

UNA MIRADA SOCIOEPISTEMOLÓGICA DE LOS USOS DE LA PLATAFORMA ADAPTATIVA DE MATEMÁTICA: EL CASO DE LAS GRÁFICAS

Yacir Testa y Liliana Suárez Téllez

Plan Ceibal, ANEP (Uruguay), CICATA-IPN, CGFIE-IPN (México)

prof.yacirtesta@gmail.com, lsuarez@ipn.mx

Palabras clave: Actividades de aprendizaje en web, uso de las TIC, gráficos, transversalidad

Key words: web learning activities, ICT use, graphics, transversality

RESUMEN: Con un marco de uso del conocimiento matemático presentamos los avances de una investigación que tiene como propósito dar cuenta de las prácticas y usos que profesores y estudiantes de matemáticas hacen de la Plataforma Adaptativa de Matemáticas, plataforma web con una base de 100.000 actividades para la educación básica y media de Uruguay. Nuestro objeto de investigación se centra en las trayectorias de usos y prácticas con gráficos que realizan estudiantes de los diferentes niveles de Educación Media Básica (de primer, segundo y tercer años, respectivamente) en una única serie de actividades diseñada para el trabajo transversal de las matemáticas de este nivel. También esbozamos las próximas etapas de la investigación.

ABSTRACT: In a framework of use of mathematical knowledge we present the advances of a research that aims to explain for practices and customs that teachers and math students make the Adaptive Platform for Mathematics, a web platform with a base of 100,000 activities for the education Basic and Middle Education of Uruguay. Our purpose of investigation is centered on the trajectories of practices and uses that perform with Graphics students of the different levels (first, second and third years of basic education school, respectively) in a single series of activities designed for transverse work of this level mathematics. Also we outline the next stages of the research.

■ INTRODUCCIÓN

Nuestra investigación tiene por objetivo caracterizar y analizar los distintos usos desde una mirada socioepistemológica que los estudiantes realizan del objeto tecnológico Plataforma Adaptativa de Matemáticas, PAM, analizar las prácticas sociales que se generan al realizar la Serie que les proponemos ya que “son la base y orientación en los procesos de construcción del conocimiento” (Cantoral, 2013, p.155). El ingreso de la tecnología al aula de matemática genera una dualidad. Por un lado estudios como el de Drijvers, Kieran y Mariotti (2010) dan muestras de que, en muchos casos, a pesar de trabajar en un ambiente tecnológico, los docentes continúan tomando decisiones en función de sus hábitos regulares y sus puntos de vista sobre la enseñanza de la matemática, lo que lleva a no variar ciertas prácticas docentes. Por otro lado encontramos que las herramientas tecnológicas desafían la estabilidad de las prácticas docentes (Lagrange y Monaghan, 2009), ya que ciertas formas de planificación y prácticas presentes en las aulas tradicionales no son aplicables o transferibles directamente a aulas de matemática con tecnologías. En este sentido también consideraremos investigaciones como (Drijvers, Doorman, Boon, Reed y Gravemeijer, 2010) que estudian la integración de la tecnología en el aula. Es por ello que consideramos que los resultados de nuestra investigación permitirán conocer “prácticas” y “usos socioepistemológicos” de los estudiantes en determinada Serie de Actividades y en todos los grados de educación básica.

Desde hace más de 25 años es foco de interés a nivel mundial el cómo afecta en la educación de la matemática la inclusión de la tecnología. Artigue (2007) hace referencia a este interés en la investigación en Matemática Educativa a nivel mundial, el tema del primer estudio propuesto por la ICMI fue la influencia de los ordenadores en la matemática y su enseñanza. Se consideró la influencia sobre las prácticas matemáticas, sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, sobre los planes de estudio y la formación de profesores. A pesar de los numerosos casos de éxito presentados se destaca:

... todas estas sugerencias permanecían fundamentalmente especulativas en lo que se refiere a su puesta en escena a gran escala, es decir en su conversión en un plan de estudio bien desarrollado y probado, y concebido para profesores y alumnos ordinarios. Los autores agregan que, para superar este estado, era necesario desarrollar la investigación y las experimentaciones, particularmente en contextos realistas. (Artigue, 2007, p. 9).

En la ICMI XVII se presentó un segundo estudio en el que se da cuenta de los avances en éxitos de proyectos a gran escala pero se plantea que estos aún no han evolucionado lo suficiente.

■ PLATAFORMA ADAPTATIVA DE MATEMÁTICAS.

Nuestra investigación se inscribe en la línea de la educación de la matemática en un ambiente tecnológico con herramientas que ya forman parte del aula de matemática, pero sobre las cuales hay pocas investigaciones, en particular con la Plataforma Adaptativa de Matemáticas (PAM) y en un marco único a nivel mundial, ya que no existe otro país en el cual todos los estudiantes y docentes de educación pública disponen de una laptop, conexión a internet y acceso a la PAM.

Los avances en tecnologías y comunicación en estos últimos 15 años han sido de niveles exponenciales como plantea Chambers (2010). En particular Uruguay, donde se realiza este estudio, tiene una situación única a nivel mundial. El Plan Ceibal ha entregado (desde 2006) a cada docente y estudiante de educación pública una laptop o tablet de uso personal, y todos los Centros

Educativos, así como varios Centros Sociales y áreas públicas, cuentan con conexión gratis a Internet para estos equipos. Además estas máquinas vienen equipadas con diversos software de matemática, nosotros trabajaremos con uno de ellos: PAM. Esta plataforma está disponible desde finales del 2013, ingresó a las aulas uruguayas y los números a nivel nacional, así como varios indicadores, muestran que ha venido a quedarse, o ser antecedente de nuevas plataformas, por ejemplo en el 2015 se realizaron 32 millones de actividades.

Las tecnologías y las comunicaciones sí avanzan a un ritmo imparable, pero la Educación no ha capitalizado suficientemente estos cambios, en nuestra investigación analizamos antecedentes que tratan de explicar dicha situación, así como indicadores Uruguayos de uso de Tecnología en el Aula.

Hoy día el uso de las TIC en la educación matemática es una realidad, ya que es un recurso que se encuentra a la mano del estudiante y con el que interactúa diariamente. Es por ello que el docente debe crear, planear y aplicar actividades con el uso de las TIC, que propicien un aprendizaje significativo en los alumnos, y que no solo queden en la cuestión técnica del recurso. (Perera, Herrera, Recio y Fernández, 2013, p. 1907).

En este marco es que planteamos nuestra investigación, confiando que sus resultados, de corte cualitativos, pueden ser insumos para estos cambios que nos permitan, como plantea (Chambers, 2010, p.ii) “innovar y desarrollar nuevas modalidades de aprendizaje, tanto formales como informales, que satisfagan las demandas de las sociedades del conocimiento en la era de la información”. Entre nuestros antecedentes consideramos estudios como los de Drivers et al. (2010) que consideran la importancia de contar con mayor información sobre las nuevas técnicas de enseñanza que surgen en un ambiente tecnológico, lo que, entre otros aspectos, permitirá que los profesores enriquezcan su labor docente, y como los de Goos (2005) y de Da Ponte, Olivera y Varadas (2002) que presentan un trabajo realizado en un curso de comunicación y tecnología de la información, en un programa de pre-servicio para matemáticas de la escuela secundaria los profesores, cuyo objetivo fue ayudar a desarrollar una actitud positiva con respecto a las TIC y usarlas con confianza. Con el propósito de generar información de nuestro contexto de estudio, aplicamos una encuesta a docentes uruguayos, en su diseño adaptamos algunas preguntas de la encuesta del cuestionario usado por Chrysostomou y Mousoulides (2009) para estudiar las preocupaciones de los profesores de matemática elemental de Chipre al incorporar a su currículo la enseñanza de la matemática basada en tecnología.

■ GRÁFICOS Y FUNCIONES.

Decidimos considerar como contexto el trabajo en gráficos y funciones, dada su relevancia (tanto en el desarrollo de la propia matemática y en los programas educativos) y el gran caudal de investigaciones que dan muestras de las dificultades que ellas presentan, por ejemplo, su desarrollo histórico no está relacionado con su desarrollo curricular, las características de los sistemas semióticos de representación, estudios sobre funcionamiento, formas y uso de las gráficas (Cordero, 2005, 2006a, 2006b), entre otros. Nuestra mirada sobre la tecnología está alineada con lo que expresan Lugo, López y Tozanos (2014, p. 45): “la llegada de las TIC a la escuela interpela a la totalidad de sus agentes porque logra conmover aspectos característicos del

dispositivo escolar, proponiendo formatos y modos de organizar las tareas escolares que, por nuevos y diferentes, se perciben como extraños”.

En nuestro análisis a priori caracterizaremos distintos usos desde una mirada socioepistemológica, y posibles prácticas, que se transformarán a la luz de los resultados del análisis a posteriori. Estos usos (desde una mirada socioepistemológica), de la Serie de actividades generadas en PAM los analizaremos a la luz del trabajo con gráficos. Para ello realizamos una revisión bibliográfica, observamos pasivamente 30 clases (de Educación Primaria y Media) para observar casos de usos en el aula de PAM y realizamos una encuesta escrita a docentes. Todo esto nos permitió considerar un estado de situación. Una siguiente fase consistió en diseñar una Serie con 7 actividades las cuales propusimos a equipos de tres estudiantes de Media Básica (primer, segundo y tercer año). Cada equipo trabaja la Serie en una sola computadora, esto busca que deben llegar a un acuerdo para enviar la respuesta, esto nos permitirá analizar el tipo de interacciones que realizan tanto en el grupo como con la PAM, esta mirada será de corte socioepistemológico. Además, al proponer que estudiantes de primero, segundo, y tercero de media básica, trabajen la secuencia, analizaremos estas relaciones tanto en casos en los que los estudiantes no conocen (desde el sistema educativo) el tema, por ejemplo no han revisado curricularmente el tema de sistemas de ejes cartesianos, hasta casos donde el concepto función ya ha sido abordado. En las siguientes fases realizaremos un análisis y fundamentación de la serie de actividades en general, y luego tres análisis y fundamentaciones distintas de ella en función de cada uno de los tres niveles en la que será aplicada.

En nuestro estudio es central el papel de las prácticas sociales en la construcción del conocimiento matemático, ya que no lo aceptamos como una obra ya construida y que solo debe ser llevada al aula, en este sentido nuestra investigación hará énfasis en las prácticas reales.

... la Socioepistemología tiene un aporte fundamental: modela la construcción social del conocimiento matemático conjuntamente con su difusión institucional, esto es, modeliza las dinámicas del saber o conocimiento puesto en uso. Para lograr lo anterior, fue necesario introducir la noción de uso, en contraste con la noción psicológica de adquisición por aprendizaje; se pasó del conocimiento estático al estudio del conocimiento en uso, es decir, el estudio del saber. (Cantoral, 2013, p. 97).

■ MIRADA SOCIOEPISTEMOLÓGICA DEL USO DE LA PLATAFORMA ADAPTATIVA DE MATEMÁTICAS.

Nuestro estudio toma esta noción de “uso”, de estudio del saber en el caso concreto del trabajo PAM en el contexto de los gráficos para aportar elementos para reconstruir y resignificar conocimientos escolarizados.

Dentro del marco socioepistemológico, esta investigación no centrará su mirada en el objeto matemático escolar “gráfico”, sino en el potencial de éste en la construcción del conocimiento matemático, ahí es donde el uso que se realice del “gráfico” nos podrá brindar información sobre estos aspectos. Al igual que en (Buendía, 2011, p. 49), “el argumento gráfico que aquí discutimos pretende evidenciar cómo las gráficas también dotan de significados a aquel saber matemático que intentamos desarrollar a través de usos particulares que la situación pone en juego”. Esta es la intencionalidad que pusimos en juego al crear la Serie.

En primer año de Educación Media Básica (estudiantes de 12 y 13 años de edad) no se aborda el concepto de “función” ni el de “gráficos”. En segundo año (13 y 14 años) el programa indica 5 semanas para abordar el tema “funciones” (5 horas semanales de 45 minutos) haciendo énfasis en las funciones de dominio y codominio numéricos, interpretación de gráficas, funciones polinómicas de primer grado. En tercer año (14 y 15 años) se indica aborda los gráficos de funciones polinómicas de segundo grado, también aparece implícitamente el trabajo con gráficos en la resolución de inecuaciones del tipo $ax+by+c>0$. Como se puede observar el aspecto “gráficos” no está presente en forma relevante en los programas de Educación Media Básica, y al igual que lo observado observado en otras investigaciones:

En el marco de referencia que el sistema educativo brinda a las gráficas cartesianas, las tareas que el profesor de matemáticas tiene que desarrollar se refieren a lograr la correcta articulación de los elementos semióticos que la componen, favorecer el tránsito desde un registro gráfico hacia el analítico, lograr la adecuada interpretación. (Buendía, 2012, p. 5)

Lo gráfico no existe fuera de su subordinación a la representación gráfica de funciones polinómicas de primer y segundo grado.

El uso de las gráficas tiene un desarrollo en el sistema didáctico pues los funcionamientos y formas identificados en una situación se reorganizan para dar lugar a otros en nuevas situaciones. Hay, entonces, una relación dialéctica entre el uso de las gráficas y las situaciones escolares pues éstas se pueden desarrollar gracias a cómo se usan las gráficas y a su vez, la situación favorece que se desarrollen los diferentes funcionamientos y formas de las gráficas. De ahí que Cordero, Cen y Suárez (2010) perciban a las gráficas como un continuo al transformarse y transformar al sistema educativo. (Buendía, 2011, p. 43).

Cordero, Cen y Suárez (2010) determinan seis usos de las gráficas: distribución de puntos, comportamiento geométrico, análisis de la curva, cálculo de área, cálculo de volumen y análisis de información. Nosotros consideramos estos usos en el caso de la PAM y luego daremos una mirada a los usos socioepistemológicos que los estudiantes realizan de la PAM en este contexto. También, al igual que estos investigadores, nosotros realizamos y presentamos una detallada revisión de la forma en que se introducen y desarrollan de “los gráficos” en los libros de textos sugeridos por las autoridades de la enseñanza en Uruguay y en los programas curriculares vigentes.

Las gráficas tienen diferentes usos en la matemática escolar. Cordero (2008) propone entender esos usos a través del análisis del funcionamiento y forma de las gráficas. El funcionamiento se refiere al rol de la gráfica en una tarea; la forma alude tanto a la apariencia perceptible de las gráficas como a la manera en la que el individuo actúa sobre ella, cuando por ejemplo, lee información. Ambos aspectos ocurren de manera entrelazada y dependen de la situación particular en la que actúa el individuo. Así, el papel de la gráfica cambia de ser la representación de una función a jugar un rol dinámico en un espacio de interacciones estudiante-docente-matemáticas. Carrasco (2010) caracteriza este cambio como un desplazamiento de nuestra mirada sobre la gráfica del objeto matemático fijo y preestablecido hacia un objeto temporal y evolutivo. (Buendía, 2011, p.43).

Por otro lado nuestra investigación está íntimamente relacionada con varias investigaciones del colectivo científico que la componen (Cordero y Flores, 2007; Buendía, 2012, entre otros), al

focalizarse en el uso de las gráficas, concepto fundamental en la educación matemática que también forma parte de la vida cotidiana, y posee características diferentes al realizarse dentro del marco de la PAM. Además su corte socioepistemológico, como plantean Cantoral y Montiel (2001) nos permitirá analizar las producciones no desde “el deber ser” sino desde la realidad, a la luz del conocimiento social, histórico, culturalmente situado, teniendo en cuenta las circunstancias de su construcción y difusión, la realidad en el aula.

Las gráficas cartesianas forman parte de los contenidos curriculares desde el último año de educación primaria. A través del currículo y libros de texto, el discurso matemático escolar suele asignarles el papel de representar e interpretar un conjunto de datos, papel que posteriormente se orientará hacia el trabajo con funciones a través de tareas escolares del tipo “graficar o interpretar la gráfica de una función.” (Buendía, 2012, p. 5).

También, en la revisión preliminar de distintas investigaciones, encontramos aspectos como los propuestos por Campanario, Moya y Otero (2011) quienes plantean que uno de los aspectos básicos de la enseñanza de las ciencias es que los estudiantes sean capaces de analizar datos e interpretar su representación gráfica. Nuevamente encontramos que en distintos contextos el rol del trabajo con las gráficas se basa en una interpretación directa de ellas.

En base a una revisión preliminar de textos escolares, y a mi experiencia de más de 12 años de observar clases de matemática, con una frecuencia superior a 50 visitas anuales, considero que la situación antes planteada es similar en Uruguay. Además también coincide la realidad uruguaya con la reportada en (Buendía, 2012) sobre el objetivo final en el currículo de las gráficas: graficar o interpretar el gráfico de una función. Una situación similar la reportan Arteaga, Ortiz y Batanero (2013). En cambio nosotros compartimos la idea de que

Las gráficas son un objeto matemático que es necesario conocer para lograr su construcción, utilización como modelo, o interpretación, así que el papel del profesor de matemáticas es enseñar lo anterior. Importa, entonces, la correcta articulación de los elementos semióticos que componen la gráfica, o interpretar lo que se está viendo en la misma, de manera acorde con el problema contextualizado que dicha gráfica ilustra, o proponer tareas que promuevan lo que Duval (1988) señala como conversiones directas entre registros de representación. (Buendía, 2012, p. 7).

■ A MODO DE CIERRE

Queremos destacar los aportes de nuestra investigación para la Matemática Educativa, ya que se aborda un problema que no ha sido estudiado, que generará nuevas líneas de investigación al promover nuevas preguntas, que a la luz de sus resultados generará clasificaciones de usos, desde una mirada epistemológica, con su descripción y brindará elementos para reorganizar la obra matemática en función de la observación y análisis del humano haciendo matemáticas, así como de las interacciones entre ellos, con el concepto matemático en juego y con el artefacto tecnológico. Confiamos que al finalizar el estudio podremos también realizar sugerencias didácticas en base a la aproximación sistémica que adoptamos.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga, P., Ortiz, J. y Batanero, C. (2013). Un estudio de la presentación de los gráficos estadísticos en libros de texto españoles de educación primaria. En R. Flores (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 18, 41-50.
- Artigue, M. (2007). Tecnología y enseñanza de las matemáticas: desarrollo y aportaciones de la aproximación instrumental. En E. Mancera y C. Pérez (Eds), *C. Historia y Prospectiva de la Educación Matemática. Memorias de la XII CIAEM*, 9-21. México: Edebé Ediciones Internacionales S.A. de C.V.
- Buendía, G. (2011). El uso de las gráficas en la matemática escolar: Una mirada desde la socioepistemología. *Premisa, Revista de la Sociedad Argentina de Educación Matemática* 13(48), 42-50.
- Buendía, G. (2012). El uso de las gráficas cartesianas. Un estudio con profesores. *Educación Matemática*. 24(2), 5-31.
- Campanario, J. M., Moya, A. y Otero, J. C. (2001). Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. *Enseñanza de las Ciencias*. 19(1), 45-56.
- Cantoral, R. (2013). *Teoría Socioepistemológica de la matemática Educativa. Estudios de construcción social del conocimiento*. Barcelona: Editorial Gedisa S.A.
- Cantoral, R. y Montiel, G. (2001). *Funciones: Visualización y Pensamiento Matemático*. México: Pearson Educación.
- Chambers, J. (2010). *La sociedad del aprendizaje*. CISCO. Recuperado el 1 de octubre de 2013 de http://www.cisco.com/web/about/citizenship/socio-economic/docs/TLS_Spanish.pdf
- Chrysostomou, M. y Mousoulides, N. (2009). Teachers' beliefs about the adoption of new technologies in the mathematics curriculum. CERME 6. Working Group 7. *Technologies and Resources in mathematical Education*. 1270-1279 Recuperado el 1 de octubre de 2013 de <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg7.pdf>
- Cordero, F. (2006a). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. En R. Cantoral, O. Covián, R. M. Farfán, J. Lezama & A. Romo (Ed.), *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: un reporte Iberoamericano* (pp. 265–286). D.F., México: Díaz de Santos–Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C.
- Cordero, F. (2006b). La modellazione e la rappresentazione grafica nell'insegnamento apprendimento della matematica. *La Matematica e la sua Didattica*, 20(1), 59-79.
- Cordero, F. (2005). La institucionalización del conocimiento matemático y el rediseño del discurso matemático escolar [Resumen]. Resúmenes de la Decimonovena Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa. Uruguay. p. 30.
- Cordero, F., Cen, C. y Suárez, L. (2010). Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de texto: una práctica institucional en el Bachillerato. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(2), 187-214.

- Cordero, F. y Flores, R. (2007). El uso de las gráficas en el discurso matemático escolar. Un estudio socioepistemológico en el nivel básico a través de los libros de texto. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. 10(1), 7-38.
- Da Ponte, J., Olivera, H. y Varadas, J. (2002). Development of pre-service mathematics teachers professional knowledge and identity in working with information and communication technology. *Journal of Mathematics Teacher Education* 5, 93–115.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. y Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics, An International Journal* (75)2, 213-234.
- Drijvers, P., Kieran, C., y Mariotti, M. A. (2010). Integrating technology into mathematics education: Theoretical perspectives. En C. Hoyles y J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technology—rethinking the terrain*. pp. 89–132. New York: Springer.
- Goos, M. (2005). A Sociocultural analysis of the development of pre-service and beginning teachers pedagogical identities as users of technology. *Journal Mathematics Teacher Education* 8, 35-59
- Lagrange, J. y Monaghan, J. (2009). On the adoption of a model to interpret teachers' use of technology in mathematics lessons. *CERME 6 Conference*. Recuperado el 1 de octubre de 2013 de <http://fractus.uson.mx/Papers/CERME6/wg9.pdf#page=79>.
- Perera, J., Herrera, S. Recio, C. y Fernández, M. (2013). Herramienta interactiva en la comprensión del límite de una función. En R. Flores (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 26, 1899-1907.