

## INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA EN LA PRÁCTICA DEL DOCENTE DE MATEMÁTICAS, EN LA ERA DIGITAL

Sergio Rubio-Pizzorno – Gisela Montiel Espinosa  
sergio.rubio@cinvestav.mx (www.zergiorubio.org) – gmontiele@cinvestav.mx  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav). (Chile) México

Núcleo temático: Formación del profesorado en Matemáticas.

Modalidad: CB.

Nivel educativo: Formación y actualización docente.

Palabras clave: integración digital, geometría dinámica, práctica docente.

### Resumen

*La Tecnología Digital ha penetrado e impactado en la Sociedad y, por lo tanto, a la educación en general y a la educación matemática en particular. Su efecto se ha manifestado de forma diferente en el ámbito oficial y en el no oficial, lo cual ha provocado diferencia en el ritmo del progreso tecnológico en cada uno de ellos. En este trabajo pretendemos dar muestra de esta diferencia, para el caso de la geometría dinámica, dando evidencia del gran progreso del ámbito no oficial, comparado con el oficial, mediante el análisis de la construcción social de la tecnología digital, específicamente de GeoGebra.*

*Esto nos permite ensayar una explicación sobre el tipo de organización social propiciada por la tecnología digital, que junto con consideraciones epistémicas, configuran un marco respecto del desarrollo del pensamiento geométrico en la era digital.*

*Sumado a lo anterior, reconocemos la actual relevancia de integrar la tecnología digital a la escuela, donde un actor clave para lograrlo es el profesorado, a quienes concebimos como un mediador entre el mundo oficial y no oficial. De esta manera y con base en el marco general declarado, presentamos nuestra propuesta de Integración Digital a la Práctica del Docente de Matemáticas.*

## La tecnología digital en la educación

La presencia de la tecnología digital en los ambientes y contextos educativos comenzó a mediados del siglo XIX (Freiman, 2014), y ha ido progresivamente ganando cada vez mayor terreno en todos los ámbitos de la educación. Organismos internacionales dictan pauta para que las naciones promuevan políticas que ayuden a disminuir, en primera instancia, la brecha digital de acceso (planes para entregar un computador o tableta por estudiante); y en segundo lugar, diseñar programas de alfabetización digital o atención a las competencias del siglo XXI, para abordar el problema que representa la brecha relacionada con las habilidades digitales y buen uso de estas tecnologías.

Enmarcamos estos esfuerzos por potenciar la presencia de las tecnologías digitales en la educación, en un *ámbito oficial* de acción, representado por organismos internacionales preocupados por la educación (Unesco, ONU, OEA, entre muchos otros), gobiernos centrales y locales, universidades y centros de formación en general, así como también las escuelas, entre muchos otros. Sin embargo, estas acciones llevadas a cabo por el ámbito oficial:

Se preocupan de incorporar la tecnología teniendo en cuenta sus necesidades institucionales (...). Es decir, atendiendo las directrices establecidas por políticas de los países, que fomentan el uso de tecnología en las escuelas, pero sin considerar cómo llevar a cabo magna tarea.

(Rubio-Pizzorno y Montiel, 2017)

A la atención del ámbito oficial responder a razones institucionales al impulsar la presencia de las tecnologías digitales en la educación lo caracterizamos como una instancia de *inclusión digital*, entendiendo la inclusión como “poner algo (la tecnología digital) dentro de una cosa (la educación)” (Rubio-Pizzorno, Farfán-Cera y Montiel, 2017, p. 1070).

Como respuesta a este fenómeno y con Internet como herramienta insigne de la era digital, las personas y las comunidades a las cuales pertenecen, comenzaron a atender sus propias necesidades educativas “motivados por la posibilidad de las personas para incidir en cambios locales, personales y colectivos, con efectos y resultados instantáneos” (Rubio-Pizzorno y Montiel, 2017).

A este tipo de esfuerzos personales y colectivos los enmarcamos en un ámbito *no oficial* de acción, puesto que se actúa sin la necesidad e incluso la negación de la institucionalidad y el mundo oficial. En particular, los esfuerzos no oficiales por dar respuesta a necesidades

propias y colectivas empleando tecnología digital, lo denominamos *integración digital*, entendiendo la integración como “hacer que algo (la tecnología digital) pase a formar parte de un todo [vida personal y cotidiana]” (Rubio-Pizzorno, Farfán-Cera y Montiel, 2017, p. 1070). De esta manera, consideramos a la integración digital como un proceso natural que se va desarrollando en ámbitos no oficiales de la vida de las personas, cuando se dan a la tarea de resolver sus problemas de manera autónoma o con la ayuda de su comunidad.

Debido a sus características, el progreso tecnológico se ha desarrollado con distintos ritmos entre el ámbito oficial y no oficial. Para dar muestra de esta diferencia en la educación matemática, se analiza el caso de la geometría dinámica, particularmente a la Comunidad GeoGebra, dando evidencia del gran progreso del ámbito no oficial, comparado con el oficial.

### **Construcción social de GeoGebra**

La elección de GeoGebra está basada en sus características técnicas, que lo hacen un excelente representante de los softwares de geometría (o incluso matemática) dinámica, así como en sus características sociales, que lo hacen un caso ejemplar de una comunidad digital, con el propósito de generar conocimiento.

GeoGebra nació como un software de geometría dinámica para, con el paso del tiempo, convertirse en un software de matemática dinámica y en una comunidad global. En este apartado se exponen los principales resultados que aportan a la construcción social de GeoGebra, como una tecnología propia de la cultura digital.

Debido a que en un ambiente de geometría dinámica “un figura [diagrama geométrico] mantiene todas las propiedades de acuerdo a las cuales fue construida y todas las consecuencias que conlleva la geometría euclidiana en el proceso de construcción” (Leung, 2015, p. 467), se puede acceder a la noción de *transformación* (a través del arrastre). Esta noción fue fundamental para la completa determinación de la geometría realizada por Klein (1985), en la cual se considera a una geometría como aquellas propiedades que permanecen *invariantes* a través de ciertas transformaciones espaciales. En este sentido, el par transformación-invariante representa la característica dinámica de la geometría, a la cual es posible acceder en términos didácticos por medio de un ambiente de geometría dinámica. En

cambio, tal mediación dinámica es imposible realizarla en ambientes estáticos, como el papel y lápiz.

En consecuencia a lo anterior, estos ambientes emergen como un espacio para experimentar, explorar y probar con los diagramas geométricos y la geometría misma, a través de su característica dinámica. Esto permite, entre muchos otros, usar los ambientes de geometría dinámica como un mediador entre aspectos geométricos teóricos y perceptuales (Hölzl, 2001).

Debido a este motivo, proponemos a los ambientes de geometría dinámica como un laboratorio geométrico o, en general, los ambientes de matemática dinámica (como GeoGebra) como un laboratorio matemático.

En cuanto a los aspectos sociales, GeoGebra también se ha constituido en una comunidad digital de características globales, cuyo origen ocurrió sólo después que pasara a ser *software* libre, pues se aprovechó las implicaciones sociales de este tipo de *software*, entre ellas, su potencial para compartir (Hohenwarter, 2013).

Debido a estas amplias implicaciones sociales, proponemos una caracterización del *software* respecto de la comunidad, como una construcción social de GeoGebra, la cual se propone mediante tres principios que corresponden a una adaptación de los principios de la Scot (*Social Construction Of Technology*) tomados de Pinch (2015) y Klein y Kleinman (2002), y los elementos que brinda Castells (1999) para caracterizar la cultura digital:

- **Comunidad digital:** GeoGebra está constituido por diferentes grupos sociales relevantes, los cuales pueden tener sus propios objetivos específicos respecto a su uso del software, que está relacionado con la interpretación o significado que cada uno de ellos asocia a GeoGebra. A pesar de tales diferencias, todos estos grupos están aunados bajo un mismo propósito, el cual “de alguna manera los conecta con la enseñanza o educación matemática” (Hohenwarter, 2013, 40:45-42:11).
- **Estabilidad tecnológica:** el desarrollo de GeoGebra, como software y como comunidad, se da a partir de una continua y horizontal relación entre las necesidades e inquietudes de los miembros de la comunidad, y los proyectos de desarrollo de GeoGebra. A partir del deseo de querer responder a las necesidades educativas reales de los estudiantes, a los usuarios de GeoGebra les surgen dudas e inquietudes respecto

al uso del software, las cuales son reportadas al grupo de desarrolladores, quienes junto al equipo central de GeoGebra, trazan la ruta de desarrollo del software, el cual queda estabilizado en sus distintas versiones. Por ejemplo, en la versión 4.4 se lanzó el CAS (Computer Algebra System), en la 5.0 se lanzó la vista gráfica 3D, etc.

- **Marco tecnológico:** la estructura social a partir de la cual la comunidad GeoGebra se construye a sí misma es una *estructura de red* (en el sentido de Castells, 1999), donde “el proceso de creación de conocimiento es eminentemente social y abierto, utilizando el espacio social de la Red” (Contreras, 2003, p.138). Por consiguiente, el tipo de la estructura social de red que articula la comunidad GeoGebra es una *inteligencia-red* o, dicho en otras palabras, “el conjunto de procesos sociales de creación y distribución de conocimiento configura una inteligencia-red” (Ibid., p. 138).

Esta caracterización de la comunidad GeoGebra como una construcción social nos permite identificar los elementos que han hecho de GeoGebra el software de geometría (y en general de matemática) dinámica con mayor representatividad en la educación matemática, ya que puso los ambientes de geometría dinámica a disponibilidad de todas las personas (Sinclair et al., 2016). También, nos permite identificar a GeoGebra como una comunidad cuya cultura es propia de la era digital, aspecto que aporta a nuestra propuesta de integración digital en la práctica de los docentes de matemáticas, presentada a continuación.

### **Conclusión: Propuesta de integración digital en la práctica del docente de matemáticas**

Son varias las investigaciones que han escogido una ruta de integración digital que se enfocan en cómo usar la tecnología digital para enseñar o aprender matemáticas (Hoyles y Lagrange, 2010). Goos (2010) da un paso más y propone enfocarse en cómo la tecnología puede ser usada para explorar las matemáticas.

En nuestro caso, y a la luz de lo presentado en este escrito, nos aventuramos a proponer una perspectiva de integración digital que pretende ser sensible a la realidad, tanto de los ambientes oficiales como no oficiales, reconociendo por un lado que existen necesidades institucionales que los profesores se ven obligados a cumplir, y por otro lado, las necesidades educativas reales de sus estudiantes, las cuales están más cerca de inquietudes y problemáticas de la cultura digital, que de las imposiciones del sistema educativo.

De esta manera nuestra propuesta de integración digital está pensada en dos sentidos, entre la práctica docente y la cultura digital. De esta manera, se pretende que el profesor se integre a la cultura digital, para que pueda integrar prácticas digitales en su quehacer docente.

En una experiencia con docentes de educación básica, se han evidenciado algunos casos de esta propuesta de integración digital. Por ejemplo, algunos profesores han comenzado a usar videollamadas por Facebook con sus estudiantes para organizar actividades extracurriculares; otros están usando grupos GeoGebra para compartir la versión digital del libro de estudio, puesto que sólo disponen de tres ejemplares para más de 30 alumnos; todos los docentes que participan en la experiencia están utilizando los Libros GeoGebra para elaborar diseños didácticos, atendiendo las características híbridas del ambiente, con lo cual se reconoce que las restricciones de usar sólo papel y lápiz o sólo GeoGebra, son dificultades artificiales producidas por el sistema educativo. De tal manera, se toma en consideración el uso de herramientas materiales, concretas, y digitales para la elaboración del diseño, decisión que se basa en aspectos epistémicos del saber geométrico estudiado.

## Referencias bibliográficas

Freiman, V. (2014). Types of Technology in Mathematics Education. En *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 623–629). doi:10.1007/978-94-007-4978-8

Goos, M., Soury-Lavergne, S., Assude, T., Brown, J., Kong, C. M., Glover, D., Grugeon, B., Laborde, C., Lavicza, Z., Miller, D. & Sinclair, M. (2010). Teachers and Teaching: Theoretical Perspectives and Issues Concerning Classroom Implementation. En C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain* (pp. 311–328). Springer US. doi: 10.1007/978-1-4419-0146-0\_14

Hohenwarter, M. (2013). *Dynamic Mathematics for Everyone* [Video]. Rescatado de [youtu.be/Yq1eBZjz16I](http://youtu.be/Yq1eBZjz16I)

Hölzl, R. (2001). Using Dynamic Geometry Software to Add Contrast to Geometric Situations – A Case Study. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(1), pp. 63–86. ISSN 1573-1766. doi: 10.1023/A:1011464425023.

Hoyles, C., y Lagrange, J.-B. (2010). Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain. En C. Hoyles y J.-B. Lagrange, (Eds.) *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (Vol. 13). Boston, MA: Springer. doi: 10.1007/978-1-4419-0146-0\_7

Klein, Felix (1985). El Programa de Erlangen. *Revista del Seminario de Enseñanza y Titulación*, 3. Rescatado de <http://valle.fciencias.unam.mx/titulacion/4e.pdf>

Leung, A. (2015). Discernment and Reasoning in Dynamic Geometry Environments. En S. J. Cho (Ed.), *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 451–469). Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-17187-6\_26

Rubio-Pizzorno, S.; Farfán-Cera, C. y Montiel, G. (2017). Estrategia de planeación para el trabajo con profesores, integrando tecnología digital. En D. Cobos Sanchiz; E. López-Meneses; A. H. Martín Padilla; L. Molina-García y A. Jaén Martínez (Eds.), *INNOVAGOGÍA 2016. III Congreso Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa. Libro de Actas* (pp. 1069 - 1077). AFOE Formación: Sevilla, España. ISBN: 978-84-608-8348-7

Rubio-Pizzorno, S. y Montiel, G. (2017). Aprendizaje invisible en Educación Matemática. En L. A. Serna Martínez (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 30*, en prensa. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C. ISSN: 2448-6469.

Sinclair, N., Bartolini Bussi, M. G., de Villiers, M., Jones, K., Kortenkamp, U., Leung, A., & Owens, K. (2016). Recent research on geometry education: an ICME-13 survey team report. *ZDM - Mathematics Education*, 48(5), 691–719. doi: 10.1007/s11858-016-0796-6