
MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍA DIGITAL: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN LA ERA DIGITAL

Ivonne Twiggy Sandoval Cáceres
Universidad Pedagógica Nacional, México

Las matemáticas forman parte de cualquier currículo y es una de las áreas prioritarias en la educación. Sin embargo, siguen presentes problemáticas educativas vinculadas con su enseñanza y su aprendizaje en los diferentes niveles educativos. Investigadores en educación matemática han desarrollado o reconstruido teorías, propuesto actividades y diversos recursos con el objeto de comprender dichas problemáticas y proponer alternativas de solución. Una de las temáticas estudiadas ha sido precisamente el uso de diversos recursos, entre ellos herramientas computacionales.

Resultado de más de tres décadas de estudiar el papel de tecnologías digitales para el aprendizaje de las matemáticas, se han identificado sus potenciales, se han creado actividades ad hoc a contenidos específicos y se han desarrollado software especializados, con buenos resultados en las aulas. Por ejemplo, logo o programas de geometría dinámica como cabri, geogebra. Sin embargo, en la realidad educativa muchas de estas propuestas no han llegado a permear las prácticas de enseñanza como se esperaría. Los retos siguen vigentes y la solución no es dotar a las escuelas con infraestructura tecnológica.

En esta presentación me centraré en tres aspectos principalmente, sin pretender ser exhaustiva: el currículo mexicano y las matemáticas en educación básica (reformas educativas); algunas investigaciones sobre el potencial y las características de ciertas tecnologías digitales que impactan en los aprendizajes de las matemáticas; y finalizaré con ejemplos de algunos software desarrollados en México para el aprendizaje de las matemáticas en primaria así como algunas reflexiones de nuestras experiencias en aulas.



CURRÍCULO Y LAS MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN BÁSICA: UNA MIRADA

En la década de los noventa se llevó a cabo una reforma educativa donde se planteó un acercamiento a la enseñanza de las matemáticas mediante la resolución de problemas. Este acercamiento sigue vigente en las últimas reformas del 2006 (para secundaria) y 2011 (para primaria) en el marco de la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB). En los documentos emanados de dicha reforma se plantea que el propósito de la enseñanza de matemáticas es resolver problemas matemáticos y de la vida cotidiana, del desarrollo de competencias para la vida y del razonamiento matemático. En particular se señala que “además de adquirir conocimientos y habilidades matemáticas, desarrollen actitudes y valores que son esenciales en la construcción de la competencia matemática” (SEP, 2011, p. 64).

Durante el trayecto formativo de los estudiantes, desde el currículo (plan y programas, así como libros de textos gratuitos), se busca el desarrollo de capacidades de comunicación y de representar, sistematizar y procesar datos e información, esto es, acciones propias del aspecto matemático como representar, sistematizar y modelar. Además, se le sugiere al profesor generar ambientes que posibiliten el aprendizaje, incluido el uso de recursos tecnológicos.

Uno de los ejes transversales del currículo es el desarrollo de habilidades digitales. Para el caso de matemáticas, se sugiere el uso de recursos tecnológicos como parte de la experiencia de aprendizaje, como herramientas de aprendizaje y explícitamente considera “la integración de aulas telemáticas [...] como mediadoras en los procesos de enseñanza y de aprendizaje” (SEP, 2011, p. 319). Más aún, se sugiere su uso en términos de sus potencialidades y posibilidades para realizar actividades como representar gráficamente una fórmula, una ecuación y a su vez, contar con ejercitadores y simuladores que permitan analizar información, publicar y discutir. Esta tendencia del uso de tecnologías se reconoce en diversos países desde sus políticas educativas y en el propio currículo. La siguiente figura muestra los términos usados para dar cuenta de por qué usar tecnologías en la clase de matemáticas.



Figura 1. Para qué usar las tecnologías digitales en las clases de matemáticas.

El reto, como lo plantea Rojano (2014), es centrar la atención en las actividades que se sugieren a los profesores.

Obstruir una implementación adecuada del uso de TD en el salón de clase es cuando dicha implementación se centra en el profesor y no en las estrategias pedagógicas sugeridas en los documentos curriculares modernos, las cuales deben ser centradas en los alumnos, con acercamientos exploratorios y experimentales (p. 18).

TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: RESULTADOS DE ALGUNAS INVESTIGACIONES

Estudios realizados en diversos niveles educativos, contenidos matemáticos y recursos tecnológicos han señalado potencialidades y también, nuevas problemáticas cuando se usan en salones de clase. Interesados en el uso de estas herramientas han centrado la atención en mostrar la necesidad de un diseño cuidadoso de las actividades pues no es traducir lo que se hace en papel y lápiz (Artigue, 2011). Las situaciones que se plantean en cada ambiente (digital y no digital) tienen sus características propias en términos de lo que se puede hacer,

qué se quiere lograr y cómo se pretende hacer. Uno de los posicionamientos es considerar los ambientes digitales como laboratorios de experimentación (Rojano, 2014). El argumento principal que sustenta este posicionamiento es que el sujeto puede *manipular* representaciones de objetos matemáticos y sus relaciones, construyendo una experiencia matemática difícil de vivir de otra manera. En este sentido, y a diferencia del lápiz y el papel, se puede establecer un *punte* entre lo perceptivo y la estructura matemática propiamente dicha. Por ejemplo, cuando se traza una gráfica de una función y se van cambiando los valores de los parámetros, en tiempo real, los estudiantes pueden observar y analizar lo que le sucede a la gráfica en la pantalla. Lo mismo sucede en geometría, cuando se hacen construcciones de figuras, exploraciones de configuraciones geométricas y la búsqueda de argumentos que permitan justificar/explicar una configuración específica. Por ejemplo, cuando se pretende construir un triángulo equilátero, no basta con que sus tres lados “aparentemente” sean iguales. Se requiere que dicha propiedad se mantenga invariante al mover cualquiera de los vértices en la pantalla y así, el foco está en analizar la relación de esas figuras en movimientos. Esta es una posibilidad que ofrece el ambiente digital (algunos softwares como los de geometría dinámica) que no es posible hacerlos con lápiz y papel.

Los dos ejemplos anteriores (hay muchos más en la literatura especializada), pretenden generar reflexiones sobre el papel de las herramientas. En particular, compartimos lo planteado por Rabardel (2011) respecto a que las herramientas no son únicamente auxiliares o neutras dentro de la enseñanza, sino que son parte activa en la construcción del conocimiento. Lo que implica verlas como un medio para hacer matemáticas y no como el fin en sí mismas.

Uno de los aspectos importantes está precisamente en seleccionar adecuadamente las herramientas digitales, así como el diseño de las actividades a realizar en la clase. Todo ello, tomando como punto de partida el objetivo didáctico a lograr en los alumnos, la complementariedad con otras herramientas disponibles. No todas los software, recursos digitales o aplicaciones son pertinentes para las clases de matemáticas.

En una investigación que realizamos México-España analizamos diferentes usos de tecnologías digitales que hacen los profesores de primaria en sus clases

de matemáticas. A partir de lo propuesto por Hughes (2005) adecuamos y definimos características de cada tipo de uso:

Como reemplazo: este uso es cuando se utiliza la tecnología digital como cualquier otra sin que ello implique cambios en las prácticas de enseñanza ni en el aprendizaje. En este caso su uso está centrado en la enseñanza y es considerado como un auxiliar. Ejemplo de acciones que se promueven son para: proyectar, explicar, ejemplificar, motivar, dirigir la clase, completar información, entre otros.

Como amplificador: en este caso se eligen y usan tecnologías digitales para realizar acciones –por parte del profesor o el alumno– de manera eficiente y eficaz. Ejemplos de este uso son para comprobar un resultado, realizar un cálculo más rápido, ilustrar o simular experimentos. Sin embargo, las acciones siguen centradas en la labor de enseñanza y se identifican pocos cambios en las tareas de la enseñanza o del aprendizaje.

Como transformador: en este caso, se eligen y usan estas herramientas de manera que promuevan el aprendizaje. Acciones que identifican este tipo de uso son explorar, comparar, conjeturar, validar, trabajo en equipo/cooperativo, así como experimentar. Lo que se pretende entonces es que estas herramientas contribuyan a la comprensión de contenidos matemáticos.

Los resultados de nuestra investigación han permitido ejemplificar cómo desde el diseño de los recursos se promueven ciertos tipos de uso (Jiménez y Sandoval, 2012); el rol del profesor y su relación con uso dado a diferentes recursos (digitales y no digitales) (Trigueros, Lozano y Sandoval, 2014) y se ha señalado cómo, a partir de observaciones de clase, los usos están centrados principalmente en reemplazo, seguido del amplificador y en menos proporción, una diversificación de usos desde reemplazo hasta transformador (Sandoval, 2013). Sin embargo, también sostenemos que son los profesores, las actividades a realizar con los recursos y el propio contexto quienes determinan las acciones y usos de las herramientas disponibles en la clase de matemáticas.

TECNOLOGÍAS DIGITALES EN MÉXICO: EXPERIENCIAS EN EL DISEÑO Y/O USO EN CLASES DE MATEMÁTICAS EN PRIMARIA.

La experiencia de México en proyectos y programas de integración de tecnología en las matemáticas de la educación básica es amplia. Se han implementado modelos de integración como laboratorio, uno a muchos y uno a uno. En este siglo, por ejemplo, se han realizado proyectos con implementación nacional en primaria. Uno de ellos fue “enciclomedia”, llegando a más de 150 mil escuelas (modelo uno a muchos). En este proyecto se diseñaron y readeclaron recursos digitales para todas las asignaturas (incluida matemáticas, *ah doc* con los contenidos curriculares planteados por la SEP para quinto y sexto de primaria. En matemáticas, los profesores tenían disponibles más de 300 recursos. Algunos ejemplos de estos recursos se muestran a continuación:

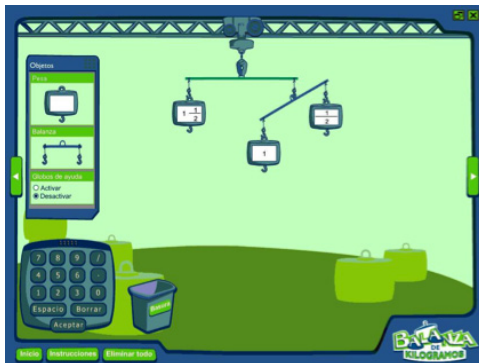
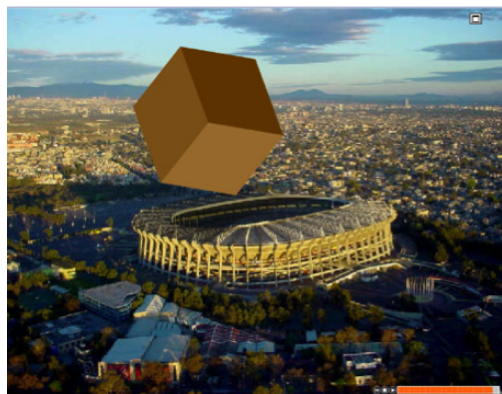


Figura 2. Interactivo “la balanza”.

Figura 3. Animación “unidades de volumen”.



Resultado de nuestras experiencias con profesores y observaciones en aulas, hemos corroborado que un factor determinante para la integración tecnológica en las prácticas matemáticas es la formación inicial y continua de los profesores. Además, es necesario incorporar en las orientaciones didácticas para los profesores ideas de cómo diversificar usos de tecnologías digitales con el objetivo de lograr conceptualizaciones matemáticas, en los términos que se señalaron en la figura 1.

Para cerrar esta reflexión retomo las palabras de Rojano (2014, p. 23)

El futuro del uso de la tecnología para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas debiera no sólo depender de la evolución tecnológica, sino también de los resultados de investigaciones que hagan transparentes, para maestros y diseñadores del currículo, las potencialidades y las limitaciones de esas innovaciones.¹

REFERENCIAS

- Artigue, M. (2011). Tecnología y enseñanza de las matemáticas: Desarrollo y aportes de la aproximación instrumental. *Cuadernos en investigación y formación en educación matemática: Medios e hipermedios*, 6 (8), pp. 13-33.
- Hughes, J. (2005). "The role of teacher knowledge and learning experiences in forming technology-integrated pedagogy". *Journal of technology and teacher education*, 13 (2), pp. 277-302.
- Jiménez, E. y Sandoval, I. (2012). Recursos digitales y aprendizaje de las matemáticas en primaria. *Revista Entre Maestros*. Vol. 12 (40), Primavera 2012, 54-63.
- Rojano, T. (2014). El futuro de las tecnologías digitales en la educación matemática: prospectiva a 30 años de investigación intensiva en el campo. *Revista Educación Matemática*, 25 años. México: Editorial Santillana, pp. 11-30.

¹ Agradecimientos al Conacyt/SEP/SEB por el financiamiento del proyecto núm. 145735, "Prácticas de enseñanza de las matemáticas en la educación primaria con mediación de las tecnologías digitales: relación entre las competencias tecnológica, didáctico-pedagógica y conceptual". Al Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) en colaboración con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav-IPN) (sa/zac/me/2015/001305) proyecto "estudio comparativo de la propuesta curricular de matemáticas en la educación obligatoria en México y otros países".



- Sandoval, I. (2013). Tecnologías digitales en prácticas de enseñanza de las matemáticas. En Preciado Babb, A. P., Solares Rojas, A., Sandoval Cáceres, I. T., y Butto Zarzar, C. (Eds.). *Proceedings of the first meeting between the National Pedagogic University and the Faculty of Education of the University of Calgary*. Calgary, Canada: Faculty of Education of the University of Calgary. <http://Goo.Gl/Auit4i>
- SEP. (2009). Plan de estudios 2009. Educación Básica. Primaria (2da Ed.). México: Secretaría de Educación Pública.
- Trigueros, M., Lozano, M. D. y Sandoval, I. (2013). Integrating technology in the primary school mathematics classroom: The role of the teacher. En Clark-Wilson, A., Robutti, O. y Sinclair, N. (Eds.). *The mathematics teacher in the digital era: an international perspective on technology focused professional development*. Springer.