

Proyecto club GeoGebra: una oportunidad para fomentar el aprendizaje geométrico

Projeto clube GeoGebra: uma oportunidade para promover a aprendizagem geométrica

Ivonne Coromoto Sánchez Sánchez²³

Resumen

El Proyecto Club GeoGebra (PCG) es una iniciativa escolar dirigida al fomento del aprendizaje de contenidos geométricos mediante el uso del software GeoGebra. Este trabajo tiene por objetivo describir el PCG, la Elaboración de Simuladores con GeoGebra (ESG) y un itinerario de investigación. Para ello, se presentan las actividades del PCG que se realizan para constituir un club en la institución escolar, las características de elaboración de simuladores con GeoGebra (fundamentales en el proyecto) y el itinerario de investigación en torno a estas actividades ESG. Consideramos que la implementación del PCG promueve el aprendizaje de las matemáticas, en particular, el geométrico y, además, contribuye con las prácticas docentes que integren las tecnologías digitales.

Palabras clave: Club GeoGebra, Elaboración de Simuladores con

²³ Aprender en Red. Ivonne.s.1812@gmail.com

GeoGebra, Aprendizaje Geométrico.

Resumo

O Projeto Clube GeoGebra (PCG) é uma iniciativa escolar que visa promover a aprendizagem de conteúdos geométricos por meio da utilização do software GeoGebra. O objetivo deste trabalho é descrever o PCG, o Desenvolvimento de Simuladores com GeoGebra (ESG) e um roteiro de pesquisa. Para tanto, são apresentadas as atividades do PCG que são realizadas para a constituição de um clube na instituição escolar, as características do desenvolvimento do simulador com o GeoGebra (fundamental no projeto) e o roteiro de pesquisa em torno dessas atividades ESG. Consideramos que a implementação do PCG promove a aprendizagem da matemática, em particular da matemática geométrica e, além disso, contribui para práticas de ensino que integram as tecnologias digitais.

Palabras chave: Clube GeoGebra, Elaboração de Simuladores com GeoGebra, a Aprendizagem Geométrica.

Introducción

El Proyecto Club GeoGebra

El Proyecto Club GeoGebra (PCG) fue una iniciativa por parte de los miembros de Aprender en Red para promover la enseñanza de las matemáticas con el uso de las tecnologías digitales y con un carácter innovador. El PCG se hizo operativo mediante la conformación y puesta en marcha de los llamados Clubes GeoGebra (CGs): pequeños grupos de trabajo integrados por alumnos (12-17 años) de una misma escuela y un profesor (o futuro profesor) de matemáticas. En concreto, un CG se concibe como un espacio social de desarrollo de actividades de Elaboración de Simuladores con GeoGebra (ESG), las cuales se describen en el siguiente apartado. A través de estas actividades, el PCG buscaba desarrollar la creatividad, la independencia del pensamiento y la acción colaborativa de los alumnos y profesores que participaban en estos espacios. Durante los 4 años de funcionamiento del PCG (2013-2017) se abrieron 15 CGs, distribuidos en 6 municipios del estado Zulia, al occidente de Venezuela.

Debido a que los CGs funcionaban en instituciones educativas con dinámicas particulares, el trabajo en estos espacios estuvo condicionado por ciertas prácticas de la cultura escolar venezolana que afectaban el desarrollo del proyecto. Para prever situaciones adversas,

los miembros de Aprender en Red decidimos organizar el desarrollo del PCG en tres momentos (Sánchez-Noroño, Sánchez, Gutiérrez, Díaz-Urdaneta, Prieto y Castillo, 2020):

1. **Conformación de los CGs:** el promotor establece contacto con la directiva de la institución para definir las condiciones de funcionamiento del club, desde su lanzamiento hasta los espacios y materiales de trabajo,
2. **Funcionamiento de los CGs:** se realizan los encuentros de trabajo con los estudiantes, en los cuales se producen actividades de ESG,
3. **Socialización de las experiencias de producción:** se deriva la realización de un evento académico anual para compartir las experiencias de ESG en los CGs, con énfasis en la comprensión de la producción de los dibujos dinámicos.

En la web de nuestra asociación, el lector podrá encontrar más información sobre la implementación del PCG: <http://aprenderenred.com.ve/clubGeoGebra>.

En los CGs los alumnos junto a los profesores llevan a cabo los Proyectos de Simulación (PS), estos guiarán toda su participación en los CGs durante el año escolar. Los PS se llevan a cabo en cuatro fases, a saber, la primera fase consiste en seleccionar un fenómeno que pueda ser elaborado en el GeoGebra. En la segunda fase los estudiantes y el formador deben llevar a cabo las actividades de elaboración del simulador, que modela el comportamiento de la situación seleccionada, a través del uso de las herramientas y funcionalidades del GeoGebra y la teoría geométrica que surja en el momento.

Durante la tercera fase, los participantes de los CGs deben sistematizar las experiencias de elaboración del simulador procurando que emerjan los saberes y referentes teóricos-prácticos de la matemática y la física. Por último, la cuarta fase consiste en socializar los saberes que han emergido en las experiencias de simulación mediante la participación en el Encuentro de Clubes GeoGebra del Estado Zulia, el cual se celebra al final de cada año escolar (ver Figura 1).

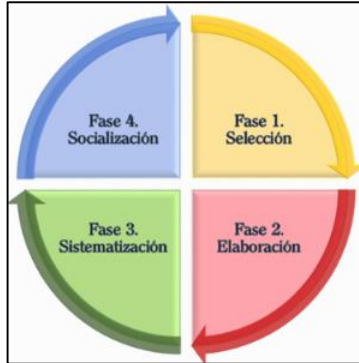


Figura 1. Fases del proyecto Club GeoGebra. Fuente: <http://www.aprenderenred.com.ve/clubGeoGebra>

Marco Teórico - Referencial

La elaboración de simuladores con GeoGebra

De acuerdo con Sánchez-Noroñ et al. (2020), la Elaboración de Simuladores con GeoGebra (ESG) comprende la realización de un conjunto de actividades creadas por la necesidad de promover aprendizaje geométrico en los alumnos participantes del PCG, e impulsadas por dos objetos, a saber:

- (i) la producción de dibujos dinámicos con el software GeoGebra, y
- (ii) la comprensión de los procesos de producción de estos dibujos.

Vista así, la ESG no se orienta hacia una única obra común. De hecho, la ESG se compone de diferentes tipos de actividades, conforme lo ilustra la Figura 2.

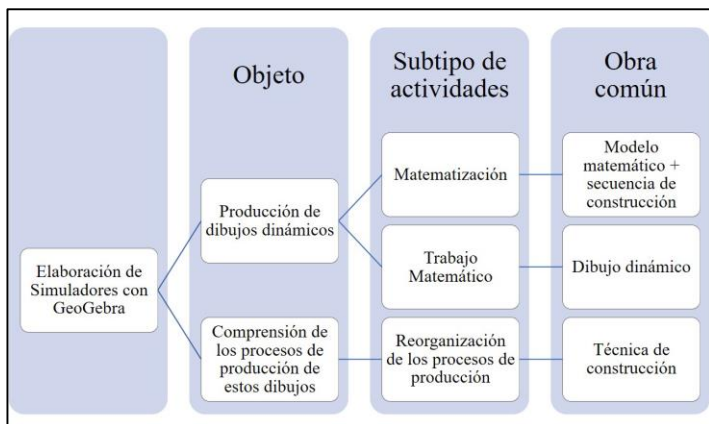


Figura 2 – La ESG con énfasis en sus objetos, subtipos de actividades y obra común. Fuente: Sánchez-Noroño et al. (2020)

La producción de los dibujos dinámicos

El objeto de las primeras actividades de ESG en un CG es la producción de dibujos dinámicos con el GeoGebra. Un dibujo dinámico es un dibujo geométrico producido por medio de un software dinámico, que conserva las propiedades espaciales que le fueron impuestas en su construcción cuando es desplazado o arrastrado por alguno de sus elementos libres (Laborde, 1998). Para producir un simulador de algún fenómeno, como por ejemplo un motor v6 (ver Figura 3a), los alumnos de los CGs despliegan una secuencia de actividades que clasificamos en dos subtipos, según el tipo de obra común que se logre (Gutiérrez, Prieto y Ortiz, 2017).

En el primer subtipo situamos las actividades de ESG cuyo producto es la traducción, en términos geométricos, del boceto de alguna parte que compone al fenómeno de la simulación. En este caso, la obra común se manifiesta en el modelo matemático producido durante la actividad y el establecimiento de una secuencia de construcciones con GeoGebra que son atendidas en las demás actividades (ver Figura 3b). El segundo subtipo corresponde a aquellas actividades que resultan en la producción del dibujo dinámico correspondiente al modelo matemático elaborado anteriormente.

Usamos los términos matematización y trabajo matemático para referirnos al primer y segundo subtipo de actividad, respectivamente (Sánchez-Noroño et al., 2020) (Figura 3c).

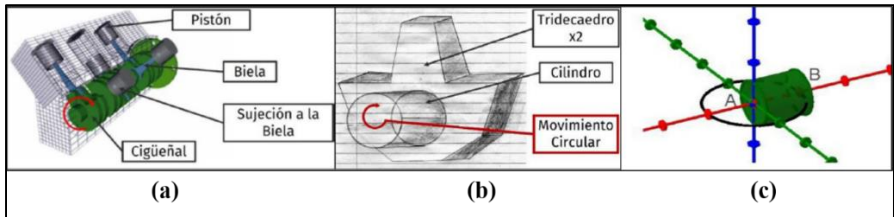


Figura 3 – Ejemplo de acciones correspondientes a actividades del subtipo matematización y trabajo matemático. Fuente: Sánchez-Noroño et al. (2020)

Por consenso, entre los promotores del PCG, existe un modo prototípico de producir el modelo matemático que asociamos a las actividades de matematización.

En este modelo: (i) se selecciona la parte del fenómeno a simular, (ii) se dibuja un boceto de esta parte, (iii) se identifican sobre el boceto los objetos geométricos que representan las formas y movimientos característicos de la pieza, (iv) se establece una secuencia de tareas de construcción de estos objetos, y (v) se realizan las tres últimas acciones para la siguiente pieza.

De forma análoga, se ha establecido una forma prototípica de actuar para elaborar el dibujo dinámico correspondiente a un modelo matemático en donde, para cada tarea de la secuencia: (i) se selecciona la herramienta del GeoGebra que permite construir el objeto geométrico esperado, (ii) se identifica sobre la pantalla la presencia o ausencia de cada elemento requerido por la herramienta para construir el objeto en cuestión, (iii) se construyen los elementos faltantes aplicando una estrategia determinada, (iv) se aplica la herramienta del software, (v) se valida la consistencia de la construcción aplicando la prueba del arrastre, y (vi) se realiza lo anterior para el caso de los objetos geométricos de la siguiente tarea, hasta producir el dibujo dinámico (Prieto y Ortiz, 2019).

Propuesta

La comprensión de los procesos de producción de los dibujos dinámicos

Cuando comenzamos los CGs, las actividades de ESG estaban orientadas exclusivamente a la producción de los dibujos dinámicos. Sin embargo, los promotores que estaban a cargo de los CGs comenzaron a identificar un problema que era recurrente en casi todos los CGs. Específicamente, quedo en evidencia que los alumnos de estos clubes presentaban dificultades al momento de comunicar sus procedimientos de construcción geométrica, tiempo después de haberlos ejecutado durante las actividades de ESG. Evidencias de lo anterior han sido reportadas por Sánchez y Prieto (2019), al mostrar las dificultades que presentó un alumno al comunicar, a un promotor ajeno a su CG, la forma de resolver las tareas de construcción de su proyecto de simulación.

En respuesta al problema anterior, decidimos concebir un segundo conjunto de actividades que debían formar parte de la ESG, cuyo objeto fuese la comprensión de los procesos de producción de dibujos dinámicos, una vez que éstos fuesen producidos. En estas actividades, profesores y alumnos laboran conjuntamente para producir, por un lado, la descripción del procedimiento seguido para resolver cada tarea de construcción y, por otro, la justificación de ese procedimiento. Decidimos denominar técnica de construcción a ese procedimiento de construcción empleado en la producción de un dibujo dinámico (Sánchez-N y Prieto, 2017).

Principales resultados

Un itinerario de investigación alrededor de la ESG

El PCG ha brindado a los miembros de Aprender en Red no solo una oportunidad de constituirnos como actores de la educación matemática, sino también como potenciales investigadores del campo de la Educación Matemática, tal y como lo comentamos en Sánchez-Noroño et al. (2020). Para lograr este último proceso, quisiera destacar la actitud de reflexión crítica que manteníamos con nuestras acciones dentro del PCG y que mantuvimos presente desde nuestro inicio como colectivo.

Por así decirlo, siempre fuimos conscientes de la necesidad de someter nuestro trabajo a procesos de reflexión y evaluación permanente, a fin de transformar esa realidad y transformarnos en ese mismo proceso. Pasamos de transformar nuestra mirada ingenua. Ante esta realidad, se

hacía necesario transformar la mirada ingenua que manteníamos sobre el PCG en su inicio, por otra visión apoyada en referentes teóricos que nos colocara en una visión más crítica de nuestras reflexiones sobre las actividades de la ESG.

Un primer trabajo sobre lo anterior, podemos encontrarlo en Rubio, Prieto y Ortiz (2016), quienes dieron a conocer el modo en que ellos representaron con GeoGebra una situación real vinculada con el movimiento en caída libre. En su descripción, los autores definieron las tareas de simulación que organizaron la elaboración de un simulador sobre ese fenómeno físico y explicaron cómo ciertas ideas matemáticas (p. ej., función lineal, cuadrática y trigonométrica, relación ángulo central-arco que subtiende) orientaban sus reflexiones y acciones en la dirección de producir el simulador en cuestión. Los profesores Castillo y Prieto (2016), describieron una manera de relacionar la idea de ecuación cuadrática con la representación del movimiento parabólico, en la elaboración del simulador de un tiro libre en el fútbol y las profesoras Sánchez y Sánchez-N. (2016), reportaron el modo en que la ecuación matemática asociada a la fuerza eléctrica entre cargas estáticas les sirvió para recrear un modelo de energía bajo la Ley de Coulomb.

Sánchez-N. y Prieto (2017) se apoyaron en la noción de praxeología matemática (Chevallard, 1999) para describir las componentes práctica y teórica que organizan el trabajo matemático desplegado en las actividades de ESG. Mientras que, Gutiérrez, Prieto y Ortiz (2017) asumieron una perspectiva cognitiva de la modelación en Educación Matemática para describir las relaciones entre las prácticas matemáticas y los fenómenos reales que intentan ser representados durante las actividades de ESG. En este sentido, los autores centraron su atención en los procesos de modelación por los que un grupo de alumnos transitaban durante la elaboración de un simulador.

Sánchez y Prieto (2017), usando ideas provenientes del marco teórico Humans-with-media (Borba y Villarreal, 2005), dieron cuenta del modo en que un grupo de profesores llevaron a cabo procesos de experimentación con GeoGebra durante la resolución de tareas de construcción geométrica. Díaz-Urdaneta y Prieto (2016) presentaron evidencias de los procesos de visualización que contribuyeron a una reorganización del conocimiento matemático en torno a una experiencia de ESG, las cuales fueron descritas también a la luz del marco Humans-with-media.

Con relación a la perspectiva histórico-cultural, realizamos investigaciones en que se asumieron los procesos de objetivación y subjetivación propuestos en la TO, para dar cuenta del aprendizaje matemático de estudiantes en actividades de ESG. Con el propósito de caracterizar el aprendizaje producido durante la comunicación de la técnica de construcción de una figura geométrica con GeoGebra, Sánchez y Prieto (2019) utilizaron la categoría procesos de objetivación de la TO para dar cuenta del modo en que un profesor de matemáticas y dos alumnos tomaron conciencia de la idea de rotación, encarnada en las herramientas de construcción del GeoGebra, a través de un análisis multisemiótico de esa actividad de comunicación.

Por su parte, Prieto, Castillo y Márquez (2020) se apoyaron en la categoría procesos de subjetivación propuesta por la TO para analizar las formas de colaboración humana que se manifestaron entre profesores y estudiantes en situación de ESG, en el contexto de comunicación de la técnica de construcción de un dibujo dinámico con el GeoGebra. Más trabajos que reportan nuestras reflexiones son reportados en Castillo, Prieto, Sánchez y Gutiérrez (2019), quienes se vieron en la necesidad de aplicar transformaciones a ecuaciones para modelar un fenómeno físico (particularmente, el movimiento parabólico). Finalmente, Sánchez y Sánchez-N. (2020) reportan el uso de las transformaciones geométricas, como la traslación, para simular un fenómeno electrostático.

Conclusiones

Por lo expuesto en este trabajo, no cabe duda para nosotros de que el PCG ha transformado a quienes hemos participado en este proyecto, no solo miembros de Aprender en Red. Nos ha permitido constituirnos como actores de la Educación Matemática y como potenciales investigadores en el campo en el que nos desenvolvemos.

Creemos y confiamos que la implementación de este proyecto en otros espacios podría contribuir significativamente con las demandas de formación en geometría de nuestros ciudadanos, apoyada verdaderamente en el uso del software de geometría dinámica. No obstante, estamos convencidos de que aún queda mucho por hacer para que este tipo de contribución trascienda el espacio y el tiempo en el que ha tenido lugar.

Referencias bibliográficas

Castillo, L. & Prieto, J. L. (2016) Simulador de movimiento parabólico con GeoGebra. Aprendiendo matemática y física con el fútbol

- soccer. In: Prieto, J. L.; Gutiérrez, R. (org.). Memorias del II Encuentro de Clubes GeoGebra del Estado Zulia. Maracaibo: Asociación Aprender en Red, p. 135-155.
- Castillo, L. A., Prieto, J. L., Sánchez, I. C. & Gutiérrez, R. (2019). Uma experiência de elaboração de um simulador com GeoGebra para o ensino do movimento parabólico. *Paradigma*, 40(2), p. 196–217.
- Chevallard, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-266.
- Díaz-Urdaneta, S. & Prieto, J. L. (2016). Visualización en la simulación con GeoGebra. Una experiencia de reorganización del conocimiento matemático. In: Serres, Y., Martínez, A., Iglesias Inojosa, M. & Gómez, N. (org.). Memorias del IX Congreso Venezolano de Educación Matemática. Barquisimeto: ASOVEMAT, 445-453.
- Gutiérrez, R., Prieto, J. L. & Ortiz, J. (2017). Matematización y trabajo matemático en la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Educación Matemática*, v. 29 (2), 37-68.
- Laborde, C. (1998). Cabri-geómetra o una nueva relación con la geometría. 1998) *Investigar y Enseñar. Variedades de la Educación Matemática*, 33-48.
- Prieto, J. L., Castillo, L. A. & Márquez, M. (2020). Formas de colaboración humana entre profesores y alumnos durante la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Bolema*, 34 (66), 199-224.
- Prieto, J. L. & Ortiz, J. (2019). Saberes necesarios para la gestión del trabajo matemático en la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Bolema*, 33(65), 1276-1304.
- Rubio, L., Prieto, J. L. & ORTIZ, J. (2016). La matemática en la simulación con GeoGebra. Una experiencia con el movimiento en caída libre. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 2, 90-111.
- Sánchez, I. C. & Prieto, J. L. (2017). El uso experimental del GeoGebra en un contexto de formación docente en matemática. In: ROSAS, A. M. (org.). Avances en Matemática Educativa. Tecnología para la educación. N. 4. México: Lectorum, 38-51.

- Sánchez, I. C. & Prieto, J. L. (2019). Procesos de objetivación alrededor de las ideas geométricas en la elaboración de simuladores con GeoGebra. PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática, 14(1), 55-83.
- Sánchez, I. C. & Sánchez-N., I. (2016). Un ambiente de aprendizaje matemático en la elaboración del simulador "Ley de Coulomb" con GeoGebra. In: Prieto, J. L.; Gutiérrez, R. (org.). Memorias del II Encuentro de Clubes GeoGebra del Estado Zulia. Maracaibo: Asociación Aprender en Red, 209-223.
- Sánchez, I. C. & Sánchez-N., I. (2020). Elaboración de un simulador con GeoGebra para la enseñanza de la física. El caso de la ley de coulomb. REAMEC, 8(2), 40-56.
- Sánchez-N. I., & Prieto, J. L. (2017). Características de las prácticas matemáticas en la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 96, 79-101.
- Sánchez-N, I., Sánchez, I. C., Gutiérrez, A., Díaz-Urdaneta, S., Prieto, J.L., & Castillo, L. A. (2020). Proyecto Club GeoGebra: una respuesta a la necesidad de constitución como actores de la educación matemática. *Pesquisas y Prácticas Educativas*, 1, 1-23.