



ELICIT^{IT}Math

Developing Technological Pedagogical Content Knowledge of Pre-service Math Teachers by Enhancement of a Methods Course Using Instrumental Orchestration and Lesson Study Strategies

Interconectividad en el salón de clases de matemáticas

Omar Hernández Rodríguez, EdD

Wanda Villafañe Cepeda, EdD

Universidad de Puerto Rico

Definición



- Un sistema de interconectividad en el salón de clases de matemáticas se compone de equipos (hardware), programados (software) y aplicaciones didácticas (mindware) que coordina el profesor para favorecer la construcción social del conocimiento matemático.
- Los estudiantes usan dispositivos de mano que se conectan a la computadora portátil del profesor. Los dispositivos de mano y el portátil se conectan a una pantalla de visualización compartida (Roschelle, Penuel, & Abrahamson, 2004).
- Con un programado especializado el profesor puede comunicarse con todos los alumnos o con uno en particular.

Características



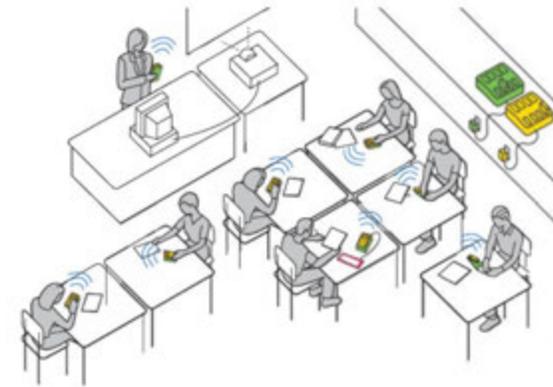
- Los sistemas de interconectividad en el salón de clases están tomando auge debido a su importancia para la construcción social del conocimiento.
- Las primeras versiones tenían la forma de “clickers” u otros sistemas de respuesta inmediata para el assessment inmediato.
- La primera compañía en diseñar un sistema para educación matemática fue la Texas Instruments con su TI-Navigator que convirtió las TI-Nspire en terminales.
- Con los avances en Internet y en tecnología móvil, hoy día se pueden integrar varios sistemas y plataformas disponibles (Desmos, GeoGebra, Google Classroom, celulares, tabletas, entre otros).



Algunos ejemplos (TI-Navigator)



- Este sistema es producido por la compañía Texas Instruments.
- Se compone de:
 - TI-Nspire – para uso de los estudiantes
 - Terminales de comunicación
 - El programado de TI-Navigator
 - Un proyector
 - Una pantalla de proyección
 - Lecciones desarrolladas por la profesora

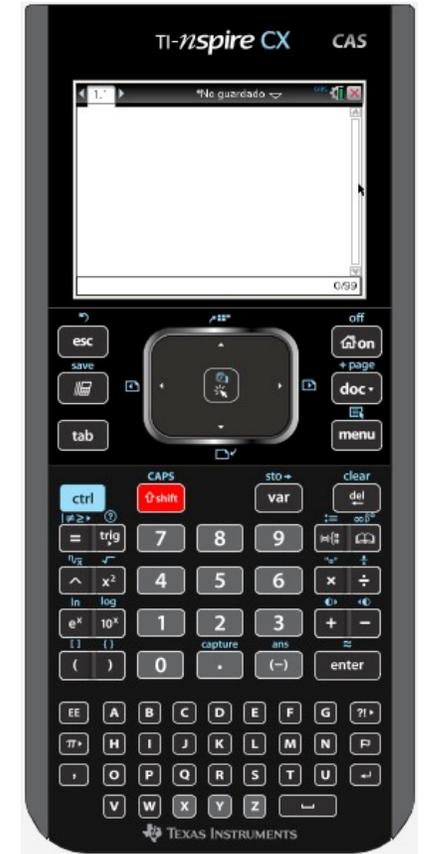


Tomado de Clark-Wilson (2010).

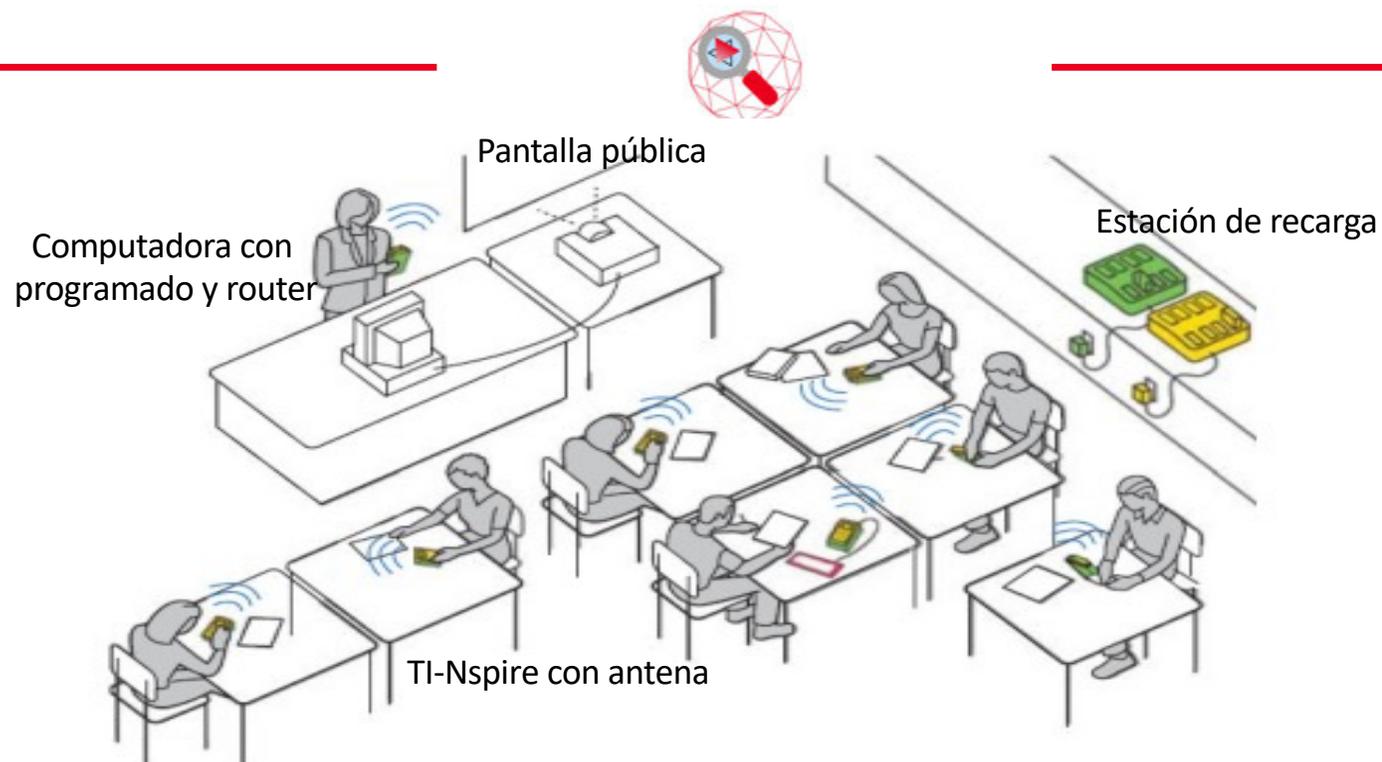
TI-Nspire



- La TI-Nspire es más que una calculadora graficadora.
- La compañía Texas Instruments la denominó “Handheld” que podría traducirse como “computadora de mano” (Canales & Hernández, 2010).
- Consta de una calculadora simbólica, una calculadora graficadora, un programado de geometría dinámica, una hoja electrónica, un programado de estadística, y uno para elaborar notas que permite la integración de texto e imágenes.
- Una de las características importantes es que permite la creación de lecciones en formato de módulos.
- La profesora crea las lecciones y las distribuye a sus estudiantes para que las hagan a su propio ritmo.



Distribución del salón con el TI-Navigator



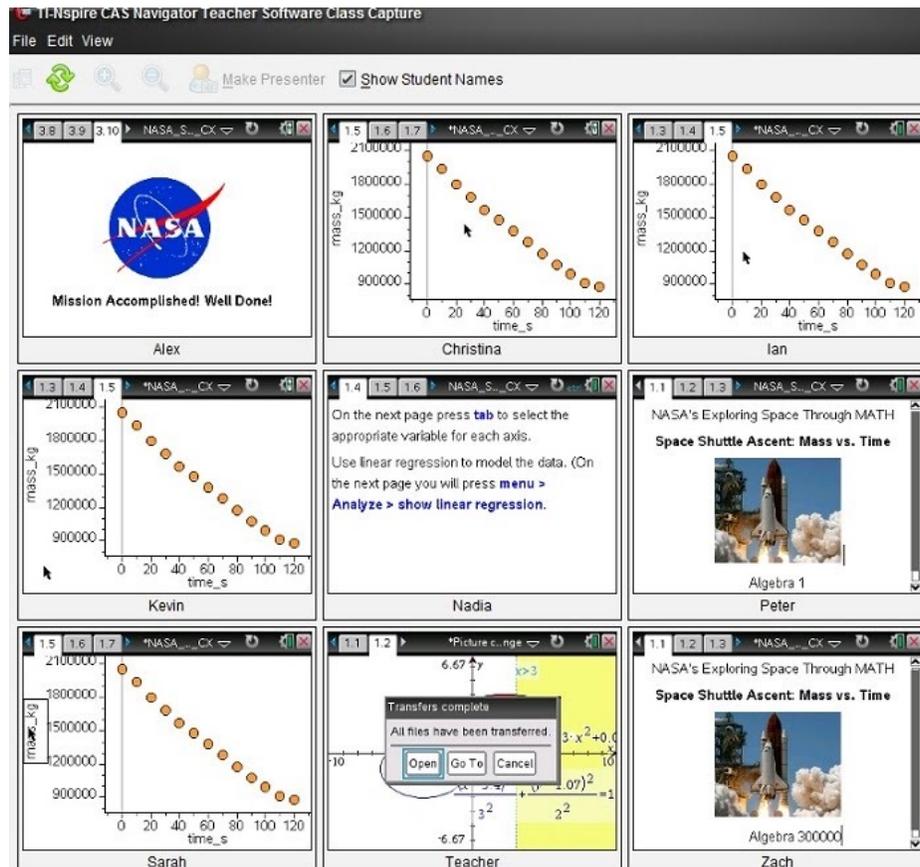
La maestra puede desplegar en la pantalla pública la de su computadora, la de un estudiante o la de todos los estudiantes simultáneamente. La distribución de las mesas también es importante porque los estudiantes comparten con su grupo de trabajo.

Características del TI-Navigator



- El TI-Navigator permite:
 - La distribución de archivos de la computadora de la profesora a las TI-Nspire de los estudiantes.
 - La recolección de información de la TI-Nspire de los estudiantes. Los estudiantes envían sus respuestas en el medio de la lección.
 - Además, provee la oportunidad de Captura de pantalla (Screen Capture), Encuesta rápida (Quick Poll), presentación en vivo (Live Presenter) y análisis de la clase (Class Analysis).

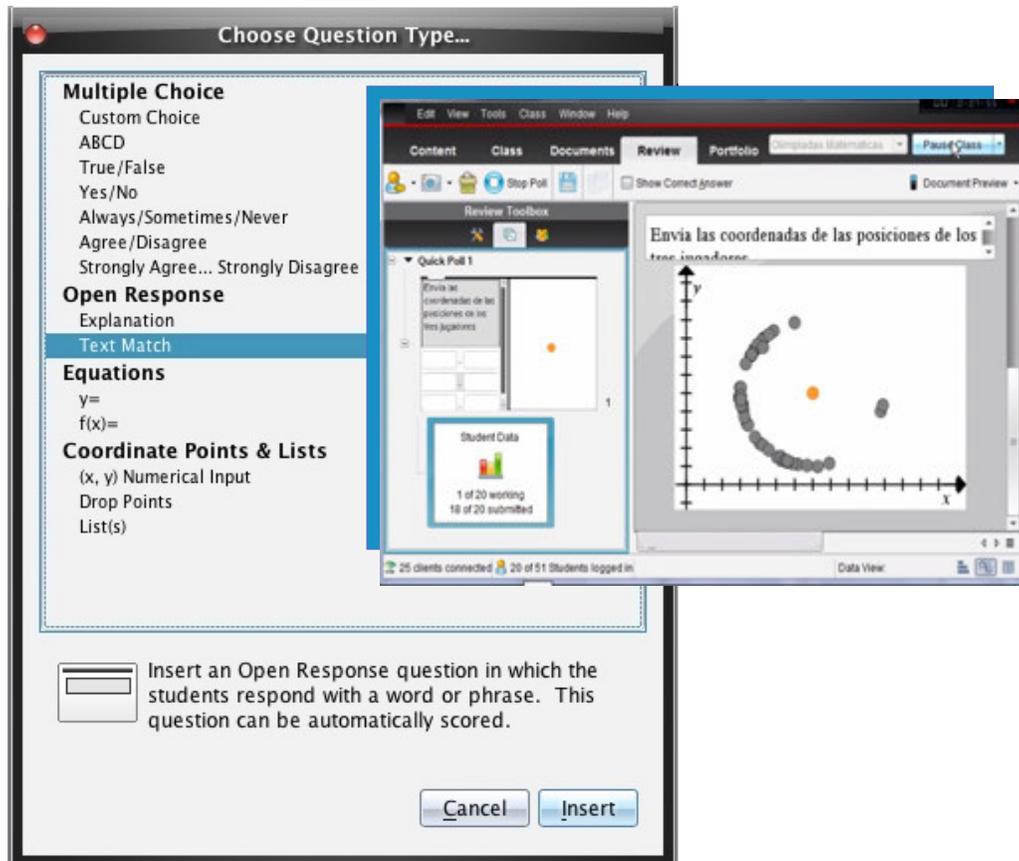
Captura de pantallas



- El cualquier momento la maestra puede ver la pantalla de todos los estudiantes de la clase.
- De esta manera puede saber la página en que se encuentra cada estudiante, si necesita ayuda o si se encuentra adelantado con respecto al grupo.
- Provee una variedad de formatos, las pantallas se pueden reposicionar.
- Las pantallas se refrescan de acuerdo a un tiempo preseleccionado.
- Se pueden almacenar las pantallas para tener evidencia del desarrollo de la lección.

Clark-Wilson (2010).

Encuesta rápida



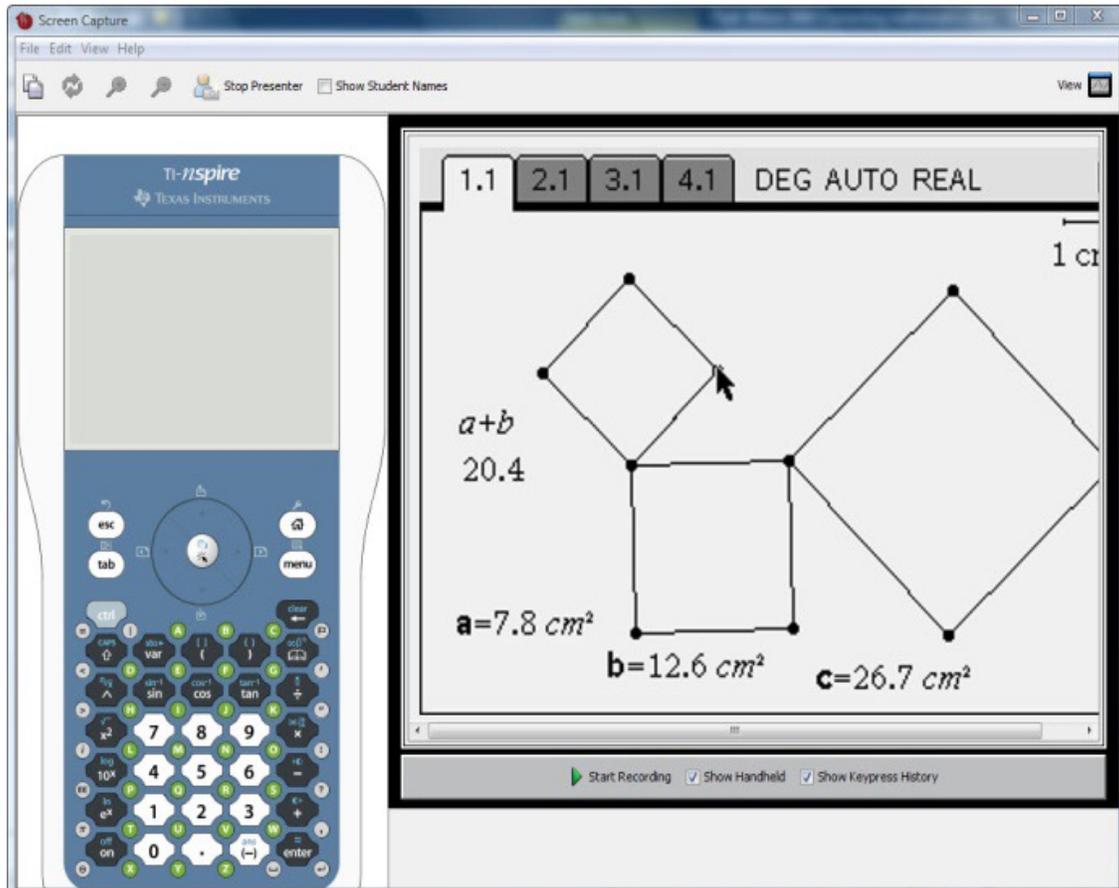
Catrillón Velandia & Hernández Rodríguez (2019).



- Ofrece la posibilidad de preguntas con las opciones tradicionales de cierto/falso, si/no, selección múltiple; pregunta abierta, entre otras.
- Ofrece la posibilidad de hacer preguntas donde los estudiantes envíen ecuaciones o funciones. También se pueden enviar coordenadas del plano cartesiano.
- Las respuestas se pueden verificar y la profesora puede mostrar los resultados de cada pregunta para hacer el assessment inmediato.
- El sistema envía los resultados a la base de datos.
- La información de la base de datos se puede acumular en la computadora para formar el registro de notas.

Clark-Wilson (2010).

Presentador en vivo



- La maestra puede seleccionar a uno de los estudiantes para que tome el control de la clase.
- La pantalla del estudiante se despliega en la pantalla pública y el estudiante puede explicar el trabajo que está realizando.
- La presentación del estudiante se puede grabar en la computadora de la profesora.

Clark-Wilson (2010).

Análisis de los datos



Students	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Score	% Sc...	Exclu...
Maximum Score	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100%	
Anissa Anolis	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8	80%	<input type="checkbox"/>
Anissa Chris	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8	80%	<input type="checkbox"/>
Auton James	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	8	80%	<input type="checkbox"/>
Greg Shaun	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	6	60%	<input type="checkbox"/>
Jana Cameron	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	7	70%	<input type="checkbox"/>
Jake Gregor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100%	<input type="checkbox"/>
Jane Chand	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	5	50%	<input type="checkbox"/>
Madison Jamie	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	7	70%	<input type="checkbox"/>
MacEwan Alisdair	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	7	70%	<input type="checkbox"/>
Marissa Lutz	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	7	70%	<input type="checkbox"/>
Murdoch Cameron	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	4	40%	<input type="checkbox"/>
Orin Kaitlen	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	6	60%	<input type="checkbox"/>
Roswell Angus	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	7	70%	<input type="checkbox"/>
Sandburg Rowan	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	7	70%	<input type="checkbox"/>
Steele Murray	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6	60%	<input type="checkbox"/>
Thomas Angus	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	6	60%	<input type="checkbox"/>
Taylor Lily	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8	80%	<input type="checkbox"/>
Tracy Joanna	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	7	70%	<input type="checkbox"/>
Wanda Malia	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	7	70%	<input type="checkbox"/>
Item Average	100%	62%	86%	67%	81%	90%	43%	38%	38%	81%	6.86	69%	
Exclude Item:	<input type="checkbox"/>												

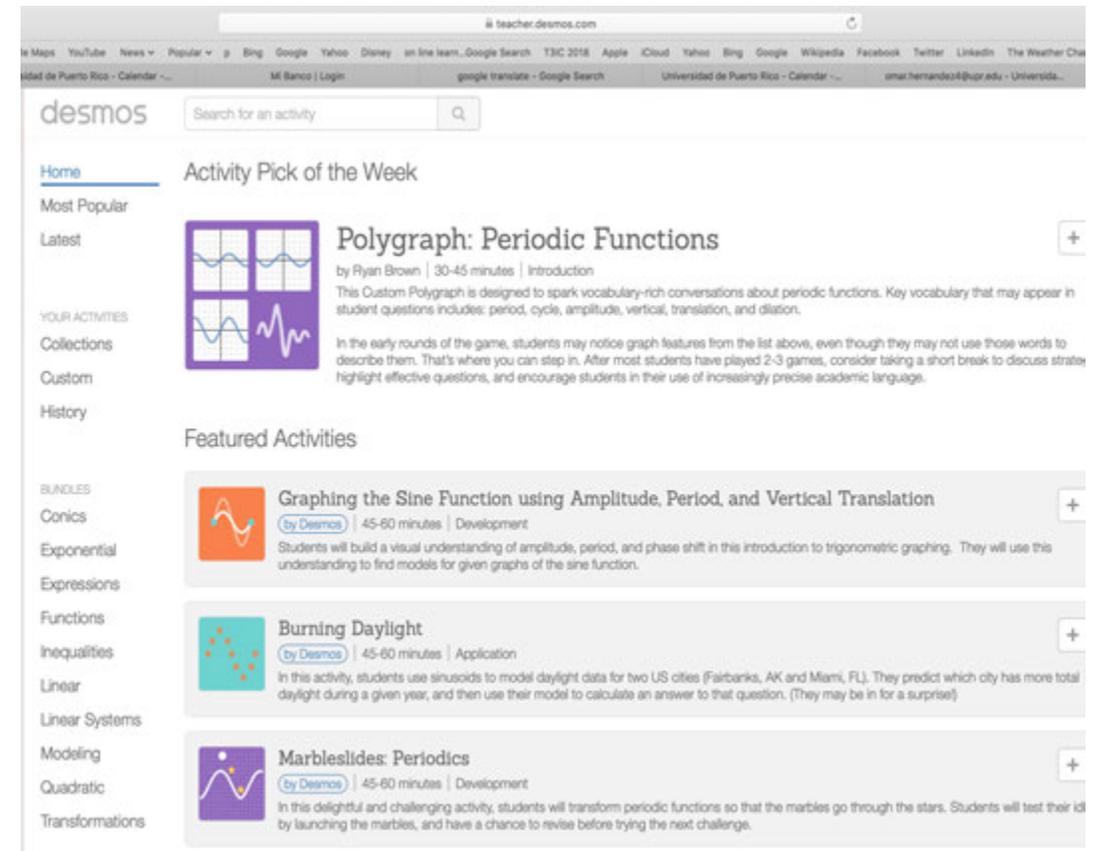
- Los resultados de la clase se pueden presentar de manera acumulada.
- Presenta la nota máxima, la nota mínima y el promedio.
- También se pueden analizar los datos por ítem o por estudiante.

Clark-Wilson (2010).

Otro ejemplo (Desmos)



- **Desmos** inició como una calculadora avanzada disponible en la Internet.
- Ahora está disponible como una aplicación Web y de dispositivos móviles (tabletas y celulares). La compañía fue fundada en el 2011 por Eli Luberoff.
- Tiene un componente para desarrollo de lecciones interactivas y administración del salón de clases.



Interconectividad con Desmos



- Eli Luberoff inició programando la TI-Nspire en escuela intermedia y desarrolló Desmos cuando era estudiante de bachillerato en Yale University.
- Algunas semejanzas con el TI-Navigator son:
 - la posibilidad de crear lecciones interactivas,
 - los estudiantes pueden ver las respuestas de sus compañeros,
 - el profesor puede ver el desarrollo de la lección y seleccionar respuestas de los estudiantes.



<https://soundcloud.com/user-649980500/building-a-better-graphing-calculator-with-eli-luberoff>

Características

- Se pueden crear actividades interactivas en forma de lecciones.
- Se pueden integrar animaciones, fotografías y vídeos.
- El programado es altamente interactivo.
- Se pueden integrar actividades fundamentadas en el juego.
- Se facilita el trabajo con el modelaje matemático.

Lecciones (1)

- A la derecha podemos ver una lección creada por el Dr. Omar Hernández Rodríguez.
- Estamos viendo una parte de la pantalla de su cuenta.
- Para crear la actividad utilizó la herramienta de creación de actividades de Demos en <http://teacher.desmos.com>.
- Es necesario crear una cuenta para poder realizar actividades.



Segmentos en el plano cartesiano
by Omar Hernandez Created by you

Mobile Tablet Laptop

Esta actividad familiariza a los estudiantes con los movimientos para llegar de un punto a otro sobre una recta.

Classes

CLASS CODE	STUDENTS	DATE	
BMSH2J	0	Mar 28, 2019 at 2:23 pm	View Dashboard
TBU3QV	7	Mar 26, 2019 at 7:08 pm	View Dashboard

Screens

1 SEGMENTOS EN EL PLANO CARTESIANO Por Omar Hernández Rodríguez

2 segmentos en el plano En el plano cartesiano de la izquierda están dos rectas paralelas.

3 segmentos en el plano Los segmentos que se presentan en el plano cartesiano de la izquierda están paralelos.

4 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$.

5 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$.

6 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$.

7 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$.

8 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$.

9 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$.

10 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$.

11 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$.

12 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$.

13 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$.

14 ¿Cuál de los siguientes segmentos tiene pendiente $m = -\frac{2}{3}$?

Lecciones (2)



- En la parte superior se puede ver:
 - el título de la actividad,
 - el autor,
 - los dispositivos en los cuales se puede ver la actividad,
 - la guía del maestro,
 - una breve descripción de la actividad.

Segmentos en el plano cartesiano
by Omar Hernández Created by you

Mobile Tablet Laptop

Esta actividad familiariza a los estudiantes con los movimientos para llegar de un punto a otro sobre una recta.

CLAS CODE	STUDENTS	DATE	
BMSH2J	0	Mar 28, 2019 at 2:23 pm	View Dashboard
TBU3QV	7	Mar 26, 2019 at 7:06 pm	View Dashboard

Screens

1 SEGMENTOS EN EL PLANO CARTESIANO
Por Omar Hernández Rodríguez

2 segmentos en el plano
En el plano cartesiano de la izquierda están otros dos segmentos.

3 segmentos en el plano
Los segmentos que se presentan en el plano cartesiano de la izquierda.

4 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $(-2, 1)$ hasta el punto $(1, 3)$.

5 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $(-2, 1)$ hasta el punto $(1, 3)$.

6 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $(-2, 1)$ hasta el punto $(1, 3)$.

7 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $(-2, 1)$ hasta el punto $(1, 3)$.

8 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $(-2, 1)$ hasta el punto $(1, 3)$.

9 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $(-2, 1)$ hasta el punto $(1, 3)$.

10 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $(-2, 1)$ hasta el punto $(1, 3)$.

11 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $(-2, 1)$ hasta el punto $(1, 3)$.

12 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $(-2, 1)$ hasta el punto $(1, 3)$.

13 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $(-2, 1)$ hasta el punto $(1, 3)$.

14 ¿Cuál de los siguientes segmentos tiene pendiente $m = -\frac{2}{3}$?

Lecciones (3)

- En el medio se puede ver:
 - el registro de las veces que se ha ofrecido la clase.
 - cada vez que haga la actividad con un grupo diferente se crea un código.
 - La opción *View Dashboard* permite ver lo que hizo cada estudiante cuando se realizó la actividad.



Segmentos en el plano cartesiano
by Omar Hernández Created by you

Mobile Tablet Laptop

Esta actividad familiariza a los estudiantes con los movimientos para llegar de un punto a otro sobre una recta.

CLASS CODE	STUDENTS	DATE	
BMSH2J	0	Mar 28, 2019 at 2:23 pm	View Dashboard
TBU3QV	7	Mar 26, 2019 at 7:06 pm	View Dashboard

Screens

1 SEGMENTOS EN EL PLANO CARTESIANO
Por Omar Hernández Rodríguez

2 segmentos en el plano
En el plano cartesiano de la izquierda están otros dos segmentos.

3 segmentos en el plano
Los segmentos que se presentan en el plano pertenecen a la

4 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto

5 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

6 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

7 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

8 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

9 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

10 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

11 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

12 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

13 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

14 ¿Cuál de los siguientes segmentos tiene pendiente $m = -\frac{2}{3}$?

Lecciones (4)

- En la parte de abajo se ven todas las páginas de la actividad.
- En este caso la actividad tiene 14 páginas.
- Algunas páginas proveen información, por ejemplo, el título, los objetos, instrucciones, entre otros.
- Otras páginas permite a los estudiantes trabajar con los objetos matemáticos, en este caso segmentos, puntos (extremos de los segmentos).



Segmentos en el plano cartesiano
by Omar Hernandez Created by you

Mobile Tablet Laptop

Esta actividad familiariza a los estudiantes con los movimientos para llegar de un punto a otro sobre una recta.

CLASS CODE	STUDENTS	DATE	
BMSH2J	0	Mar 28, 2019 at 2:23 pm	View Dashboard
TBU3QV	7	Mar 26, 2019 at 7:06 pm	View Dashboard

Screens

1 SEGMENTOS EN EL PLANO CARTESIANO Por Omar Hernández Rodríguez

2 segmentos en el plano En el plano cartesiano de la izquierda están otros dos ejes usados.

3 segmentos en el plano Los segmentos que se presentan en el plano pertenecen a la

4 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

5 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

6 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

7 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

8 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

9 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

10 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

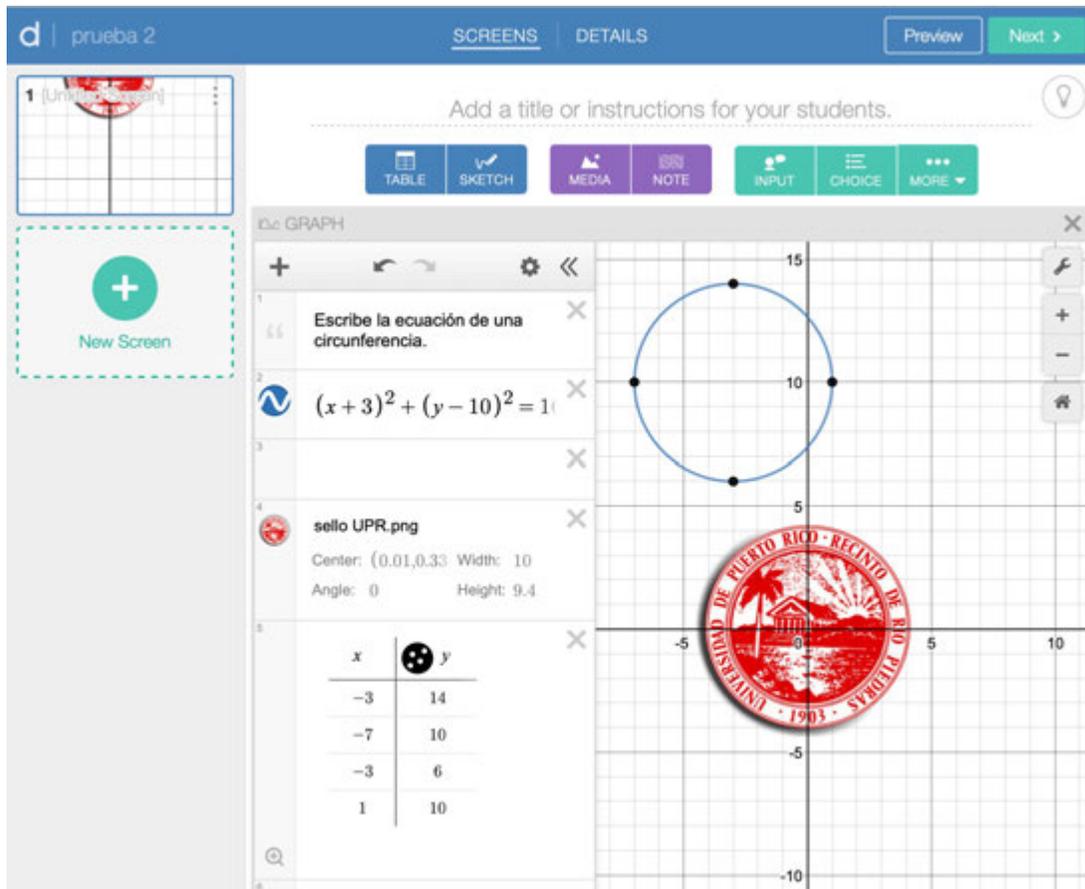
11 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

12 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

13 A la izquierda aparece el segmento que va desde el punto $f(x)$

14 ¿Cuál de los siguientes segmentos tiene pendiente $m = -\frac{2}{3}$?

Plano cartesiano (1)



The screenshot shows a digital workspace for a math problem. At the top, there's a header with 'prueba 2', 'SCREENS', 'DETAILS', 'Preview', and 'Next >'. Below the header, there's a prompt: 'Add a title or instructions for your students.' A toolbar contains buttons for 'TABLE', 'SKETCH', 'MEDIA', 'NOTE', 'INPUT', 'CHOICE', and 'MORE'. The main area is a 'GRAPH' window with a coordinate plane. A blue circle is drawn on the grid. To the left of the graph, there's a list of elements: 1. 'Escribe la ecuación de una circunferencia.' 2. The equation $(x + 3)^2 + (y - 10)^2 = 1$. 3. A red stamp labeled 'sello UPR.png' with center (0.01, 0.33), width 10, and height 9.4. 4. A table with x and y values.

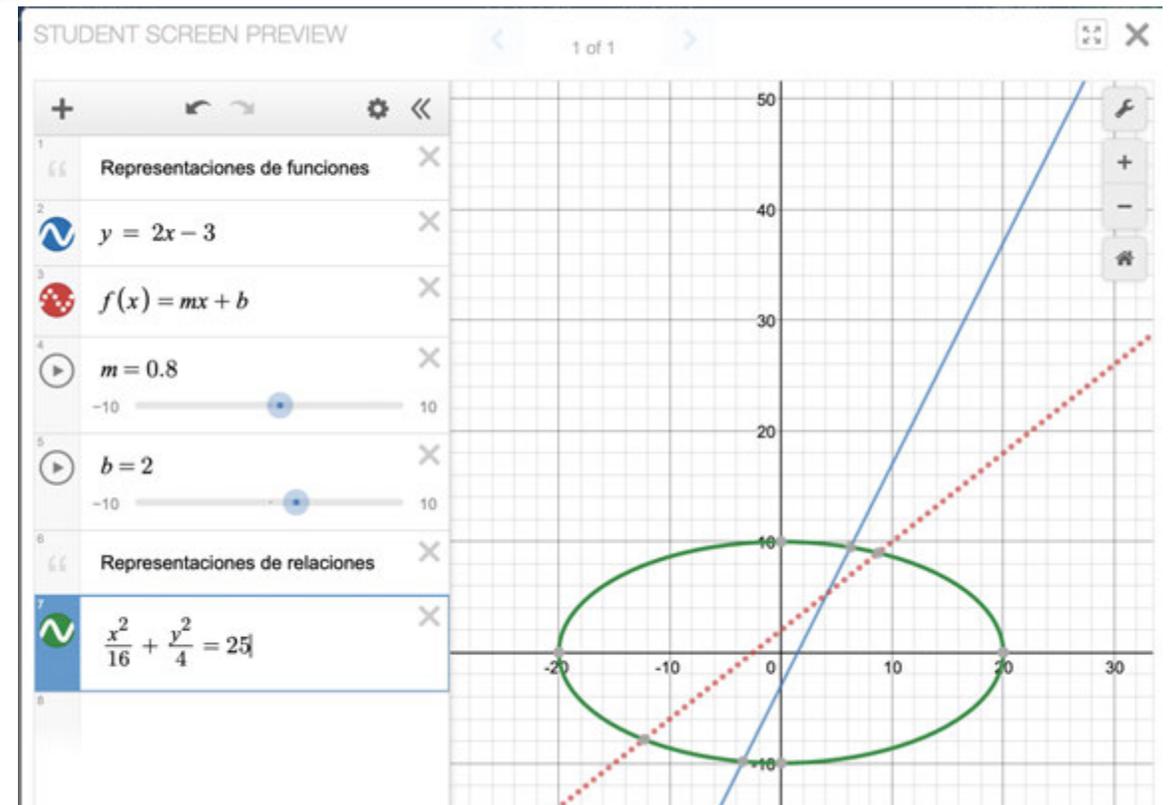
x	y
-3	14
-7	10
-3	6
1	10



- En la sección de instrucciones se pueden trabajar varias opciones como:
 - Entrado de notas para dar instrucciones a los estudiantes,
 - Tablas de valores
 - Representación algebraica
 - Cartapacio (Folder)
 - Imágenes

Plano cartesiano (2)

- Representaciones algebraicas
 - $f(x) =$
 - Relaciones
 - Representación algebraica
 - Cartapacio (Folder)
 - Imágenes
- Se puede observar la creación automática de deslizadores para controlar parámetros.



Animaciones, vídeos y fotografías



d | prueba 2

SCREENS | DETAILS

Preview Next >

1 [Untitled Screen] ⋮

Add a title or instructions for your students.

GRAPH TABLE SKETCH MEDIA NOTE INPUT CHOICE MORE ▾

+
New Screen

Animaciones, vídeos y fotografías



d | prueba 2

SCREENS | DETAILS

Preview Next >

1 [Untitled Screen]

Add a title or instructions for your students.

GRAPH TABLE SKETCH MEDIA NOTE INPUT CHOICE MORE ▾

New Screen

Permite añadir animaciones, fotografías y vídeos

Interactividad



1 [Untitled Screen]

SCREENS | DETAILS

Preview Next >

Add a title or instructions for your students.

GRAPH TABLE SKETCH MEDIA NOTE INPUT CHOICE MORE

New Screen

Este conjunto de opciones permite la interactividad por medio de preguntas. Después de que tres estudiantes hayan contestado, los otros pueden ver las respuestas.

Actividades lúdicas



d | prueba 2

SCREENS | DETAILS

Preview Next >

1 [Untitled Screen] ⋮

Add a title or instructions for your students.

GRAPH TABLE SKETCH MEDIA NOTE INPUT CHOICE MORE ▾

New Screen

Aquí puede encontrar el juego de tarjetas y animaciones para cogido de estrellitas.

Referencias



- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245-274.
- Catrillón Velandia, O., & Hernández Rodríguez, O. (2019, accepted). Classroom connectivity technology to enhance the social construction of mathematical knowledge. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 26(4).
- Clark-Wilson, A. (2010). Emergent pedagogies and the changing role of the teacher in the handheld mathematics classroom. *ZDM Mathematics Education*, 42(7), 747-761. doi:10.1007/s11858-010-0279-0.
- Roschelle, J. (2006). Effective integration of dynamic representations and collaboration for enhance mathematics and science learning: Keynote address at Curriculum Corporation 13th National Conference. California, USA: SRI International.
- Roschelle, J., Penuel, W. R., & Abrahamson, L. (2004). The networked classroom. *Educational Leadership*, 61(5), 50-54.
- Trouche, L., & Drijvers, P. (2010). Handheld technology for mathematics education: Flashback into the future. *ZDM Mathematics Education*, 42(7), 667-681.