INNOVACIONESEDUCATIVAS

Décima Edición - 2010

La Función Logarítmica y la Función Exponencial

S. Valero, G. Barba, A. Del Castillo, P. Ventura
CD. Madero, Tamaulipas, México.
paraklet@prodigy.net.mx

I. OBJETIVO:

Identificar, en un circuito **RC**, que la relación entre voltaje y tiempo durante el proceso de carga/descarga del capacitor, se modela a través de una función logarítmica y una función exponencial, respectivamente.

II. MATERIAL:

- Proyector de acetatos
- ViewScreen Nspire
- Calculadora graficadora TI-Nspire
- EasyLink
- Sensor de voltaje
- Circuito con capacitor de 10μF, y resistencias de 22 kΩ y/o 47 kΩ

III. INTRODUCCIÓN.

¿Alguna vez has visto un flujo eléctrico? Es curioso pero, a pesar de que nuestra vida depende en gran medida de la electricidad, no podemos observar un flujo o corriente eléctrica directamente. Sin embargo, podemos imaginar que ésta, se comporta de forma similar a una corriente de agua que sale del fondo de un tanque, con una cierta presión, cuando hay una diferencia en los niveles de agua de los dos recipientes, como se muestra en la figura siguiente:

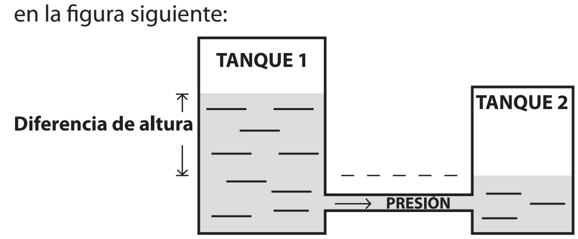


Figura 1

El líquido almacenado fluirá del tanque 1 al tanque 2, gracias a la presión hidrostática generada por la diferencia de alturas en los niveles de agua en los dos tanques. Este mismo principio de funcionamiento lo encontraremos en la práctica que nos proponemos realizar, ya que las cargas eléctricas fluirán gracias no a una diferencia de alturas, pero sí a una diferencia de voltaje, voltaje que fluirá en el circuito (Fig. 2) desde una fuente de corriente hasta un capacitor cuya carga y voltaje inicial es cero. Un capacitor (o condensador), es un componente electrónico usado para almacenar energía eléctrica. Conviene saber que muchos de los dispositivos electrónicos que usamos lo tienen, como las calculadoras y las cámaras fotográficas. En las cámaras, antes de usar el flash electrónico, la energía es transferida de la batería al capacitor. Esa energía se disipa rápidamente en el flash cuando se pulsa el botón. ¡El resultado es una luz brillante!

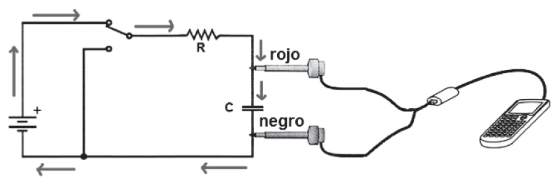


Figura 2

IV. INSTRUCCIONES:

1. Crear un nuevo documento pulsando c–1. Luego, al conectar el **EasyLink en la Nspire**

Enseguida, se configurará la toma de datos para que cada 0.02 seg, el sensor colecte el voltaje que es alimentado al capacitor. Esto se hará pulsando b-1–3-1. Esta configuración nos permitirá tomar suficientes datos del proceso de carga del capacitor, proceso que es extremadamente breve.

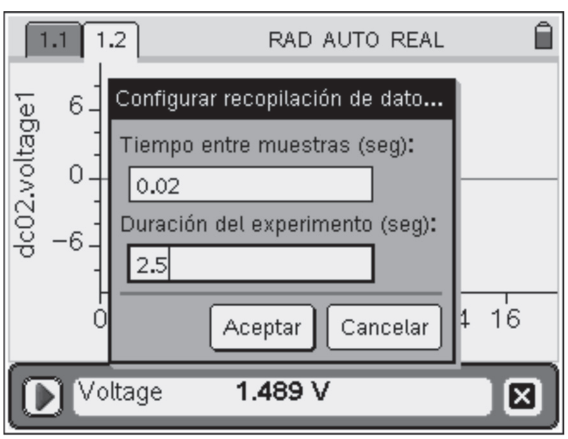


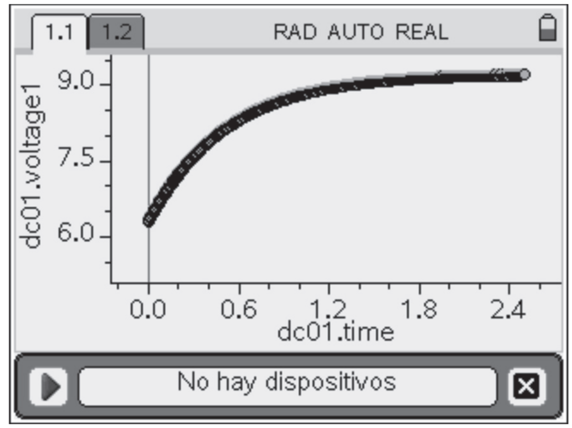
Figura 3

Préstamo de Tecnología de Texas Instruments*

Texas Instruments ofrece préstamos gratuitos de tecnología para el aula, incluyendo calculadoras graficadoras y accesorios.

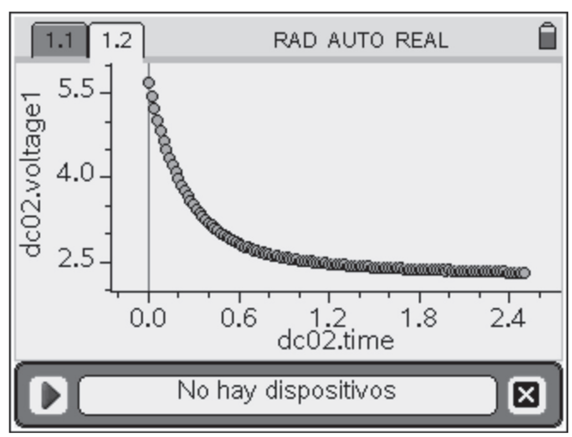
*Disponible sólo en algunos países.
education.ti.com/lar/pacti

4. Activa el interruptor del circuito para iniciar la carga del capacitor **C** (Fig. 2). Simultáneamente, otro de tus compañeros pulsará b–1–1para iniciar la captura de datos, la cual, de acuerdo a la configuración del experimento, tiene una duración de 2.5 segundos. Como resultado de lo anterior, obtendrás una gráfica como la que se muestra enseguida



Como se observa, el crecimiento de esta gráfica primero se da a una gran velocidad y después muy lentamente, hasta que el voltaje se estabiliza. El comportamiento anterior corresponde a una función **logarítmica.**

5. A continuación, apaga el interruptor 2 del circuito, para descargar el capacitor. Simultáneamente, un compañero de tu equipo, pulsando b–1–1 colectará los valores del voltaje de esta segunda etapa del experimento. Obtendrás una gráfica como la siguiente



V. CONCLUSIONES:

En este caso, observamos con mucha claridad que la gráfica de nuestra función es decreciente. En los primeros instantes, el decrecimiento es muy rápido y después es muy lento, tanto, que al final el voltaje se estabiliza. Este comportamiento corresponde al de una función **EXPONENCIAL.**

En esta Edición

Editorial

Estimados colegas, estimados profesores de matemática y ciencias.

Es muy grato retomar nuestro trabajo después de una pausa, durante este tiempo pudimos observar gratamente los nuevos avances en ciencias y en tecnología, los cuales se ha incorporado también a los nuevos modelos de calculadoras (TI-Nspire, TI-Nspire CAS), sus software de apoyo (TI-Nspire Edición para el profesor) y su complemento con el sistema TI-Navigator, lo cual nos abre un escenario muy propicio y renovado en el plano de la educación matemática, la didáctica de la matemática, enseñanza de la matemática y una estrecha relación con las ciencias producto de una interacción más fluida por medio de estos nuevos dispositivos.

Herramientas tan poderosas como la calculadora gráfica y software educativos está comenzando a influir fuertemente en los intentos por orientar nuestra educación matemática básica/preparatoria y media/secundaria adecuadamente, de forma que se aprovechen al máximo tales instrumentos. Es claro que, por diversas circunstancias tales como costo, inercia, novedad, poca preparación de los profesores y la hostilidad de algunos... aún no se ha logrado encontrar moldes plenamente satisfactorios. Este es uno de los retos importantes del momento presente.

Ya desde ahora, se puede presentir que nuestra forma de enseñanza y sus mismos contenidos tienen que experimentar drásticas reformas. El acento habrá que ponerlo, también por esta razón, en la comprensión de los procesos matemáticos, más bien que en la ejecución de ciertas rutinas que en nuestra situación actual ocupan todavía gran parte de la energía de nuestros alumnos, con el consiguiente sentimiento de esterilidad del tiempo que en ello emplean. Lo verdaderamente importante vendrá a ser su preparación para el diálogo inteligente con las herramientas que ya existen, de las que algunos ya disponen y otros van a disponer en un futuro que ya casi es presente.

La tecnología permite el acceso a un mayor número de conceptos matemáticos y sus aplicaciones, y a modelos matemáticos tradicionalmente inaccesibles en los niveles más elementales.

Como resultado, el uso apropiado de la tecnología facilita que más estudiantes puedan aprender con más profundidad y usar más efectivamente un mayor número de conceptos matemáticos.

En la presente edición les presentamos artículos relacionados con modelos matemáticos exponenciales y logaritmos obtenidos en base a la experimentación y con el apoyo de un sensor de voltaje. Optimización de una función y determinar la solución desde el punto de vista geométrico, numérico, gráfico y algebraico. Más sobre el aprendizaje colaborativo y las actividades generativas en el sistema TI-Navigator y experiencias muy relevantes del uso de calculadoras en las aulas y un viaje por la geometría construyendo el deltoide de Stenier.

Les invitamos a compartir sus trabajos con profesores de Latinoamérica, a realizar investigaciones con los nuevos dispositivos tecnológicos y ha enseñar matemática desde otra visión…Contáctenos.

Consejo Editorial:

Prof. MARCO BARRALES VENEGAS
Colegio Alemán de Concepción
Universidad San Sebastián, Concepción, Chile
mbarrale@dsc.cl

Dr. MARIA DEL SOCORRO VALERO CAZAREZ
Titular "C" y Jefa del Laboratorio de Matemáticas, en el CBTis No. 164, Cd. Madero, Tampico, México
paraklet@prodigy.net.mx

COREY BRADY
Mg, Matemáticas. Presidente, Inquire Learning, LLC, Chicago, Estados Unidos
cbrady@inquirelearning.com

Dr. OMAR HERNANDEZ RODRIGUEZ
Catedrático Auxiliar
Departamento de Estudios Graduados
Facultad de Educación
Universidad de Puerto Rico, San Juan, Puerto Rico
omar.hernandez4@upr.edu

Ing. CLAUDIO FIGUEROA LLAMBIAS
Consultor Educacional
Texas Instruments
Santiago, Chile
contigochile@list.ti.com

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

Problema de los Postes Solucionado con Tecnología TI-Nspire CAS

José Luis Orozco Tróchez
Joselot2007@yahoo.es
http://www.maestrosmatematicosmediadores.blogspot.com

"Es indudable que las matemáticas se relacionan con el desarrollo del pensamiento racional (razonamiento lógico, abstracción, rigor y precisión) y es esencial para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, pero además y esto no siempre ha sido reconocido, puede contribuir a la formación de ciudadanos responsables y diligentes frente a las situaciones y decisiones de orden nacional o local y, por tanto, al sostenimiento o consolidación de estructuras sociales democráticas". Tomado de los estándares básicos de matemáticas y lenguaje en educación básica y media. Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

Detrás de la intencionalidad pedagógica de la utilización de las tecnologías de la información, y de manera especial de la tecnología TI-Nspire™ CAS, está el sujeto (estudiante, profesor, padre de familia) que son los que se apropian de conocimiento para leer, interpretar y visionar su entorno, acercando al individuo a otros contextos.

De esta forma la comunicación en matemática no significa solamente saber leer, escuchar y escribir en forma clara y precisa, utilizando para ello el lenguaje natural y los símbolos matemáticos; significa también utilizar adecuadamente tecnologías de la información, portales didácticos, programas para computador, el internet y tecnologías de punta como la tecnología TI-Nspire™ CAS, la cual ha sido diseñada con intencionalidad pedagógica ya que permite el cálculo simbólico, el trabajo con una geometría dinámica y el cálculo numérico, etc.; permite a la persona desenvolverse como integrante de un grupo social, implicándole nuevas formas de relacionarse con el entorno, con los demás, con la industria, con el comercio y compartir saberes, aprendizajes e inquietudes.

Desde esta perspectiva el maestro matemático mediador, debe integrar lo pedagógico con lo tecnológico y con lo comunicativo; debe orientar sus prácticas a la formación de valores tales como el respeto, la solidaridad, el trabajo en grupo colaborativo, el amor al trabajo, el espíritu de familia, el amor a la tierra.

"Las clases tienen que ser escenarios de retroalimentación, en las cuales los estudiantes puedan discutir, debatir y planear propuestas sobre el trabajo que están realizando" Jouni Välijärvi, maestro en investigación educativa, director de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico de estudio PISA, palabras pronunciadas en el foro educativo nacional "Evaluar es valorar", el Tiempo miércoles 19 de noviembre de 2008.

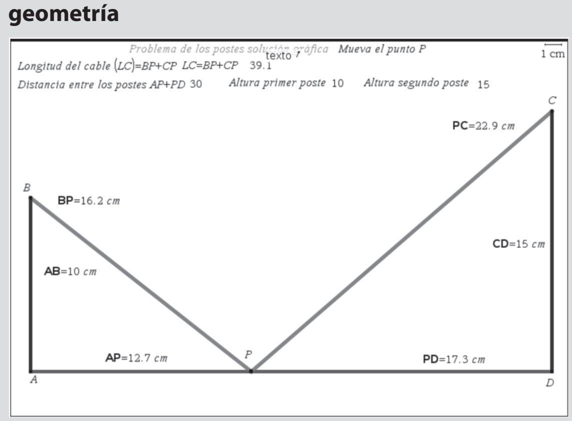
La utilización de la Tecnología TI-Nspire™ CAS, como recurso que apoya el desarrollo de actividades y de procesos en el aula de clase de matemáticas y de ciencias; está llena de bondades pedagógicas y el éxito de su utilización, depende la mediación del docente, del conocimiento que tenga sobre la manera aprovecharla y de la habilidad para usarla. Fundamentalmente y en forma general, la riqueza pedagógica de la tecnología TI-Nspire™ CAS, se manifiesta en que facilita:

- La comprensión de conceptos, la construcción y aprehensión del conocimiento; de manera agradable y participativa, partiendo de las ideas previas de los estudiantes y a través del trabajo en equipo colaborativo.
- La solución de situaciones problema y el desarrollo de actividades significativas.
- La conjeturación y la modelación.
- El desarrollo de competencias ligadas al desarrollo de habilidades de pensamiento.
- La interrelación de los distintos subcampos de pensamiento matemático.
- El desarrollo de la fluidez representacional.

La siguiente situación problema ha sido tomada del libro "La resolución de problemas matemáticos, fundamentos cognitivos, de Luz Manuel Santos Trigo, editorial Trillas México mayo de 2007". El problema se resolverá utilizando diferentes herramientas de la Tecnología TI-Nspire.

Problema. Los obreros de una empresa de servicios públicos deben colocar dos postes: el primero de una altura 10 metros y el segundo con una altura de 15 metros separados 30 metros, reforzando su estabilidad con un cable sujeto al piso en el punto P, como se indica en la siguiente figura. ¿Cuál debe ser la posición del punto P, de tal forma que se utilice la menor cantidad de cable?

I. Construcción de la gráfica, utilizando la opción geometría



- Active el programa
- Trace una semirrecta, con la opción texto rotule el punto de inicio con la letra A
- Con la opción texto escriba el número 30 y transfiera esta medida sobre la semirrecta a partir del punto A, para obtener el lugar exacto del punto D, rotule este punto con la letra D
- Por los puntos A, D, trace semirrectas
- Con la opción texto escriba los números 10 y 15 que son las longitudes de los postes, transfiera estas medidas a partir del punto A y del punto D, respetivamente; rotule los puntos encontrados sobre las semirrectas con las letras B, C

- Trace los segmentos AB, DC
- Encuentre la longitud de todos los segmentos. Luego haga clic con el botón derecho del Mouse sobre cada resultado, active la opción almacenar, digite el nombre del segmento y presione enter, para almacenar el dicha longitud en una variable
- Con la opción texto escriba BP+PC y presione enter. Active la opción calcular (a+b), haga clic sobre BP+PC, luego sobre BP, después sobre PC y finalmente en un sitio sobre la pantalla para ubicar el resultado de la suma del contenido de las variables.
- Finalmente mueva el punto P y observe lo que pasa

II. Utilizando la opción "listas y hojas de cálculo" para sumar datos

	A	B	C	D	E
◆	=ap	=pd	=ap+pd	=bp+cp	
1	12.6972	17.3028	30.	38.1873	
2	12.6972	17.3028	30.	38.1873	
3	12.6972	17.3028	30.	38.1873	
4	12.6972	17.3028	30.	38.1873	
5	12.6972	17.3028	30.	38.1873	
6	12.6972	17.3028	30.	38.1873	
7	12.6972	17.3028	30.	38.1873	
8	12.6972	17.3028	30.	38.1873	
9	12.6972	17.3028	30.	38.1873	
10	12.6972	17.3028	30.	38.1873	

- Active la opción listas hojas de cálculo
- Archivo, configurar, configurar documento, donde dice modelo de cálculo seleccionar aproximado
- En cada columna digite AP, PD, AP+PD, BP+CP, respectivamente y presione enter.
- Active la ventana gráfica
- Mueva el punto P y observe lo que pasa en la tabla de datos.
- Active la venta listas hojas de cálculo
- Observe los resultados.

III. Utilizando la opción "listas y hojas de cálculo" para aplicar el Teorema de Pitágoras

- Active la opción listas hojas de cálculo
- En las columnas A, B, C, digite Cate_1, Cate_2, Hipo_1, respectivamente para rotular las columnas.
- En las columnas E, F, G, digite Cate_3, Cate_4, Hipo_2, respectivamente para rotular las columnas.
- En las columnas H, digite longitud_cable para rotular la columna.
- Llene las columnas A, b, E y F como se muestra a continuación.
- En la celda C1 digite =(a1*a1+b1*b1)^(1/2) y presione enter para calcular la hipotenusa del triángulo rectángulo que se forma al lado izquierdo de la figura.
- En la celda G1 digite =(e1*e1+f1*f1)^(1/2) y presione enter para calcular la hipotenusa del triángulo rectángulo que se forma al lado derecho de la figura
- En la celda H1 digite =(c1+g1)) y presione enter para calcular la longitud del cable-
- Observe los resultados

	A cate_1	B cate_2	C hipo_1	D	E cate_3	F cate_4	G hipo_2	H longitud_cable	I
◆									
1	0.	10.	10.		30.	15.	33.541	43.541	
2	1.	10.	10.0499		29.	15.	32.6497	42.6995	
3	2.	10.	10.198		28.	15.	31.7648	41.9628	
4	3.	10.	10.4403		27.	15.	30.8869	41.3272	
5	4.	10.	10.7703		26.	15.	30.0167	40.787	
6	5.	10.	11.1803		25.	15.	29.1548	40.3351	
7	6.	10.	11.6619		24.	15.	28.3019	39.9638	
8	7.	10.	12.2066		23.	15.	27.4591	39.6656	
9	8.	10.	12.8062		22.	15.	26.6271	39.4333	
10	9.	10.	13.4536		21.	15.	25.807	39.2606	
11	10.	10.	14.1421		20.	15.	25.	39.1421	
12	11.	10.	14.8661		19.	15.	24.2074	39.0735	
13	12.	10.	15.6205		18.	15.	23.4307	39.0512	

IV. Utilizando la opción calculadora y derivada

- Active la opción calculadora.
- Halle la expresión para calcular las hipotenusas de los triángulos rectángulos.
- Sume estas longitudes para hallar la expresión que representa la longitud del cable.
- Calcule la primera derivada de la expresión que representa la longitud del cable.
- Iguale la derivada a cero y encuentre el valor de la variable x.

$$(10^2+x^2)^{\frac{1}{2}} \qquad \sqrt{x^2+100.}$$

$$(15^2+(30-x)^2)^{\frac{1}{2}} \qquad \sqrt{x^2-60.\cdot x+1125.}$$

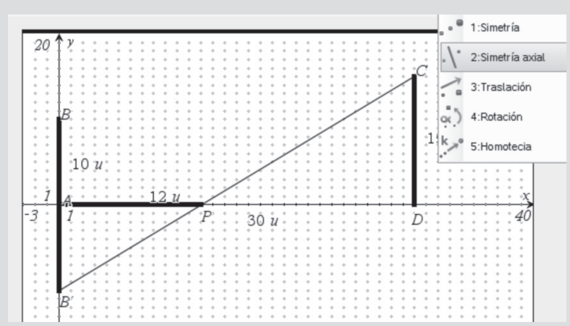
$$(10^2+x^2)^{\frac{1}{2}}+(15^2+(30-x)^2)^{\frac{1}{2}} \qquad \sqrt{x^2-60.\cdot x+1125.}+\sqrt{x^2+100.}$$

$$\frac{d^1}{dx^1}\left((10^2+x^2)^{\frac{1}{2}}+(15^2+(30-x)^2)^{\frac{1}{2}}\right) \qquad \frac{x-30.}{\sqrt{x^2-60.\cdot x+1125.}}+\frac{x}{\sqrt{x^2+100.}}$$

$$\text{solve}\left(\frac{x-30.}{\sqrt{x^2-60.\cdot x+1125.}}+\frac{x}{\sqrt{x^2+100.}}=0,x\right) \qquad x=12.$$

V. Utilizando la opción gráficos y la reflexión de un punto

- Construya una gráfica parecida a la primera.
- Utilice la opción simetría axial para buscar el punto simétrico del punto B, con respeto aleje X.
- Una el punto C con este punto simétrico a través de un segmento.
- Halle el punto de intersección P, como se muestra en la ilustración.
- Mida la distancia del punto A, al punto P.

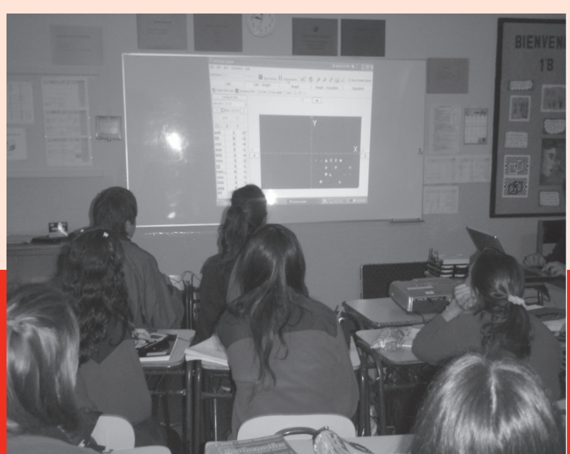


Actividades Generativas y Evaluación Formativa. Aplicadas en Clases de Matemática.

Ximena Torres Lillo
math_xtorres@redland.cl
RedLand School. Santiago de Chile

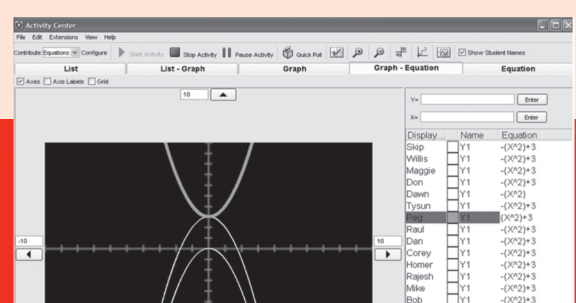
Utilizar el TI Navigator en las rutinas de nuestras clases de matemática nos ha permitido poner en práctica un sistema de aprendizaje colaborativo, basado en el principio de **actividades generativas y evaluación formativa,** con la participación de todos los estudiantes utilizando calculadoras graficas TI 84 Plus conectadas en red.
Abordando distintos temas del currículo de matemática, nuestros alumnos han tenido la oportunidad de aprender y de reforzar aquellos conceptos adquiridos con anterioridad mediante actividades prácticas que los involucran uno a uno y a todos como un conjunto generador de conocimientos.

En séptimo básico, tuvimos la oportunidad de reforzar la utilización del plano cartesiano, que habíamos trabajado en clases el año pasado y que ahora necesitarían para poder desarrollar un proyecto asociado a un viaje a la ciudad de Valparaíso (Patrimonio Cultural de la Humanidad), donde deberían construir, sobre un mapa del sector visitado, un plano de ejes ortogonales, identificando mediante coordenadas aquellos lugares que durante el viaje captaron su atención e interés. En la actividad de refuerzo, mediante el uso del centro de actividades del TI Navigator, debieron identificar cuadrantes en el plano cartesiano, posicionándose sobre ellos según la instrucción del profesor, debieron reconocer características de las coordenadas de puntos sobre un cuadrante específico y debieron ubicar puntos en el plano que cumplieran con ciertas condiciones dadas como por ejemplo, signos de las coordenadas.



La motivación por participar en una actividad que involucra el uso de tecnología así como la posibilidad de interactuar entre ellos, compartiendo y apoyándose para resolver los problemas que se les presentaban, fueron dos de las más importantes actitudes observadas de parte de los estudiantes. La clase terminó con un gesto de desilusión al escuchar el timbre de aviso del término de la hora de matemática.

En 3º medio, tuvimos la oportunidad de trabajar las transformaciones funcionales mediante la exploración de traslaciones horizontales y verticales de la función cuadrática $f(x) = x^2$, pidiéndoles que enviaran funciones del tipo $f(x) = x^2 + K$, con $k>0$ primero y luego con valores negativos de k, induciendo a los estudiantes a la generalización de los efectos de sumar una constante a la función, logrando describir la gráfica de $f(x) = x^2 + K$, como una traslación vertical de la función $f(x)$, K unidades en el sentido de k.
Análogamente, luego de varias solicitudes de envíos condicionados de funciones del tipo $f(x) = (x-h)^2$, con distintos valores de h, los estudiantes lograron describir el efecto sobre la función $f(x) = x^2$, al transformarla en $f(x) = (x-h)^2$, como una traslación horizontal en el sentido de h. En ambos casos, se les solicitó identificar las coordenadas del vértice de cada una de las parábolas representadas gráficamente. Así, fue posible que ellos predijeran, por ejemplo, la ubicación del vértice de una parábola de ecuación $f(x) = (x-3)^2+ 4$, en el punto $(3,4)$. Luego, la generalización de la expresión $f(x) = (x-h)^2 + k$, fue una consecuencia trivial tanto como la identificación del vértice de la parábola en el punto de coordenadas (h,k).
La siguiente actividad, fue el estudio del efecto de multiplicar la función $f(x) = x^2$, por una constante a, transformándola en $f(x) = ax^2$, requiriendo el envío al sistema Navigator de distintos valores de a y luego con valores de a mayores que 1. Posteriormente, se solicitaron a los estudiantes valores negativos de a, con lo que fue posible generalizar la expresión de $f(x) = a(x-h)^2 + k$.
El estudio, anteriormente mencionado, sobre la función cuadrática, permitió introducir la técnica de completación de cuadrados sobre la expresión $ax^2 +bx +c$ de $f(x) = ax^2 +bx +c$, para transformarla en $f(x) = a(x-h)^2 + k$ y así lograr una caracterización gráfica usando como referente las coordenadas del vértice.



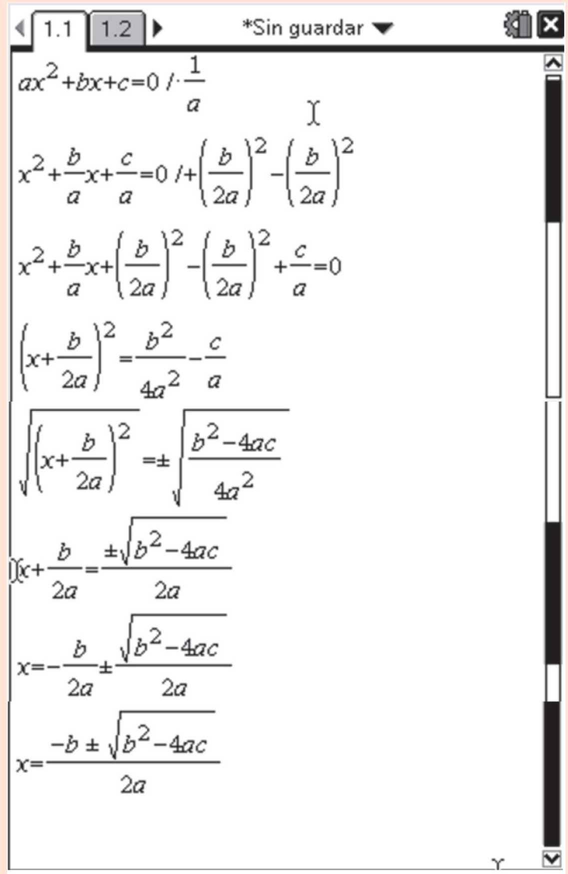
Adicionalmente, el estudio previo permitió determinar los ceros de la función al hacer $f(x) = 0$ a partir de $f(x) = a(x-h)^2 +k$ y así luego construir en conjunto la generalización de las soluciones de $ax^2 +bx + c = 0$ a

$$X= \frac{-b \pm \sqrt{b^2- 4ac}}{2a}$$

mediante el proceso de completación de cuadrados:

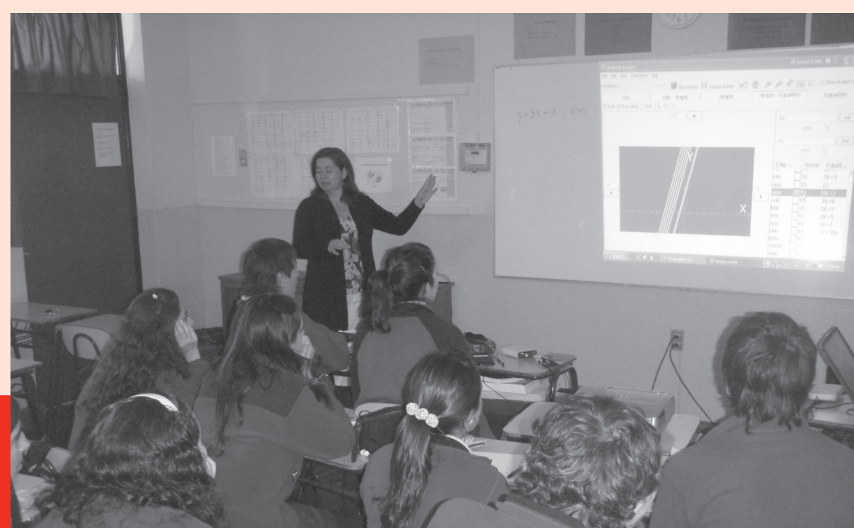
Cada vez que se requirió de los estudiantes, el envío de datos, fueran ellos puntos o ecuaciones, sus contribuciones fueron proyectadas en el centro de actividades, como espacio común de participación de toda la clase. La suma de todas las respuestas individuales proyectadas en el centro de actividades generó tendencias y/o patrones, que con la ayuda de las herramientas educacionales que proporciona el sistema, como son la revisión de lo enviado por un alumno en particular, así como las instrucciones del profesor permitieron que los estudiantes en su conjunto descubrieran el conocimiento consolidándose el concepto de aprendizaje colaborativo.

Este tipo de actividades generativas potencian una nueva metodología de enseñanza y un nuevo medio de aprendizaje, donde los estudiantes son los protagonistas y verdaderos constructores del conocimiento. El rol del profesor se transforma en el de mediador entre cada estudiante y el conocimiento tanto individual como colectivo. El profesor cuenta con herramientas que le permiten tener el control y guiar el desarrollo de la clase, manejar los tiempos, monitorear en tiempo real tanto el progreso individual de cada uno de sus alumnos como el de la clase entera, tiene la oportunidad de transformar los errores en oportunidades de enseñanza y evaluar en tiempo real el aprendizaje durante la clase.



1 Conclusiones

Las ventajas que pudimos observar al usar este sistema tecnológico que privilegia tanto el aprendizaje colaborativo, la evaluación continua para el aprendizaje por sobre la evaluación del aprendizaje, entregando un reporte inmediato en tiempo real, es que los estudiantes aprenden de sus compañeros y se apoyan entre ellos para aprender, muestran una actitud de mayor seguridad en la clase, preguntan más y se atreven a opinar, desarrollan mayor autonomía y una actitud crítica frente a la construcción del conocimiento. Desarrollan la capacidad de evaluar su propio trabajo como el de los demás, detectando aciertos y errores, corrigiendo estos últimos en forma inmediata. Se logran mejores ambientes de aprendizaje y trabajo, caracterizados por un alto nivel de motivación e interés por participar.



Boletín electrónico de Texas Instruments

Subscríbase en nuestra página de internet para recibir el boletín mensual con información y novedades para el profesor y actividades para el salón de clases.

education.ti.com/lar/boletinelectronico

El aprendizaje Colaborativo con Tecnología

Corey Brady
cbrady@inquirelearning.com

En este artículo hablaremos de las posibilidades de las tecnologías para apoyar mejores métodos de estudio en el aula, basados en la participación cooperativa de cada miembro del grupo de estudiantes.

¿Qué es el "aprendizaje colaborativo"?

"Colaborar" no es solamente "laborar" en un sitio coincidente para los participantes, tiene que ser más que estar yuxtapuestos, dividiendo trabajos en partes. Colaborar implica asumir juntos la responsabilidad de resolver un problema o de realizar una tarea común.

"Colaborar", en esta discusión, tiene que ver con actividades para grupos de estudiantes, en las cuales los participantes comparten la experiencia de enfrentarse con dificultades conceptuales y resolver problemas auténticos.

Las ventajas de la colaboración en este sentido son múltiples, entre otras:

- El saber cómo participar en un ambiente cooperativo y en una comunidad de aprendizaje, la cuál es cada vez más importante en el mundo actual.
- El llegar a conocimientos, construyéndolos verdaderamente; por medio de labores comunicativas entre compañeros; logrando así una experiencia que les permita retenerlos mejor.
- El poder lograr cosas como grupo, en actividades o contextos en los que ninguno de los miembros puede lograr el trabajo individualmente.
- El sentirse miembro de un grupo que valora al aprendizaje y los esfuerzos de sus miembros.

El rol del profesor, fundamental para el aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo puede existir independientemente de la tecnología, pero no puede existir sin un profesor que fomente una cultura cooperativa en el aula, que promueva la interacción entre los estudiantes, que modele y enseñe explícitamente como colaborar, y que trabaje en el diseño de actividades que den al los estudiantes la oportunidad y la razón de colaborar auténticamente.

La clase de matemáticas debe ser un espacio estimulante, creativo, de colaboración y de respeto mutuo en la que los estudiantes tengan la oportunidad de expresar su pensamiento, comunicar y discutir sus ideas (SEP, 2001)

Hay varios estudios (e.g., Stroup, Ares, Hurford, & Lesh, 2007; Cobb, Boufi, McClain, & Whitenack, 1997; Yackel & Cobb, 1996; Yackel, Cobb, & Wood, 1991) que muestran el papel clave que tiene el profesor, tanto en su maneja de la clase como en la elección o creación de actividades que detonan o que favorecen que se de el aprendizaje colaborativo.

La colaboración en las matemáticas

Aunque las matemáticas históricamente son un área dominada por una mitología del individualismo y del genio matemático, ahora estamos viendo que estas asunciones están cambiando. Por ejemplo, el año pasado, Timothy Gowers, ganador del Fields Medal, máximo honor para los matemáticos, ha empezado un experimento muy interesante. Su proyecto, Polymath, tiene el objetivo de hacer la investigación en matemáticas por medio de la colaboración masiva (Gowers, 2009; Gowers & Nielsen, 2009). En sus primeros intentos, el grupo Polymath ha resuelto varios problemas profundos con grupos de más de 20 participantes. A pesar de este éxito, Gowers todavía está buscando maneras de involucrar más gente, para una realización cada vez más adecuada a su idea de la colaboración masiva.

Así podemos ver que las matemáticas están empezando a construirse de manera colaborativa a nivel profesional. En el nivel escolar, vemos aún más fuerte una realización de las ventajas del trabajo en grupos. Junto con un movimiento hacia el constructivismo y la teoría de la cognición sociocultural, la pedagógica matemática se ha enfocado cada vez más en los específicos recursos humanos que aparecen en cada aula de estudiantes. Un aprecio por el valor de los pensamientos de los estudiantes, y una confianza que sus problemas, preguntas, e intereses pueden guiar la enseñanza son factores comunes entre la evaluación formativa, el trabajo en grupos pequeños, y varias otras técnicas con base en la investigación educativa. Tomando juntos, estas técnicas promueven el desarrollo de una cultura de colaboración en el aula.

Las aportaciones de la tecnología

Presentamos dos contribuciones de la tecnología que fomentan actividades colaborativas en nuestro sentido: ambientes expresivos y medios de participación para el aula de matemáticas.
Utilizamos el documento TI-Nspire como ejemplo del primero, y el TI-Navigator para describir el segundo.

El documento TI-Nspire: ambiente expresivo

Aún con herramientas utilizadas por un solo estudiante, la tecnología dinámica puede fomentar un estilo de exploración que contiene las semillas' de la colaboración. Como explica el Dr. Luis Moreno et al (Moreno-Armella, Hegedus, & Kaput, 2008) sobre los software de geometría dinámica, este tipo de tecnología ofrece al estudiante una coacción – la cuál quiere decir que usar este tipo de tecnología es abrir una comunicación entre el estudiante y una inteligencia externa que responde a los actos del estudiante en una manera consistente y basada en un sistema coherente (en este caso, el sistema axiomático de la geometría euclidiana). Para Moreno et al, la fluidez y la rapidez del intercambio entre el usuario y la tecnología es el factor clave en el desarrollo de esta coacción. En el estado actual de los ambientes de geometría dinámica, ya hemos logrado un nivel de coacción que constituye una nueva fase en la historia de la educación matemática.

El documento TI-Nspire extiende el tipo de herramienta que describe Moreno et al, añadiendo la vinculación en vivo de la geometría dinámica con otras representaciones matemáticas (representaciones algebraicas/simbólicas, numéricas, graficadoras, y lingüísticas). Como todo esto puede existir dentro de un solo documento, TI-Nspire facilita el compartir experiencias, conjeturas, y pensamientos matemáticos de los estudiantes.

Construidos a partir de una coacción entre el estudiante y el sistema, estos documentos capturan la experiencia y pueden actuar como vehículo de comunicación y memoria – entre estudiantes y el profesor, entre un estudiante y sus compañeros, o entre un estudiante y si mismo, como recuerdo. Bajo un buen diseño pedagógico, el profesor puede explotar estos aspectos de la TI-Nspire para construir una cultura de colaboración en el aula. Estamos todavía descubriendo la potencia de esta herramienta poderosa que apoya la entrada del estudiante a una comunidad de productores de ideas matemáticas, y que captura sus creaciones para publicarlas a un público auténtico.

Por ejemplo, mientras estudiamos los rectángulos y cuadrados, podemos plantear a la clase el reto de encontrar una medida numérica del cuadradismo. Este número debe distinguir a los cuadrados, pero también debe dar una manera de comparar dos rectángulos cuantitativamente, decidiendo cuál es más como un cuadrado. Con solamente esta descripción del reto y las herramientas del documento TI-Nspire, pedimos que los estudiantes (individualmente o en grupos pequeños) inventen sus medidas y discuten los puntos fuertes y debilidades de las propuestas, revisándolas hasta que estén satisfechos con el resultado.

Después de encontrar una primera concepción de su medida, ella construyó un rectángulo con calculaciones mostrando el comportamiento de su medida borrador. Jugó con el dibujo, recibiendo información de la coacción del ambiente de Gráficos y Geometría. Primeramente, se dio cuenta que no necesitaba medir todos los lados del rectángulo, como los lados opuestos siempre tuvieron el mismo longitud. Pero se quedó con las etiquetas, diciendo que aunque no eran necesarios, le gustó ver todas las medidas explícitamente. Entonces, para ella una duda matemática se convirtió en una elección estética.

Con respecto a su definición del cuadradismo o de la excentricidad del rectángulo, resultó que salieron números negativos en varias situaciones en su primera versión, que para ella no fue aceptable (porque querría que los cuadrados tuviesen la medida mínima de cero). Además apareció que su medida no fue simétrica' – en el sentido que dependió de la elección de un lado del rectángulo como anchura. Con la retroalimentación que brindó la coacción del ambiente, ella logró corregir estas debilidades en su última versión de la medida (mostrado en las pantallas, junto con una descripción de ella y varias capturas de datos por un rango de rectángulos).

Así vemos que con la TI-Nspire añadimos el por qué de la comunicación y de la colaboración – el ambiente es rico para la exploración, y por esto puede crear en los estudiantes la necesidad y el deseo por el trabajo cooperativo. Al otro lado, con el TI-Navigator, llegamos al como de nuevos tipos de colaboración – esta red de comunicación da realidad a la visión del trabajo cooperativo al nivel del aula completa.

En la figura hay dos capturas de pantalla del trabajo de una estudiante en inventar su medida. Ella estaba encantada con la idea de la excentricidad de una elipse, y aplicó algo parecido a este problema.

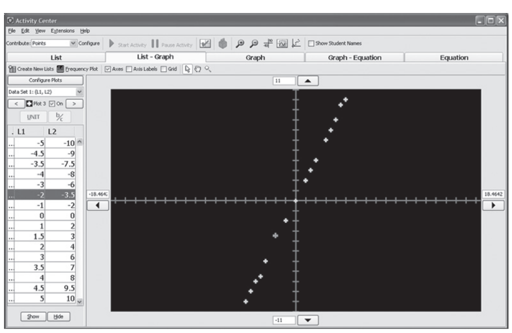
El TI-Navigator: un medio nuevo para la participación en el aula de matemáticas

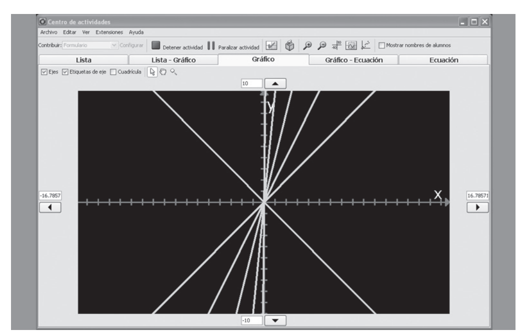
Moreno et al (2008) describe la innovación de redes de comunicación en el aula como una nueva dimensión del modelo de coacción. La categoría de redes de comunicación en el aula es ancha, pero el sistema SimCalc descrito en este artículo fue diseñado con el apoyo de Texas Instruments y tiene su base tecnológica en el hardware y software del TI-Navigator. Así los argumentos básicos sobre SimCalc aplican también al TI-Navigator.

Con una red como el TI-Navigator, extendemos el modelo de coacción a otro nivel, involucrando a todos los estudiantes de la clase al mismo tiempo en la exploración de temas matemáticos. Aquí abrimos comunicación no solamente entre un estudiante y un software, sino también entre cada estudiante y sus compañeros. La experiencia del aprendizaje adquiere un fuerte aspecto social.

Con el apoyo de una red diseñada específicamente para el aula de matemáticas, nuevas formas de participación e interacción son posibles. Utilizando sus calculadoras, los estudiantes pueden crear objetos matemáticos y luego enviarlos a un espacio común en el que aparece el conjunto de contribuciones. Dependiendo de la actividad, estas creaciones de los estudiantes pueden relacionarse unas con otras. Por ejemplo, si cada alumno contribuye con un punto, el conjunto podría indicar un lugar de puntos; si cada alumno contribuye con una función, el conjunto podría ser una familia de funciones. Así el TI-Navigator tiene el aspecto de un medio de comunicación, y las contribuciones de los estudiantes tienen relaciones de una manera parecida a los puntos de una discusión verbal.

Por ejemplo, bosquejamos dos actividades que pueden ser parte de un acercamiento a las funciones lineales. En la primera, asumimos solamente que los alumnos pueden jugar con la multiplicación. Les damos un ambiente en que controlan un punto cada uno, y pedimos que ubiquen su punto en un lugar en donde el valor de su coordenada y sea el doble del valor de su coordenada x.





EVENTOS

Visite nuestro sitio Internet y entérese de los eventos de Texas Instruments incluyendo: capacitación profesional, demostraciones, talleres, conferencias, tours y mucho más

education.ti.com/lar/eventos

Dentro de segundos, el patrón de una línea recta aparece, hecho por los puntos de los estudiantes. Los individuos de la clase quizás todavía tienen dominio solamente de la multiplicación. Pero el grupo puede encontrar la recta, como resultado de muchas multiplicaciones, siguiendo la misma regla.
Más tarde en el currículum, cuando el grupo ha empezado aprender de las ecuaciones de estos nuevos objetos matemáticos, podemos hacer otra actividad:

En este caso, cada alumno contribuye una función lineal que pasa por el origen – es decir una expresión de la forma y=mx.

El profesor ve que, en este momento de la actividad, hay un hueco bastante grande alrededor del eje x. Pregunta a la clase, ¿Por qué? y pide que los alumnos envíen rectas que llenen este hueco. Este impulso a la clase fomenta la experimentación, como los estudiantes tienen que buscar valores de m que son fracciones, decimales, y fracciones negativos. Otra vez vemos que el conjunto de estudiantes puede hacer cosas muy lindas, cuando trabajan juntos. En este caso, crean una estrella que, matemáticamente, es una familia de funciones encontrado por medio de la variación del parámetro m.

Con la TI-Nspire, vimos que la base del potencial de la coacción en ambientes de geometría dinámica fue la fluidez y dinamismo del intercambio entre el estudiante y el software. Con el TI-Navigator, mucho del nuevo potencial viene de la simultaneidad y el anonimato de las comunicaciones de los estudiantes.

En medios tradicionales, la participación del estudiante no puede ser simultánea ni anónima. Los estudiantes tienen que esperar su turno para contribuir a la discusión, incluso cuando esto dificulta el flujo libre de ideas. Y cuando un estudiante contribuye a la clase verbalmente, es inevitable que revelase su identidad como el que hizo la pregunta o el comentario.

El TI-Navigator elimina éstas y otras limitaciones. Los estudiantes pueden contribuir sus creaciones matemáticas libre y simultáneamente en el momento que estén listos. Esto promueve una cultura del aula en la cual el cien por ciento de los estudiantes participa en cada parte de cada actividad. El profesor puede permitir que el estudiante vea la gráfica de su contribución de antemano y/o revisarla y reconsiderarla. Además, el anonimato permite al estudiante hacer contribuciones a los límites de su capacidad, sin tener miedo de estar expuesto.

En esta discusión hemos enfocado en la comunicación y colaboración del grupo entero de estudiantes en el aula. Pero por supuesto, entre esto y el trabajo individual hay muchas configuraciones de actividades con grupos pequeños, en las cuales la colaboración tiene un rol clave.

La metáfora del Zócalo y la cultura de la clase.

Para cerrar la discusión, es apropiado mencionar una metáfora inspiradora del diseño del TI-Navigator: la de un zócalo académico. Como el Zócalo, el TI-Navigator tiene un propósito social y comunitario – intenta proveer un lugar en que la comunidad se hace comunidad y siente su poder.

Con actividades que utilizan este entorno a su máximo potencial, cada estudiante participa en el ambiente grupal, pero manteniendo la individualidad de su propia perspectiva. Todos son protagonistas en el aprendizaje de la clase y cada uno contribuye al descubrimiento del conocimiento. El trabajo y las ideas de los alumnos dan impulso a la discusión del grupo esto incluye sus preguntas y sus dudas que dan a la clase la oportunidad de experimentar y aprender. Y la representación del conjunto de trabajo de los estudiantes funciona como espacio en donde los miembros de la comunidad expresan sus ideas y entendimientos.

Cuando un aula de estudiantes tiene la experiencia de este tipo de actividad, empiezan a generar una cultura cooperativa. El salón de clase se convierte en un ambiente seguro, en que los alumnos se sienten protegidos por el grupo y libres expresar cualquier idea o pregunta que les ocurre. La imagen pedagógica es tan linda como la imagen política. Podemos esperar realizar a ambas.

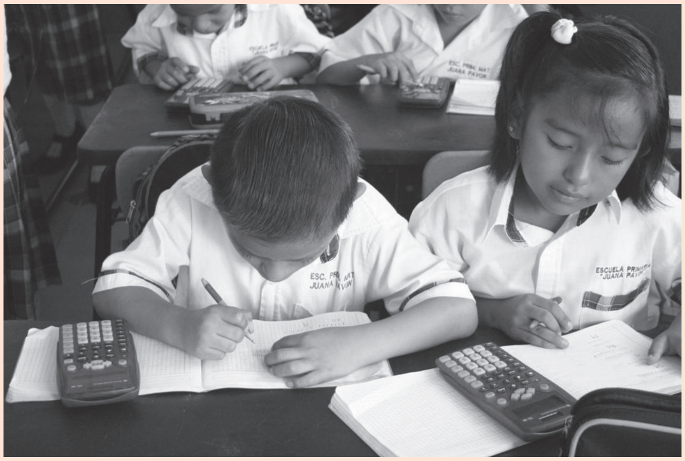
1 Referencias

1. Cobb, P., Boufi, A., McClain, K., & Whitenack, J. (1997). Reflective discourse and collective reflection. Journal for Research in Mathematics Education, 258-277.
2. Gowers, T. (2009, January 27). Is massively collaborative mathematics possible? Retrieved February 21, 2010, from http://gowers.wordpress.com/2009/01/27/is-massively-collaborative-mathematics-possible/.
3. Gowers, T., & Nielsen, M. (2009). Massively collaborative mathematics. Nature, 461(7266), 879-881.
4. Moreno-Armella, L., Hegedus, S., & Kaput, J. (2008). From static to dynamic mathematics: historical and representational perspectives. Educational Studies in Mathematics, 68(2), 99-111.
5. SEP (2001) Libro para el maesto. Educación Secundaria. 17.
6. Stroup, W., Ares, N., Hurford, A., & Lesh, R. (2007). Diversity-by-Design: The What, Why, and How of Generativity in Next-Generation Classroom Networks. Foundations for the Future in Mathematics Education, 367.
7. Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical Norms, Argumentation, and Autonomy in Mathematics. Journal for Research in Mathematics Education, 27(4), 458-477.
8. Yackel, E., Cobb, P., & Wood, T. (1991). Small-group interactions as a source of learning opportunities in second-grade mathematics. Journal for Research in Mathematics Education, 22(5), 390-408.

El Miedo a la Tecnología

J. Omar L. De la Tejera
djembepro@yahoo.com

En este artículo comentaremos algunas de las posibles dificultades a las que se pueden enfrentan los profesores al involucrarse con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) para la enseñanza de las matemáticas en la educación básica.
Les comparto una experiencia en el que el "miedo a la tecnología" fue superado exitosamente por profesores de educación básica, abriendo las puertas a nuevas formas de enseñar y aprender tanto a los estudiantes como a los docentes.



El uso de la tecnología ¿Quiénes si y quienes no?

» ¿Porqué los niños de ahora usan la tecnología con tal familiaridad que parecen tener "un microchip integrado"?
» ¿Cuál es la razón de que los niños y jóvenes tengan esta "facilidad nata" y gran gusto por el uso de la tecnología?
» ¿Qué ventajas podemos obtener en nuestra labor docente con el uso de la tecnología y cómo hacemos para ingresar y utilizar de manera adecuada los distintos entornos tecnológicos que existen a la fecha?

Todos somos testigos de que las nuevas generaciones se vuelcan a todos los recursos tecnológicamente más atractivos. Se sumergen inmediatamente en el conocimiento de cualquier nuevo aparato que se promocione. Extrañamente, ésta actitud los hace también casi conocedores de un producto o servicio que incluso estaría apenas por entrar al mercado. Por otra parte, también somos testigos que los adultos no siempre mostramos la misma facilidad para usar de manera tan familiar la tecnología que surge cada día. Este hecho resulta muy importante pues al intentar introducir la tecnología para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias no es difícil encontrarse con el escenario en el que los estudiantes parecen mostrar mayor competencia para el uso de la tecnología que sus profesores.

Pero dentro de toda esta "desigual" situación, no todo está perdido para nosotros los docentes, pues existen claros indicios que las nuevas generaciones nos pueden dar una idea de cómo hacen para transitar en el mundo de la tecnología.

Niños, jóvenes y la tecnología

La tecnología y las nuevas generaciones son una mancuerna que parece casi perfecta. Son dos caras de una misma moneda.

De un lado de la mancuerna tenemos a los niños que buscan información en cualquier lugar. Son como esponjas que absorben cualquier estímulo que se pueda. Para los niños el proceso al conocer una nueva herramienta es en sí divertido y atrayente.

Los jóvenes, quienes tienen ya un cierto camino recorrido, también forman parte de dicha mancuerna, pues encuentran en las nuevas tecnologías puntos a su favor para lograr comunicación, aceptación y un "lugar" en donde desarrollar diferentes facetas de su diaria evolución.
Por el otro lado, las nuevas tecnologías, por lo general tienen siempre una cara llamativa pero amigable, que se pueda utilizar con manuales o sólo de forma intuitiva. Esa cara, llamada "interfaz" en el argot de las tecnologías, es la ventana al nuevo utensilio. Es el enlace entre seres humanos y máquinas, pero es también el perfil o la bandera con la que diferentes grupos se identificarán.

Las "viejas generaciones" y sus problemas para adoptar tecnologías nuevas

Alejados de las tecnologías se encuentran las viejas generaciones. Esperando en el mejor de los casos, que los encuentros con el mundo de lo moderno sean mínimos.

Los adultos generalmente utilizamos las herramientas o los métodos para lograr un objetivo concreto , para llegar a un punto. Ésto implica tener que saber cómo llegar desde A en el inicio, hasta F en el final. Implica también tener que saber cuáles son los puntos intermedios para poder llegar. Al adulto no necesariamente le interesa saber que pasa si intento C antes que B. Para el adulto el explorar caminos alternos en un primer acercamiento puede significar tiempo perdido. Ésto contrasta con el digitar o "¡picar es divertido vamos a ver que sucede!", como dicen los niños.

Con los cambios en los programas educativos mundiales y el subsecuente seguimiento institucional en los cursos de actualización a los maestros, los términos como PC, CD, TICs, Chat, Blog, WWW entre muchos otros se vuelven cada vez más un tema recurrente en los pasillos y las salas de café de maestros en todas las escuelas. Los términos, al menos como títulos tienden a hacerse cada vez más, palabras cotidianas al interno de los centros escolares y de las dependencias que tienen que ver con educación.

Aún así un gran número de maestros siguen preguntándose cosas como:

¿De qué me sirve una computadora?
"Si yo no sé usar una computadora

¿cómo las van a usar los alumnos en clase, si sólo sirven para jugar?"

¿Qué son las llamadas TIC?

¿Cómo aplicar las TIC en la enseñanza?
(Mariona G. et al)

"¿Para qué meterse en problemas? si como estamos trabajando, estamos bien""Los niños sólo las van a descomponer"

Mientras la actitud de los jóvenes es otra y se refleja en algo como:
"O sea no somos programadores, ni inventamos, nosotros sabemos lo que tenemos que saber y si alguien sabe más se lo explica al otro, los ayudamos entre nosotros" [1]

El inicio en la tecnología en una primaria en Veracruz

Con este preámbulo, se preparó a un grupo de profesoras para la introducción de tecnología en el aula de matemáticas en la escuela primaria Juana Pavón en el puerto de Veracruz, México.

El acercamiento se dio primero a partir de reforzar en ellas el modelo con el que la estructura del lenguaje de

estas nuevas herramientas estaban hechas: la lógica. No tenía nada de nuevo para ellas, era sólo moldear un concepto conocido como "mapas conceptuales" para implementarlo en el conocimiento de una herramienta nueva.

Actividades

El proceso de inmersión en la tecnología fue el siguiente:

Actividad 1

Del salón a la dirección.

Tiempo aproximado: 10 minutos.

Objetivo.
Mediante la descripción y la discusión de una actividad diaria afinaremos nuestra capacidad para plantear un evento cualquiera basándonos en los procesos lógicos necesarios para lograrlo, así como también el mejorar las formas de explicación de los diferentes conceptos.

Desarrollo.
Actividad que requiere una descripción clara, precisa y lo más detallada posible, de cómo llegar a la dirección desde el salón en el que nos encontramos.
La descripción se hará por cada maestra procurando generar una discusión al respecto, hasta lograr una descripción única.

Actividad 2

Mapas conceptuales: ¿qué es más importante?, ¿qué hago primero?
Tiempo aproximado: 10 minutos.

Objetivos.
Recordar a las maestras la utilización de mapas conceptuales como herramienta para tener una óptima comunicación con nuestros alumnos.
Mejorar la capacidad de razonamiento a partir de modelos lógicos para entender mejor la utilización de tecnología basada en la lógica matemática.
Señalar la importancia del trabajo en grupo.

Desarrollo.
Se utilizará la actividad anterior pero en equipo.
Probaremos a generar un mapa conceptual de dicha actividad para que, utilizando jerarquías y prioridades, hagamos una descripción óptima de nuestro concepto.

Actividad 3

Texas Instruments y la Tecnología: ¡1er Contacto!
Tiempo aproximado: 15 minutos.

Objetivos.
» La maestra será capaz de repetir y mostrar a la clase cualquier operación y actividad hecha en la calculadora a través de el uso de tarjetas.
» La maestra podrá llevar de la mano y paso a paso a la clase, en una actividad dada que requiera el uso de la calculadora.
» La maestra diseñará mapas llave para hacer que los alumnos recreen diferentes operaciones.

- Las maestras darán, a nivel intuitivo, una definición de la tecla de resolución de problemas (al apretar esta tecla la calculadora propone diferentes problemas a resolver a diferencia de las calculadoras convencionales que sólo dan resultados).
- Se utilizarán tarjetas de 10x15 cm para llevar un seguimiento de las teclas que se utilicen.

Desarrollo.
Conozcamos las calculadoras TI-10 y TI-15: ¿Qué teclas conozco y cuáles no? ¿Qué sucede si digito cada una de las teclas que no conozco?

Se da a las maestras unos minutos para interactuar con las calculadoras poniendo énfasis en interactuar con el equipo y digitar también las teclas que no se conocen, pronto aparecen dudas e ideas sobre las teclas de resolución de problemas, valor posicional, valor constante, entre otras. Se pide a las maestras dar una explicación intuitiva de tales teclas.

Utilizando tarjetas con dibujos de las teclas de las calculadoras a las que llamamos tarjetas-tecla, las maestras recrearán en el pizarrón una operación diseñada por ellas en la propia calculadora.

Resultados
A partir del nivel logrado en el pequeño curso introductorio a la tecnología, y después con la capacitación de cada modelo, las maestras pudieron tener grandes avances en el conocimiento y diseño de actividades a aplicar en su escuela con el uso de la tecnología.

Con la aplicación de una encuesta pre y post capacitación pudimos observar diferentes preocupaciones por parte de las maestras pero algo muy claro es que las opiniones antes y después de la capacitación y sobre todo a partir del uso de la tecnología en el aula de matemáticas han cambiado, la imagen que las maestras tenían al respecto ha evolucionado con expectativas y preocupaciones nuevas.

Algunas preguntas y respuestas de la encuesta fueron:

¿Qué pros y contras encuentra en la utilización de las calculadoras en el salón?

Maestra Lupita 5º grado.

Antes de la capacitación:
"Que los niños al hacerla (tarea) con la calculadora ya no practican y se les van olvidando las operaciones básicas"

Después de la capacitación:
"Considero que no hay nada en contra, sino todo lo contrario es una gran ayuda y herramienta que nos va a ayudar a mejorar nuestra labor docente".

Maestra Asunción 3er grado.

Antes:
"Es una herramienta que facilita un problema a resolver, pero puede ser motivo de confiarse y no esforzarse"

Después:
"El uso de las calculadoras ha despertado la motivación e interés de los niños, su curiosidad...pero tenemos 44 alumnos, nos hacen falta cuatro para proporcionar una para cada alumno, el tiempo es poco y nuestro horario es sólo de 5 horas al día".

Las tecnologías que se introdujeron fueron las siguientes:

- *TI-10*
- *TI-15*
- *TI-73*
- *TI-Navigator*

La maestra Emma de 4º grado comenta:

Antes:
"Son de gran utilidad y mucha ventaja pero a su vez es mucho más fácil y mecanizada la resolución de problemas... que en ocasiones puede verse afectado su pensamiento lógico me temo.

Después:
"Principalmente en el manejo propio del docente (haga de ellas), para poder explicar y enseñar lo que deseamos que el alumno aprenda"

A la pregunta **¿Cuáles son los temas que se podrían enseñar con una calculadora?**

La maestra Emma nos comenta también:

Antes:
"Sobre algunas materias que impliquen resolución de problemas mentales que necesiten ayuda para resolverlas de alguna manera"

Después:
"Ahora con la capacitación veo que es inmensa la posibilidad de temas. Es muy enriquecedor en ese sentido."

Aunque es todavía temprano para señalar resultados cuantitativos podemos sin embargo basados en los reportes que las maestras de la escuela nos dan, decir que:

- Los niños de la escuela Juana Pavón tienen hoy, una actitud muy diferente con respecto a la asignatura de matemáticas.
- Una vez llegado el momento aprovechan al máximo los equipos y buscan con mucha mayor insistencia a la maestra en turno, para aclarar dudas sobre los procedimientos a seguir.
- La ejercitación de los conceptos se vuelve un divertido reto para ver cuantos pueden hacer en el menor tiempo posible.
- Las actividades se tornan diferentes, interesantes y sobre todo atrayentes.
- La clase es dinámica con una gran interacción entre el maestro y el alumno y los propios alumnos que buscan comparar resultados.
- La tecnología es ya parte integral del aula de matemáticas en la escuela.

1 Conclusiones

- La tecnología está a un paso de nosotros, son sólo pequeños cambios de enfoque los que las "viejas generaciones" tenemos que hacer para tener acceso a tan grandes recursos.
- Las herramientas están hechas para hacernos más fácil el contacto con los nuevos métodos de enseñanza, son parte integral de ellos.
- El pequeño paso que nosotros como maestros hagamos, será el gran salto que nuestros grupos de alumnos den en clase.
- No se trata de volverse niños para utilizar una nueva herramienta, pero muy probablemente, si tenemos éxito nos dirán al vernos:
- *"pareces niño con juguete nuevo".*

2 Referencias

[1] Ahumada, Luis, Gonzalez Juan González. Análisis del discurso de profesores y alumnos acerca del uso de internet y las nuevas tecnologías el establecimientos educacionales: un acercamiento desde la lingüística sistémica funcional tomado de psicoperspectivas revista de la escuela de psicología facultad de filosofía y educación pontificia universidad católica de valparaíso vol. III / 2004 (pp. 7 – 21)

Mariona G. i O., Bartolomé P Antonio. y Rubio i C. Anna. La segunda barrera el desarrollo del profesorado en el uso de nuevas tecnologías en el aula, tomado de *http://www.ripei.org/files/LA%20SEGUNDA%20BARRERA.pdf*

BANCO DE ACTIVIDADES

Actividades en español para la educación primaria, secundaria, bachillerato y universidad.
Este foro de colaboración libre ha sido diseñado para que el personal docente pueda intercambiar actividades para ser utilizadas con la tecnología de Texas Instruments.

Las actividades se encuentran agrupadas por país y grado.
» Realice búsquedas por área de estudio, currículo o nivel escolar.
» Comparta sus actividades con otros colegas en Latinoamérica.
» Obtenga actividades de matemáticas y ciencias iNspiradas para el salón de clases.

Para más información, visite education.ti.com/lar/bancodeactividades.

Fortaleciendo un Ambiente Didáctico a través del Uso de Tecnología: TI-Navigator en Clases de Matemática

Elisabeth Ramos Rodríguez (elisabeth.ramos@ucv.cl)
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

Este escrito tiene por objetivo mostrar evidencias sobre como el uso de tecnología (en particular, calculadoras conectadas en red a TI-Navigator) fortalece un ambiente didáctico e influye en el aprendizaje de la matemática de los alumnos. La hipótesis planteada se refiere a que la integración de Tecnología en red a un ambiente didáctico fortalecen los aspectos de éste, por lo tanto, favorecen la comprensión de la matemática. La experiencia se lleva a cabo considerando alumnos de un establecimiento municipal (público) incorporando a sus clases de matemáticas actividades de aprendizaje que se realizan usando la tecnología mencionada.

1 El objetivo

Considerando como gran desafío buscar nuevas estrategias que ayuden a los docentes en sus prácticas pedagógicas y a los estudiantes en su permanencia en el sistema y más aún en su formación y motivación real por aprender, teniendo en cuenta evidencias empíricas que el uso de tecnología favorece el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática, como lo muestra el estudio de Ramos y Baquedano (2006), se planteó el siguiente objetivo:

Mostrar evidencias empíricas sobre el impacto del uso de calculadoras conectadas en red a TI Navigator en un sistema escolar que incluye actividades didácticas y en el aprendizaje de las matemáticas en alumnos que se someten a él.

2 Sustento teórico

Este trabajo se basó en la Teoría de Situaciones Didácticas formulada por G. Brousseau *(ref: Brousseau, G. 1989ª, 1991),* la cual contempla una enseñanza considerando mucho más que la realización de ejercicios o guías, ella invita a los estudiantes a enfrentarse con "desafíos" o problemas, en los cuales puedan ocupar distintas estrategias y herramientas para resolverlos y, a su vez, el profesor pueda generar distintas exploraciones por parte del alumno, a través de nuevos retos o interrogantes.

3 Metodología

Para tener evidencias empíricas sobre el impacto de la intervención, se consideró dos cursos, un curso "experimental" en el cual se usará tecnología y un curso "control" que continuará con la enseñanza tradicional en matemática (sin tecnología).

La implementación de la tecnología cubrió una etapa de apresto con la calculadora y TI-Navigator (con el fin de familiarizar a las alumnas con el uso de esta tecnología), realizando clases con esta tecnología, y una etapa que denominamos de "cumbre de la intervenció", desarrollando un estudio que consideró una sesión en donde se trate un tópico con las modalidades de tratamiento establecidas para ambos cursos. Esta clase la llamamos clase de estudio, de tal manera que a partir de ella se pueda estudiar de modo cuantitativo el impacto del uso de TI-Navigator en el aprendizaje de las alumnas. Se aplicó un pre-test en ambos grupos y se trató el tema del "Teorema de Thales". Finalmente, se aplicó un post–test en los dos grupos, el cual corresponde al mismo pre-test aplicado inicialmente.

4 Resultados

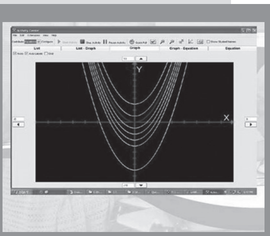
De la clase de estudio se obtuvo las siguientes observaciones significativas:

- Aquellas alumnas que utilizan tecnología (15 de las 18) obtienen calificación suficiente (sobre 4.0, escala de 1.0 a 7.0) en el post-test. En este test, 5 de las 17 alumnas del curso control obtienen calificación suficiente.
- Aquellas alumnas que utilizan tecnología (14 de las 18) aumentan el promedio de sus calificaciones del primer semestre con respecto al segundo semestre. Si vemos el rendimiento en el curso control, 5 de las 17 alumnas aumenta el promedio en sus calificaciones del primer semestre con respecto a las calificaciones del segundo semestre.
- Las alumnas que utilizan tecnología (14 de las 18) obtienen buena calificación en el post-test y se tiene que estas alumnas también aumentan el promedio de sus calificaciones del primer semestre con respecto al segundo semestre.

5 Conclusiones

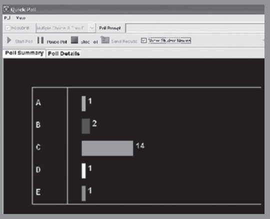
Con respecto a los objetivos de la propuesta, se puede mencionar que la experiencia obtenida en él nos sugiere que el uso de tecnología favorece el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática y aspectos relevantes de un sistema escolar que considera la Teoría de Situaciones Didácticas, lo cual queda en evidencia en el entusiasmo de las alumnas al abordar la matemática con Tecnología y en el logro de éstas con respecto a las metas establecidas para cada actividad, visualizado al comparar las calificaciones de las alumnas en las pruebas en la *clase de estudio* y las calificaciones de las alumnas en el semestre respecto al anterior. Además, hemos podido constatar que esta tecnología fortalece los aspectos didácticos involucrados en la actividad, más específicamente, podemos mencionar:

A Centro de Actividades



Es el centro común de discusión de toda la clase. En él, los estudiantes pueden participar activamente compartiendo su trabajo con el resto de sus compañeros lo cual facilita ***la fase de acción*** de una **actividad adidáctica,** ya que al poner en acción los conocimientos ya adquiridos y sus propia experiencia, ensaya estrategias, elabora respuestas, no importando si son correctas o no, esperando también retroalimentarse de las respuestas de sus pares. La exactitud de la respuesta aparecerá en los momentos de interacción con sus pares (que preverá el profesor), teniendo la oportunidad a través del *centro de actividades,* de participar en grupo y compartir opiniones acerca de los resultados obtenidos. También, facilita la *fase de formulación,* ya que este ambiente virtual facilita la comunicación de los procedimientos y método utilizados en la fase de acción, en forma simultánea los alumnos(as) comunican sus hallazgos a través del ambiente común que entrega el centro de actividades. Hay aquí la posibilidad de crear un lenguaje tanto natural como un lenguaje matemático si es pertinente.

B Quick Poll



El profesor puede obtener las respuestas y retroalimentación inmediata de sus estudiantes, una mirada práctica y eficiente de la evaluación formativa. Obtiene respuestas de selección múltiple, verdadero o falso, gráficos, y muchos más. Este ambiente es ideal para la fase de validación, en donde los estudiantes pueden explicar o argumentar el por qué de su afirmación en la fase de formulación del centro de actividades. Es en este punto donde toman conciencia de que no basta con hacer afirmaciones por verdaderas que parezcan, sino que es necesario dar pruebas, explicar los por qué, dar razones que fundamenten sus afirmaciones.

C Captura de Pantalla

En él, se puede visualizar simultáneamente la pantalla de las calculadoras de cada uno de los estudiantes, lo cual permite identificar formas diferentes de razonar. Este ambiente también es bastante útil para la fase de acción y de formulación, ya que permite proyectar resultados individuales o grupales durante la clase.

Además, se pudo constatar una serie de **ventajas cualitativas** al usar TI-Navigator, las cuales podrían ser útiles al momento de planificar una próxima experiencia, dentro de las cuales destacaremos que ***TI-Navigator:*** favorece una mayor interacción entre profesor y alumno, un espíritu crítico y reflexivo de los estudiantes, una mejor comprensión de los saberes matemáticos en juego en la sala de clases, incrementa la participación y la motivación de los alumnos en la clase, la percepción de los estudiantes frente a la Matemática, en general, y a la clase de matemáticas, en particular, posibilita una utilización más eficiente del tiempo dedicado a cada unidad de aprendizaje y una retroalimentación inmediata acerca de las comprensiones de los estudiantes acerca de algún tópico; todos ellos aspectos relevantes que fortalecen un sistema escolar tratado bajo la tutela de la Teoría de las Situaciones Didácticas.

En la ***fase de acción,*** con apoyo de la calculadora, algunas alumnas trabajan en forma individual y otras compartiendo sus cálculos, para luego enviar sus respuestas a ***TI-Navigator,*** introduciéndose así en la clase la ***fase de formulación.***

Es así, como se pudo constatar que el uso de esta tecnología nos sugiere un cambio de actitud y percepción positivo de las alumnas hacia la matemática, lo cual queda en evidencia en la motivación y participación de éstas en las últimas sesiones con tecnología.

Para terminar, dejamos a la reflexión dos frases que las alumnas escribieron en sus respuestas en una encuesta aplicada al finalizar la experiencia, las cuales nos refleja parte de los frutos de este trabajo y el impacto que tuvo el uso de TI-Navigator en ellas:

"Yo propongo que en cada liceo debería estar esta modalidad de aprendizaje, así a los alumnos les atraería más la matemática y no la encontrarían tan "fome", como la encontraba yo"

"Propongo que conecten más las calculadoras al notebook (refiriéndose a TI-Navigator). para que así nos demos cuenta en qué nos equivocamos y aprendamos más"

6 Referencias Bibliográficas

- Brousseau G. (1991). *¿Qué pueden aportar a los enseñantes los diferentes enfoques de la Didáctica de la Matemática?* Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, ISSN 0212-4521, Vol. 9, Nº 1, pp. 10-21.
- Brousseau, G. (1989a), *Les obstacles épistémologiques et la didactique des mathématiques.* En N. Bednarz y C. Garnier (eds.), Construction des savoirs. Obstacles et conflits, Les Editions Agence d'ARC, Quebec, 41-63.
- Ramos E., Baquedano S. (2006) *Uso de Tecnología para la enseñanza actual de la Matemática.* Vol 8. http://www.fisem.org/paginas/union/revista.php
- Stroup, W., et al. (2002). *The nature and future of classroom connectivity: The dialectics of mathematics in the social space.* In D. Mewborn, et al., (Eds.), Proceedings of the 24th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 1, pp. 195-213). Columbus, OH: ERIC Clearinghouse.

Estudio de la Deltoide con Voyage™ 200

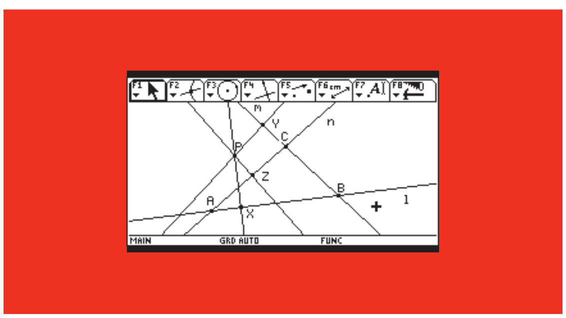
Víctor Larios Osorio – vil@uaq.mx

La llamada *Geometría del Triángulo* es una parte de la Geometría plana que puede ser estudiada en el nivel medio con una relativa facilidad, pero que tiene una gran potencialidad porque hay resultados que comúnmente son pasados por alto y quedan ignorados por su misma "simplicidad". De estos resultados vamos a tomar uno y proponer una manera de abordarlo en la clase de Geometría del nivel medio aprovechando las capacidades de la Voyage 200. Este resultado tiene que ver con la llamada circunferencia de los nueve puntos y la circunferencia de un triángulo, así como con los resultados estudiados por Jacob Steiner.

1ª Construcción

Antes que nada necesitamos la llamada recta de Wallace Simson de un punto P con respecto a un triángulo ABC que se puede definir así: Es la recta que pasa por las tres proyecciones ortogonales de P sobre cada uno de los lados del triángulo ABC.

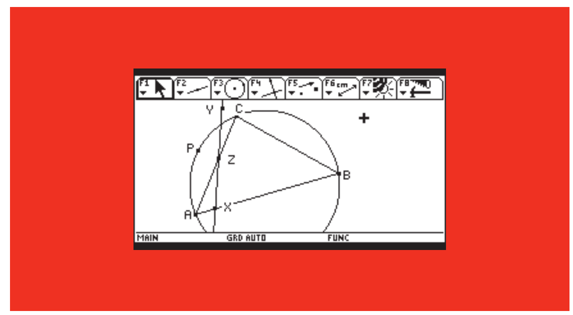
La recta debe su nombre a los matemáticos William Wallace (1768-1843) y Robert Simson (1687 1768) y sólo existe cuando las proyecciones están alineadas. Como esto no ocurre siempre, se puede utilizar Cabri para determinar (o conjeturar) la característica necesaria para obtener la recta. Así pues, los pasos a seguir son:



1. Construir un triángulo cualquiera ***ABC***.
2. Crear un punto ***P*** externo al triángulo.
3. Crear tres rectas ***(l, m y n)*** que pasen por los vértices de los triángulos y que constituyen las extensiones de los lados. Este paso sirve para que la construcción final funcione y en ocasiones en conveniente que los alumnos descubran su necesidad exhibiendo lo que ocurre si no se hace.
4. Crear las rectas perpendiculares a cada una de las rectas creadas en el paso anterior ***(l, m y n)*** que pasen por ***P***. En este punto se hace evidente la necesidad de utilizar las rectas y no los lados originales del triángulo.
5. Llamar ***X, Y y Z*** a los pies de las perpendiculares que, de hecho, son las proyecciones ortogonales de ***P*** sobre las rectas.

Una primera exploración se refiere a encontrar las posibles posiciones de ***P*** para que los puntos ***X, Y y Z*** estén alineados. Para ello es posible activar la opción ***Traza*** sobre ***P***. Tras algunos movimientos se puede observar que estos puntos están alineados si ***P*** está sobre la circunferencia circunscrita del triángulo, así que en el procedimiento anterior hay que insertar un paso entre el ***1*** y el ***2***: la construcción de dicha circunferencia para así crear el punto ***P*** (en el paso ***2***) sobre ella.

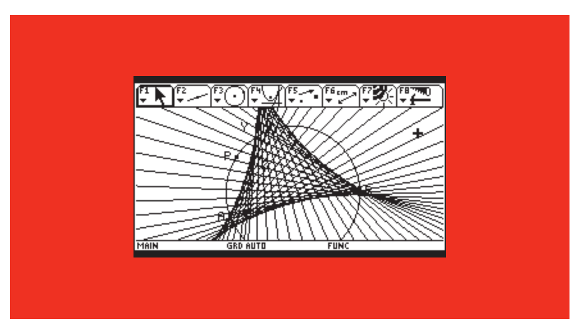
De esta manera, cuando se ocultan las rectas ***l, m y n,*** se ocultan las rectas perpendiculares a éstas y se crea la recta que pasa por ***X, Y y Z*** se obtiene (ésta última) la recta de **Wallace Simson de P con respecto al triángulo ABC,** como se ve a continuación.

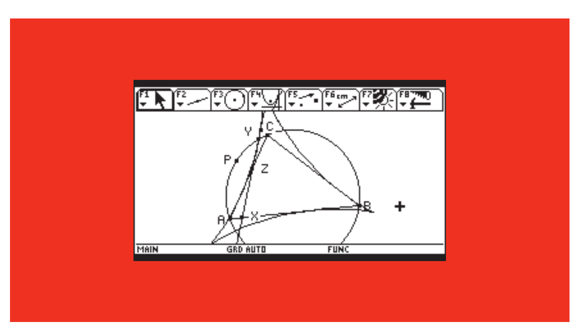


Como se va a utilizar esta construcción varias veces, conviene crear una macro que permita obtener una recta de Wallace Simson a partir de un triángulo cualquiera y un punto cualquiera (que éste sobre la circunferencia circunscrita).

2ª Construcción

La siguiente construcción se puede hacer a partir de una recta de Wallace Simson. Si se activa la opción **Traza** sobre la recta y se mueve el punto P se observa que va girando la recta y se va dibujando una curva. Sin embargo, este resultado es más evidente si se utiliza





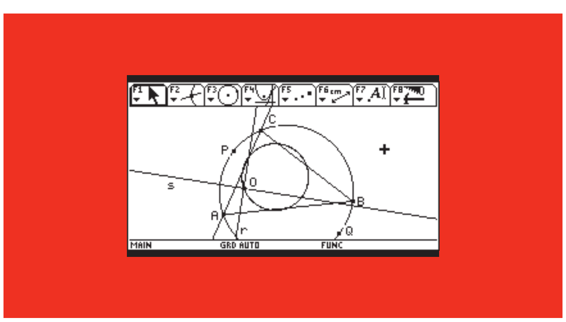
la opción **Lugar geométrico** de la recta con respecto a P. Hay que observar que si no está activa la opción que utilice la envolvente de rectas **(Envelope of lines** de la opción **9: Format...** del menú de herramientas **F8)** aparece un subconjunto de la familia de rectas de Wallace Simson, tal como se muestra a la derecha.

Se recomienda entonces cambiar dicha opción a fin de que el programa utilice la envolvente de las rectas y así se aprecie el siguiente resultado (como en la figura): Esta curva es la envolvente de las rectas de *Wallace Simson* cuyo nombre es la *deltoide o hipocicloide de tres puntas*. Por la manera de construirla se le denomina *deltoide de Steiner*.

Es interesante mencionar que esta construcción es difícil de obtener con regla y compás, pero la tecnología ofrece la oportunidad de verla claramente y examinar su comportamiento cuando se modifiquen las posiciones de los vértices del triángulo original. Un hecho curioso aparece cuando se mueven los vértices sin modificar el tamaño de la circunferencia circunscrita: la deltoide gira, pero no cambia su tamaño.

3ª Construcción

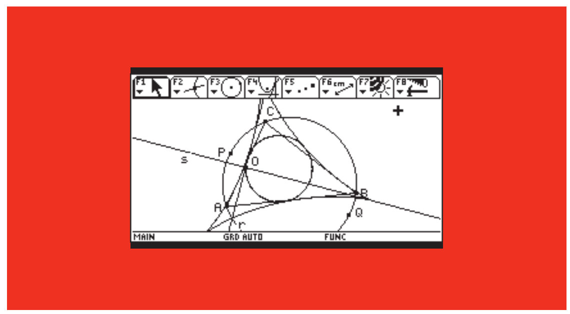
Utilizando la macro definida previamente es fácil construir dos rectas de Simson *(r y s)* de dos puntos *P y Q* respecto a un mismo triángulo y medir (con la opción **Angulo**) el ángulo entre las rectas.
Cuando se relaciona esta medida con la del arco que tiene a *P y Q* como extremos se puede observar que aquélla es la mitad de la última. Esto puede servir para crear una nueva curva del modo siguiente:
Tomemos *P y Q* de modo que siempre sean opuestos en la circunferencia (hay que pensar en cómo hacer esto) y entonces r y s son perpendiculares entre sí, y llamemos O al punto de intersección de las rectas (como en la figura). Cuando se mueve *P, O* dibuja una curva. Esto se puede lograr con las opciones Traza o
Lugar geométrico:



La calculadora permite observar que esta circunferencia pasa por los pies de las alturas del triángulo (cuando P o Q coinciden con cada vértice). En este momento es relativamente fácil constatar que la circunferencia trazado por O es la circunferencia de los nueve puntos o de Feuerbach.

4ª Construcción

Aprovechando la tecnología, se le puede pedir a la calculadora que construya la deltoide junto con la construcción anterior. El resultado, que se ve en la siguiente figura, lleva a conjeturar que ambas curvas son tangentes entre sí en tres puntos:



Para terminar, haremos notar que el radio de la circunferencia de los nueve puntos mide la mitad que el radio de la circunferencia circunscrita y que aquélla es tangente a la deltoide. Estos hechos sugieren una respuesta al hecho de que al mover los vértices del triángulo original, sin modificar la medida del radio de la circunferencia circunscrita, no cambia el tamaño de la deltoide: de hecho ésta depende del radio de la circunferencia de los nueve puntos, la cual a su vez depende del radio de la circunferencia circunscrita (ver la figura precedente).

1 Conclusiones

Por medio de actividades de este tipo, utilizando tecnología económicamente accesible y de un tamaño aceptable, es posible explotar resultados de la Geometría en la escuela secundaria (básica y superior) que de otra manera estarían reservados sólo a mentes con un entrenamiento avanzado. Por este medio, y diseñando actividades adecuadas, es posible explorar resultados y hacer conjeturaciones que, finalmente, permitan al alumno no sólo conocer tales hechos, sino aprender a observar propiedades y justificarlos hechos de manera geométrica.

2 Bibliografía

Coxeter, H.S.M. (1971). Fundamentos de Geometría, México, Editorial Limusa Wiley.
Coxeter, H.S.M.; Greitzer, S.L. (1993). Retorno a la Geometría, España, DLS Euler Editores.
Guzmán, M. de (1998). "La envolvente de las rectas de Wallace Simson en un triángulo. Una demostración sencilla del teorema de la deltoide de Stener." España, Universidad Complutense de Madrid.
Larios Osorio, V. (2001). "Una deltoide con Cabri." CabriRRSAE, núm. 30.

TI-Nspire: Experiencia en Aula.

Jorge Díaz Gutiérrez.
Profesor de Física y Matemáticas. Colegio Particular Blumenthal. Talagante. Chile.
joraldigu@gmail.com

La calculadora científica TI-Nspire las conocí en un taller de didácticas para las Matemáticas realizado en el sur de Chile en julio del 2009. En este curso pude asistir a una ponencia sobre el funcionamiento de las calculadoras TI-Nspire

Al conocer las funciones y utilidad de estos dispositivos, pensé en incorporarlas en el trabajo diario dentro del aula, ya que se pueden llevar a la práctica los diferentes contenidos matemáticos, que muchas veces no son tangibles para los estudiantes. De esta forma presenté al sostenedor del Colegio Particular Blumenthal, de Talagante, la posibilidad de adquirir diez calculadoras y así implementar el aprendizaje a través de herramientas tecnológicas, las cuales tienen mayor relación con el diario a vivir de los estudiantes de hoy. Dicha propuesta fue bien acogida, pese al nivel socio económico del establecimiento. De esta forma el Colegio Particular Blumenthal hoy tiene en su poder diez calculadoras, siendo el primer colegio subvencionado en adquirirlas y utilizarlas, promoviendo el manejo de TIC entre sus estudiantes y la comunidad educativa.

Teniendo en mi poder las calculadoras, comencé a promulgar la importancia didáctica de ellas y la utilidad en las diferentes áreas científicas, invitando a mis colegas a que se interesaran en la utilización de dicha herramienta en aula. Para esto obtuve el apoyo y asesoramiento de Texas Instruments en Chile, quien ha sido un pilar fundamental en la implementación de las Calculadoras TI-Nspire en el establecimiento y específicamente en Matemática y ciencias.

La primera actividad que realice en aula fue en segundo año medio, donde en una clase presenté la utilización de la Calculadora, la acogida por parte de los alumnos fue muy buena, ya que se familiarizaron con el instrumento de forma rápida y adecuada. Luego del dominio del dispositivo, adecue las planificaciones y contenidos para utilizar como actividad inicial la Calculadora TI-Nspire.
Los contenidos desarrollados a través de la calculadora fueron, "Puntos en un plano cartesiano, distancia entre dos puntos, pendiente, ecuación de la recta, gráficas de rectas y sistemas de ecuaciones". Dichos temas, normalmente se desarrollan a lo largo de treinta o cuarenta horas pedagógicas, debido a la complejidad y necesidad de abstracción que debe desarrollar el alumno a lo largo de la unidad. Sin embargo, al implementar la calculadora TI-Nspire, estos contenidos los vi en el increíble tiempo de 10 horas pedagógicas, por lo cual, el tiempo estimado en la unidad bajó drásticamente en un tercio, sin contar la motivación, interés y logros que presentaron los estudiantes.
Cabe señalar que los cursos están conformados por 40 estudiantes, lo que significa que un dispositivo es utilizado por 4 alumnos. Imagínese, cuánto se podría lograr si cada alumno trabajara con su propio dispositivo.

La visión de los alumnos se puede sintetizar en que: "Utilizar las calculadoras TI-Nspire dentro de la sala de clases, resulto ser una experiencia muy gratificante, debido a que su uso facilito el aprendizaje de los temas que se nos enseñaron, como el plano cartesiano, ya que en ella generamos el gráfico de puntos y rectas con facilidad, además de calcular los distintos elementos y propiedades de las ecuaciones. A nuestro parecer, incluir el uso y manejo de las calculadoras dentro del plan de estudio, fue un bien para todos nosotros como estudiante de este establecimiento". Gabriela Toledo Báez y Diego Martínez Rivera, alumnos de 2º medio C.

Con esta experiencia, puedo concluir, que la tecnología aplicada en aula puede ser de gran ayuda en la entrega de conocimientos, tanto en el tiempo empleado, como en el interés que se despierta en los alumnos. En este ámbito Texas Instruments ha logrado proporcionar un dispositivo y herramienta fundamental para promover el conocimiento matemático y científico en forma concreta a lo largo del proceso enseñanza-aprendizaje de hoy en día, generando una escala logarítmica en el pensamiento lógico de nuestros estudiantes y marcando así, una trascendencia en nuestro quehacer pedagógico.