabla periódica y mucho más.
- Gran capacidad de memoria, 24KB de RAM y 1.54MB Flash ROM.
- Cuenta con un puerto USB e incluye el cable USB que permite la transferencia de datos entre calculadoras TI-84, yentre la calculadora y computadora (PC)
- Grafique y compare funciones. Analice gráficos y datos.
- Cuenta con memoria FLASH ROM que permite la actualización y descarga de aplicaciones.
- Compatible con TI Navigator.

a otras celdas y crea una referencia relativa, esto quiere decir que al copiar la fórmula en B3 será A3^2, etc.

Nos ubicamos en la celda B2 y copiamos la fórmula presionando [ZOOM], seleccionamos el rango de celdas en el que vamos a copiar la fórmula presionando [Y=] desde B3 y nos desplazamos para seleccionar, utilizando las flechas de movimiento, hasta llegar a la celda B6. Finalmente pegamos la fórmula con [TRACE]. El resultado se muestra en la siguiente pantalla:



HOJA	A	B	C
1	NUMERO	CUADRA	SUMA
2	1	1	
3	2	4	
4	3	9	
5	4	16	
6	5	25	

C2: Menu

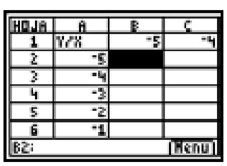
En la columna C escribimos una fórmula para la suma de los números de las columnas A y B, obteniendo el resultado mostrado en la siguiente pantalla:

HOJA	A	B	C
1	NUMERO	CUADRA	SUMA
2	1	1	2
3	2	4	6
4	3	9	12
5	4	16	20
6	5	25	30

C6: =A6+B6 Menu

3 REFERENCIAS RELATIVAS Y ABSOLUTAS

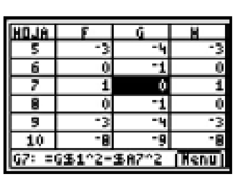
En ocasiones no es conveniente escribir fórmulas con referencias relativas a celdas, porque no queremos que se modifiquen los valores conforme nos desplazamos; en estos casos debemos utilizar referencias absolutas. Vamos a construir una tabla de doble entrada para la ecuación $z = x^2 - y^2$ (el más famoso paraboloide hiperbólico). Creamos un nuevo archivo llamado HOJA2. En la celda A1 escribimos Y/X informando que los valores de X están en el primer renglón y los de Y en la primera columna. En el renglón 1 a partir de la columna B escribimos los números de -5 a 5 en incrementos de uno. En la columna A, a partir del renglón 2 también vamos a escribir los números de -5 a 5.



HOJA	A	B	C
1	Y/X	-5	-4
2	-5		
3	-4		
4	-3		
5	-2		
6	-1		

B2: Menu

Calculamos el valor correspondiente a cada pareja de números (x, y) escribiendo la fórmula para z en B2:= B1^2-A2^2 el signo de dólares se inserta presionando [2nd][STO→]. Al escribir B$1 estamos diciendo que si copiamos la fórmula el número de renglón no será modificado (todos los valores de x están en el primer renglón). Con la expresión $A2 estamos diciendo que al copiar la fórmula el valor de columna A no será modificado (todos lo valores de y están en la columna A). Ahora sí, copiamos la fórmula a todas las celdas en donde queremos evaluar la fórmula y obtenemos el resultado que se muestra a continuación:



HOJA	F	G	H
5	-3	-4	-3
6	0	-1	0
7	1	0	1
8	0	-1	0
9	-3	-4	-3
10	-8	-9	-8

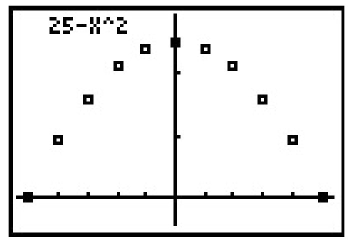
G7: =G1^2-A7^2 Menu

4 GRÁFICOS

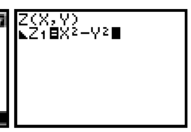
A continuación exploraremos algunas capacidades gráficas de la aplicación. Desde HOJA2 abrimos el menú y seleccionamos la opción 4:Charts..., en seguida 1: Scatter..., en el menú SCATTER CHART escribimos:

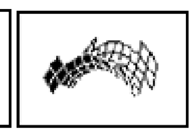
XRange:A2:A12
YRange1:B2:B12
YRange2:
YRange3:
Title:25-X^2
AxesOn AxesOff
DrawFit Draw

analice por qué el título es 25-X^2. La gráfica se verá como en la imagen:



A continuación graficaremos el paraboloide hiperbólico mencionado anteriormente, para lo cual nos ayudaremos de la aplicación Graph3 para la TI-84 (Ver referencia [4])





5 COMENTARIOS FINALES

El uso de hojas de cálculo ha demostrado ser muy útil en la enseñanza de las matemáticas, principalmente por la facilidad de mostrar procedimientos paso a paso y por sus capacidades gráficas. El uso de una herramienta de hoja de cálculo basada en la calculadora le permite explotar las ventajas de ambos sistemas. Si desea conocer técnicas educativas basadas en hojas de cálculo puede consultar [2].

En el sitio web education.ti.com están disponibles tanto la aplicación CellSheet para la TI-84 plus como el programa para computadora TI CellSheet Converter.

6 REFERENCIAS

[1] Baker, John; Sugden, Stephen; Spreadsheets in education-the first 25 years, Electronic Journal Spreadsheets in Education!, 1(1), pp. 18-43.

[2] http://sunset.univie.ac.at/Spreadsite/spreaded.html#spreaded

[3] Manual de la aplicación CellSheet para la TI-84 plus.

[4] www.detachedsolutions.com/grahp3

Regresión Múltiple con la Voyage™ 200

Viviana Barile M (bbarilem@terra.cl)

La regresión lineal se aplica en todas las disciplinas, por este motivo es un contenido que está presente en varios cursos de las diferentes especialidades en las áreas de la economía, ingeniería, salud y ciencias físicas.
Esto condiciona por supuesto la evaluación, estamos obligados a destinar gran parte del tiempo a que los alumnos realicen los cálculos necesarios sin llegar muchas veces a la interpretación de los mismos y a la evaluación por parte del alumnos del modelo propuesto.

El uso de la Voyage 200 permite obtener todos los cálculos en forma rápida y fácil de modo que se puede poner énfasis en el análisis de los resultados y las aplicaciones de éstas en las diferentes disciplinas.

Este artículo abordará la estimación del tamaño del Trilobites, Los Trilobites, en latín "tres lóbulos" son artrópodos extintos que forman la clase Trilobita, dentro del subfilo Trilobitomorpha. Aparecieron en el período Cámbrico y durante el Ordovícico y Silúrico alcanzaron su máxima expansión; en el devónico (aparición de los peces con escamas), comenzó su lento declinar hasta extinguirse

En la mayoría de las condiciones de preservación, es difícil encontrar ejemplares completos de Trilobites. Dado que la cabeza (cephalon) suelta es mucho más común, estimaremos el tamaño del cuerpo en función de medidas sobre la cabeza, estableciendo cuáles de ellas constituyen la mejor determinación del tamaño real.

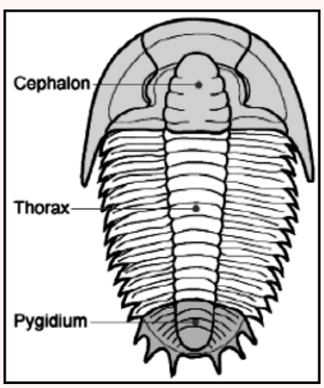
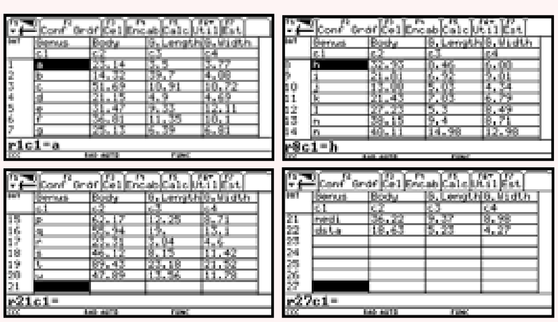
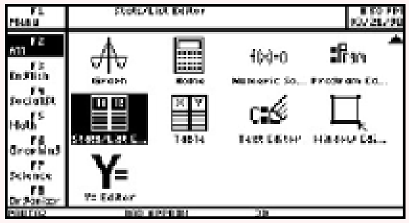


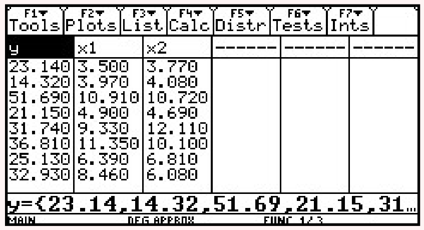
Tabla de Datos:



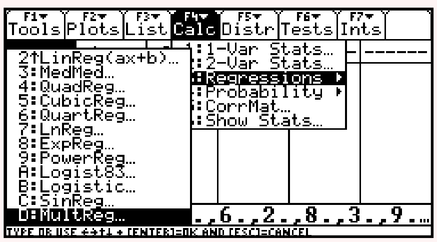
Basado en esta tabla de datos y utilizando la aplicación Stats/List Editor que se encuentra destacada en la pantalla Home de la Voyage 200 resolveremos nuestro problema. Primero que nada, verifique que su calculadora tenga cargada dicha aplica



El siguiente paso es ingresar los datos, colocando el n

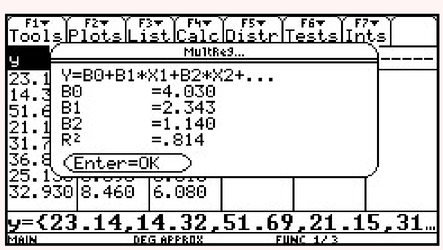


Para relacionar las variables utilizaremos Regresión Múltiple en Menú F4

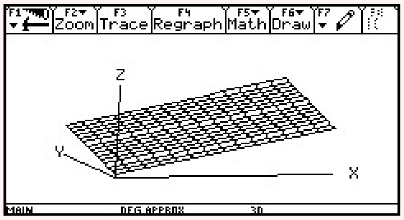


Indicamos que son dos la variables predictoras X1 y X2 de la siguiente manera:

Presionando ENTER se obtiene la ecuación de regresión muestral.



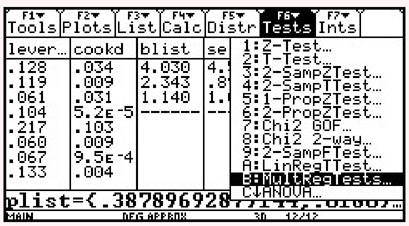
En el menú MODE de la calculadora elija gráfico en 3D y configure la ventana en relación a los datos. Con dos variables predictoras, podemos ver la gráfica de la ecuación de regresión muestral (y el diagrama de dispersión).



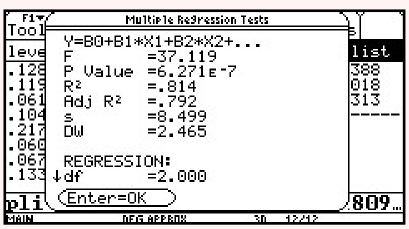
Ahora estudiaremos el modelo

Como sabemos el coeficiente de determinación múltiple denotado por R2, mide el porcentaje de variabilidad explicado por las variables predoctoras, donde R es el coeficiente de correlación múltiple. En nuestro ejemplo R2 = 0.814

La multicolinealidad es uno de los problemas más comunes en los modelos de regresión. En el caso de dos variables predictoras existen problemas de multicolinealidad razón por la cual realizaremos la siguiente Prueba de Hipótesis en test para regresión múltiple.

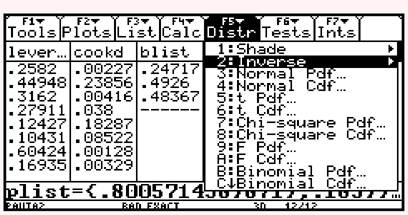


Después de ejecutar obtenemos lo siguiente:

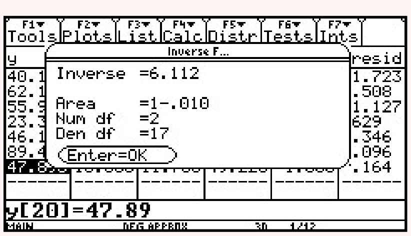


El valor F = 37.119 en la tabla anova indica que el porcentaje de la variabilidad de **Y** explicado por los predictores es estadísticamente significativo.

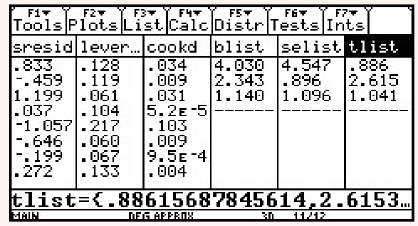
En menú F5, escogemos Inversa:



Calculamos $f_{0.01}(2,17) = 6.112$



luego se rechaza la hipótesis nula $\beta_1 = \beta_2 = 0$ ya que.. $f_{0.01}(2,17) < F$. es decir el modelo es significativo. Por otra parte el valor de "t" para cada coeficiente es respectivamente 0.886, 2.615, 1.041 lo que nos permite rechazar las hipótesis nula respectivas para la variable X1 pero no para la variable X2, lo que nos lleva a afirmar que en realidad la variable X2 no es significativamente predictora.



Resumiendo tenemos la siguiente información:

	Coeficientes	Error Típico	Estadístico t	p- valor
Intercepción	4.030	4.547	0.886	0.388
Glabella length	2.343	0.896	2.615	0.018
Glabella width	1.140	1.096	1.041	0.313

También podemos obtener la tabla Anova

Variación	Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F
Explicada	$SCE = \sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - y)^2$	k	SCE/k	$\frac{SCE\ /k}{SCR\ /(n-k-1)}$
Residual	$SCR = \sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \hat{y}_i)^2$	n-k-1	SCR/(n-k-1)	
Total		n-1		

Variación	Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F
Explicada	5362.874	2	2681.437	37.119
Residual	12228.076	17	72.240	
Total		19		

1 CONCLUSIONES

Podemos concluir con cierto grado de certeza que la medida del Trilobites depende más que nada de la longitud de la cabeza, es decir la longitud de la cabeza es un buen predictor de la medida de Trilobites. Más aun por cada unidad de cambio en la media de la longitud de la cabeza la longitud del Trilobites aumenta en 2.343.

2 REFERENCIA

Norman MacLeod. Keeper of Palaeontology.
The Natural History Museum, London

¿Cómo Puedo Hacer?

Marco Barrales (mbarrale@dsc.cl)

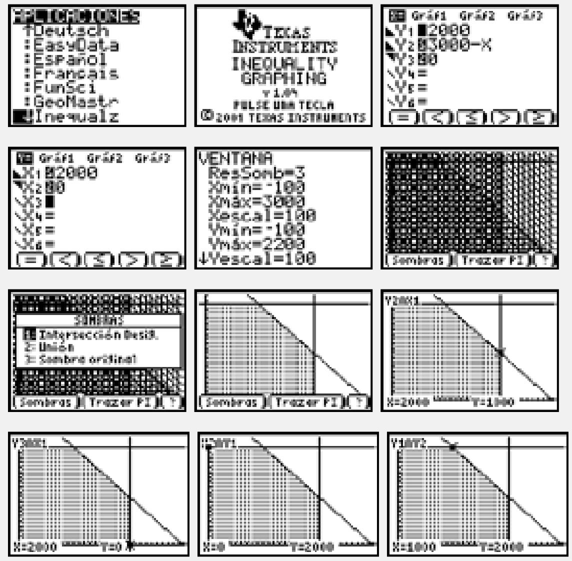
Pregunta: ¿Cómo puedo resolver un problema de programación lineal en la TI-84 Plus?
Respuesta: Para determinar la solución utilizaremos la aplicación **Inequalz** [APPS], la cual permite representar inecuaciones en el plano cartesiano.
Veamos un ejemplo: "Las restricciones pesqueras impuestas por el Gobierno Regional obligan a cierta empresa a pescar como máximo 2 mil toneladas de merluza y 2 mil toneladas de reineta, además, en total, las capturas de estas dos especies no pueden pasar de las 3 mil toneladas. Si el precio de la merluza es de 1.000 pesos el kilo y el precio de la reineta es de 1.500 pesos el kilo". ¿Qué cantidades debe pescar para obtener el máximo beneficio?
Solución: Escribir las restricciones, la función objetivo y dibujar la región factible.

Sean: x = número de toneladas de merluza , y = número de toneladas de reineta
Del enunciado deducimos las restricciones:

- Como máximo 2.000 toneladas de merluza: $x \leq 2.000$
- Como máximo 2.000 toneladas de reineta: $y \leq 2.000$
- Las capturas de estas dos especies no pueden pasar de las 3.000 toneladas: $x + y \leq 3.000$

La función objetivo que da el beneficio en pesos y que hay que maximizar viene dada por:
$f(x,y) = 1.000 \times x + 1.500 \times y$

Estudios de investigación dejan en evidencia que el uso de la calculadora gráfica mejora las habilidades y destrezas matemáticas de los estudiantes, así como también estimula el interés de los estudiantes hacia las matemáticas.



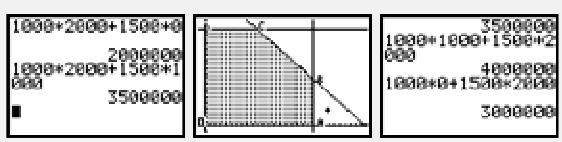
Donde los vértices obtenidos son:
A(2000,0) ; B(2000, 1000) ; C(1000, 2000) , D(0,2000) y O(0,0) .

Para acceder a los comandos de desigualdades [=][<] [≤][[>] ≥] en la definición de las inecuaciones y [Sombras] [Trazar IP] [?] en el gráfico [GRAPH], utilizar la tecla verde [ALPHA] y luego las teclas [Y=] [WINDOW] [ZOOM] [TRACE] [GRAPH] según corresponda. Para obtener los puntos de intersección de la región factible con [ALPLHA] [Trazar PI] y mover el cursor.

También puedes trazar las rectas de nivel y comprobar que las soluciones se encuentran en los puntos de intersección de la región.

Al sustituir sus coordenadas en la función objetivo $f(x,y)$ resulta:

f (A) = 2.000 millones de pesos. ; f (B) = 3.500 millones de pesos; f (C) = 4.000 millones de pesos; f (D) = 3.000 millones de pesos y f (O) = 0 pesos.



La función objetivo alcanza su máximo en el vértice C, por lo que las cantidades a pescar son 1.000 toneladas de merluza y 2.000 toneladas de reineta.

Como puedes ver nada de difícil…ánimo e intenta con otros problemas.

Casos de Éxito

Refugio Herrera Zapata
Maestro de matemáticas de la Esc. Sec. Técnica 31 "Dr. Mateo A. Sáenz Treviño"

"El trabajo docente requiere de especial atención, es decir, los maestros tenemos que diversificar estrategias de enseñanza para atraer la atención de los jóvenes que asisten a ésta institución educativa", comenta el maestro Refugio Herrera Zapata. El Sr. Herrera Zapata enseña matemáticas en la escuela secundaria técnica No. 31 en Santa Catarina, Nuevo León, México.
Refugio expresa que desde los inicios de su práctica docente ha observado el rechazo de los estudiantes a la asignatura de matemáticas, por lo que ha aplicado diferentes estrategias de enseñanza que incluyen recursos didácticos.
En el mes de febrero 2007 Texas Instruments seleccionó a la escuela No. 31 como escuela piloto y proporcionó el siguiente material educativo: 32 calculadoras TI-84 Plus Silver Edition, 8 sistemas Navigator, Access point, Screenview y la calculadora del maestro. A Refugio le interesó participar en este nuevo proyecto sobre el impacto del uso de la calculadora en la enseñanza de las matemáticas.
El maestro Refugio ha utilizado actividades recomendadas en el curso de capacitación dictado en Julio 2007 en Monterrey por el Dr. Walter Stroup y la Dra. Guadalupe Carmona ambos investigadores de la Universidad de Austin, Texas. Estas actividades se pueden encontrar en el sitio de web http://generative.edb.utexas.edu/nccep/julio07.htm.
Una de las actividades seleccionadas por el maestro Refugio es la actividad: "La Estrella". Refugio realiza esta actividad utilizando la calculadora TI-84 Plus Silver Edition y el sistema TI-Navigator™ conectado a un ruteador (acces point), a la computadora del maestro y a su vez a un proyector con pizarrón interactivo.

El maestro Refugio decidió practicar esta actividad porque le pareció interesante y temerario observar como los alumnos de secundaria aprenderían los conceptos matemáticos al utilizar la tecnología del sistema TI-Navigator™ en el aula y no la forma tradicional expositiva. La actividad de la estrella consiste en el estudio respecto a cómo varía la inclinación de las rectas en un plano cartesiano (familia de rectas y= mx).
Algunas de las observaciones del maestro Refugio al realizar la actividad de la estrella con el sistema TI-Navigator™ son las siguientes:

» La participación de los alumnos es más activa y todos colaboran con su aportación al espacio común que es el pizarrón del salón de clase.
» Al momento de evaluar la actividad, los alumnos contestan, observando al frente en la pizarra las respuestas.
» La forma en que el alumno aprende es más rápida y se refleja al contestar preguntas en el transcurso de la clase sobre el contenido en turno.
» Cuando se utiliza el sistema TI-Navigator™ en el aula, los alumnos trabajan en sus actividades, se ayudan entre ellos y corrigen errores.
» Al terminar la clase, los alumnos siguen entusiasmados por continuar practicando y no se quieren ir de la clase de matemáticas ¿Quién lo puede creer?.

Para más información sobre esta historia de éxito y detalles sobre la actividad: La Estrella, visite education.ti.com/lar/casosdeexito

Tiendas en Latinoamérica

Centro de Apoyo y Servicio:

Email:

Chile: contigochile@list.ti.com
Colombia: contigocolombia@list.ti.com
México: contigomexico@list.ti.com
Estados Unidos: ti-cares@ti.com

Para información sobre eventos en Latinoamérica y sitios de interés visite: education.ti.com/latinoamerica

Por teléfono:

Brasil	0800-891-3610	Colombia	1-800-842-2737	Costa Rica	0800-011-0499
Chile	1230-020-0705	Guatemala	1-800-288-0093	México	001-800-842-2737
Perú	0800-50651	Puerto Rico	1-800-842-2737	Venezuela	0800-100-2909

¿Dónde Adquirir Productos TI para Latinoamérica?

Región	Distribuidores Educativos	Dirección	E-mail	Sitio Internet	Teléfono #1	Teléfono #2
Latinoamérica	DistriCALC - Miami, FL	20841 Johnson Street Suite 104	info@districalc.com	www.districalc.com	(954) 392-7755	
		Pembroke Pines, FL, 33029 USA				
México	Dertec Mayoristas	Autlán No. 146 Esq.	tiD@dersa.com	www.dertec.com.mx	(33) 3121-6213	01 800 733 78 32 (11)
		Inglaterra Colonia Vallarta Poniente				
		Guadalajara, Jalisco. C. P. 44110				