

Universidad de Costa Rica
Instituto de Investigaciones en Educación (INIE)

Informe Final

El logro de aprendizaje significativo mediante software libre en enseñanza de la matemática en secundaria

MSc. Ana Victoria Fonseca Rodríguez
MSc. Annia Espeleta Sibaja
MSc. Carmen Enid Jiménez Araya

Diciembre 2009

TABLA DE CONTENIDOS

8.1 Aprendizaje, aprendizaje significativo y constructivismo.....	4
8.2 Tendencias en el aprendizaje de la Matemática.....	7
8.3 Importancia de la geometría como objeto de estudio	8
8.4 Software en la enseñanza de la Matemática.....	8
8.5 El logro de aprendizaje significativo mediante software libre en enseñanza de la Matemática.....	9
8.7- Geogebra.....	11
8.8- Digitalización en la adolescencia actual y características de aprendizaje.....	12
8.9- Planes de estudios y propuestas curriculares en Matemática.....	13
9- Metodología.....	16
9.1- Selección del software a utilizar.....	16
9.2- Selección de instituciones, docentes y estudiantes.....	17
9.3- Diseño y validación de instrumentos para recopilación de información.....	18
9.4- Recopilación de información.....	18
10- Análisis de la información.....	18
10.1- Resultados de las y los estudiantes.....	19
10.2- Resultados de las y los docentes.....	24
11- Conclusiones	29
12- Recomendaciones.....	31
13- Referencias.....	32
14- Anexos.....	36
COMITÉ ÉTICO CIENTIFICO.....	43
FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	43
Código (o número) de proyecto: _____.....	43
CONSENTIMIENTO.....	45

Universidad de Costa Rica

**Instituto de Investigaciones en Educación (INIE)
Informe Final**

1- Título del proyecto: El logro de aprendizaje significativo mediante software libre en enseñanza de la matemática en secundaria. Proyecto N° 724-A9-055

2- Código del proyecto: 150

3- Vigencia del proyecto: 01-02-2009 al 31-12-2009

4- Investigadoras participantes (Principal y asociadas).

MSc. Ana Victoria Fonseca Rodríguez
 MSc. Annia Ezpeleta Sibaja
 MSc. Carmen Jiménez Araya

Principal. Ad honoren
 Asociada. Ad honoren
 Asociada. 05 TC

5- Objetivo general:

Analizar la relación entre el uso del software matemático Geogebra y el logro de aprendizaje significativo.

5.1-Objetivos específicos:

- 1- Determinar aplicaciones didácticas del uso del software libre matemático, Geogebra, utilizado en la investigación.
- 2- Evaluar el logro de aprendizaje significativo mediante el uso del software utilizado.
- 3- Explorar la forma de relación interpersonal establecida entre docentes y estudiantes.
- 4- Divulgar los resultados obtenidos en la investigación.
- 5- Elaborar un artículo científico, para divulgar los resultados de la investigación.

6- Población beneficiaria:

Las y los estudiantes que formaron parte de la investigación fueron un total de 69, procedentes de tres instituciones, distribuidos de la siguiente forma:

Liceo de Puriscal	9
Liceo de Tabarcia	45
Liceo de Barbacoas	15

Acerca de la otra población constituida por profesores y profesoras, se aplicó un instrumento a los tres docentes que tienen a su cargo estos grupos de estudiantes. Además se hizo otra versión de este instrumento, para un grupo 17 de asesores y docentes de Matemática de Pérez Zeledón y zonas aledañas, después de recibir un asesoramiento sobre el diseño de recursos pedagógicos digitales con Geogebra. Este mismo instrumento se aplicó a 16 estudiantes de Licenciatura en Enseñanza de la Matemática, donde el 66% ya se encuentra laborando, también después de haber participado en una charla acerca del uso de Geogebra en las lecciones de Matemática. Se utilizaron estas tres poblaciones, con el fin de ampliar los criterios de expertos, acerca del uso de Geogebra.

7- Antecedentes

Es conocida la dificultad que presentan muchas y muchos estudiantes para obtener buenos resultados en el rendimiento académico en Matemática. Al respecto Piaget (1983) menciona que en los planes de enseñanza, el problema no radica necesariamente en el contenido, sino en el aislamiento de la Matemática de los otros campos del conocimiento, por lo que la materia aparece como inútil y aburrida.

Además, es evidente la necesidad de preparar a las y los estudiantes para la vida, como cita Steele y Arth (1998), se debe no solo ayudar a las y los estudiantes a aprender contenidos, sino también prepararlos para sus roles en la era del conocimiento.

Se perciben adolescentes desmotivados, que desertan del colegio, porque manifiestan principalmente incomprensión hacia la Matemática, debido a que la consideran de poca utilidad, no comprenden los aportes de esta disciplina para el desarrollo de sus capacidades personales, hay actitudes negativas hacia su aprendizaje por parte de adultas y adultos incluso de algunos docentes. El abordar problemas y actividades de acuerdo con su nivel cognitivo les permitirá a las y los estudiantes adquirir confianza e interés para resolver problemas y descubrir que la Matemática es una disciplina significativa e interesante.

Actualmente, en Costa Rica, hay docentes en algunas instituciones, que utilizan software en sus lecciones de Matemática y han referido resultados positivos, ente ellos:

- Las y los adolescentes aprenden los contenidos con mayor facilidad y además ellos son más capaces de comprender y aplicar los conceptos desarrollados.
- El software facilita que cuando se comenten errores, haya posibilidad de devolverse, a revisar conceptos y procedimientos, corregirlos y aprender de sus propios errores.
- Las lecciones se desarrollan en un entorno tranquilo y al propio ritmo de cada persona.

Una de las más recientes teorías del aprendizaje en Matemática se basa en los estudios cognitivos, en los cuales las y los estudiantes construyen, de modo activo, su propio conocimiento, interactuando con el ambiente y organizando sus propias construcciones mentales. Las y los estudiantes no se limitan a recibir pasivamente el conocimiento, sino que lo relacionan constantemente con los conocimientos previos, de modo autónomo.

8- Marco Teórico

En este apartado se retoman planteamientos teóricos acerca del

8.1 Aprendizaje, aprendizaje significativo y constructivismo

El concepto de aprendizaje es definido por el diccionario de la Real Academia de la Lengua como:

- Acción y efecto de aprender algún arte, oficio u otra cosa.
- Adquisición por la práctica de una conducta duradera.

Desde el constructivismo, el aprendizaje, se define como el proceso de construcciones de estructuras mentales que se desarrollan en el nivel cognitivo. El aprendizaje se da de diferente manera en cada persona, de acuerdo con sus: capacidades, experiencias individuales e interrelaciones con otras personas y grupos culturales y formas en que se responde ante los problemas, necesidades e intereses. Actualmente se sabe que cada ser humano presenta una combinación única de inteligencias múltiples. Y la forma de interacción se realiza, principalmente mediante el lenguaje, el cual permite la comunicación del conocimiento.

En esta investigación el aprendizaje que interesa es que el que se produce en las aulas de instituciones públicas de secundaria, en las lecciones de Matemática, en el ámbito individual o social y que son promovidas por docentes, con el apoyo de utilizar de Geogebra.

Se pueden percibir algunas manifestaciones, aunque gran mayoría de ellas no, de las construcciones mentales, las cuales son representaciones individuales.

En el aprendizaje, por desarrollo cognitivo, intervienen las relaciones con las y los otros, el contexto, la cultura, las emociones, las motivaciones intrínsecas o extrínsecas, el desarrollo de habilidades complejas y se relaciona con enfoques centrados en procesos, cognitivos o constructivistas.

Según la tendencia norteamericana, con el desarrollo de la teoría de aprendizaje de Ausubel desde los años sesenta, se realizan elaboraciones teóricas y estudios acerca de cómo se aprende. Según Díaz, F. y Hernández, G. (2002) citado en Díaz (1989), describe lo que para Ausubel implica el aprendizaje significativo y lo clasifica en dos posturas:

David Ausubel, como otros teóricos cognitivos, postula que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que las y los aprendices poseen en su estructura cognitiva. El aprendizaje no es una simple asimilación pasiva de información literal, las y los sujetos, transforman y estructuran esta información y además interactúan con los materiales de estudio y se interrelaciona con los esquemas de conocimientos previos y las características personales de las y los aprendices.

David Ausubel también concibe a las y los estudiantes como procesadores activos de la información y percibe el aprendizaje como sistemático y organizado, pues es un fenómeno complejo que no se reduce a simples asociaciones memorísticas. Aunque esa concepción señala la importancia que tiene el aprendizaje por descubrimiento dado que las y los estudiantes reiteradamente descubren nuevos hechos, forman conceptos, infieren relaciones, generan productos originales, etcétera, considera que no es factible que todo el aprendizaje significativo que ocurre en el aula deba ser por descubrimiento.

Aprender significativamente consiste en que el sujeto de aprendizaje atribuya significado a aquello que va conociendo en relación con los esquemas que ya posee. Con este aprendizaje se precisan tres puntos de apoyo que cita M^a Esther Uría (1998):

- En primer lugar las y los estudiantes deben poseer unas ideas previas que puede utilizar como base de los nuevos conocimientos. Lo que tradicionalmente se viene considerando un axioma didáctico: partir de lo conocido a lo desconocido.
- Estos nuevos conocimientos adquirirán una significación más plena cuando se integran en los que sean pertinentes de los anteriormente adquiridos constituyendo con ellos un entramado, un todo organizado. Para ello el conocimiento debe ser potencialmente significativo desde el punto de vista lógico (estructura de la materia) y psicológico (estructura mental de las y los estudiantes).
- Para conseguir todo esto con eficacia es necesario que las y los estudiantes estén motivados no sólo para cumplir con su trabajo, sino sobretodo para comprender y profundizar en los nuevos conceptos (p 179).

Cada estudiante es quien va construyendo sus esquemas de conocimiento por medio del aprendizaje significativo y modificando su estructura mental.

Con base en el constructivismo las y los alumnos aprenden y se desarrollan, si pueden construir significados adecuados.

Como ya se indicó el aprendizaje del nuevo conocimiento depende de lo que ya se sabe (conocimientos previos). Los conceptos tienen diferente grado de profundidad es decir, van de lo más general a lo específico, y se van relacionando a manera de redes. Esas redes son producto de conexiones e interacciones entre los diferentes conceptos, que se hacen por medio de conceptos que forman proposiciones que tienen el más amplio poder explicativo y la mayor inclusividad o conexión con el contenido.

Se construyen redes de conceptos, al agregar nuevos conceptos a ellas. El nuevo conocimiento debe de interactuar con la estructura de conocimientos ya existente. Según David Ausubel (1978) la estructura cognitiva es el conjunto de conceptos, ideas, que una persona posee en un determinado campo del conocimiento, la cual tiene una determinada organización jerárquica en relación al nivel de abstracción, generalidad e inclusividad de ideas. Por ello, es de suma importancia crear el entorno de aprendizaje más adecuado para que las y los estudiantes construyan sus esquemas de conocimiento.

En resumen con el aprendizaje significativo se logra, la comprensión de los nuevos conocimientos, los cuales se incorporan a estructuras conceptuales ya existentes que se organizan, se conservan a lo largo del tiempo y se logra una motivación intrínseca en el alumno para seguir aprendiendo.

Según David Ausubel hay diferentes tipos de aprendizaje :

- El aprendizaje representacional: es el más elemental, del cual dependen los otros aprendizajes, consiste en atribuir significados a determinados símbolos, no es una asociación, de acuerdo con Piaget se da en la etapa que él denomina pre-conceptual.
- Aprendizaje de conceptos: Conceptos: son objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos de criterios comunes y que se designan mediante símbolos o signos. Los conceptos son adquiridos por dos procesos: formación y asimilación. Por formación los atributos de criterios (características del concepto) se adquieren por medio de la experiencia directa con diversos objetos y con otras personas. Por asimilación a medida que las personas amplían su vocabulario, los atributos de criterio se someten a diversas combinaciones, producto del intercambio social con otras personas.
- Aprendizaje de proposiciones. Va más allá de asimilar lo que representan las palabras, implica la relación y combinación de varias de ellas, y cómo esas palabras se combinan para dar una idea que es más que la suma de esas palabras, o sea captar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones.

El aprendizaje significativo presenta ciertas características:

- **Inclusores:** conceptos que ya existen en la estructura cognitiva de los sujetos y que les permiten aprender nueva información. Cada vez que se aprende algo de manera significativa, el inclusor sirve de enlace y queda modificado.
- **Diferenciación progresiva:** El aprendizaje significativo consistiría, pues, en un proceso continuado de inclusión, esto es, crecimiento, elaboración y modificación de los conceptos inclusores debido a la adición de nuevos conceptos.
- **Inclusión obliterativa:** En el proceso de diferenciación progresiva llega un momento en que los inclusores han quedado modificados y diferenciados de una manera tal que no es posible recuperar los elementos originales.
- **Reconciliación integradora:**
Durante el proceso de aprendizaje, el que aprende encuentra a veces problemas o disonancias cognitivas que le obligan a realizar algún tipo de clarificación conceptual. Estas disonancias se producen, por ejemplo, cuando la nueva información que se intenta aprender está en conflicto con la que ya se conoce. Asimismo, el sujeto puede notar que conceptos que aparentemente no tienen relación están, en realidad, ligados. Este fenómeno de reconciliación integradora es fundamental en el aprendizaje.

8.2 Tendencias en el aprendizaje de la Matemática

Existen modelos que explican los procesos cognitivos en el aprendizaje de la Matemática, estos son formas de describir la naturaleza del conocimiento y los procesos de construcción

de éste, de las y los estudiantes. Según Vinner y Tall (1981), citados por Azcárate (1998), la estructura cognitiva de las personas al interiorizar un concepto matemático, incluye las imágenes mentales, las propiedades y los procesos asociados al concepto; se construye a lo largo de los años gracias a las experiencias de todo tipo y va cambiando conforme el individuo madura y encuentra nuevos estímulos.

Según Azcárate (1998), una de las razones de la complejidad del conocimiento matemático es que la mayoría de los conceptos en esta disciplina pueden jugar el papel de procesos y de objetos. El esquema conceptual se construye a partir de la experiencia de las y los estudiantes y de situaciones muy variadas. Es importante facilitar situaciones didácticas adecuadas, en las cuales las definiciones sean imprescindibles para una correcta construcción.

No solo se debe ayudar a las y los estudiantes a aprender contenidos, sino también a prepararlos para que desempeñen bien sus roles en la era de la información (Steele y Arth (1998)

Michèle Artigue, colaboradora de la ingeniería didáctica y actual presidenta del ICMI (International Commission on Mathematical Instruction), expuso, en 1991, su trabajo "Tecnología y enseñanza de las Matemática": en el cual sostiene que enseñar con tecnología requiere de un análisis didáctico específico, el cual debe considerar dos elementos: el conocimiento matemático y la tecnología utilizada. Esto implica el desarrollo de técnicas didácticas apropiadas en ese contexto específico (de ahí el carácter instrumental de este enfoque) y que no pueden ser generalizadas ni aplicadas a otros contextos de forma mecánica. En resumen, enseñar Matemática con tecnología cambia, de algún modo, la naturaleza del problema didáctico, y por eso, se requiere de un nuevo enfoque para desarrollarlo de la mejor manera.

Los procesos de aula especialmente la calidad de la enseñanza, ejercen un impacto directo acerca del aprendizaje y la motivación de las y los estudiantes, por lo que inciden en los resultados académicos. Comportamiento, motivación y asistencia a clase también pueden tener una influencia directa sobre el aprendizaje de las y los estudiantes (Murillo, 2008).

8.3 Importancia de la geometría como objeto de estudio

Según Pérez (2007), la geometría ha sido durante siglos uno de los pilares de la formación académica de los jóvenes desde edades tempranas, se le asocia a la necesidad de relacionarse con el espacio y la importancia en la formación del razonamiento lógico. Durante la segunda mitad del siglo pasado, la geometría perdió presencia. Sin embargo, los actuales currículos de Matemática confieren la importancia que nunca debió perder. Para la situación concreta de Costa Rica, anteriormente los temas de esta rama de la Matemática se ubicaban al final de los programas de estudio y como se detectó que esto generaba que algunas veces concluyera el curso lectivo y que no se abordaran, actualmente pasaron a ser los primeros contenidos a desarrollar en los diferentes niveles del sistema educativo.

8.4 Software en la enseñanza de la Matemática

El uso de software por Internet para la enseñanza de la Matemática en nuestro país es limitado aún, por problemas de accesibilidad que existen en las instituciones de enseñanza, aunque se reconoce que la brecha digital tiende a disminuir. El usar la red como apoyo docente en enseñanza, no consiste en sustituir las aulas con pupitres y pizarra, sino en crear nuevas formas de comunicación entre docentes y estudiantes con nuevos recursos como es el uso de software. Sin embargo, se utilizan desde CD y portales off.

A continuación se enlista una serie de observaciones que se mencionan en muchos estudios (Alfaro, Alpizar, Arroyo et Al (2004); Balacheff, N y Kapput, J (1996); Gamboa R (2007); Ortega, M. (2003), acerca de la utilización de Internet y software, para las clases de Matemática.

- La penetración de Internet en los hogares está ocurriendo tan rápido que se debe aprovechar como medio para el aprendizaje.
- El aula en sí y tal vez incluso el libro podrían llegar a desaparecer pero la función de las y los docentes tendrá que ser redefinida.
- Las conexiones profesionales serán principalmente electrónicas y no se limitarán a un entorno geográfico local.
- La cantidad de material útil en la web es ya muy grande y hay muchas personas alrededor que seguirán mejorándola y proporcionando más material educativo de alta calidad y a bajo costo o gratis.
- El acceso en algunos lugares es una cuestión crítica, y muchos estudiantes y docentes en realidad no tienen acceso personal a Internet. El uso en centros educativos es generalmente ocasional, limitado, para el plan de estudios. Gran parte del acceso a Internet requiere el movimiento a una sala especial fuera del aula. Este aspecto debe mejorarse si se quiere equidad y continuar reduciendo la brecha digital e incorporar las tecnologías a la educación, lo ideal sería tener acceso a Internet dentro de las aulas regulares.
- Las relaciones costo/beneficio son totalmente desproporcionadas; muy altas inversiones escolares tienen relativamente bajos retornos educativos para la mayoría de las y los estudiantes. Por lo que se debe reflexionar sobre el uso que se le da a Internet y al software educativo.
- La mayoría de los centros educativos tienen escasos recursos para promover el aprendizaje de la Matemática y las demás asignaturas.

8.5 El logro de aprendizaje significativo mediante software libre en enseñanza de la Matemática

El desafío del sistema educativo actual, debido al desarrollo de medios y recursos tecnológicos que permiten la comunicación y divulgación de la información, como lo afirma Morduchowicz (2001), es integrar los recursos multimediales en espacios digitales, ya sea con el uso de software en las lecciones de Matemática, con ejercicios elaborados por las y los docentes o bien recursos ya disponibles en la red, pero valorados o incluso adaptados por las y los docentes.

Es conocida la percepción que tienen muchas y muchos adolescentes acerca del sistema educativo y la poca relación que hallan entre sus propios intereses y necesidades, lo que da como resultado adolescentes desmotivados, que reprueban y desertan del sistema educativo; ellos manifiestan que la escuela no es atractiva y que no comprenden la Matemática, y que la encuentran de poca utilidad. Según los resultados de la primera encuesta nacional de juventud (Consejo Nacional de la Política Pública de la Persona Joven, 2008), en Costa Rica, el motivo de retiro de los y las estudiantes del sistema educativo en un 23% es el desinterés y la dificultad que enfrentan en el estudio. Este dato señala una gran necesidad de mejorar los procesos pedagógicos y didácticos con se imparten lecciones, no solo de Matemática, sino de todas las asignaturas.

El abordar problemas y desarrollar actividades interactivas mediante software libre, podría motivar a los y las jóvenes para que se interesen en la Matemática y encuentren en ella una herramienta significativa para resolver problemas y desafíos personales. El uso de software interactivo podría ser también, una forma efectiva para desarrollar innovaciones educativas, tanto en las y los docentes como en las y los estudiantes.

En estudios sobre eficacia escolar se han encontrado resultados distintos en el uso de software en países en desarrollo y países desarrollados. En un estudio de los recursos en Brasil (Gaviria, Martínez y Castro, 2004), la principal conclusión es que los recursos educativos tienen un importante impacto en el desarrollo académico de las y los estudiantes, tanto en lo que se refiere a la cantidad y calidad de recursos como, sobre todo, a su utilización.

La cantidad de los recursos disponibles en los países en vías de desarrollo tienen un impacto mayor en el rendimiento de las estudiantes que las encontradas en los países desarrollados.

8.6- Uso de software matemático para las lecciones de Matemática.

La utilización de espacios de trabajo, mediante el uso de un software matemático, es ya, para muchos, una herramienta en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática. Se han encontrado muchos estudios, en los que se utilizan Excel, Cabri, Derive, Geogebra, MathenPoche, Geometra. Casi todo este software puede ser descargado para uso local libremente, o bien, se solicitan, fácilmente, los permisos para ser utilizado. Algunos de los resultados de investigaciones sobre el uso de software matemático Arias y Maza, 2006; Gamboa R (2007), Méndez, P. (2003), muestran una relación importante entre su uso y el rendimiento académico, otros evidencian las nuevas competencias, los aprendizajes de contenidos por parte de estudiantes y las evaluaciones hechas por docentes acerca las prácticas con estas herramientas.

De acuerdo con algunos autores como Artigue (1991), enlistan algunas características o beneficios en la utilización de software matemático, entre ellos:


- Al sustituir los cálculos mecánicos que hacen las y los estudiantes por la ejecución directa en el programa, permiten que se realicen de una forma más rápida y por lo tanto ilustrar diferentes situaciones en las que se utilizan. Las y los docentes deben evaluar muy bien cuáles procedimientos tienen un valor formativo por sí mismos y que no sería conveniente llevarlos a cabo con apoyo tecnológico.

- Es importante destacar que cuando una o un docente empieza a utilizar un software, invertirá mucho tiempo en planear sus clases o bien en evaluar algunos recursos disponibles en Internet.
- La disponibilidad de dibujos es otra propiedad mencionada por los investigadores, pues muchos software ofrecen calidad en los dibujos. Por ejemplo, Capponi (2000), al referirse al Cabri-géomètre II, comenta que si bien se dedicaba mucho tiempo a la realización de dibujos a mano, se valora, positivamente, la calidad del dibujo obtenido, con el software, en una forma más rápida.
- El aumento de la motivación por parte de las y los estudiantes es evidente; se involucran, de manera activa, en la resolución de problemas y discuten la Matemática que están estudiando. Waits, citado por Guin (1998), considera que quedará más tiempo para abordar en clase problemas más difíciles, más aplicaciones y más nociones conceptuales. El mismo Waits (1999), en las IX Jornadas para el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemática, en Galicia, afirma: "...estamos convencidos de que la resolución de problemas y las demostraciones (o, al menos, dar argumentos convincentes) jugarán un papel cada vez más importante, mientras que las operaciones lápiz y papel ocuparán menos espacio ..."
- La aparición de nuevas situaciones de aprendizaje: ayudan a abordar los problemas, desde diversas perspectivas o procedimientos. Esta diversidad de opciones enriquece las situaciones de enseñanza y de aprendizaje. Por ejemplo, se pueden plantear conjeturas acerca de los objetos matemáticos. Para muchas y muchos jóvenes estudiantes, el uso de software ofrece la herramienta de exploración, como una fuente de experimentación o conjetura y según Guin (1998, citado por Waits, 1999), se logrará rapidez y facilidad en las generalizaciones, a partir de ejemplos y en las conjeturas, por parte de las y los estudiantes. O como proponen Capponi y Hadas (2000) al afirmar que la utilización explícita de posibilidades para la formulación de conjeturas, lleva a las y los estudiantes a necesitar pruebas formales, sobre las contradicciones y explicaciones deductivas.

Pérez (2007), al referirse a la enseñanza de la geometría, dice que los software matemáticos, hacen posible que la aproximación de las y los jóvenes se produzca como una actividad "auténtica de investigación", pues los programas permiten convertir las aulas en auténticos laboratorios de geometría, ya que es un área fácilmente visualizable y manipulable.

8.7- Geogebra

Geogebra es un software libre, para la Educación Matemática, escrito en Java, de plataformas múltiples que se puede usar en las lecciones para desarrollar gran cantidad de contenidos del plan de estudios, se puede utilizar en todos los niveles, en las ramas de: aritmética, geometría, álgebra y cálculo. Ofrece múltiples representaciones de los objetos matemáticos desde cada una de sus posibles perspectivas: vistas gráficas, algebraicas y hojas de datos dinámicamente vinculadas, entre sí.

Este software lo inició Markus Hohenwarter en la Universidad de Salzburgo en el año 2001. Actualmente, lo continúa desarrollando en la Universidad de Atlantic, Florida con licencia GPL. Ha recibido varias distinciones internacionales incluyendo la que honra a nivel de Europa y Alemania el software educativo (European and German educational software awards). 

Su uso hace las lecciones de geometría más dinámicas (como Cabri o SketchPad Geométrico) porque permite el movimiento de objetos geométricos, además de conectar y relacionar representaciones geométricas, algebraicas y numéricas interactivamente. Con él se pueden construir figuras y gráficas con puntos, vectores, segmentos, rectas, secciones cónicas, funciones, que luego, pueden modificarse dinámicamente. Además que permite realizar figuras en tres dimensiones.

8.8- Digitalización en la adolescencia actual y características de aprendizaje

El rápido crecimiento de las tecnologías de la información y la comunicación ha producido una revolución en la forma, cantidad y velocidad de transmitir y distribuir la información, lo cual afecta irremediablemente a la educación.

La digitalización ha cambiado la información y la forma de divulgarla, el saber y el conocimiento y está cambiando nuestros hábitos de relación y comunicación con los otros y en definitiva, nuestra forma de pensar, porque permite:

- Almacenar grandes cantidades de datos en el 'ciberespacio', las cuales son accesibles desde cualquier lugar del mundo en poco tiempo.
- Reproducir y manipular información.
- Enviar la información instantáneamente a cualquier lugar de la tierra.

Algunas de las grandes posibilidades de la digitalización son: permite la **integración** de tecnologías y avances en la **trasmisión** de datos y en algoritmos para comprender esos datos, reduciendo el tamaño de los ficheros de información y permitiendo su más fácil manejo. También hay grandes posibilidades en las formas de **presentar la información** (multimedia, audiovisuales, sonidos, imágenes en tres dimensiones, realidad virtual).

- La frecuencia y la influencia del uso de Internet en muchas y muchos adolescentes son indiscutibles, pues conforman una generación que ha crecido con la tecnología. En la utilización de este medio, específicamente, invierten muchas horas frente a la computadora, tanto para el entretenimiento como para comunicarse, por lo que, además, podría servir para su orientación, formación e instrucción para las diferentes disciplinas. Acerca del acceso a Internet, de parte de las y los adolescentes en el año 2007, el Programa de Sociedad de la Información de la Universidad de Costa Rica, logró determinar que el 92% de las y los estudiantes de secundaria tienen acceso a una cuenta de correo, incluso se ha dicho que sus hábitos en el uso de Internet, están cambiando, ya que prefieren incorporarse a comunidades virtuales reconocidas y populares, como lo son Facebook, o Hi five. En términos generales, nuestra juventud está ampliamente digitalizada.
- Por otro lado, de parte de las y los docentes por lo menos en lo que respecta al acceso a computadores según una encuesta realizada en año pasado por la Dirección de Recursos Tecnológicos del Ministerio de Educación Pública, acerca del 90% de las y los docentes tiene acceso a computadoras, en los centros educativos, en su casa o bien en otros lugares como cafés Internet, sitios del Ministerio de Ciencia y Tecnología el cual cuenta con 219 centros para uso de Internet y aprendizaje de diferentes software u otros espacios. Estas condiciones se respaldan con que actualmente,

prácticamente todos los países de Latinoamérica cuentan con un portal educativo auspiciado por sus estados y existe una organización denominada RELPE (Red Latinoamericana de Portales Educativos) que promueve el intercambio de temas y recursos pedagógicos digitales comunes a los países miembros.

Carretero y Piaget plantean que en el pensamiento formal de la adolescencia tendrán una mayor autonomía y rigor en su razonamiento, piensan que el conocimiento se va modificando paulatinamente como consecuencia de la experiencia de las y los adolescentes. El pensamiento formal implica una actividad global del sistema cognitivo con intervención de los mecanismos de memoria, atención, procesos de comprensión, aprendizaje, concibiendo los fenómenos de distintas maneras, es un proceso de cambios conceptuales dependiendo de sus capacidades lógicas y de solución de problemas de cada adolescente. Es una experiencia interna, además es intrasubjetiva, y tiene características particulares, que lo diferencian de otros procesos. Su principal función es el de resolver problemas y razonar acerca de operaciones concretas. Este periodo comprende entre el final de la infancia y el principio de la adultez. Por lo regular comienza entre los 12 y 14 años en la mujer y en el hombre respectivamente y termina a los 21 por lo general. Se experimentan cambios sociales, sexuales, físicos y psicológicos.

Esos cambios contribuirán con la maduración intelectual para labores académicas y personales. En esta etapa las y los adolescentes logran la abstracción acerca de conocimientos concretos observados que le permiten emplear el razonamiento lógico inductivo y deductivo. En el desarrollo genético del individuo se identifican y diferencian periodos del desarrollo intelectual, tales como el periodo sensorio- motriz, el de operaciones concretas y el de las operaciones formales. Piaget considera el pensamiento y la inteligencia como procesos cognitivos que tienen su base en un substrato orgánico-biológico determinado que va desarrollándose en forma paralela con la maduración y el crecimiento biológico. Las características del nuevo estadio de las operaciones formales, que sobre las bases de las operaciones concretas ya presentes, surgen entre los 11-12 años y se consolida hacia los 14-15. Este nuevo estadio, que es cualitativamente distinto del anterior, también ha ocupado una posición central en el estudio de la inteligencia adulta. Su importancia está en el hecho de ser el estado final de la secuencia del desarrollo cognitivo y ofrecer un marco coherente para comprender la naturaleza de la maduración cognitiva. Las capacidades lógicas que tienen las y los adolescentes y las y los adultos les permiten razonamientos más complejos y abstractos, pero el cambio conceptual no se garantiza automáticamente por acceso a un pensamiento más abstracto, se necesita la combinación de más habilidades de razonamiento e información sobre los hechos referentes al tema en relación.

8.9- Planes de estudios y propuestas curriculares en Matemática

La importancia que tiene la Matemática es incuestionable; es una disciplina en constante cambio y su enseñanza debe tomar en cuenta el medio sociocultural, el patrimonio histórico y el desarrollo científico y tecnológico. Esta enseñanza debe ser un saber abierto, que progresa y que vive con la época, que evoluciona y se transforma; por tanto, no se debe dejar de reflexionar sobre los objetivos, los contenidos, los métodos y los medios (Akkar, 2002).

Muchas propuestas incorporan el uso generalizado de las Nuevas Tecnologías. Este aspecto se cita en el currículo oficial de España, (citado en Arias y Maza, 2006).

(...) es necesario incorporar, en el currículo de Matemática, el uso de todos aquellos recursos tecnológicos (calculadoras y programas informáticos), que resulten adecuados para el desarrollo de determinados procedimientos rutinarios, en la interpretación y análisis de situaciones diversas relacionadas con los números, el álgebra lineal, la geometría, el análisis o la estadística, así como en la resolución práctica de numerosas situaciones problemáticas relacionadas con la naturaleza, la tecnología, la economía, la sociología o simplemente con la vida cotidiana. (p. 233)

En el caso de Costa Rica, el Programa de Matemática para el tercer ciclo (Costa Rica. MEP, 2001), menciona que es importante ofrecer los elementos, a los estudiantes, que faciliten la comprensión del proceso de creación y desarrollo del conocimiento, la ciencia y la tecnología. No se precisa la forma idónea para incorporar las herramientas tecnológicas, ya que, todavía, hay diferencias en el acceso y la información; pareciera que la aplicación obedece a iniciativas individuales o de algún programa que apoya a la institución.

Es indiscutible la necesidad de transmitir y desarrollar la Matemática. Vivimos en una sociedad tecnificada, que requiere de todos sus miembros un especial esfuerzo para incluir la Matemática en su formación, tanto para desenvolverse en ella como para incorporarse a las tareas productivas, y para adecuarse a los continuos mejoramientos y cambios de ellas. La Matemática, en muchos casos, es el soporte oculto de los avances técnicos que están presentes en la vida cotidiana (Crespo, Guerrero, Tomás, Socas y Zuazua, 2005).

Es conocida la dificultad que presentan muchos estudiantes para obtener un aceptable rendimiento académico en Matemática y desarrollar habilidades que les permitan enfrentarse a una sociedad en constante cambio. Por esto, es clara la necesidad de preparar a los estudiantes para la vida, como lo consideran Steele y Arth (1998), al afirmar que no sólo se debe ayudar al estudiante a aprender contenidos, sino también a prepararlos para que desempeñen bien sus roles en la era de la información. No siempre se logra el aprendizaje de la Matemática, con lo que se perjudica su éxito futuro dentro de la sociedad, lo cual depende, cada vez más, de los conocimientos científicos, del uso de herramientas tecnológicas y de las respuestas que puedan brindar a los problemas complejos.

Es claro que el desarrollo tecnológico y los avances en comunicación, permiten tener nuevas herramientas para la enseñanza, por lo que se debe actualizar la forma tradicional de enseñar en la escuela, con el objetivo de captar el interés, y ajustar las respuestas a los problemas que los estudiantes van a enfrentar en el futuro.

En recientes investigaciones se ha comprobado que las nuevas tecnologías mejoran el resultado académico de los estudiantes de 15 años en Matemática según PISA. Lo anterior es importante ya que Costa Rica participará en el 2012 en las Pruebas de PISA.

Es usual asociar que los jóvenes utilizan las nuevas tecnologías para el entretenimiento. Es verdad que las nuevas generaciones utilizan la computadora para navegar por Internet,

descargar música o películas, ver el correo electrónico o chatear, pero también es cierto que en las encuestas realizadas hasta ahora los jóvenes afirman usar a menudo las herramientas de búsqueda de información.

Pero el "PISA de la tecnología" muestra una mejora de hasta un 25% del rendimiento académico en esa asignatura, de los jóvenes que utilizan en casa frecuentemente el ordenador para realizar las tareas educativas. La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) al proceso de enseñanza permite experimentar nuevos modelos didácticos en su versión de calculadoras gráficas algebraicas y laboratorios de ciencia y robótica que incluyen la discusión de los fundamentos epistemológicos y cognitivos, junto a la posibilidad de elaborar actividades con tecnología para toda la clase.

Se pretende que las y los docentes profundicen sus conocimientos científicos y didácticos y cuestione su quehacer pedagógico.

Lo que parece dejar claro el estudio de la OCDE es que, al margen de que en oleadas posteriores se confirme la tendencia, "los estudiantes que empezaron a usar computadoras hace menos de un año (10%) puntúan por debajo de la media de la OCDE, mientras los que utilizan computadoras desde hace más de cinco años (37%) puntúan por encima de la media.

Mientras que sólo una minoría de ellos afirmaron que suelen utilizar software educativo, la mitad respondieron que usan Internet como herramienta de investigación frecuente y utilizan habitualmente software de tratamiento de textos, ambas opciones con gran potencial educativo".

El estudio de la OCDE, primer informe internacional que trata de demostrar la relación entre el uso continuado de nuevas tecnologías y la mejora en el rendimiento de las y los estudiantes de 15 años en Matemática, constata que el nivel académico de las y los estudiantes es mejor cuanto mayor es la frecuencia de uso del ordenador en casa, aún cuando no se realicen tareas puramente educativas. De hecho, sólo una minoría de estudiantes afirmó utilizar software educativo, aunque sí usan con frecuencia Internet como herramienta de investigación y algún procesador de textos.

El sistema educativo costarricense se desenvuelve en un ambiente de cambios, entre los que se encuentran las innovaciones tecnológicas, como respuesta a los desafíos tendientes a mejorar la calidad de la educación, para garantizar una formación, que le permita a las y los estudiantado enfrentar los retos del futuro. Por esto, la educación científica y tecnológica debe ocupar un espacio de gran prioridad, para el fortalecimiento de estas áreas, como recurso indispensable de cualquier estrategia de progreso nacional (Costa Rica. Ministerio de Educación Pública, 2001).

En Costa Rica, se da el ejemplo de los colegios de innovación educativa los cuales utilizan software con licencia y libres con sus estudiantes en las clases de Matemática y en otras asignaturas, con lo cual han obtenido recursos para equipar de tecnología sus instalaciones, como es la situación del Liceo de Barbacoas, una de las instituciones participantes en la investigación.

9- Metodología

Se toma como punto de partida los objetivos y contenidos de los planes de estudio vigentes del MEP en el área de la Matemática que se pueden desarrollar con este software y docentes que actualmente están utilizando el software Geogebra, como herramienta en las lecciones de Matemática.

Se analiza el software Geogebra para determinar si responde a los objetivos y contenidos planteados por el MEP y a la necesidad de una mejor preparación en el desarrollo de las capacidades que requieren los y las jóvenes para solucionar los problemas a los que debe enfrentarse. Es sabido que tanto estudiantes como profesores trabajan en un ambiente de cambios y de nuevos aprendizajes, por lo que deben estar preparados para enfrentar las diversas situaciones y retos que la tecnología ofrece.

Se revisan, también, algunos lineamientos educativos en el ámbito internacional, así como propuestas educativas y la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática. Este estudio se justifica por el aumento en el número de estudiantes que usan Internet, y por el carácter interdisciplinario y las competencias que su uso permite desarrollar, las cuales son necesarias para que los y las adolescentes se enfrenten al cambiante mundo de la tecnología digital. Aspectos como motivación, rendimiento, aplicabilidad, aprendizaje significativo, estrategias de enseñanza, contexto, son de importancia en esta investigación. Se toma como punto de partida los objetivos y contenidos de los planes de estudio vigentes del MEP en el área de la Matemática que se pueden desarrollar con este software y docentes que actualmente están utilizando el software Geogebra, como herramienta en las lecciones de Matemática.

Se analiza el software Geogebra para determinar si responde a los objetivos y contenidos planteados por el MEP y a la necesidad de una mejor preparación en el desarrollo de las capacidades que requieren los y las jóvenes para solucionar los problemas a los que debe enfrentarse. Es sabido que tanto estudiantes como profesores trabajan en un ambiente de cambios y de nuevos aprendizajes, por lo que deben estar preparados para enfrentar las diversas situaciones y retos que la tecnología ofrece.

Se revisan, también, algunos lineamientos educativos en el ámbito internacional, así como propuestas educativas y la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática. Este estudio se justifica por el aumento en el número de estudiantes que usan Internet, y por el carácter interdisciplinario y las competencias que su uso permite desarrollar, las cuales son necesarias para que los y las adolescentes se enfrenten al cambiante mundo de la tecnología digital. Aspectos como motivación, rendimiento, aplicabilidad, aprendizaje significativo, estrategias de enseñanza, contexto, son de importancia en esta investigación.

9.1- Selección del software a utilizar.

Se determinó que el software idóneo para realizar la investigación es el Geogebra, ya que es uno de los que más se está utilizando en Costa Rica, el cual goza de prestigio en ámbito internacional. Actualmente, el Ministerio de Educación está propiciando capacitación a docentes para que lo implementen en sus lecciones y además el Colegio de Licenciados y Profesores ha impartido cursos para su uso también (Entrevista con Serrano (2009)).

Asimismo con este software se pueden desarrollar muchos de los contenidos programáticos del plan de estudios de la enseñanza secundaria en Matemática.

9.2- Selección de instituciones, docentes y estudiantes.

En la exploración de cuáles serían las instituciones y docentes idóneos para participar en la investigación, se determinó que en los lugares donde más se está utilizando Geogebra, es la zona de Mora y Puriscal, debido a que los asesores de Matemática, Juan Pablo Serrano Echeverría y Javier Barquero impulsaron la capacitación. Específicamente ellos recomendaron las siguientes instituciones: Liceo de Puriscal, Liceo de Tabarcia y Liceo de Barbacoas, incluso concretaron los nombres de la y los docentes: Cintia Delgado, Juan Pablo Alvarado y Germán Quirós, respectivamente.

Estas instituciones brindan apoyo a las y los docentes para incursionar en el uso de tecnología y estrategias innovadoras en la enseñanza. Por esta razón se escogió la Dirección Regional de Puriscal, según la distribución del Ministerio de Educación Pública.

Posteriormente, se procedió a establecer contacto con la y los docentes al igual que con las directoras de las instituciones (donde laboran) para solicitar su anuencia a participar en la investigación. Quienes accedieron a colaborar con este estudio.

Se acordó aplicar los instrumentos de recolección de información a los grupos de estudiantes que los docentes consideraron que habían utilizado el Geogebra en más lecciones. Por lo que se distribuyó de la siguiente manera:

- Un grupo de taller, de séptimo año, del Liceo de Puriscal.
- Un grupo de IV año y un grupo de V año, del Liceo de Tabarcia.
- Un grupo de IV año del Liceo de Barbacoas.

En total, el instrumento diseñado para estudiantes, se aplicó a un total de 69 estudiantes.

Se realizaron entrevistas estructuradas, mediante un cuestionario diseñado para tal efecto, a las y los docentes, para conocer sus percepciones acerca del uso del software Geogebra en las lecciones de Matemática. Únicamente se localizó a tres docentes con el dominio y aplicación del software, requerido para la investigación. Sin embargo, este instrumento se adaptó y también se aplicó a un grupo de docentes que recibieron el asesoramiento del uso y aplicación del software en las lecciones de Matemática. El cual estuvo constituido por docentes y asesores de Pérez Zeledón, Osa y Aguirre. También se aplicó a un grupo de estudiantes de licenciatura de Enseñanza de la Matemática de la Universidad de Costa Rica, donde el 70% labora como docentes en la educación secundaria o en la educación superior. El grupo que recibió el asesoramiento y el grupo de estudiantes (que no estaban previstos cuando se planteó la investigación), a juicio de las investigadoras, tienen la formación y o experiencia necesaria para valorar las potencialidades del uso de Geogebra en el aprendizaje significativo de las y los estudiantes.

Con las y los estudiantes, se realizaron entrevistas estructuradas, con un instrumento diseñado para tal efecto. De las instituciones públicas que participaron, las y los estudiantes fueron seleccionados, en función de que su docente de Matemática, estuviera utilizando

Geogebra y anuente a participar en la investigación. Tanto las y los estudiantes, así como los docentes participantes completaron el consentimiento informado.

9.3- Diseño y validación de instrumentos para recopilación de información.

En los instrumentos se solicitó un apartado con datos personales: nombre, teléfono, correo, entre otros.

El diseño consta de preguntas tanto abiertas como cerradas, referidas a las variables seleccionadas para el estudio.

Para la validación de los instrumentos se contó con el juicio de expertos en el campo de la Enseñanza de la Matemática que conocen y aplican el Geogebra y que estuvieron dispuestos a revisar la forma y el contenido de los instrumentos. También se consultó a otros docentes e investigadores que no son de este campo para también revisar los instrumentos. Entre los expertos consultados se encuentran: Lilliam Rojas Artavia, asesora nacional de Matemática; Juan Pablo Serrano Echeverría, asesor nacional de Matemática; Marjorie Valverde Rojas, docente de la Facultad de Educación, de la Universidad de Costa Rica; Víctor Garro Martínez, Economista, Coordinador de los posgrados de Administración Pública, de la Universidad de Costa Rica.

Los instrumentos utilizados se ubican en los anexos. A continuación se describen según su cantidad de ítems:

Instrumento para estudiantes. Consta de 22 ítems.

Instrumento para docentes con experiencia. Consta de 23 ítems.

Instrumentos para docentes que se asesoraron sobre el uso de Geogebra. Consta de 20 ítems.

9.4- Recopilación de información.

Se recopiló en Julio, 2009, en el Liceo de Puriscal y el Liceo de Tabarcia y en Setiembre 2009 en el Liceo de Barbaçoas.

Cada participante firmó el consentimiento informado antes de aplicar el instrumento de recolección de información.

10- Análisis de la información.

Se utiliza SPSS y Excell para la digitación y análisis cuantitativo de la información.

Se genera una matriz con toda la información, para poder relacionar las variables y comparar los grupos participantes. Luego se presentan en cuadros y gráficos para su análisis.

Con esta información recopilada se realizarán análisis cualitativos y cuantitativos. Además de triangular la información de docentes y estudiantes, con información teórica que sustenta la investigación. Como proceso básico para validar la información. Y así obtener conclusiones de un mayor nivel de amplitud.

Esta investigación se delimita como mixta, ya que combina técnicas de recolección de información y de análisis de esta de tipo cualitativo y cuantitativo.

Una de las categorías de análisis es acerca del alcance de la aplicación del software, para el logro del aprendizaje significativo.

Otra de las categorías de análisis es determinar qué habilidades promueve el uso del software.

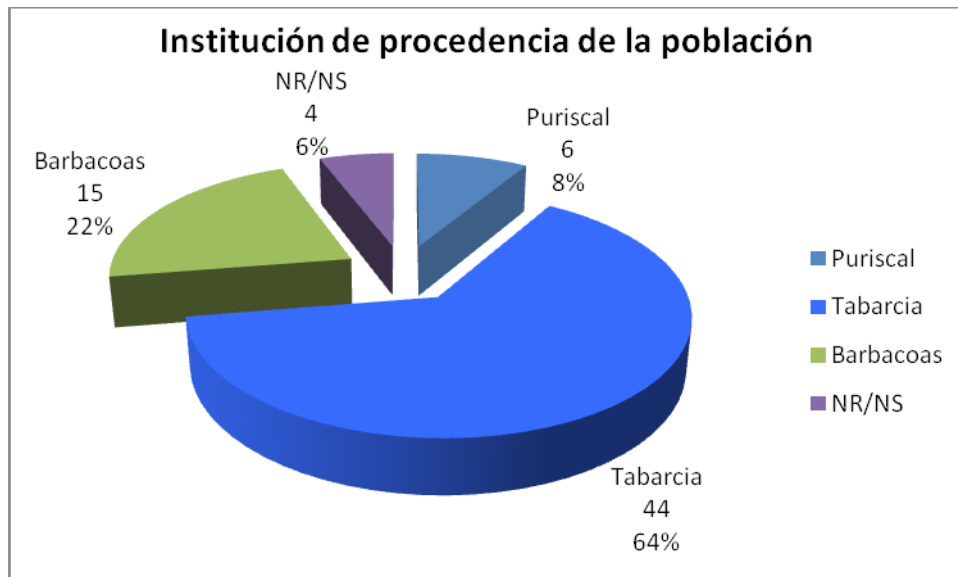
10.1- Resultados de las y los estudiantes

Procedencia de la población

La población que participó en la investigación procedía de los liceos de Tabarcia, Barbacoas y Puriscal con la siguiente conformación:

Lugar	N. de estudiantes
Liceo de Tabarcia	44
Liceo de Barbacoas	15
Liceo de Puriscal	6
NS/NR	4
Total	69

La mayoría de estudiantes participantes en la investigación proviene del Liceo de Tabarcia, específicamente 44 personas, que representan un 64%, tal como podemos observar gráficamente:

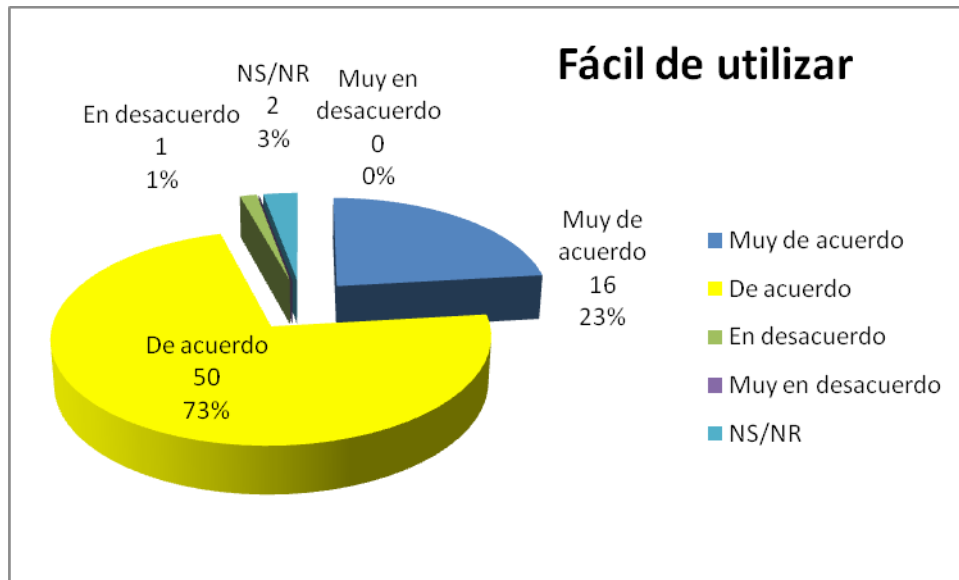


A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada ítem.

El Geogebra es fácil de utilizar

Muy de acuerdo	16
De acuerdo	50
En desacuerdo	1
Muy en desacuerdo	0
NS/NR	2
TOTAL	69

Fuente: Resultados del instrumento aplicado en el IIC 2009

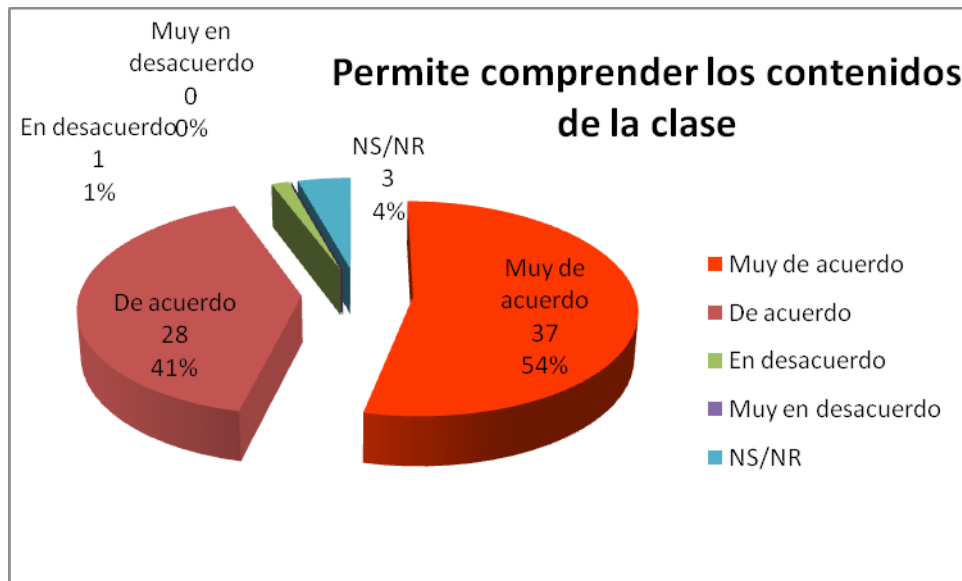


Como se observa en el gráfico, las y los estudiantes consideran que el Geogebra es fácil de utilizar, asignando un 96% para las categorías de *Muy de acuerdo* y *De acuerdo*.

El Geogebra permite comprender los contenidos de la clase

De acuerdo	28
En desacuerdo	1
Muy en desacuerdo	0
NS/NR	3
TOTAL	69

Fuente: Resultados del instrumento aplicado en el IIC 2009



En el ítem el uso de Geogebra permite comprender los contenidos de la clase, las y los estudiantes contestaron en porcentaje de 95%, en las categorías de *Muy de acuerdo* y *De acuerdo*.

Con respecto a la utilización del Geogebra, las y los estudiantes citan los siguientes aspectos que se han agrupado:

La materia se comprende más fácil, es menos aburrida, se entiende mejor y se logra una mayor concentración. Permite la ejemplificación exacta de cada figura. Al ser atractivo e interesante se retiene mejor en la memoria. Más fácil el trabajo y la lección se vuelve más dinámica. Se puede hacer cualquier tipo de figura en poco tiempo. Participan todos los alumnos.

Con respecto a los aspectos que no les gustaron, acerca de la utilización del Geogebra:

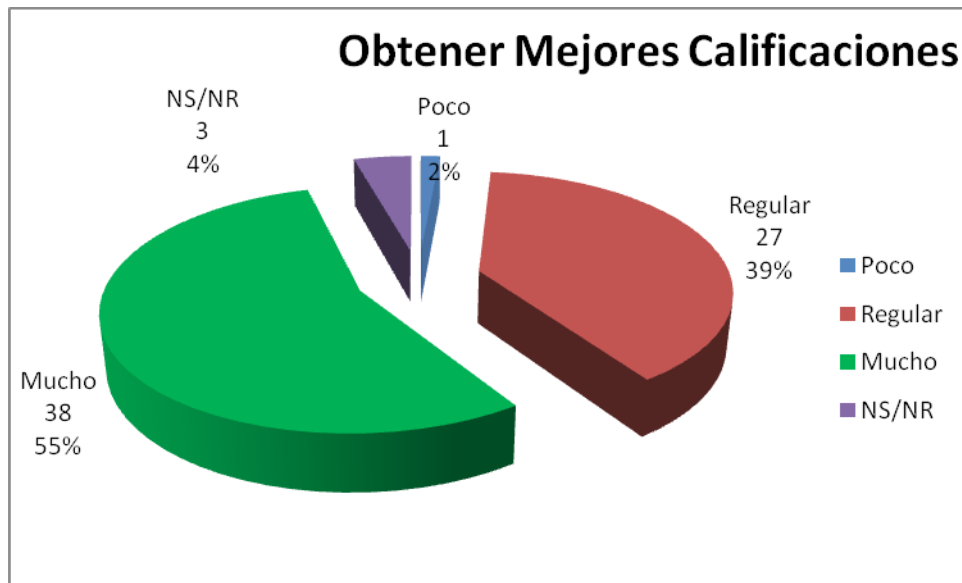
Al principio, no se sabe utilizar el programa y esto ocasiona dificultad.

Me confundo cuando no se qué hacer. Los otros comentarios fueron semejantes a los de la pregunta 3, todos positivos.

El Geogebra favorece obtener mejores calificaciones

Mucho	38
Regular	27
Poco	1
NS/NR	3
TOTAL	69

Fuente: Resultados del instrumento aplicado en el IIC 2009

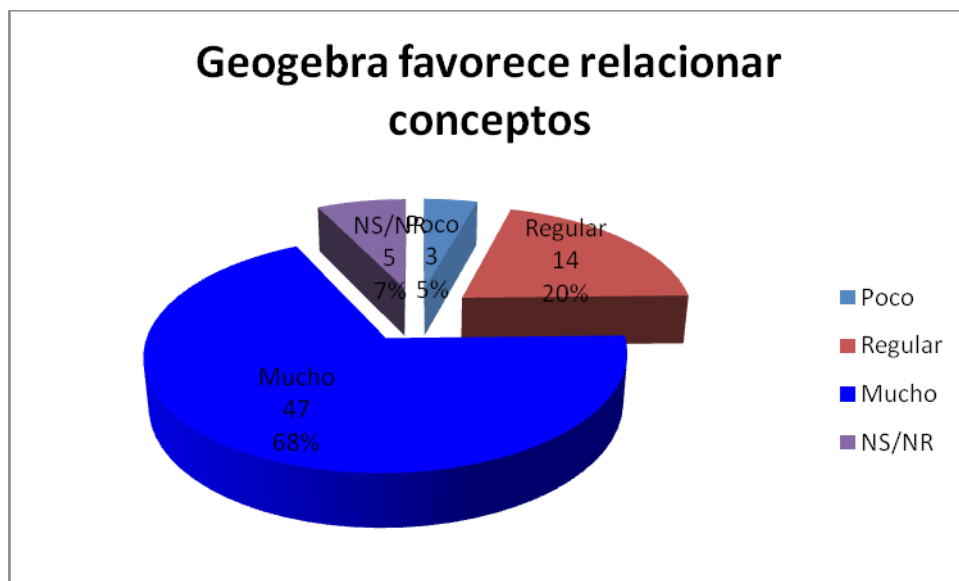


Una ventaja valorada considerablemente positiva, por las y los estudiantes, es que el uso del Geogebra favorece obtener mejores calificaciones, un 94% contesta en las categorías *Mucho* y *Regular*.

El Geogebra favorece relacionar conceptos

Mucho	47
Regular	14
Poco	3
NS/NR	5
TOTAL	69

Fuente: Resultados del instrumento aplicado en el IIC 2009



Las y los estudiantes consideran que el uso de Geogebra favorece relacionar conceptos. Específicamente contestaron en un porcentaje de 88%, en las categorías de *Mucho* y *Regular*.

El Geogebra favorece relacionar contenidos nuevos con los estudiados

Mucho	49
Regular	9
Poco	2
NS/NR	9
TOTAL	69

Fuente: Resultados del instrumento aplicado en el IIC 2009



En el ítem el Geogebra contribuye a relacionar contenidos nuevos con los estudiados previamente, lo responden en un grado de mucho, un 71%. Los resultados en este ítem son particularmente importantes, porque integra los contenidos vistos previamente con los contenidos que se están abordando en la actualidad, lo cual es un principio básico del aprendizaje significativo y por ende del constructivismo. Así mismo, se esperaría que las y los estudiantes construyan el conocimiento por medio de las actividades que estos desarrollan para atribuir significado al objeto de estudio.

El uso de Geogebra permite descubrir propiedades matemáticas, y aportan los siguientes ejemplos:

Permite descubrir procedimientos de forma sencilla. Los dibujos permiten entender los problemas, por lo que es más fácil ver las características de las figuras y comprender la materia. Como ejemplos concretos: comparar el volumen de un prisma y pirámide con la misma medida de la altura y la base. El ángulo de un triángulo equilátero mide 60° . Propiedades de las funciones.

Sobre la profundización en el álgebra, explican que:

Sí porque es más fácil de entender, permite graficar, se aprende cómo obtener los resultados, actualizamos nuestros conocimientos, permite explorar situaciones, es exacto, se profundiza, además de que se ven los procedimientos paso a paso.

Sobre la profundización en funciones, explican que:

Se aprende más acerca del tema con este programa que es muy bueno. Se hace más fácil al observar las gráficas de las funciones. Se relacionan muchos conceptos de una manera muy interesante, fácil y linda. Nos permite sencillamente observar si son decrecientes, crecientes o constantes.

Sobre la profundización en geometría, explican que:

Permite aclarar las dudas, facilita el resolver y comprender problemas de forma fácil, permite trazar bien los dibujos, da la oportunidad de aplicar las mismas fórmulas a diferentes figuras geométricas, se reconocen las figuras, áreas y volúmenes. Nos concentramos en el tema y participamos todos.

El uso de Geogebra permite cuestionar conceptos o procedimientos matemáticos, como por ejemplo: Es más fácil entender y comprender lo que verdaderamente estamos haciendo. Muy bueno en el tema de triángulos. Sí cuando viene explicado paso por paso cada tema y sus ejemplos. Permite investigar y afirmar los conceptos y propiedades analizadas en clase. Comprender el concepto de pendiente de una recta.

Ante la pregunta: ¿Cuándo se trabaja con el Geogebra se atreve a explorar las diferentes posibilidades de abordar ejercicios?, se obtienen respuestas como las que siguen:

Las explicaciones son más interesantes. Se juega con las imágenes. Las clases son más interactivas y no son aburridas. Se entiende mejor y las lecciones son más dinámicas y divertidas, las explicaciones son muy exactas y la materia es más fácil.

10.2- Resultados de las y los docentes

En este apartado se analizan los resultados de la y los docentes responsables de los estudiantes que aplicaron los cuestionarios (tres docentes), los docentes que se capacitaron en el uso del software Geogebra corresponde a un grupo de 17 y un grupo de 15 estudiantes de licenciatura de la carrera de Enseñanza de la Matemática donde el 80% son docentes actualmente de secundaria y universidad. En muchos análisis se toman el primer y segundo grupo ya que se considera que son los docentes que tienen mayor experiencia en el uso del Geogebra y los que lo utilizan en sus clases. El grupo de estudiantes-docentes de licenciatura en Enseñanza de la Matemática, han analizado potencialidades del Geogebra, pero no todos lo utilizan.

En la pregunta 1, se obtiene:

GEOGEBRA LE PARECE UN SOFTWARE FÁCIL DE UTILIZAR

CATEGORÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Muy de acuerdo	21	60
De acuerdo	14	40
En desacuerdo	0	0
Muy en desacuerdo	0	0
Total	35	100

Fuente: Cuestionario aplicado a docentes responsables de estudiantes que llenaron cuestionario, docentes capacitados en el Geogebra y estudiantes-docentes de licenciatura.

En la pregunta 2, se obtiene:

**GEOGEBRA LE FACILITÓ PROPICIAR EL APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS
DEL PROGRAMA DE MATEMÁTICA O DESARROLLAR
LA CLASE CON MAYOR FACILIDAD**

CATEGORÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Muy de acuerdo	20	57
De acuerdo	15	43
En desacuerdo	0	0
Muy en desacuerdo	0	0
Total	35	100

Fuente: Cuestionario aplicado a docentes responsables de estudiantes que llenaron cuestionario, docentes capacitados en el Geogebra y estudiantes-docentes de licenciatura

En la pregunta 3. Acerca de la utilidad del Geogebra en las lecciones de Matemática, se solicita especificar para qué le parece útil, se obtienen las siguientes respuestas agrupadas:

Utilidad del GEOGEBRA	Frecuencia
Visualizar conceptos matemáticos abstractos, demostraciones de teoremas	5
Explicar temas de Geometría, funciones, estereometría, trigonometría y algebra	9
Aprendizaje más significativo y motivador de manera dinámica	3
Total	17

Para la pregunta: Cite en qué no le parece útil, se obtienen 5 respuestas de que en Álgebra y 3 en Teoría de Números.

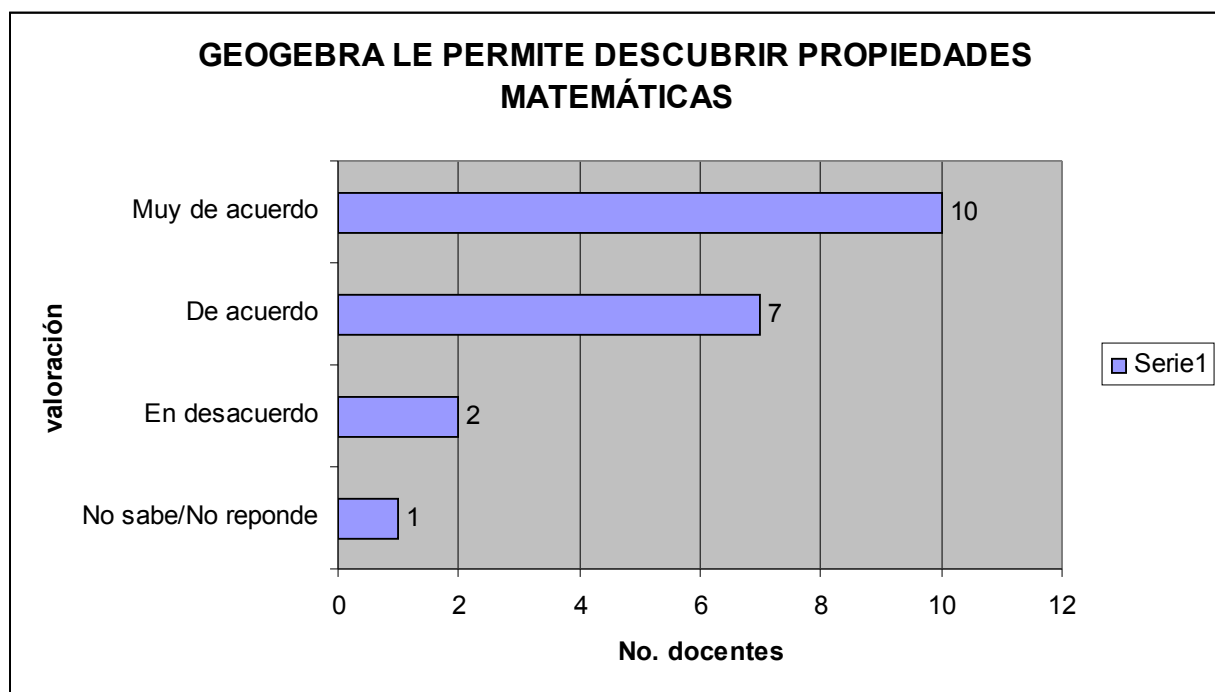
En la pregunta 4, las respuestas de los docentes tienden a situarse en la categoría *mucho*. Por lo que interesó analizar solo las respuestas de los docentes que imparten clase a los grupos de estudiantes que participaron en la investigación.

La profesora y profesores con experiencia en utilizar Geogebra valoran con el grado máximo *mucho*, en los ítemes que se relacionan con aspectos que favorecen el uso del Software: desarrollar clases más interesantes; motivar a los estudiantes para el aprendizaje, relacionar conceptos; relacionar contenidos nuevos con los estudiados; profundizar en los contenidos propuestos en los Programas de estudio del MEP; desarrollar lecciones más interactivas con el material de estudio; comprender ciertos conceptos matemáticos; aclarar conceptos geométricos o algebraicos estudiados en las lecciones; interactuar con las y los estudiantes.

Se cuenta con que un o una docente valora con la modalidad *regular* en ítemes como: Obtener mejores rendimientos académicos; relacionar contenidos nuevos con los estudiados; explorar otras potencialidades del Geogebra diferentes a las que se proponen en las lecciones.

Los resultados anteriores se complementan con las expresiones dadas por Eugenio Rojas, profesor de Matemáticas responsable del grupo que se encuentra en el Taller de Matemática con la profesora Cinthia Delgado: "no puedo definir si el dominio que tienen los estudiantes que asisten al taller de Geogebra es teórico o práctico, lo que he observado es que tienen un mayor nivel de comprensión,...incluso puedo identificar cuáles estudiantes están en ese taller, con solamente observar su desempeño".

En la pregunta 5: los docentes responden acerca del uso de Geogebra y si permite descubrir propiedades matemáticas.



Fuente: Cuestionario aplicado a docentes responsables de estudiantes que llenaron cuestionario y docentes capacitados en el Geogebra.

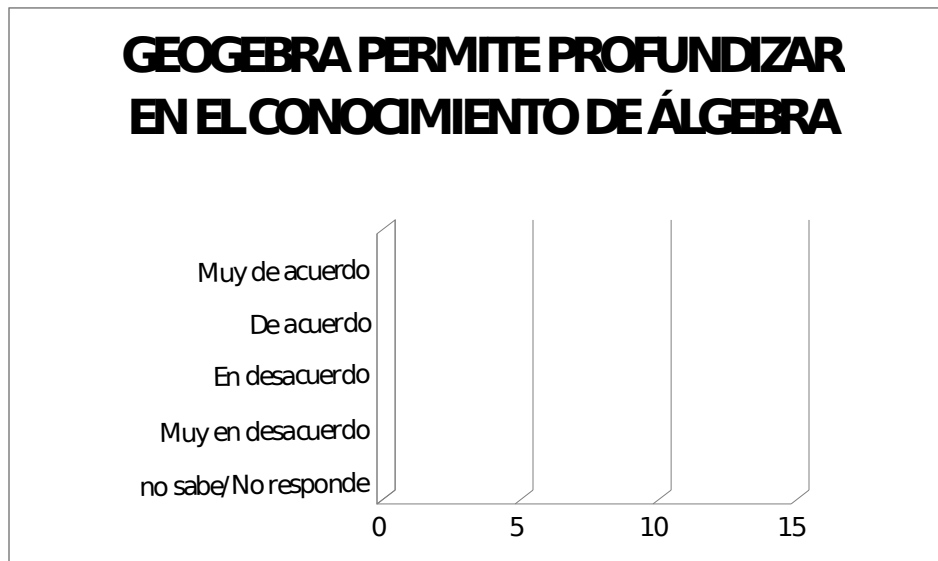
En este gráfico se observa que hay 10 docentes que están Muy de acuerdo con la afirmación de que el uso del Geogebra le permite descubrir propiedades matemáticas y 7 De acuerdo, y 2 docentes están en desacuerdo y 1 No sabe o no responde. Tomando las dos categorías Muy de acuerdo y de acuerdo suman el 85% contra un 1% en desacuerdo.

Cuando se solicita "Como por ejemplo", los resultados son los siguientes:

Propiedades Matemáticas	Frecuencia
Representación del concepto de funciones	3

Geometría: Polígonos, propiedades de cuadriláteros y triángulos (Pitágoras, triángulos especiales, desigualdad triangular), círculos, ángulos (entre paralelas)	11
No respondió	6
Total	20

En la pregunta 6, si el uso de Geogebra permite profundizar en el conocimiento de álgebra, se obtiene:

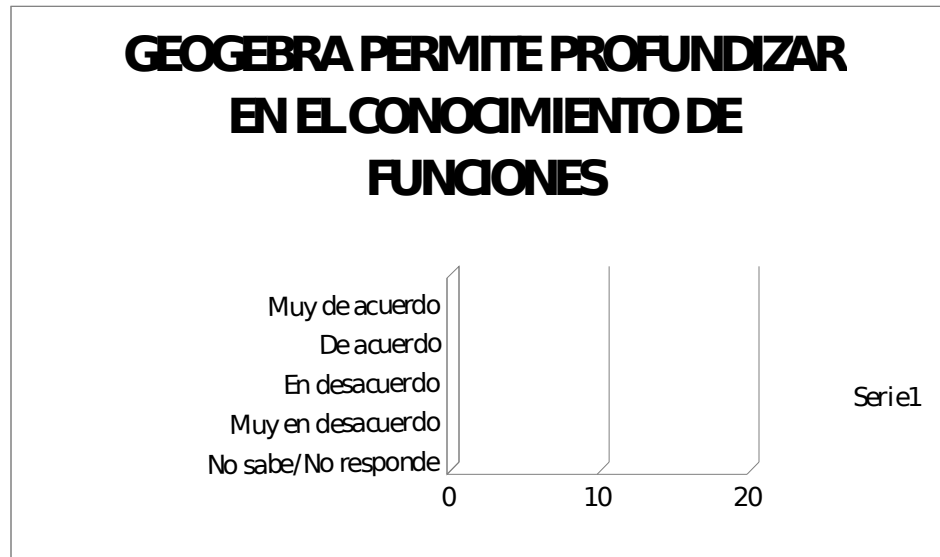


Fuente: Cuestionario aplicado a docentes responsables de estudiantes que llenaron cuestionario y docentes capacitados en el Geogebra

En las respuestas se obtiene que 18 docentes, lo que equivale a un 90% están Muy de acuerdo o de acuerdo con la afirmación de que el Geogebra permite profundizar en el conocimiento de álgebra, contra 1 docente que está muy en desacuerdo.

Al solicitarles argumentar, se hace mención a manipular las operaciones e indagar posibilidades con expresiones algebraicas. También para el cálculo de discriminante, número de soluciones, sumas de monomios. Se puede relacionar con geometría y comprender qué sucede con áreas en cuadriláteros, se visualiza la multiplicación de binomios y sus factorizaciones.

En la pregunta 7: - El uso de Geogebra permite profundizar en el conocimiento de funciones.

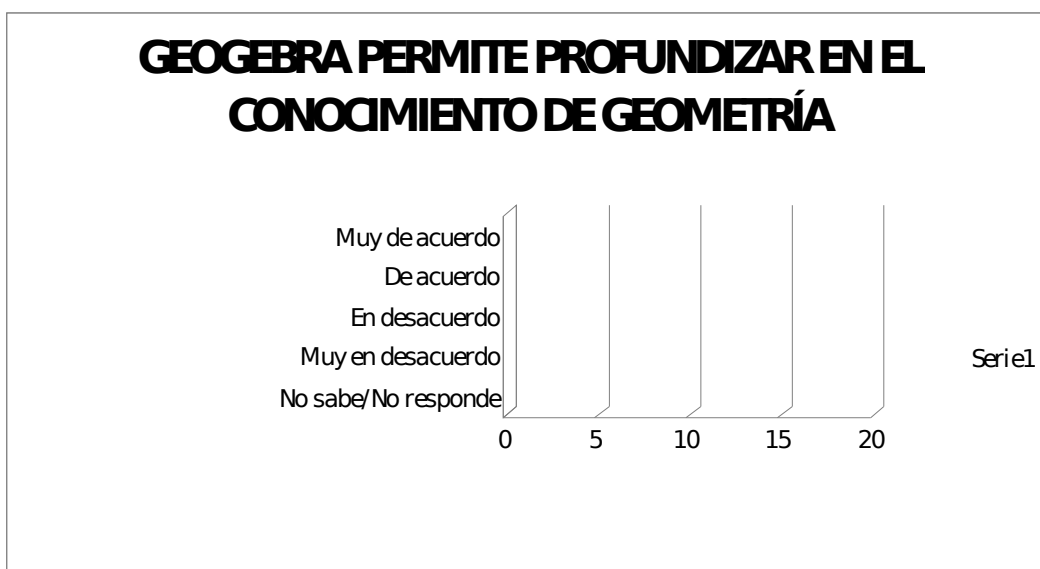


Fuente: Cuestionario aplicado a docentes responsables de estudiantes que llenaron cuestionario y docentes capacitados en el Geogebra.

Se obtiene como resultado que el 100% de los docentes valoran que el Geogebra permite profundizar en el conocimiento de funciones.

Cuando se solicita argumentar, muchos coinciden en la ilustración que ofrece el Geogebra, las animaciones gráficas (manipulación-interacción) en las funciones y sus propiedades, puntos de inflexión, concavidades, tipos de gráficas y sus comportamientos en distintos valores.

En la pregunta 8: El uso de Geogebra permite profundizar en el conocimiento geometría, tiene un comportamiento semejante a la pregunta 7, el 100% de docentes valoran esta afirmación con las categorías Muy de acuerdo y de acuerdo. Refiriéndose a que facilita el análisis de propiedades en las figuras, las construcciones y es muy completo para la enseñanza de estereometría ya que es atractivo y “permite el analizar problemas y ejercicios en forma interactiva”.



Fuente: Cuestionario aplicado a docentes responsables de estudiantes que llenaron cuestionario y docentes capacitados en el Geogebra.

En la pregunta 9: El uso de Geogebra permite comprobar conjeturas. Ante esta afirmación 10 docentes lo valoran con la categoría de Muy de acuerdo y 10 docentes con la categoría De acuerdo.

Al responder con ejemplos, se obtiene: "comprobar con medidas", "deducir propiedades y características", "demostraciones", "teorema de Pitágoras", "ecuación de la recta, intersección de la misma con ejes", "¿será rombo o cuadrado?", "comprobar con fórmulas".



Fuente: Cuestionario aplicado a docentes responsables de estudiantes que llenaron cuestionario y docentes capacitados en el Geogebra

En la pregunta 10. Se les solicita indicar los contenidos que considera más apropiados para trabajar con el software Geogebra. Las respuestas son bastante generales, refiriéndose a áreas de la Matemática y la combinación de ellas: "todo lo de geometría", "funciones" y "trigonometría". En un 100% anotan la geometría en combinación con funciones o trigonometría.

En las preguntas acerca de las fortalezas, se obtiene:

"El uso de tecnologías hace que los jóvenes sean más abiertos", "para reforzar materia vista", "ayuda a hacer las clases más dinámicas", "fácil de usar, interactivo, dinámico", "flexibilidad de aplicación e tan diversos campos", "excelente para trabajar geometría".

En las preguntas acerca de las debilidades, se obtiene:

"No he podido explorar todo", "no presenta animación gráfica", "no se puede trabajar la parte de teoría de números", "se facilita el trabajo en geometría general", "se requiere más capacitación y mayor tiempo para entenderlo al máximo", "no he encontrado debilidades".

11- Conclusiones

En esta investigación se ha logrado responder a los objetivos propuestos inicialmente y se mencionan aspectos relevantes de la reflexión del equipo de investigadoras con respecto al uso de Geogebra en la Enseñanza de la Matemática.

Al final de esta experiencia se pueden hacer algunas conclusiones como las siguientes:

La incorporación de software en las lecciones de Matemática, requiere analizar técnicas didácticas apropiadas, las formas de trabajo (individual e interactivo con la profesora o profesor y entre compañeros). Este enfoque evidencia un aprendizaje centrado en la y el estudiante, en el cual cada quien avanza a su propio ritmo.

La información recopilada, permite contar con un marco de referencia para determinar la importancia de incorporar la Internet y el software en la educación Matemática; así como los beneficios que esto trae.

Los roles de estudiantes y de docentes deben enmarcarse en los nuevos enfoques, en los que el y la estudiante tenga un desempeño más activo, y el y la docente sea un verdadero mediador y facilitador del aprendizaje.

El apoyo de un software educativo, libera a las y los estudiantes de la tarea de resolver largos algoritmos algebraicos, permitiéndole centrar su atención en las relaciones que existen entre los diferentes conceptos y procedimientos matemáticos y los resultados obtenidos.

El ambiente de trabajo que se crea cuando se utiliza tecnología, facilita que las y los estudiantes realicen conjeturas y generen ideas que les permitan construir sus propios conceptos, y en donde el papel de la y el profesor tiene una importante relevancia porque promueve que las y los estudiantes alcancen su máxima capacidad para irlos involucrando con diferentes niveles de dificultad.

Concretamente según los resultados obtenidos, la y los docentes externan valoraciones muy positivas en el uso del Geogebra, principalmente para descubrir propiedades matemáticas, para profundizar en el conocimiento de álgebra, geometría, funciones, comprobar conjeturas.

Todos los docentes valoran que el Geogebra permite profundizar en el conocimiento de funciones, el conocimiento de geometría y permite formular conjeturas.

Los docentes valoran la posibilidad de relacionar contenidos como por ejemplo el álgebra con la geometría.

Es importante mencionar los comentarios de las y los docentes acerca del aprendizaje y el recurso del Geogebra en el desarrollo de las lecciones, ya que este por sí mismo, es valioso, pero no hay que dejar de lado la mediación pedagógica del o la docente que cuestiona, dirige y conduce a la reflexión sobre los contenidos que se están abordando y las conexiones entre las diferentes áreas de la Matemática. El uso del Geogebra crea nuevas formas de trabajo interactivo entre estudiantes, docentes y con el objeto de estudio, porque estas actividades son totalmente diferentes a lo que se lograría con usar únicamente papel, lápiz y pizarra.

Según los instrumentos utilizados, las y los estudiantes manifestaron que el uso de Geogebra, les permite relacionar los conocimientos previos con los nuevos, de modo que se modifica la estructura mental y pueden hacer conjeturas, argumentar, explorar, dar ejemplos, relacionar unos conceptos con otros y comunicar las ideas y resultados. Estas actividades son competencias matemáticas que se ven favorecidas con el uso software mencionado, el cual contribuye a que las y los estudiantes le atribuyan su propio significado al conocimiento.

Por medio de la aplicación de tecnología dentro y fuera del aula, lo cual forma parte de los intereses de las y los estudiantes actuales en secundaria.

La construcción del conocimiento se enriquece con la diversidad de animación de objetos matemáticos, ya que permite que los conceptos, situaciones y procedimientos matemáticos que se desarrollan sean más dinámicos, porque se puede graficar desde un rango mayor de posibilidades en los valores, con lo que se logra mayor exploración, y abstracción desde situaciones particulares a más generales. Por ejemplo, un o una docente puede con tiza y pizarra representar algunas gráficas y figuras en una sola posición que lucen estáticas, por lo cual, las posibilidades de exploración son mínimas.

Mediante esta investigación se comprueba que efectivamente hay una percepción muy positiva acerca del uso del Geogebra, en las lecciones de Matemática, valorado por estudiantes y docentes. Se ha manifestado como un recurso sumamente valioso para el desarrollo de los temas contemplados en los planes de estudio vigentes, del Ministerio de Educación Pública, principalmente en los temas de Geometría, Álgebra y Funciones.

En la investigación se observó que el trabajo con Geogebra se realiza en pequeños grupos, de dos o tres personas. La y los docentes responsables de los grupos, manifestaron que de esta forma, se promueve el respeto ante las opiniones, cuando discuten y consensúan ideas, con el fin de reconstruir la teoría, comunicarse y razonar matemáticamente. Además la manipulación y reconstrucción de objetos de estudio les brinda cercanía y confianza, con el aprendizaje, porque son partícipes de su propio proceso, al ritmo personal y del grupo. En esta dinámica se apoyan, explican, corrigen y se comunican más que cuando se usan metodologías tradicionales. Estas condiciones favorecen otras competencias vitales para la vida, como negociar, razonar, conjeturar, plantear hipótesis, ser solidarios, respetar, comunicar asertivamente, y aprender a aprender.

Con respecto a la divulgación de los resultados de esta investigación, en el Liceo Las Esperanzas de Pérez Zeledón, en el marco de presentación de innovaciones educativas, se presentó la ponencia: El logro de aprendizaje significativo con software en Matemática en secundaria. No se descarta realizar otras actividades de este tipo y publicaciones. Además para el próximo año 2010, se planea realizar una videoconferencia, desde la Dirección de Recursos Tecnológicos del MEP, la cual se planea realizar con más de 20 puntos dentro del país, algunos países de Centroamérica y República Dominicana.

En las instituciones participantes, se les indicó a las directoras y la y los docentes participantes, que el próximo año, se establecerá contacto, para entregarles el informe, una vez que haya sido revisado en el INIE.

12- Recomendaciones

Se sugiere que en estudios posteriores relacionados con esta temática, se contemplen otras variables como la permanencia del conocimiento adquirido y la motivación intrínseca de las y los estudiantes.

Se recomienda el uso de Geogebra, ya que promueve la construcción activa por parte de las y los estudiantes, ya que facilita la comprobación de conjeturas y el descubrimiento de

relaciones y propiedades matemáticas, el descubrimiento de relaciones y propiedades matemáticas, reconstruir teoría, trabajar a su propio ritmo, hacer asociaciones y generalizaciones, interiorizar diferentes representaciones de un mismo concepto, indagar, descubrir, cuestionarse, aprender del error. Además da seguridad y confianza en las y los estudiantes que pueden lograr el aprendizaje.

Analizar el trabajo y los logros obtenidos para aprovechar las ventajas del uso de este software con el fin de promover el desarrollo de habilidades y de competencias, con lo que las clases de Matemática podrían ser más interesantes, activas, útiles, pertinentes y sobre todo, agradables para el y la estudiante.

Realizar estudios comparativos entre logros obtenidos con estudiantes que utilizan los software matemáticos y otros grupos de estudiantes que no los utilizan.

Con el uso de Geogebra, el papel del docente será más activo, debe preparar actividades, situaciones didácticas, ejercicios y problemas, seleccionar y evaluar recursos disponibles en la red. Además de promover: la interacción con el objeto de estudio y con los otros participantes del proceso, la reflexión constante con estudiantes y colegas.

La situación ideal sería que la o el docente sea un guía que le muestre las diferentes posibilidades y le haga detectar los errores, en caso de no llegar al camino correcto, o sea brindar atención a las tareas asignadas, con el fin de que se realicen de la mejor manera para seguir adelante.

Capacitar a las y los docentes en el uso de los software matemáticos para trabajar dentro y fuera del aula. Además promover nuevas formas de trabajo, en las que se pueda reflexionar sobre las posibilidades del software y la planificación pertinente de las unidades didácticas con la aplicación de tecnología. Esto permitirá que se conformen grupos o comunidades de análisis y aprendizaje permanente entre docentes.

Brindar seguimiento acerca del desempeño o rendimiento en Matemática de las y los docentes y estudiantes que trabajan el software Geogebra, ya que los resultados podrían motivar a otras y otros docentes a utilizar el mismo. Esto contribuye al mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Matemática para finalmente lograr el beneficio de tener mejores profesionales y personas en el país.

El Geogebra no logra por sí solo los resultados positivos, es en conjunto con la mediación pedagógica de las y los docentes, que favorece el aprendizaje significativo en las y los estudiantes, mientras simultáneamente ellas y ellos desarrollan una serie de habilidades y competencias útiles en otros escenarios de la vida. Por lo que hay que prestar atención en la planificación de las lecciones, que podría realimentarse con la reflexión de otros colegas que trabajan los software matemáticos. Esta situación requiere compromiso y una apertura ya que la y el docente debe realizar actividades nuevas y estar dispuesto a trabajar en conjunto.

13- Referencias

Aguaded Gómez, J. I. y Díaz Gómez, R. (2008). La formación de telespectadores críticos en educación secundaria. *Revista Latina de Comunicación Social*. 63, 121-139.

- Akkar, M. (2002). *L'enseignement des mathématiques dans l'enseignement secondaire maghrébin*. *Analyses ZDM*, 34, 4,
- Arias, J.M. y Maza, I. (2006). *Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Matemática para la ESO y los Bachilleratos*. *La Gaceta*, 9, 1, 223-243.
- Artigue M. (1991). *Analyse de processus d'enseignement en environnement informatique*. *Petit, X*, N° 26.
- Azcárate, C. (1998). *Acerca de los procesos del pensamiento matemático avanzado*. *La Gaceta*, 6, 1, 235-240.
- Balacheff, N., Kapput, J (1996). *Computer-based learning environments in mathematics*. *International Handbook of Mathematics Education*.
- Bazalgette, C., Bevort, E. et Savino, J. (Coords.). (1992). *L'éducation aux médias dans le monde: nouvelles orientations*. Paris: UNESCO/CLEMI/British
- Berger, G., (1983). *L'éducation aux médias: un exemple de Suisse*. *Perspectives* 13, 2, 247-256.
- Blubaugh, R. P. W. (2005). *Technology in Mathematics Education: Preparing Teachers for the Future*. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 5.
- Cabero, J. y Romero, R. (2002). *Violencia, juventud y medios de comunicación*. En: <http://tecnologiaedu.us.es/revistaslibros/violencia.htm> Revisado: 05/04/08
- Capponi, B. y Hadas, N (2000). *De la géométrie de traitement aux constructions dans Cabri-Geometre II au collège*. IREM de Grenoble. *Revue Repères* 40, 11-42.
- Cardon, D. (2005). *Réseaux sociaux, pratiques culturelles et outils de communication*. *Laboratoire de sociologie des usages-France Télécom, R&D.Ecole Grands Réseaux d'Interactions*. En : <http://www.liafa.jussieu.fr/~grigri/ecole/Slides/Cardon.ppt>
- Recuperado el 5 de abril de 2008, de Carretero y Piaget. *Pensamiento formal en la adolescencia*. En: <http://www.slideshare.net/gzy/carretero-y-piaget-y-el-pensamiento-formal-de-la-adolescencia> Revisado: 25/07/09.
- Consejo Nacional de la Política Pública de la Persona Joven (2008). *Primera encuesta nacional de juventud*. Observatorio de la persona joven. San José, Costa Rica: Fondo de Población de las Naciones. En: <http://www.mcjdcr.go.cr/juventud/> . Revisado: 04/05/09
- Cook, A. (2006). *Online Course Success for high school students: does reading ability matter?* Dissertation, Doctor of Education. Cincinnati.

- Crespo R., G. S., Guerrero, S, Tomás, ML, Socas M. y Zuazua, E. (2005). Sobre la situación de la enseñanza de las Matemática. La Gaceta. Vol., N° 499-509.
- D'Amore, B. (1999). (2002) La didáctica de la Matemática como epistemología del aprendizaje matemático. (Trad. al castellano por Víctor Larios Osorio). Cap 2, pp. 55-96. Bologna: Editrice.
- Díaz F., Hernández G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Segunda edición. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México, D.F.
- Diccionario Real Academia de la Lengua. En: http://buscon.rae.es/drae/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=cultura. Revisado el 10/07/09.
- Dubois, C., Gueudet, G. et al. (2008). *Quels échanges pour quels usages de MathEnPoche?*
- Entrevista al profesor Juan Pablo Serrano Echeverría. Uso de Geogebra. Realizada el abril 2009.
- Entrevista al profesor Germán Quirós Quirós, Uso de Geogebra. Realizada el octubre, 2009.
- Entrevista al profesor Juan Pablo Alvarado. Uso de Geogebra. Realizada el agosto, 2009.
- Entrevista a la profesora Cintia Delgado. Uso de Geogebra. Realizada el agosto, 2009.
- Espino Flores Gessure, 2007. Lenguaje y Pensamiento Matemático. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Fouz, F. (2002). Modelo de Van Hiele para la didáctica de la Geometría. Berritzegune de Donosti
- Gamboa R. (2007). Uso de Tecnología en la Enseñanza de las Matemática. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. 2,3, 11-44.
- Gaviria, J.L., Martínez-Arias, R., Castro, M. (2004). Un Estudio Multinivel sobre los factores de eficacia escolar en países en desarrollo: el caso de los recursos en Brasil. Archivos Analíticos de Políticas Educativas, 12,20.
- Geogebra. En: www.Geogebra.org. Revisado en fechas múltiples.
- Geogebra. En: <http://www.geogebra.org/cms/index.php?lang=es>. Revisado: 09-05-08
- Guin, D. (Mai, 1998). Actes du Colloque francophone européen: Calculatrices symboliques et géométriques dans l'enseignement des mathématiques. IREM de Montpellier.
- Institute for Human and Machina Cognition. En: [http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1GNH31TXG-MS17N3-3VD/Ausubel-aprendizaje%20significativo.ppt#320,8,Diapositiva 8](http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1GNH31TXG-MS17N3-3VD/Ausubel-aprendizaje%20significativo.ppt#320,8,Diapositiva%208) . Revisado el 01/11/09

- JAEM IX. (Set. 1999). Memoria IX Jornadas para el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemática. Galicia.
- Jaime A, Gutiérrez A. (1990). Una propuesta de Fundamentación para la Enseñanza de la Geometría: El modelo de van Hiele, *Práctica en Educación Matemática*. Capítulo 6o, pág. 295-384. Ediciones Alfar, Sevilla.
- Méndez, P. (2003). Evaluando y aplicando software educativo: una experiencia de investigación y docencia. *Revista de Pedagogía*. 24, 69.
- Ministerio de Educación Pública. (2001 y 2005). Programas de Estudios de Matemática. En: <http://www.educatico.ed.cr/Secundaria/Matematica/Forms/AllItems.aspx>. Revisado: 01/03/09
- Mora Sánchez José Antonio, 2007. *Geometría Dinámica en Secundaria*. I.E.S. Sant Blai de Alicante. España.
- Moore, J. L. P. (2003). The effect of classroom implementation of prescriptive staff development on the mathematics achievement of secondary school students. University of Houston.
- Morduchowicz, R. (2001). El sentido de una educación en medios. *Revista Iberoamericana de Educación*. N° 31, 1681-5653.
- Naranjo Chacón, Gustavo.(2009). Ponencia: Aprendizaje significativo y autodidaxia como pedagogía del aprendizaje. I Congreso Iberoamericano de Pedagogía. Universidad Nacional.
- Navarro, D. (2006). Sur l'utilisation des outils informatiques dans la enseignement de matHematique. Thèse doctorat Université Paul Sabatier, France.
- Las nuevas tecnologías mejoran el resultado académico de los alumnos de 15 años en matemáticas según el pisa. En: http://reddigital.cnice.mec.es/6/Noticias/pdf/Noticia_21.pdf Revisado el 15/10/09
- Ortega, M. (2003). La Red como material de apoyo en la enseñanza de las Matemática. *La Gaceta*, 6, 1, 231-242.
- Otoya, M., Hernández, R. Quesada, E. Hernández, M. y Jiménez, Y.. (2006). Estado del Arte: educación virtual en la educación superior Costa Rica. Heredia, Costa Rica: UNA. Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible.
- Pérez, (2007). Programas informáticos para la enseñanza de la Geometría. *La Gaceta de la RSME*. Vol. 10.2 p.501-514.

- Pierre, E., (1984). France: formation du jeune téléspectateur, en Unesco (Ed.). L'éducation aux médias. Paris: Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture, pp. 299-312.
- Piaget, J. Choquet et Al. (1983). La enseñanza de las Matemática modernas. Madrid, España. Alianza Editorial.
- Programa de Sociedad de la Información. Universidad de Costa Rica. (2008) E- Juventud. En: <http://www.prosic.ucr.ac.cr/images/pdf/CAPITULO8.pdf> Revisado: 01/07/09
- Pronovost, G (1996). Médias et pratiques culturelles. Grenoble: Presses universitaires
- S Druesne. L'association Sésamath. Math en poche. (15 de diciembre, 2006). Recuperado el 11 de abril, 2008, de www3.ac-creteil.fr/Colleges/93/republiquebobigny/spip/spip.php?article31. Revisado 11/04/09
- Salomon, G. (1981). Interaction of Media, Cognition and Learning. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Steele, D. y Arth, A. (1998). Lowering anxiety in the math curriculum. The education Digest 63, 7, 18.
- UNESCO. (1982). Declaración sobre la enseñanza de los medios. Grynwwal. www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/ept_jomtien_declaracion_mundial.pdf Revisado : 08/04/2008
- UNESCO. (1984). *L'éducation aux médias*. París.
- UNESCO. (2007). L'UNESCO lance les Standards de compétences TIC des enseignants lors de la Conférence lors de la Conference Moving Young. Londres. portal.unesco.org/ci/fr/ev.php- Recuperado el 10 de abril de 2008, de URL_ID=1653&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- Uría, M. (1998). Estrategias didáctico-organizativas para mejorar los centros educativos. Madrid: Narcea, S. A. De Ediciones.
- Woods, P. (1989). *La escuela por dentro*. La etnografía en la investigación educativa. Madrid: Paidós Ibérica-Centro de Publicaciones del M.E.C.

14- Anexos

Instrumento utilizado para estudiantes Opinión sobre el uso de GEOGEBRA

Estimada o estimado estudiante: este cuestionario es para conocer su opinión acerca del uso de Geogebra¹ en las lecciones. Su colaboración es muy valiosa y la información suministrada será usada confidencialmente para un estudio que se desarrolla en la Universidad de Costa Rica. Agradecemos su participación.

Instrucciones: Escriba una X en la opción de su respuesta.

1- Geogebra le parece un software fácil de utilizar:

a- Muy de acuerdo b- De acuerdo c- En desacuerdo d- Muy en desacuerdo

2- Geogebra le permitió comprender los temas de la clase de Matemática:

a- Muy de acuerdo b- De acuerdo c- En desacuerdo d- Muy en desacuerdo

3- Acerca de la utilización del Geogebra en las lecciones de Matemática, cite aspectos que le gustaron:

4- Acerca de la utilización del Geogebra en las lecciones de Matemática, cite aspectos que no le gustaron:

5- Marque con una X todas las categorías que desee sobre lo que el uso del software Geogebra favorece:

	Grado en que se favorece		
	Mucho	Regular	Poco
5.1- Obtener mejores calificaciones.			
5.2- Relacionar conceptos.			
5.3 Relacionar contenidos nuevos con los estudiados			
5.4- Explorar otras potencialidades de Geogebra, diferentes a las propuestas por su profesor o profesora.			
5.5- Lecciones más interactivas con el material de estudio.			
5.6- La comprensión de ciertos conceptos matemáticos.			
5.7- Aclarar conceptos geométricos o algebraicos estudiados en las lecciones.			
5.8- La interacción con el o la profesora.			
5.9- La comunicación con las y los compañeros.			

Las siguientes preguntas son específicas de temas matemáticos, si no conoce de algunos, por favor no responder.

6- El uso de Geogebra permite descubrir propiedades matemáticas.

Muy de acuerdo. De acuerdo En desacuerdo Muy en desacuerdo /_/

Como por ejemplo:

¹ Software matemático libre para aplicaciones en álgebra y geometría.

7- El uso de Geogebra permite profundizar en el conocimiento de álgebra.

Muy de acuerdo De acuerdo En desacuerdo Muy en desacuerdo /__/

Explique por qué:

8- El uso de Geogebra permite profundizar en el conocimiento de funciones.

Muy de acuerdo. De acuerdo. En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/

Explique por qué:

9- El uso de Geogebra permite profundizar en el conocimiento geometría.

Muy de acuerdo. De acuerdo. En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/

Explique por qué:

10- El uso de Geogebra permite cuestionar algunos conceptos o procedimientos matemáticos.

Muy de acuerdo De acuerdo En desacuerdo Muy en desacuerdo /__/

Como por ejemplo:

11- Cuando trabaja con el Geogebra, usted se atreve a explorar las diferentes posibilidades de abordar los ejercicios.

12- El uso de Geogebra permite explorar más contenidos y procedimientos, de lo que se puede explorar si no se usa este software, por ejemplo, si en su lugar se usa texto impreso o pizarra.

Muy de acuerdo De acuerdo En desacuerdo Muy en desacuerdo /__/

13- ¿Qué hace diferente el profesor o profesora en las clases donde se usa el Geogebra, de las clases donde no se usa?

Nombre: _____
 Sección: _____ Edad: _____

Institución: _____

Muchas gracias por su colaboración.

Instrumento utilizado para docentes de las y los estudiantes participantes

Evaluación sobre el uso de GEOGEBRA

Estimada o estimado docente: este cuestionario es para conocer su opinión acerca del uso de Geogebra² en sus lecciones. Su colaboración es muy valiosa y la información suministrada será usada confidencialmente para un estudio que se desarrolla en la Universidad de Costa Rica, si lo desea se le invitará a una presentación de los resultados. Agradecemos su participación.

Instrucciones: Escriba una X en la opción de su respuesta.

1- Geogebra le parece un software fácil de utilizar:

Muy de acuerdo. De acuerdo En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/

2- Geogebra le facilitó propiciar el aprendizaje de los contenidos del programa de matemática o desarrollar la clase con mayor facilidad.

Muy de acuerdo De acuerdo. En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/

3- Acerca de la utilidad del Geogebra en las lecciones de matemática, cite específicamente para qué le parece útil:

Cite en qué no le parece útil:

4. Escriba una X en todas las categorías que desee con respecto a lo que el software Geogebra le favorece y califique el grado en cada una de ellas.

	Grado en que le favorece		
	Mucho	Regular	Poco
4.1- Desarrollar clases más interesantes.			
4.2- Motivar a los estudiantes para el aprendizaje.			
4.3- Obtener mejores rendimientos académicos.			
4.4- Relacionar conceptos.			
4.5- Relacionar contenidos nuevos con los estudiados			
4.6- Explorar otras potencialidades de Geogebra, diferentes a las que se proponen en las lecciones.			
4.7- Profundizar en los contenidos propuestos en los programas de estudio del MEP.			

² Software matemático libre para aplicaciones en álgebra y geometría.

4.8- Desarrollar lecciones más interactivas con el material de estudio.			
4.9- Comprender ciertos conceptos matemáticos.			
4.10- Aclarar conceptos geométricos o algebraicos estudiados en las lecciones.			
4.11- Interactuar con las y los estudiantes.			

5- El uso de Geogebra permite descubrir propiedades matemáticas.

Muy de acuerdo. De acuerdo. En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/

Como por ejemplo:

6- El uso de Geogebra permite profundizar en el conocimiento de álgebra.

Muy de acuerdo. De acuerdo. En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/
Argumente.

7- El uso de Geogebra permite profundizar en el conocimiento de funciones.

Muy de acuerdo. De acuerdo. En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/
Argumente.

8- El uso de Geogebra permite profundizar en el conocimiento geometría.

Muy de acuerdo. De acuerdo. En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/
Argumente.

9- El uso de Geogebra permite comprobar conjeturas.

Muy de acuerdo. De acuerdo. En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/
Como por ejemplo:

10- Indique los contenidos que considera más apropiados para trabajar con el software Geogebra: _____

11- ¿Cómo utiliza el geogebra para relacionar los nuevos contenidos con los abordados anteriormente?

12- ¿Cuál ha sido la mejor experiencia que ha tenido con el software Geogebra?

13- ¿Cuál o cuáles son las debilidades y fortalezas del uso del software Geogebra?

Nombre: _____ Tel : _____ Email: _____

Nivel(es) que imparte: _____ Años de experiencia docente: _____

Institución en la que trabaja: _____

Agradecemos su valioso aporte.

Instrumento utilizado para docentes con asesoramiento sobre el uso de Geogebra

Evaluación sobre el uso de GEOGEBRA

Estimada o estimado docente: este cuestionario es para conocer su opinión acerca del uso de Geogebra³, cuando recientemente ha recibido capacitación para utilizarlo en sus lecciones. Su colaboración es muy valiosa y la información suministrada será usada confidencialmente para un estudio que se desarrolla en la UCR, si lo desea se le invitará a una presentación de los resultados. Agradecemos su participación.

Instrucciones: Escriba una X en la opción de su respuesta.

1- GeoGebra le parece un software fácil de utilizar:

Muy de acuerdo. De acuerdo En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/

2- Considera que el GeoGebra le podría facilitar o propiciar el aprendizaje de los contenidos del programa de matemática o desarrollar la clase con mayor facilidad.

Muy de acuerdo. De acuerdo. En desacuerdo. Muy

en desacuerdo. /__/

3- Acerca de la utilidad del GeoGebra en las lecciones de matemática:

Cite específicamente para qué le parece que podría ser útil:

5. Escriba una X en todas las categorías que desee con respecto a lo que el software GeoGebra le podría favorecer y califique el grado en cada una de ellas.

³ Software matemático libre para aplicaciones en álgebra y geometría.

	Grado en que le favorece		
	Mucho	Regular	Poco
5.1- Desarrollar clases más interesantes.			
5.2- Motivar a los estudiantes para el aprendizaje.			
5.3- Obtener mejores rendimientos académicos.			
5.4- Relacionar conceptos.			
5.5- Explorar otras potencialidades de GeoGebra, diferentes a las que se proponen en las lecciones.			
5.6- Profundizar en los contenidos propuestos en los programas de estudio del MEP.			
5.7- Desarrollar lecciones más interactivas con el material de estudio.			
5.8- Comprender ciertos conceptos matemáticos.			
5.9- Aclarar conceptos geométricos o algebraicos estudiados en las lecciones.			
5.10- Interactuar con el o la profesora.			
5.11- Interactuar con los estudiantes.			

6- El uso de GeoGebra podría permitirle, descubrir propiedades matemáticas.

Muy de acuerdo De acuerdo En desacuerdo Muy en desacuerdo. /__/

Como por ejemplo:

7- El uso de GeoGebra podría permitirle, profundizar en el conocimiento de álgebra, funciones y hacer geometría

Muy de acuerdo. De acuerdo. En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/

Argumente.

8- El uso de GeoGebra podría permitirle comprobar conjeturas.

Muy de acuerdo. De acuerdo. En desacuerdo. Muy en desacuerdo. /__/

Como por ejemplo:

9- Indique los contenidos que considera más apropiados para trabajar con el software GeoGebra:

10- ¿Cuál o cuáles son las debilidades y fortalezas de software GeoGebra, según su apreciación en este momento?

Nombre: _____ Tel: _____

Email: _____

Nivel(es) que imparte: _____ Años de experiencia docente: _____

Institución en la que trabaja: _____

Agradecemos su valioso aporte.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

COMITÉ ÉTICO CIENTIFICO

Teléfonos:(506) 2511-4201 Telefax: (506) 2224-9367

Escriba aquí su unidad académica

FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

(Para ser sujeto de investigación)

(Título del proyecto)

Código _____ **(o** _____ **número)** _____ **de**
proyecto: _____

Nombre del Investigador Principal: _____

Nombre del participante: _____

- A. PROPÓSITO DEL PROYECTO:** Utilizando palabras que cualquier persona pueda entender, (se recomienda para personas con sexto grado de escolaridad a lo sumo) explique quién o quiénes están realizando este estudio, a cuál institución pertenecen los investigadores, cuál es la motivación para realizarlo, la información que esperan obtener y, de ser pertinente, cuánto tiempo demorará el estudio o la participación de los sujetos en él. Emplee lenguaje sencillo, pero correcto; no técnico.

- B. ¿QUÉ SE HARÁ?:** Describa detalladamente en qué consiste la participación de la persona, qué es lo que tiene que hacer para participar en el estudio, qué se va a hacer con ella, a qué se compromete cuando acepta formar parte de la población del estudio, por cuánto tiempo, en cuáles circunstancias, cómo, cuándo, dónde, con qué instrumento, si se va a grabar (audio y/o video), qué pasará posteriormente con las grabaciones, entre otros.
Ejemplo de una descripción correcta: Se le va a pesar en una balanza, se le va a medir la estatura con el metro que forma parte de la balanza, con cinta métrica se va a medir la circunferencia de su cintura, y así sucesivamente.
- C. RIESGOS:**
1. La participación en este estudio puede significar cierto riesgo o molestia para usted por lo siguiente: (describa y anote claramente, con lenguaje sencillo, todas las molestias e inconvenientes posibles –reales y potenciales-, así como riesgos para la salud física y mental, incluyendo el riesgo de la pérdida de privacidad, la incomodidad o ansiedad. No minimice nunca los riesgos)
 2. Si sufriera algún daño como consecuencia de los procedimientos a que será sometido para la realización de este estudio, los investigadores participantes realizarán una referencia al profesional apropiado para que se le brinde el tratamiento necesario para su total recuperación.
- D. BENEFICIOS:** *En caso de que exista beneficio directo:* Como resultado de su participación en este estudio, el beneficio que obtendrá será (describa los beneficios reales para la persona que acepta participar en el estudio). *En caso de que no exista beneficio directo:* Como resultado de su participación en este estudio, no obtendrá ningún beneficio directo, sin embargo, es posible que los investigadores aprendan más acerca de..... y este conocimiento beneficie a otras personas en el futuro.
- E.** Antes de dar su autorización para este estudio usted debe haber hablado con .(nombre del investigador). o con alguno de los investigadores sobre este estudio y ellos deben haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera más información más adelante, puedo obtenerla llamando a (nombre del investigador) al teléfono (número) en el horario (horario de consulta disponible). Además, puedo consultar sobre los derechos de los Sujetos Participantes en Proyectos de Investigación al CONIS –Consejo Nacional de Salud del Ministerio de Salud, teléfonos 2233-3594, 2223-0333 extensión 292, de lunes a viernes de 8 a.m. a 4 p.m. Cualquier consulta adicional puede comunicarse a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica **a los teléfonos 2511-4201 ó 2511-5839**, de lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.
- F.** Recibirá una copia de esta fórmula firmada para mi uso personal.
- G.** Su participación en este estudio es voluntaria. Tiene el derecho de negarse a participar o a discontinuar su participación en cualquier momento, sin que esta decisión afecte la calidad de la atención médica (o de otra índole) que requiere.

- H.** Su participación en este estudio es confidencial, los resultados podrían aparecer en una publicación científica o ser divulgados en una reunión científica pero de una manera anónima.

En algunos tipos de investigaciones se debe informar a los participantes sobre las limitaciones de los investigadores para proteger el carácter confidencial de los datos y de las consecuencias que cabe esperar de su quebrantamiento. Por ejemplo, cuando la ley obliga a informar sobre ciertas enfermedades o sobre cualquier indicio de maltrato o abandono infantil. Estas limitaciones y otras deben preverse y ser señaladas a los presuntos participantes.

- I.** No perderá ningún derecho legal por firmar este documento.

ATENCIÓN SR. O SRA. INVESTIGADOR(A) *Si el estudio requiere muestras biológicas sírvase agregar el siguiente punto:*

- J.** *Las muestras obtenidas para esta investigación podrían transferirse a otros investigadores bajo el Acuerdo de Transferencia de Material Biológico (MTA).*

CONSENTIMIENTO

He leído o se me ha leído, toda la información descrita en esta fórmula, antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y éstas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio

Nombre, cédula y firma del sujeto (niños mayores de 12 años y adultos) fecha

Nombre, cédula y firma del testigo fecha

Nombre, cédula y firma del Investigador que solicita el consentimiento fecha

Nombre, cédula y firma del padre/madre/representante legal (menores de edad)
fecha

- ◆ *NOTA:* Si el o la participante es un menor de 12 años, se le debe explicar con particular cuidado en qué consiste lo que se le va a hacer.
Se le recuerda que si va a trabajar con adolescentes de edades entre 12 y 18 años, debe elaborar fórmula de asentimiento informado.

NUEVA VERSIÓN FCI – APROBADO EN SESIÓN DEL COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO
(CEC) NO. 149 REALIZADA EL 4 DE JUNIO DE 2008.

CELM-Informe definitivo Geogebra 2009.doc