



Percepciones del profesorado sobre las TIC (GeoGebra) como recurso didáctico para la enseñanza de las matemáticas en la Educación Básica

Abdón Pari Condori
Universidad Nacional de Educación
Ecuador

abdon.pari@unae.edu.ec

Roxana Auccahuallpa Fernández
Universidad Nacional de Educación
Ecuador

roxana.auccahuallpa@unae.edu.ec

Resumen

Esta comunicación es parte de una investigación en curso sobre la integración de GeoGebra como recurso didáctico en la enseñanza de las matemáticas en la Educación Básica en el Ecuador. Se desarrolla a través de un curso piloto en la Amazonía, en particular en las zonas más vulnerables del país. El enfoque metodológico es mixto y los instrumentos son: cuestionario, entrevistas y actividades didácticas de manera virtual. La muestra está compuesta de 70 profesores (31 mujeres y 39 varones). Los resultados señalan que la edad promedio es de 48 años, el 75 % no han utilizado software antes del curso, pero destaca el interés generalizado por el uso de GeoGebra como recurso didáctico. No obstante, los participantes consideran que GeoGebra es un programa que puede ayudar a los estudiantes a comprender los objetos y conceptos matemáticos y permite al docente potenciar la productividad de conocimientos matemáticos.

Palabras clave: GeoGebra, enseñanza de matemática, formación docente y TIC.

Introducción

Los seminarios, cursos y eventos internacionales sobre el uso de TIC y GeoGebra constituyen una línea de investigación activa en el campo de la educación matemática, a pesar de que existen estudios sobre el uso de GeoGebra en el nivel secundario y superior, aún es escaso los estudios sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas para la Educación Básica. Los cursos de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de las matemáticas en la Educación Básica pretenden profundizar en el dominio tecnológico de GeoGebra de manera que sus participantes adquieran competencias en el empleo del programa a nivel avanzado. Actualicen sus conocimientos matemáticos con nuevas utilidades y potencialidades que el software libre de GeoGebra permite, así como la fundamentación didáctica, pedagógica y metodológica a través

del estudio y la investigación de la práctica en el aula con el uso del software.

Esta investigación sobre la integración de GeoGebra como recurso didáctico se desarrolla como parte del Grupo de Investigación Institucional EUREKA 4i y en conexión con el proyecto docente de innovación 2018/2019 desde el constructo del área de matemáticas de la carrera de Educación Básica de la Universidad Nacional de Educación de Ecuador. Además, el proyecto en curso realizado en la Amazonia con el apoyo del Ministerio de Educación y la Universidad Nacional de Educación tiene como objetivo aplicar la experiencia piloto para la capacitación de los docentes de matemáticas de todo el país.

Marco teórico

El uso de tecnologías en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, se configura como una línea actual de investigación. Este estudio planteamos desde la Génesis instrumental (Rabardel, 2001 y Artigue, 2002), como el proceso de transformación de un artefacto (GeoGebra) en un instrumento, es decir, la conjunción del artefacto y habilidades cognitivas para construirlo. En este sentido, la instrumentalización de GeoGebra ocurre cuando se le dota de potencialidades (actividades didácticas) y se le transforma para aplicaciones específicas como un recurso didáctico en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En este proceso el estudiante construye esquemas mentales, asimilando esquemas existentes o produciendo nuevos esquemas para llevar a cabo la actividad existente. Además, se distingue lo que es la instrumentalización e instrumentación:

Instrumentalización, son las características del Software que influye en las estrategias de resolución como en las concepciones del estudiante.

Instrumentación, es el proceso en que cada estudiante de acuerdo con sus concepciones, formas de trabajar, conocimientos puestos en juego y actividades o problemas internaliza en el uso del artefacto.

Sin embargo, en la literatura disponible evidenciamos que existen diversos softwares de geometría dinámica, como por ejemplo Cabri Géometre II (www.Cabri.com) y Cinderella (www.cinderella.de) que facilitan la experimentación con Geometría Sintética (Irnzo y Fortuny, 2009). No obstante, para esta investigación escogemos trabajar con GeoGebra (www.geogebra.org) porque es un software de código abierto que integra de forma dinámica la representación gráfica con la expresión algebraica de los objetos gráficos (Hohenwarter y Preiner, 2007). Además, es fácil de aprender a manejar, es intuitivo y no requiere estrategias de uso avanzado para utilizarlo en la enseñanza de las matemáticas.

Por otro lado, para Area (2018), distintos estudios a nivel internacional han puesto en evidencia que uno de los factores clave y vitales del proceso de integración pedagógica y su uso educativo de las tecnologías digitales está vinculado con las creencias y perspectivas que tengan los profesores sobre dicho proceso (Area et al, 2018, p. 230). En esa perspectiva, las políticas educativas de inversión económica en la adquisición y dotación de infraestructuras y recursos tecnológicos a las unidades educativas son necesarias, pero insuficientes. Dado que, si esto no va acompañado paralelamente de una adecuada formación y capacitación que incida en un cambio de concepciones, opiniones y prácticas del profesorado, directivos y demás agentes de apoyo con relación al potencial de cambio e innovación educativa que conlleva la utilización de GeoGebra (Area, et al, 2018, Pari et al, 2018, Colás, De Pablos y Ballesta, 2018).

A pesar de que las investigaciones sobre las concepciones y creencias del profesorado sobre la matemática, su enseñanza y aprendizaje emergen a fines de los 80 e inicios de 90 del siglo pasado con los trabajos semilleros de Thompson (1992). Sin embargo, se requieren de mejoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, ciencia que ha creado problemáticas en los aprendices a nivel educativo. Sin embargo, los estudios sobre las percepciones, creencias, opiniones, valoraciones y expectativas sobre las tecnologías y su integración en la enseñanza de las matemáticas son incipientes. Por ello, es una línea de vital importancia en el campo de la educación matemática desarrollar estrategias educativas en el uso de GeoGebra.

En este sentido, existe un consenso entre los investigadores de que la tecnología es esencial en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Hohenwarter y Lavicza, 2009, Area, 2018), porque los estudiantes pueden beneficiarse de diversas formas de integración de la tecnología, así como, en los entornos tecnológicos se proporciona nuevas oportunidades de aprendizaje que provee a los estudiantes de diferentes habilidades matemáticas y niveles de entendimiento y comprensión con base en la visualización y exploración de objetos y conceptos matemáticos en entornos de multimedia. Por ello, las tecnologías son herramientas que permiten a los docentes revolucionar los modelos pedagógicos e incursionar en nuevos paradigmas que propicien la anhelada formación de calidad y calidez.

En esa perspectiva, el Modelo Pedagógico de la Universidad Nacional de Educación se enmarca en el paradigma del Buen Vivir, que plantea un perfil de egreso del bachillerato justo, innovador y solidario. En este modelo el rol del profesor, debe ser un guía que motiva el uso eficiente y efectivo de las tecnologías, entre otras, asegurando y democratizando el acceso a la información de calidad que es compartida a través de diferentes medios.

Por otro lado, según Trouche (2002) la aparición de artefactos computacionales en la clase de matemáticas, supone un problema de carácter didáctico acerca de transformar los artefactos en verdaderos instrumentos de actividad matemática y no como “recursos que resuelven y solucionan” problemas en el aprendizaje (Silva y Flores, 2017, p. 72).

En la misma línea, Barrera, Barahona y Vaca (2015) señalan que, las tecnologías son herramientas que permiten a los maestros revolucionar los modelos pedagógicos e incursionar en nuevos paradigmas que generen la anhelada formación de calidad. Este paradigma cambia el rol del profesor, motiva el uso eficiente de las tecnologías (Silva y Flores, 2017, p. 71)

Método

La investigación utiliza un enfoque mixto, es decir, el cuantitativo y cualitativo de manera complementario. Para el cuantitativo, de naturaleza descriptiva se ha empleado un cuestionario en línea de 27 ítems sobre las percepciones y el uso de las TIC y GeoGebra en el proceso de enseñanza y aprendizaje, de los que se analizan 8 ítems para fines de esta comunicación. Para el cualitativo de naturaleza interpretativo se utilizó la observación y la entrevista y las preguntas abiertas del cuestionario que complementan a la parte cuantitativa.

Población y muestra

Según el observatorio de la Universidad Nacional de Educación en el Ecuador hay 163 999 docentes en el sector público, de los cuales 10000 son profesores de matemáticas. Sin embargo, el estudio considera los 90 profesores de matemáticas de la Amazonia (Quinindé y Esmeraldas)

convocados y seleccionados por el Ministerio de Educación que participan del curso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de las matemáticas en la Educación Básica. La muestra no es probabilística porque corresponde a los 70 profesores que respondieron al cuestionario en línea (31 mujeres y 39 varones).

Análisis de información

La información obtenida, fue procesada estadísticamente, con una estadística descriptiva de tendencia central y cuadros cruzados, conocidos como frecuencia y porcentajes, así como su representación gráfica, acompañados de sus análisis e interpretación.

Se presentan los resultados obtenidos sobre las percepciones, opiniones, valoraciones y expectativas sobre el uso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de las matemáticas de los profesores participantes del curso y que respondieron el cuestionario.

Resultados

El Ministerio de Educación de Ecuador para la selección de los profesores ha considerado como uno de los requisitos el nombramiento definitivo en el sistema educativo público con el propósito de asegurar la continuidad de los docentes en el proceso de enseñanza. Posiblemente, por esta condición varios docentes han quedado al margen de la convocatoria, especialmente aquellos que cuentan solo con el contrato temporal. En ese marco, la distribución de la edad de los profesores, presenta la edad promedio de 41 años con una desviación típica de 8.13 años. El rango de la distribución es 32, cuya edad mínima es de 24 y máxima de 56 años. La moda de la distribución es de 48 años y la mediana de 43. A continuación resumimos los estadísticos en la tabla 1.

Tabla 1

Distribución de la edad de los profesores participantes al curso de GeoGebra

Estadísticos	Valores
Mínimo	24
Cuartil1	25
Mediana	43
Cuartil 3	48
Máximo	56

Fuente propia: Encuesta privada, 2018.

Además, los resultados obtenidos se pueden presentar de forma visualizados a través del diagrama de caja y bigotes o Box-plot. Como se muestra en la figura siguiente:

Percepciones del profesorado sobre las TIC (GeoGebra) como recurso didáctico para la enseñanza de las matemáticas de Educación Básica

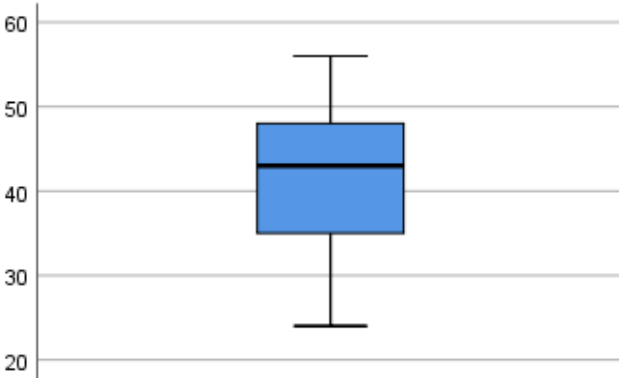


Figura 1: Diagrama de cajas de la edad de los profesores asistentes

A pesar de que GeoGebra cuenta con más de quince años desde que fue creado por Markus Hohenwarter en 2002 como parte de su tesis de maestría en Educación Matemática, esta ha ido creciendo de una manera muy acelerada tanto en su potencial, la incorporación y la adopción de usuarios en Europa, Estados Unidos y recientemente en América Latina. En cuanto al Ecuador, hace un año se creó el Instituto Ecuatoriano de GeoGebra con sede en la Universidad Nacional de Educación el 6 de febrero de 2018. Sin embargo, algunos profesores han estado utilizando de forma independiente y aislada, tal vez, hasta de forma un poco tímida y limitada. La información obtenida al respecto se ha resumido en la tabla 2.

Tabla 2

Distribución de profesores por sexo y su experiencia de uso de GeoGebra en el aula.

Sexo	Ha utilizado GeoGebra en el aula antes del curso					
	No		Si		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%
Mujer	24	34.29	7	10.00	31	44.29
Hombre	28	40.00	11	15.71	39	55.71
Total	52	74.29	18	25.71	70	100

Fuente propia: Encuesta privada, 2018.

Aproximadamente, el 75% de los profesores participantes no habían utilizado GeoGebra antes de este curso y solo el 25% conocían o utilizaban GeoGebra para enseñar y aprender matemáticas. Incluso, a través de las observaciones de algunas presentaciones y visitas a instituciones se ha podido observar que algunos profesores utilizaban GeoGebra simplemente como una pizarra en la pantalla, no se aprovechaba las combinaciones dinámicas y creativas del software. En cuanto al género, el uso de TIC (GeoGebra) en ambos es escaso en la Amazonia del Ecuador. Y con respecto a los años de servicio en el magisterio se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3

Distribución de profesores por años de experiencia y uso de GeoGebra en el aula

Años de Experiencia	Ha utilizado GeoGebra en el aula antes del curso					
	No		Si		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%
Menor a 5 años	10	14.28	2	2.86	12	17.14
Entre 5 a 10 años	12	17.14	6	8.57	18	25.71
Entre 10 a 15 años	11	15.71	2	2.86	13	18.57
Mayores a 15 años	19	27.14	8	11.44	27	38.58
Total	52	74.27	18	25.73	70	100

Fuente propia: Encuesta privada, 2018.

Según los datos obtenidos del cuestionario en línea, los profesores con más años de experiencia también han incorporado el uso de GeoGebra y/o se han interesado en el curso de GeoGebra como recurso didáctico. Lo que contradice que los adultos mayores son más resistentes hacia las tecnologías de la información y la comunicación. Así, todos los participantes están desarrollando las actividades propuestas en el curso a través de retos de cada tema que provee el curso.

Por otra parte, las entrevistas a los participantes muestran que varios de ellos creen que GeoGebra les permite enseñar desde un enfoque constructivista y resolver problemas desde diferentes formas de representación. No cabe duda, si el estudiante comprende que existen diferentes formas de presentar un mismo objeto matemático y se le capacita a conectar o a transformar de una representación a otra, conseguirá un aprendizaje significativo.

Otra de las opiniones sobre el curso de GeoGebra destaca la forma de desempeño de los facilitadores: “los docentes que impartieron el taller muy dinámicos, ese es la manera de enseñar” (Anónimo, 2018). Mientras que, a otros, le impactó la parte dinámica de GeoGebra y el sin número de posibilidades del software y para otros la forma de proponer las actividades dinámicas de los docentes.

Sin embargo, en los trabajos presentados en la parte virtual se ha podido evidenciar que existe carencia de formación disciplinar rigurosa en algunos docentes de matemáticas. Algunos no logran distinguir entre una construcción que mantenga las condiciones y permita visualizar o inducir invariantes y el dibujo que realizar para hacer los objetos matemáticos. Así, por ejemplo, en una actividad que consistía en la construcción de un triángulo rectángulo, muchos profesores usaron la ventana gráfica de GeoGebra con la cuadrícula y dibujaron un triángulo rectángulo como se muestra en la figura 2.

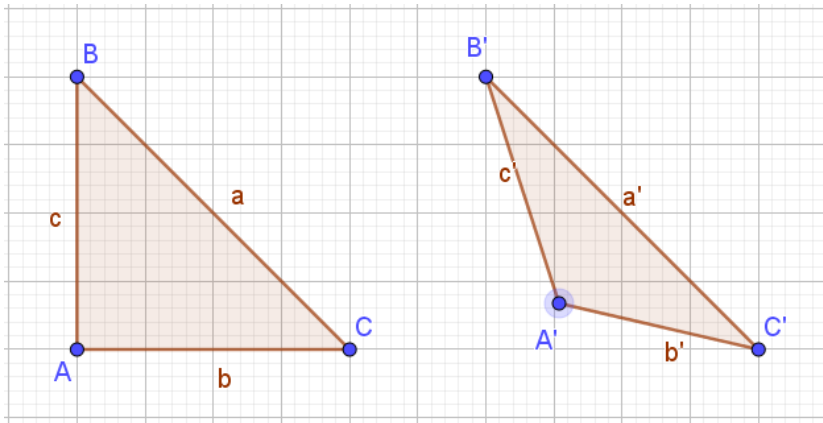


Figura 2. El triángulo rectángulo dibujado y no construido

El triángulo de la izquierda está dibujado como triángulo rectángulo, pero al mover el punto A se transforma en A' y deja de ser triángulo rectángulo. Varios docentes han cometido este tipo de errores en las actividades propuestas.

Otro de los errores más comunes, ha sido el trabajo con la circunferencia inscrita en un triángulo. Muchos, trazaron la circunferencia con centro en la intersección de las bisectrices (incentro) y han tomado como otro punto de la circunferencia el punto de intersección de una bisectriz con el lado opuesto del triángulo al vértice. Como se muestra en la figura 3.

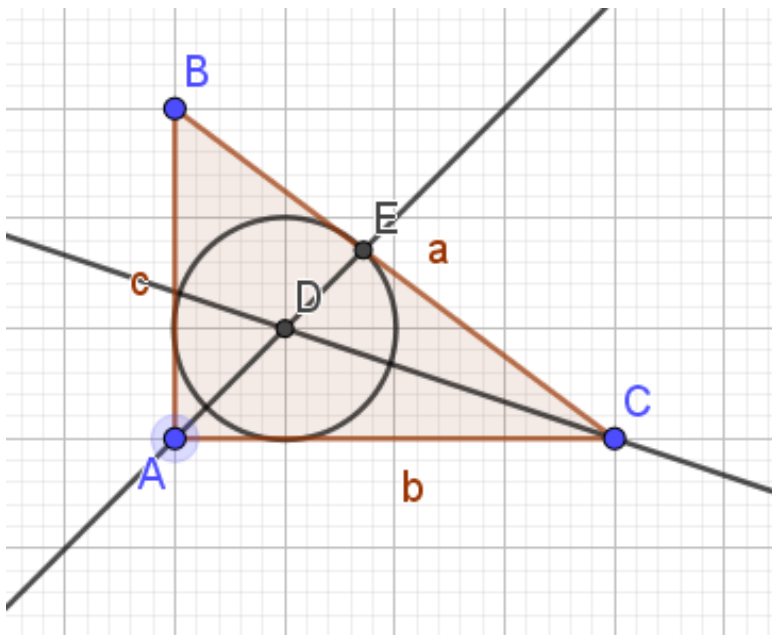


Figura 3. Construcción de la circunferencia inscrita

Según la gráfica parece estar inscrita la circunferencia, pero al mover uno de los vértices se observa que ya no está inscrita, como se observa en la figura 4.

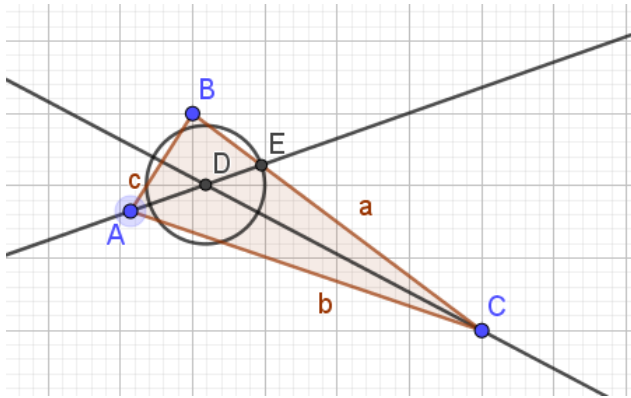


Figura 4. Circunferencia no inscrita

No cabe duda, de que una construcción fija como se hace en la pizarra que no tiene la parte del dinamismo de GeoGebra se suele cometer este tipo de errores. Esto fue uno de los errores más frecuentes reflejados en las construcciones de las actividades. Evidentemente, este hecho y otros en los docentes de la Amazonía han despertado el interés de aprender el uso tecnológico y didáctico de GeoGebra, para poder incorporar en su práctica docente. Además, ellos solicitan más actividades y encuentro de docentes y expertos en GeoGebra para conformar una comunidad de aprendizaje que antes no se vinculaba con zonas vulnerables y de escasos recursos tecnológicos.

Conclusiones

Como la investigación está en proceso de desarrollo lo que hemos presentado es una primera reflexión sobre cómo se realiza la incorporación de las TIC (GeoGebra) en el profesorado de la Amazonia que participa del curso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de las matemáticas en Educación Básica. El grupo está compuesto de profesores de las Zona 1 y 2 de las 9 zonas educativas del país. Al comienzo del curso los profesores mostraban cierto temor y resistencia al uso de las TIC y en particular al uso de GeoGebra en el aula. Varios manifestaron que las unidades educativas donde laboran cuentan con laboratorios de informática y un profesor de computación. Además, el 75% de los asistentes no habían conocido o utilizado GeoGebra antes del curso. Sin embargo, los docentes muestran un interés generalizado en su formación continua y tienen la percepción o creencia de que las TIC en general y GeoGebra en particular es una herramienta poderosa para la innovación de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Al finalizar el curso los participantes muestran una opinión positiva sobre el uso de las TIC, incluso varios solicitan continuar con más cursos sobre el uso de GeoGebra. Además, varios profesores han presentado como una actividad final la realización de un video de la clase donde se utiliza el software como un instrumento de apoyo para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Estos datos e informaciones serán analizados y presentados por el grupo de investigación.

Referencias y bibliografía

Álvarez, F. (2016). Logros y desafíos de la UNAE. En *Educamos para el Buen Vivir*. Azogues: UNAE-EP

- Area, M., Cepeda, O., y Feliciano, L. (2018). El uso Escolar de las TIC desde la visión del alumnado de Educación Primaria, ESO y Bachillerato. *Educación Siglo XXI*, 36, 2, 229-276
- Area, M. y Sanabria, A. L. (2014). Opiniones, expectativas y valoración del profesorado participante en el Programa Escuela 2.0 en España. *Revista Educar*, 50, 1, 15-39. Doi: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/educar.64>
- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematics Learning*, 7, 245-274.
- Colás, P., De Pablos, J. y Ballesta, J. (2018). Incidencia de las TIC en la enseñanza en el sistema educativo español: una revisión de investigación. RED. *Revista de Educación a Distancia*, 56, enero 2018. Disponible en http://www.um.es/ead/red/56/colas_et_al.pdf
- De Pablos, J. (Coord.) (2015). *Los centros educativos ante el desafíos de las tecnologías digitales*. Madrid: La Muralla.
- Domínguez, R., Chica, E. y Hernández, A. (2015). Valoración del uso de las tecnologías para el aprendizaje por alumnos de secundaria. Investigar con y para la sociedad, Actas del XVII Congreso Internacional AIDIPE, 3, 1571-1580. Disponible en <http://avanza.esaidipe2015/libro/volumen3.pdf>
- Hohenwarter, M. y Lavicza, Z. (2009). Introducing Dynamic mathematics software to secondary school teachers: The case of GeoGebra, of Computers in Mathematics.
- Iranzo, N. y Fortuny, J. M. (2009). La influencia conjunta del uso de GeoGebra y lápiz y papel en la adquisición de competencias del alumnado. *Enseñanza de Ciencias* 27(3), 433-446. Disponible en <https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/142075/332857>
- Pérez, A. (2017). Modelo Pedagógico de la UNAE. *Illari: Revista de estudiantes que serán maestros*. No. 4, pp. 90-99.
- Rabardel, P. y Bourmaud, G. (2003). From computer to instrument system: A developmental perspective. *Interacting with Computers*, 15(5), 665-691.
- Silva, M. y Flores, J. V. (2017). Génesis instrumental del circuncentro con el uso de GeoGebra. *Rev. Prod. Disc. Educ. Matem.*, Sao Paulo, 6(1), 70-84.
- Thompson, A. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: A synthesis of research. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of research in mathematics teaching and learning*. 127-146.