

XVI CIAEM



Conferencia Interamericana de Educación Matemática
Conferência Interamericana de Educação Matemática
Inter-American Conference of Mathematics Education



Lima - Perú
30 julio - 4 agosto 2023



xvi.ciaem-iacme.org

Sistemas tecnológicos de interconectividad para el aprendizaje colaborativo de las matemáticas

Omar **Hernández** Rodríguez

Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras
Puerto Rico

omar.hernandez4@upr.edu

Sebastian J. **Cruz** Ortiz

Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras
Puerto Rico

sebastian.cruz3@upr.edu

Paola L. **Vargas** Baldassari

Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras
Puerto Rico

paola.vargas5@upr.edu

Dilibet **Salazar** Rojas

Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras
Puerto Rico

dilibet.salazar@upr.edu

Keyshla **Ortiz** Rodríguez

Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras
Puerto Rico

keyshla.ortiz6@upr.edu

Resumen

En este taller describiremos las funcionalidades más sobresalientes del sistema tecnológico de interconectividad conocido como *Desmos Classroom*. En específico, los asistentes aprenderán a utilizar las funciones básicas del *Teacher Desmos Activity Builder* para diseñar lecciones que permitan la construcción autónoma del conocimiento del estudiante con diferentes representaciones de objetos matemáticos y, a la vez, la construcción colaborativa del conocimiento mediante la interacción con sus compañeros y el maestro. Incluye la implementación de los cinco movimientos para orquestar discusiones productivas descritos por Smith y Stein (2018): anticipar, monitorear, seleccionar, secuenciar y conectar.

Palabras clave: Educación Matemática; Educación primaria y secundaria; Enseñanza virtual; Plataformas tecnológicas; Mediación pedagógica; Matemática escolar; Puerto Rico

Introducción

Los sistemas tecnológicos de interconectividad (STI) fueron introducidos a los salones de clases hace aproximadamente tres décadas. Inicialmente se componían de equipos que permitían a las maestras¹ recopilar las respuestas de los estudiantes a preguntas estructuradas y tenían el propósito de ajustar la instrucción a los resultados de las encuestas (Roschelle, Penuel, & Abrahamson, 2004). Los STI fueron evolucionando para transformarse en una red inalámbrica de calculadoras que permitía el trabajo autónomo y colaborativo en el salón de clases. Con los equipos adecuados, las maestras creaban un ambiente que permitía, además de hacer encuestas, presentar en la pantalla pública el trabajo de un estudiante o de todos simultáneamente, agregar las respuestas en una sola gráfica, presentar la pantalla de la calculadora de cualquier estudiante, crear una base de datos con el resultado de los trabajos de los estudiantes, entre otras. Hoy día, la interconectividad en el aula -presencial o virtual- se puede alcanzar a través de una red de computadoras, calculadoras, teléfonos celulares, tabletas u otros dispositivos tecnológicos. Las opciones para el trabajo colaborativo se han enriquecido con los adelantos recientes de las herramientas tecnológicas.

Los STI de hoy día también incluyen muchas opciones para facilitar la mediación pedagógica. Las maestras pueden diseñar estrategias para la interacción de los estudiantes con los objetos matemáticos de tal forma que puedan transitar de la manipulación del objeto virtual a la abstracción. Las STI incluyen sistemas de auto avalúo más sofisticadas que permiten al estudiante reflexionar sobre su propio aprendizaje y determinar el logro de los objetivos. Además, las STI permiten a los estudiantes trabajar simultáneamente con varias representaciones (gráficas, tablas o formulas) y a los maestros proveer retroalimentación individual o grupal y seleccionar las respuestas para desplegar en varios formatos.

Aprender a utilizar los STI requiere un plan orquestado que incorpore teoría y práctica que proporcione a las maestras el conocimiento para implementarlos en las clases de matemáticas. Por ejemplo, el cuestionamiento es un movimiento clave de los maestros para promover el discurso en el aula que ha sido ampliamente documentado (DeJarnette, et al., 2020; DeJarnette y Hord, 2020; Rasmussen y otros, 2009). Sin embargo, hoy día, se necesita más que hacer preguntas para promover la participación y más aún en ambientes virtuales. Es necesario implementar otros movimientos para orquestar la participación de todos los estudiantes, para atender a la diversidad de estudiantes y proveer una retroalimentación adecuada a todos.

En este taller los asistentes aprenderán a utilizar el *Teacher Desmos Activity Builder (TDAB)* para promover y mantener discusiones matemáticas productivas que fomenten el uso de un discurso matemático (Smith & Stein, 2018).

¹ Conscientes de la importancia del lenguaje inclusivo utilizamos **las maestras** para referirnos a los y las docentes y **los estudiantes** para referirnos a los y las estudiantes.

¿Por qué el TDAB?

El TDAB es una herramienta digital gratuita en línea para el diseño de lecciones interactivas que incluye varias herramientas como calculadora con las cuatro operaciones básicas, calculadora científica, representación visual de expresiones algebraicas, aplicación de geometría dinámica y examen de práctica. En el salón de clases es ideal para trabajar con proyector o pizarra digital la representación gráfica de diversas funciones, por lo que, de una forma sencilla y precisa, podemos mostrar a los alumnos la representación de cualquier tipo de relación o función. De igual forma, permite la construcción de gráficas a partir de una tabla de datos y el uso de parámetros y controles deslizantes. Por ejemplo: podemos modificar valores e investigar las características básicas de las funciones y fomentar un ambiente de diálogo y reflexión en las aulas de clase. Nos permite visualizar inequaciones, explorar transformaciones, hacer regresiones e insertar imágenes para darle vida a los gráficos. Permite almacenar las gráficas para ser utilizadas en otros programas de procesadores de palabras o programas de presentaciones. TDAB tiene en cuenta la personas con diversidad funcional y provee asistencia tecnológica, por ejemplo, permite describir las gráficas para que los estudiantes con limitación visual puedan realizar la actividad o descargar las ecuaciones en Braille, entre otros.

Una vez diseñada la lección, los estudiantes pueden trabajar de manera individual o grupal. Los estudiantes pueden enviar la información en múltiples direcciones, ya sea desde la computadora de la maestra a los dispositivos de los estudiantes o entre los dispositivos de los estudiantes. El trabajo de un estudiante se puede mostrar a los demás, más aún, las respuestas de los estudiantes se pueden agregar en una gráfica y desplegar en una pantalla pública para facilitar la comunicación con o entre los estudiantes (Trouche y Drijvers, 2010). De esta manera, la maestra y los estudiantes pueden capturar, organizar, analizar y mostrar las contribuciones de toda la clase o de un estudiante en particular.

Clark-Wilson (2010), Roschelle et al. (2004) y Trouche & Drijvers (2010) han investigado la interconectividad en los salones de clases de matemáticas. Entre los resultados se encuentran que los usos adecuados de los sistemas de interconectividad proporcionaron a los maestros más información sobre los procesos de creación de sus estudiantes lo que conducía a intervenciones de los maestros más reflexivas; promovían un discurso matemático más significativo, impulsado por respuestas y pantallas compartidas; y promovían una autoevaluación intencional de los estudiantes y de sus compañeros. Por su parte, Tolboom (2012) investigó el potencial de las redes en los salones de clases para mejorar la retroalimentación de las maestras en la enseñanza de estadísticas. Además, los investigadores han hecho hincapié en la importancia de un diseño cuidadoso para cumplir con objetivos de aprendizaje específicos (Castrillón Velandia, 2017; Hernández Rodríguez & Castrillón Velandia, 2019; Tolboom, 2012).

Temática del taller

Con el advenimiento de la pandemia se hizo más patente la necesidad de capacitar a las maestras en los técnicas y estrategias para promover y acompañar el aprendizaje de los estudiantes. Algunos países crearon política pública para promover la mediación pedagógica tanto presencial como virtualmente. Un elemento importante es promover discusiones productivas en el salón de clases. Smith y Stein (2018) propusieron cinco actividades para

promover discusiones productivas en el salón de clases: anticipar, monitorear, seleccionar, secuenciar y conectar.

Al momento de planificar la lección con el TDAB, las maestras deben **anticipar** las posibles interacciones que se dan entre los estudiantes con las situaciones que se plantean y los objetos matemáticos involucrados. Deben preparar las preguntas que hagan evidente el pensamiento de sus estudiantes. También deben predecir las posibles respuestas y planificar sus reacciones. Esta preparación es muy útil y, a pesar de la previsión, es posible que cuando esté enseñando la clase, la maestra, deba improvisar para clarificar, por medio de preguntas, lo que sus estudiantes están tratando de comunicar. En este caso utilizaremos la situación de los registros del primer puesto en las competencias de 100 metros de hombres y mujeres en los Juegos Olímpicos para determinar si existe alguna relación entre los datos y discutir la viabilidad de modelos lineales para describir la tendencia en los datos.

La situación que se plantea puede ser de mucho interés para algunos estudiantes y es posible que no para todos, por tanto, se debe planificar para acercar a los estudiantes al tema. Por ejemplo, se puede preguntar por algún deporte que esté de moda y haya sido incluido recientemente a los Juegos Olímpicos como el escalamiento de muros o el *skateboarding*. Una vez se llegue al tema se puede presentar una descripción o video de la competencia de los 100 metros para ejemplificar el contexto. Cuando se presente la tabla de los datos se puede pedir a los estudiantes que hagan observaciones sobre los datos, por ejemplo, por qué al principio sólo se presentan los datos en unidades, luego en unidades y décimas, en qué año en que empezaron las mujeres a participar en esta competencia, si observan algún patrón en los datos, entre otras (Tabla 1).

Tabla 1

Registro de los tiempos para los ganadores de la competencia de 100 metros en los Juegos Olímpicos

Año	Hombres (segundos)	Mujeres (Segundos)	Año	Hombres (segundos)	Mujeres (Segundos)
1896	12	N/A	1964	10.00	11.40
1900	11	N/A	1968	9.90	11.00
1904	11	N/A	1972	10.14	11.07
1908	10.8	N/A	1976	10.06	11.08
1912	10.8	N/A	1980	10.25	11.06
1920	10.8	N/A	1984	9.99	10.97
1924	10.6	N/A	1988	9.92	10.54
1928	10.8	12.2	1992	9.96	10.82
1932	10.3	11.9	1996	9.84	10.94
1936	10.3	11.5	2000	9.87	11.12
1948	10.3	11.9	2004	9.85	10.93
1952	10.4	11.5	2008	9.69	10.78
1956	10.5	11.5	2012	9.63	10.75
1960	10.2	11.00	2016	9.81	10.71

El TDAB provee para que la maestra integre fotografías, animaciones y vídeos para ilustrar los contextos seleccionados. También le permite incluir tablas, gráficas y texto matemático para describir matemáticamente las situaciones. Además de proveer opciones para presentar información a los estudiantes, el TDAB provee espacio para que la maestra tome notas sobre el desarrollo de la lección y haga observaciones. Las notas están al alcance de la maestra y no las pueden ver los estudiantes. Otra funcionalidad interesante es que la lección puede ser creada de forma colaborativa con otros colegas. Una vez la lección o actividad es creada, se asigna a los estudiantes para que la ejecuten ya sea de forma presencial o virtual.

Las maestras pueden **monitorear** las respuestas de los estudiantes y estar muy pendiente de aquellas que revelen las construcciones que hacen los estudiantes o las que contemplan formas creativas o divergentes de resolver los problemas. La maestra puede proveer retroalimentación individual o grupal al trabajo de los estudiantes. Las diferentes opciones para interactuar con el programa ofrecen muchas alternativas de interacción entre los estudiantes o entre la maestra y los estudiantes. El monitoreo se hace a través de un panel de control que muestra los nombres de los estudiantes y la página de la lección en la que están trabajando (Figura 1). También muestra las respuestas que han dado los estudiantes a las interacciones propuestas por la maestra (Figura 2 – izquierda).

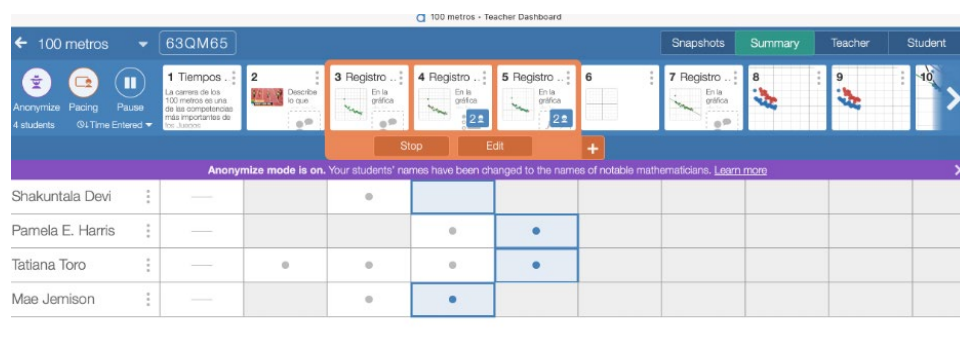


Figura 1. Panel de control

La maestra puede **seleccionar** el trabajo de los estudiantes y registrarlo por medio de una captura de pantalla. Debido a la naturaleza dinámica de los trabajos en ambientes virtuales, son importantes los criterios para la selección de esos momentos que pueden provocar una discusión profunda de las ideas matemáticas. Por ejemplo, al momento de discutir una gráfica, se puede presentar el trabajo colectivo de todos los estudiantes y así visualizar respuestas divergentes e interesantes (Figura 2 - derecha).

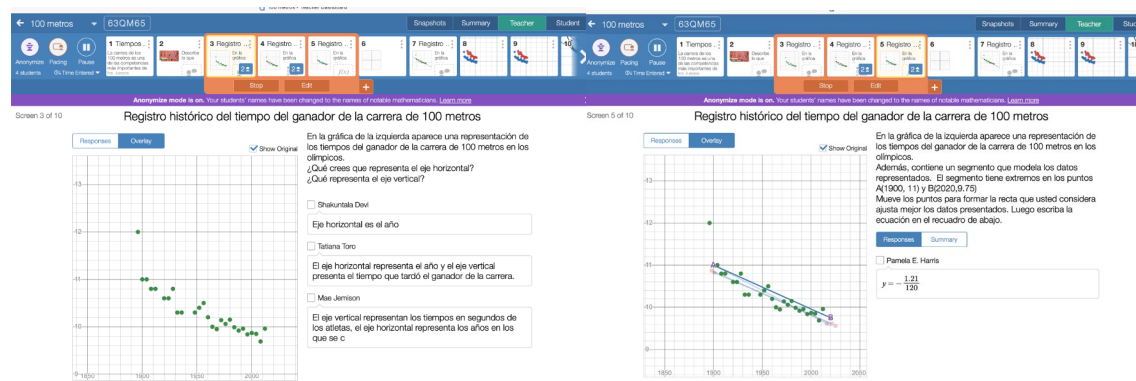


Figura 2. Respuestas de los estudiantes

También es importante que la futura maestra aprenda criterios para la **secuenciación** de las respuestas de las estudiantes de tal forma que puedan ser útiles para generar reflexiones con toda la clase. Durante la socialización y discusión de los trabajos de los estudiantes, la maestra ayuda a hacer patentes las conexiones entre las diversas representaciones o entre las ideas matemáticas que se están discutiendo. La meta es crear una cultura en donde las estudiantes escuchen a sus pares, contrasten diferentes acercamientos, puedan hacer conexiones y aprendan a discutir ideas matemáticas.

Conclusión

El sistema tecnológico de interconectividad *Desmos Classroom* es una herramienta que todos los docentes de matemáticas deben explorar. No sólo es de fácil acceso, sino que permite que cualquier persona, desde cualquier escenario, pueda manipular objetos matemáticos y construir conocimientos matemáticos, de una forma interactiva y colectiva. Esto podría representar una gran ventaja, pues se establece una interacción entre el participante y la máquina, y entre los participantes mismos que sienta las bases para el establecimiento de nuevas conjeturas o el interés en querer investigar las razones de lo que se está apreciando. Desde la perspectiva de la mediación pedagógica podría resultar ser muy útil, sobre todo, para llegar a esa población de alumnos que confrontan problemas al trabajar con modelos matemáticos que poseen un alto nivel de abstracción. Finalmente, se deja en consideración de que el uso de la tecnología deja de ser un objetivo y se convierte en un instrumento para la exploración de contextos relacionados a las temáticas matemáticas.

Referencias y bibliografía

Castrillón Velandia, O. (2017). *Análisis de las interacciones que promueven la construcción social del conocimiento en el salón de clases utilizando materiales didácticos mediados por tecnologías digitales*. (Unpublished doctoral dissertation). San Juan, PR: University of Puerto Rico, Río Piedras Campus.

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

DeJarnette, A. F., & Hord, C. (2020). Pre-service teachers' patterns of questioning while tutoring students with learning disabilities in algebra. In A. I. Sacristán, J. C. Cortés-Zavala, & P.M. Ruiz-Arias, (Eds.). (2020). *Mathematics Education Across Cultures: Proceedings of the 42nd Meeting of the North American Chapter of the*

International Group for the Psychology of Mathematics Education, pp. 1590-1594. Mexico. Cinvestav / AMIUTEM / PME-NA. <https://doi.org/10.51272/pmena.42.2020>

DeJarnette, A. F., Wilke, E., & Hord, C. (2020). Categorizing mathematics teachers' questioning: The demands and contributions of teachers' questions. *International Journal of Educational Research*, 104, 101690.

Hernández Rodríguez, O., & Catrillón Velandia, O. (2019). Classroom connectivity technology to enhance the social construction of mathematical knowledge. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 26, 4, 161-176.

Rasmussen, C., Kwon, O. N., & Marrongelle, K. (2009). A framework for interpreting inquiry-oriented teaching: Opportunities for student and teacher learning. In *Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA*.

Roschelle, J., Penuel, W. R., & Abrahamson, L. (2004). The networked classroom. *Educational Leadership*, 61(5), 50-54.

Smith, M., & Stein, M. K. (2018). Five practices for orchestrating productive mathematics discussions. *Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics*.

Tolboom, J. L. J. (2012). *The potential of a classroom network to support teacher feedback: a study in statistics education*. Groningen, The Netherlands: University of Groningen. Available at <https://research.rug.nl/en/publications/the-potential-of-a-classroom-network-to-support-teacher-feedback->

Trouche, L., & Drijvers, P. (2010). Handheld technology for mathematics education: Flashback into the future. *ZDM Mathematics Education*, 42(7), 667-681.