

MATEMÁTICA EDUCATIVA EN LA ERA DIGITAL: RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS INTEGRANDO PRÁCTICAS Y TECNOLOGÍAS DIGITALES

MATHEMATICS EDUCATION IN THE DIGITAL AGE: OPEN EDUCATIONAL RESOURCES INTEGRATING DIGITAL PRACTICES AND TECHNOLOGIES

Sergio Rubio-Pizzorno, Carlos León Salinas, Daysi García-Cuéllar, Juan Luis Prieto G.
Instituto GeoGebra Internacional (México - Chile). Universidad La Gran Colombia
(Colombia), Pontificia Universidad Católica del Perú (Perú). Universidad del Zulia (Venezuela)
zergiorubio@gmail.com, carlos.leon@ugc.edu.co, garcia.daysi@pucp.pe,
juanl.prietog@gmail.com

Resumen

Uno de los tópicos más difundidos y discutidos sobre el uso de tecnologías digitales en educación es el impacto de los recursos educativos abiertos que integran tecnologías o prácticas digitales. Así también, éste se presenta como un asunto transversal entre las actividades de la Comunidad GeoGebra Latinoamericana (práctica educativa, aspectos técnicos, trabajo con profesorado, academia y funcionamiento de la Comunidad). Esta temática nos permite reflexionar respecto de la visibilización y articulación de la Comunidad, mediante la presentación de ejemplos de uso, elaboración búsqueda de REA realizada por sus miembros a la luz de la construcción social de la tecnología digital.

Palabras clave: recursos educativos abiertos, instrumentación, simuladores, videotutoriales, GeoGebra

Abstract

One of the most widespread and discussed topics on the use of digital technologies in education is the impact of open educational resources that integrate digital technologies or practices. Likewise, this is presented as a cross-cutting issue between the activities of the Latin American GeoGebra Community (educational practice, technical aspects, work with teachers, academia and the functioning of the Community). This theme allows us to reflect on the visibility and articulation of the Community, through the presentation of examples of use, development and search of OER made by its members in light of the social construction of digital technology.

Key words: open educational resources, instrumentation, simulators, video tutorials, GeoGebra

■ Introducción

El Grupo de discusión *Matemática Educativa en la Era Digital* se conformó en la Relme 31 con la intención de realizar una reflexión desde Latinoamérica sobre el estado de la disciplina en la era digital, con énfasis en el rol de la Comunidad GeoGebra en la región. Producto de la discusión llevada a cabo se plantearon dos propósitos generales de la Comunidad GeoGebra Latinoamericana (CGL): “(1) visibilizar los aportes realizados en nuestra región, y (2) explorar opciones que permitan una permanente articulación de la CGL” (Rubio-Pizzorno, León Salinas, León Ríos, Córdoba-Gómez y Abar, 2018, p. 1919).

Uno de los primeros pasos para abordar el propósito de visibilización consistió en reflexionar sobre las diversas actividades que realiza la CGL, a fin de tener un panorama general de los diferentes campos de acción de la CGL en la región. De esta reflexión se emerge la tematización (Imagen 1) de las actividades realizadas por la CGL en la región. (Rubio-Pizzorno et at, 2018).



Imagen 1. Tematización de las actividades realizadas por la CGL en la región. (Rubio-Pizzorno et at, 2018).

En el caso del propósito de la articulación se planteó seguir con el Grupo de discusión *Matemática Educativa en la Era Digital*, llevando a cabo su segunda edición en la Relme 32. Esto supuso el desafío de proponer una temática de discusión atractiva para los asistentes, que fuese transversal a los diversos campos de acción de la CGL y que nos permitiera abordar los propósitos ya declarados. De esta manera, la temática escogida para la segunda edición del Grupo de discusión fue una relacionada con los recursos digitales, puesto que corresponde a un aspecto transversal a todos los momentos o temas que caracterizan a la Comunidad, manifestándose con diferentes énfasis según cada tema. En su producción, se atiende a aspectos técnicos y de uso de GeoGebra; en las prácticas educativas y el trabajo con el profesorado (en ejercicio y formación) se enfatiza en el sentido didáctico de integrar recursos digitales de manera efectiva; y en la Comunidad se realza el sentido colaborativo de difundir los recursos en los diferentes espacios para elaborar, compartir y buscar recursos digitales.

Debido a las características de apertura de la Comunidad GeoGebra, la discusión y la reflexión sobre los recursos digitales se plantea desde el paradigma de Educación Abierta, específicamente respecto de los Recursos Educativos Abiertos (REA), los cuales corresponden a:

Cualquier recurso educativo (incluso mapas curriculares, materiales de curso, libros de estudio, *streaming* de videos, aplicaciones multimedia, *podcasts* y cualquier material que haya sido diseñado

para la enseñanza y el aprendizaje) que esté plenamente disponible para ser usado por educadores y estudiantes, sin que haya necesidad de pagar regalías o derechos de licencia. (UNESCO, 2015, p. 5).

De esta manera, se propone a los *Recursos Educativos Abiertos integrando Prácticas y Tecnologías digitales* como la temática de la segunda edición del Grupo de discusión *Matemática Educativa en la Era Digital*.

■ Construcción social de geogebra

Para aportar a los propósitos de visibilización y articulación de la CGL, utilizamos el planteamiento de Rubio-Pizzorno (2018a) respecto de la construcción social de la tecnología digital, con el objetivo de reflexionar, a la luz de las presentaciones y la discusión desarrolladas en el Grupo, en formas de aportar al desarrollo y consolidación de la CGL, entendida como una comunidad que se organiza alrededor de una tecnología digital abierta. Para ello, empleamos las siguientes preguntas directrices para realizar la reflexión: ¿cómo se moldea socialmente la tecnología digital? y ¿cómo se moldea tecnológicamente la sociedad? (Rubio-Pizzorno, 2018a).

La manera de organizar tanto la discusión durante el Grupo como la reflexión desarrollada en el presente escrito, se realiza mediante la presentación de ejemplos que representan a diferentes actividades realizadas por la CGL alrededor del uso, la elaboración y la curaduría de REA, siguiendo la tematización propuesta por Rubio-Pizzorno *et al* (2018).

■ Experiencias de integración de REA en la CGL

Para abordar esta temática, se invitaron a integrantes de la CGL de diferentes países de la región, para compartir sus experiencias en la integración de REA desde diferentes escenarios, como la práctica educativa, la investigación, actividades de socialización, entre otras. Así, se presentaron colegas de Perú, Venezuela, Colombia y México, cuyas presentaciones están disponibles en el Libro GeoGebra de esta edición del Grupo de discusión (Rubio-Pizzorno, 2018b).

■ Diseño de REA fundamentados en la investigación

Existen diversas investigaciones sobre el uso de las tecnologías digitales en la Matemática Educativa, así como varios referenciales teóricos sobre la integración de las tecnologías en el aula de matemáticas como son el Enfoque Instrumental, Transposición Informática, Orquestación Instrumental, la Mediación semiótica y Seres humanos con medios, entre otras. (García-Cuéllar, 2018; Pérez, 2014; Drijvers, Kieran, y Mariotti, 2009). Por ello, nos preguntamos ¿de qué manera los referentes teóricos pueden aportar en la construcción de recursos didácticos integrando tecnologías digitales?

Para abordar dicha pregunta, nos centramos en la investigación de García-Cuéllar (2014), la cual se enmarca teóricamente en el Enfoque Instrumental (Rabardel, 1995) para el estudio de la simetría axial. Su objetivo general es propiciar la instrumentación de la noción simetría axial mediado por GeoGebra en alumnos de primer grado de educación secundaria (12 años) y como objetivos específicos diseñar una secuencia de actividades en la que se utilice GeoGebra como mediador para el aprendizaje de la simetría axial e identificar por medio de las acciones de los estudiantes los posibles esquemas de utilización.

Un ejemplo de los recursos creados en la investigación de García-Cuéllar (2014) es la siguiente actividad (ver Imagen 2), donde los estudiantes pueden mover la recta L , mediante el arrastre del punto O , lo cual permite modificar su inclinación.

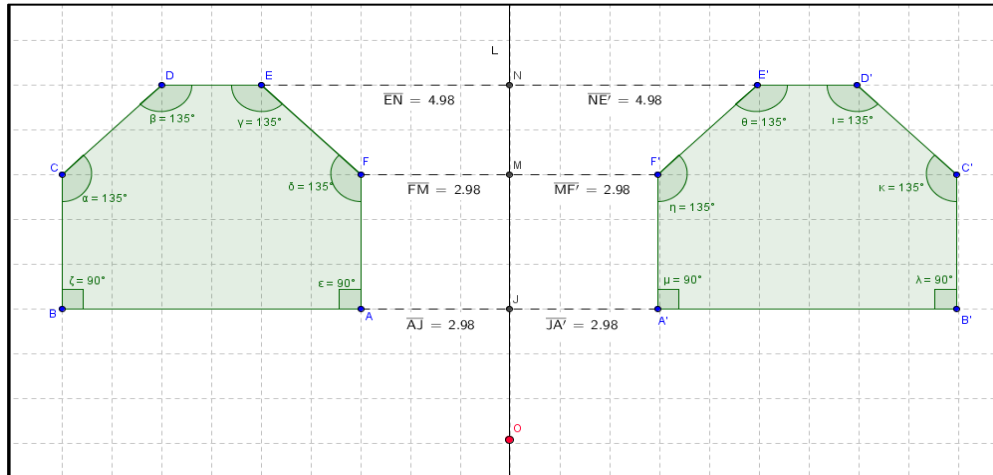


Imagen 2. Recurso creado con GeoGebra para el estudio de la simetría axial (García-Cuéllar, 2014).

Los estudiantes realizaron las siguientes acciones: Trazaron los segmentos FM y MF' , los midieron y se percataron que ambos segmentos tienen igual longitud respecto a la recta L y manifestaron que estas medidas varían si se arrastra la recta L pero continúa su congruencia. Con respecto a las medidas de los ángulos internos de los polígonos $ABCDEF$ y $A'B'C'D'E'F'$ sostuvieron que se mantienen igual a pesar de que se arrastre la recta. Cuando movilizaron el punto O , manifestaron que la figura rotó, las medidas de los segmentos variaron, pero se mantienen la congruencia de sus medidas respecto a la recta L y las medidas de los ángulos internos del polígono se mantuvieron. A la conclusión que llegaron los estudiantes, con respecto a la recta L y los polígonos, es que los polígonos mantienen su forma y medida a pesar de que se arrastre dicha recta. La distancia de los vértices a la recta L siempre es igual a pesar de que se movilice la recta L .

De lo anterior, y por medio de las acciones de los estudiantes, se pudo observar que movilizaron esquemas de uso como segmento, ángulos, congruencia, puntos, perpendicularidad, medida de segmentos. Así como crearon el esquema de acción instrumental “eje de simetría” considerando sus características, perpendicularidad y equidistancia de la figura con su simétrico. Es por ello, se pudo afirmar que los estudiantes instrumentaron la noción de eje de simetría, que luego se pudo verificar en otras actividades de la secuencia didáctica que no se va a tratar en este escrito.

En conclusión, se destaca que los referenciales teóricos aportan para la construcción de los recursos de una secuencia instruccional o didáctica y también para analizar su aplicación con estudiantes, de tal manera que contribuya al desarrollo del aprendizaje del objeto matemático en estudio.

■ Instancias de educación no formal de creación de REA por parte de estudiantes

Desde su creación en 2011, el *Grupo TEM: Tecnologías en la Educación Matemática* se ha dedicado a diseñar y poner en práctica actividades (formales y no formales) de integración del GeoGebra en las prácticas matemáticas escolares de la región zuliana. Es así como el GeoGebra se ha convertido en la principal herramienta de trabajo del

grupo, para la atención de las necesidades educativas de alumnos y profesores de matemática en distintos escenarios de actuación: formación profesional docente, producción de recursos para el aprendizaje, investigación y labor social (Prieto, 2017).

Desde el ámbito de labor social, una de las iniciativas más importantes del Grupo TEM ha sido el *Proyecto Club GeoGebra* (PCG), el cual comienza a implementarse en 2013 como una estrategia de vinculación del estudiante de la Licenciatura en Educación Mención Matemática y Física de la Universidad del Zulia, con una realidad escolar particular en donde surgen fuertes tensiones entre las prácticas tradicionales del aula y las aspiraciones formativas de unos alumnos que conviven y crecen en un mundo mediado por tecnologías digitales (Prieto, 2017). A través de la *elaboración de simuladores con GeoGebra*, el PCG busca promover en los alumnos sus capacidades para razonar geoméricamente mientras construyen modelos computacionales que revelan las cualidades de forma, dimensión y movimiento presentes en determinadas realidades (Gutiérrez, Prieto y Ortiz, 2017). La elaboración de simuladores con GeoGebra implica el tránsito por un ciclo de modelación (ver Imagen 3) compuesto por cuatro etapas (fenómeno real, modelo real, modelo matemático, modelo computacional) y cuatro procesos (problematización, matematización, trabajo matemático e interpretación) que favorecen el tránsito de una etapa a la otra (Prieto, 2017).



Imagen 3. Ciclo de modelación para la elaboración de simuladores con GeoGebra (Prieto, 2017).

Hasta el momento, el Grupo TEM ha realizado tres *Encuentros de Clubes GeoGebra del Estado Zulia* en los cuales los alumnos, estudiantes para profesores y profesores de matemática han tenido la oportunidad de socializar sus experiencias en la elaboración de este tipo de simuladores.

■ Elaboración de tutoriales por parte de jóvenes, para el uso de GeoGebra

Desde hace tres años, la universidad La Gran Colombia viene desarrollando el proyecto Mathema Kids, el cual es un espacio en el que niños entre 10 y 14 años, realizan ejercicios de investigación que tienen como objetivo vincular los problemas de su cotidianidad con prácticas de indagación y de construcción colectiva de saberes (León, 2017). En el desarrollo del proyecto ha sido muy importante el uso de la tecnología como herramienta para el análisis de

datos y de comparación de resultados, lo que ha permitido que los estudiantes utilicen el *software* GeoGebra para este fin, logrando por las mismas características del programa, el desarrollo de competencias en el trabajo colaborativo.

Hoy en día, los niños se han convertido en autores de recursos didácticos derivados de sus ejercicios de investigación que tienden a compartir y explicar a otros niños, conformando una comunidad que discute acerca de la manera de realizar actividades matemáticas con el *software* y así determinar las formas más claras y eficaces para divulgar el uso de GeoGebra. Una de las formas en que el grupo Mathema Kids está compartiendo sus conocimientos con la Comunidad es mediante la creación de videotutoriales (ver Imagen 4) sobre el uso de GeoGebra para el desarrollo de actividades.



Imagen 7. Miembro de Mathema Kids elaborando videotutorial sobre el uso de GeoGebra.

■ Reorganización de la Comunidad, en tanto espacios y roles, alrededor de los REA

A finales de 2017 el repositorio *Recursos para el aula* de GeoGebra (GeoGebra, s.f.) alcanzó la cifra de un millón de recursos alojados en él, los cuales están elaborados en los ambientes Actividad y Libro GeoGebra, y están compartidos de manera abierta (GeoGebra, 2017). Cabe destacar que los recursos publicados en *Recursos para el aula* son creados, en su gran mayoría, por miembros de la Comunidad GeoGebra alrededor de todo el mundo y solo una pequeña porción de ellos son creados por el Equipo GeoGebra, los cuales son usualmente guías de uso de los diferentes ambientes de GeoGebra.

Ante esta enorme cantidad de recursos compartidos en *Recursos para el aula*, desde el Instituto GeoGebra Internacional se analizó este fenómeno de organizar tales recursos para hacerlos accesibles de manera abierta a todos los usuarios, esto significa, además de que estén disponible gratuitamente para cualquier persona que ingrese al sitio web, que las búsquedas realizadas por los usuarios arrojen los mejores resultados según el tema buscado, el idioma y la región desde donde se está realizando la búsqueda. Así, se procede a una reorganización de la Comunidad, en tanto sus espacios y roles en ella, alrededor de los recursos didácticos.

En cuanto al espacio, se reestructura el repositorio *Recursos GeoGebra* para mostrar los recursos según los niveles educativos de la región desde donde se accede al sitio, por ejemplo, desde México, las actividades están organizadas en los niveles 6 - 10 años (primaria), 11 - 14 años (secundaria), 15 - 18 años (bachillerato) y nivel universitario. Los recursos que se muestran en esta sección del repositorio han sido revisados por miembros de la Comunidad que han asumido el nuevo rol de *moderadores*, quienes tienen la responsabilidad de evaluar y difundir en el sitio web aquellos recursos que sean considerados *de excelencia*, según los siguientes parámetros:

- Que sean un recurso que funcione y que sea matemáticamente correcto.
- Que sea útil y autoexplicativo para otros profesores o estudiantes, es decir, ellos deberían saber de qué se trata o qué hay que hacer con el material. Un texto, aunque sea breve, puede ayudar a este objetivo.
- Que luzca bien y sea de uso amigable: que el tamaño del *applet* encaje bien, que la vista algebraica esté oculta cuando no sea necesaria, que tenga buen uso de colores, etc.
- Que tenga al menos una etiqueta: se recomienda usar etiquetas en inglés.
- Que declare un nivel educativo: se sugiere usar un rango de edad para cada nivel educativo, según su país.

Esta estrategia de curaduría de recursos se vislumbra fundamental para contar con un acervo de recursos didácticos digitales de calidad, que respondan a las necesidades educativas de nuestra región, en términos generales y locales. Hasta el momento el grupo de moderadores de la CGL está integrado por nueve miembros, cuatro para la curaduría en español y cinco en portugués.

■ **Discusión y conclusiones**

Los casos presentados durante la segunda edición del Grupo de discusión en la Relme 32 son ejemplos de la marcada presencia de la tecnología y las prácticas digitales en la Matemática Educativa en Latinoamérica, tanto en las clases de matemáticas, en la realización de investigaciones que integran aspectos digitales, como en instancias poco usuales en la educación, pero que están comenzando a demostrar un gran impacto en los aprendizajes de los estudiantes, como la creación de videotutoriales y simuladores.

A la luz de este escenario y las preguntas directrices planteadas por Rubio-Pizzorno (2018a) respecto de la construcción social de la tecnología digital, podemos declarar que:

1. La tecnología digital, específicamente los REA elaborados con GeoGebra, son moldeados socialmente en su elaboración, uso y curaduría que responden a la atención de los contextos locales, aprovechando los aportes de la Comunidad a nivel global o local (investigaciones, herramientas teóricas, REA elaborados en otras regiones, etc.).
2. La sociedad se moldea tecnológicamente mediante la articulación de los esfuerzos locales e individuales, por ejemplo, los relacionados con los REA, para constituir o fortalecer -mediante la visibilización y la articulación- a la CGL.

Estos elementos nos permiten reconocer que la construcción de la Comunidad GeoGebra Latinoamericana, en términos sociales y relacionada con una tecnología digital abierta, es una empresa en la cual cada uno de los miembros puede aportar, ya sea a través aspectos materiales como el uso, la creación o la curación de REA, o inmateriales como la incorporar prácticas digitales que organizan los espacios de la Comunidad.

Ejemplo de este último punto, es la idea de organizar un Coloquio de la CGL como un espacio de reflexión permanente y sistemática, que nos permita compartir a los miembros de la Comunidad nuestras experiencias docentes o de investigación relacionadas con GeoGebra. Este proyecto se planteó durante la segunda edición del Grupo de discusión, con el objetivo de llevarlo a cabo a partir del 2019, lo cual puede configurarse como la temática a abordar en la próxima edición del Grupo.

■ Referencias bibliográficas

- Drijvers, P., Kieran, C. y Mariotti, M. (2009). Integrating Technology into Mathematics Education: Theoretical Perspectives. In: Hoyles C., Lagrange JB. (eds) *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*. New ICMI Study Series, vol 13. Springer, Boston, MA, 89 - 132.
- García-Cuéllar, D. (2014). *Simetría axial mediada por el Geogebra: un estudio con estudiantes de primer grado de educación secundaria*. Tesis de maestría no publicada. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- García-Cuéllar, D. (2018). Enfoques teóricos en investigación con tecnología en educación matemática. *Revista Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 32(2), 1402-1409.
- GeoGebra (s.f.). Recursos para el aula. Recuperado de geogebra.org/materials
- GeoGebra. (2017). *Find over 1 million free and interactive classroom resources on geogebra.org/materials. Search for a topic and share! [tuit]*. Recuperado de twitter.com/geogebra/status/932586021010714624
- Gutiérrez, R., Prieto, J. L. y Ortiz, J. (2017). Matematización y trabajo matemático en la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Educación Matemática*, 29(2), 37-68.
- León, C. (2017). El pensamiento covariacional y GeoGebra: herramientas para la explicación científica de algunas realidades. *Tecné, Episteme y Didaxis, ted*, 42, 159-171.
- Pérez, C. (2014). Enfoques teóricos en investigación para la integración de la tecnología digital en la educación matemática. *Perspectiva Educacional. Formación de Profesores*, 53(2), 129-150.
- Prieto, J. L. (2017). *Proyectos de simulación con GeoGebra: una estrategia del desarrollo del pensamiento científico desde el servicio comunitario*. Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia, Maracaibo.
- Rabardel, P. (1995). *Les Hommes et les Technologies: une approche cognitive des instruments contemporains*. Université Paris. Armand Colin. Recuperado de <http://ergoserv.psy.univ-paris8.fr/Site/>
- Rubio-Pizzorno, S. (2018a). *Integración digital a la práctica del docente de geometría*. Tesis de Maestría no publicada. Ciudad de México, México: Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados (Cinvestav). DOI: 10.13140/RG.2.2.15488.94728/1
- Rubio-Pizzorno, S. (2018b). *Matemática Educativa en la Era digital - 2da edición [Libro GeoGebra]*. DOI: 10.13140/RG.2.2.31589.24806
- Rubio-Pizzorno, S., León Salinas, C., León Ríos, J., Córdoba-Gómez, F. y Abar, C. (2018). Matemática educativa en la era digital: visibilización y articulación de la Comunidad GeoGebra Latinoamericana. En L.A. Serna Martínez (Ed.) *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 31(2), (pp. 1917-1923). Ciudad de México, México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. ISSN: 2448-6469.
- UNESCO (2015). *Guía Básica de Recursos Educativos Abiertos (REA)*. Organización de las Naciones Unidas Para la Educación, la Ciencia y la Cultura: París, Francia. ISBN: 978-92-3-300020-9