



APLICACIONES MÓVILES EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Formación del Profesorado

Presentado por:

Joaquín Alejano de Aranzadi

Dirigido por:

Dr. Carlos Hermoso Ortiz

Alcalá de Henares, a 28 de junio de 2019

RESUMEN

En este trabajo se analizan tres aplicaciones desde el punto de vista educativo: Instagram, WhatsApp y PhotoMath. Se estudia la situación legal del uso de aplicaciones móviles con menores y las precauciones necesarias para cumplir con la legislación en términos de protección de datos. También se analiza la viabilidad de su utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje y los posibles beneficios y riesgos que puedan derivarse de su aplicación. Además, se realizan propuestas didácticas en las que incorporar estas aplicaciones en el aula de matemáticas.

ABSTRACT

In this article, we will analyse three mobile applications from an educational stand point: Instagram, WhatsApp and PhotoMath. We will study the legal framework of the use of apps with minors and the precautions needed to comply with the law in terms of personal data protection. It will be also analysed the viability of the use of the apps in the teaching-learning process, and the outcomes and risks that could arise from it. Moreover, we will present teaching proposals that include the use of these apps in the Math class.

Índice Paginado

1. Introducción y contexto teórico	5
2. Descripción de las aplicaciones	7
2.1 Instagram	7
2.2 WhatsApp	10
2.3 PhotoMath	12
2.4 Suite de aplicaciones de GeoGebra	13
2.4.1 Graphic Calculator	14
2.4.2 3D Calculator	16
2.4.3 CAS Calculator	18
2.4.4 Scientific Calculator	19
2.4.5 Geometry	20
3. Propuestas didácticas	22
3.1 Instagram	22
• Flipped Classroom	22
• Estadística	24
3.2 WhatsApp	25
• Personajes Matemáticos	25
• Gymkana Virtual	27
3.3 PhotoMath	28
3.4 Suite de aplicaciones de GeoGebra	29
• Exámenes	31
4. Conclusiones	32
5. Bibliografía	34
6. Anexos	35

1. Introducción y contexto teórico

El objetivo de este trabajo es el análisis de determinadas aplicaciones móviles para su utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como realizar propuestas didácticas de cada aplicación analizada.

La Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (LOPD) recoge en su artículo 83 el derecho a la educación digital: “1. El sistema educativo garantizará la plena inserción del alumnado en la sociedad digital y el aprendizaje de un uso de los medios digitales que sea seguro y respetuoso con la dignidad humana, los valores constitucionales, los derechos fundamentales y, particularmente con el respeto y la garantía de la intimidad personal y familiar y la protección de datos personales. Las actuaciones realizadas en este ámbito tendrán carácter inclusivo, en particular en lo que respecta al alumnado con necesidades educativas especiales”.

Los teléfonos móviles se han convertido en el dispositivo tecnológico más usado en España, y esto también incluye a los alumnos de secundaria. Según el INE (2018), el 97% de los hogares está equipado con un teléfono móvil, y en cuanto a los menores, el 69,8% de los menores de entre 10 y 15 años dispone de un teléfono móvil. Las aproximaciones al uso de este dispositivo dentro de la educación formal han sido principalmente de rechazo, por considerarlo una distracción, llegando a prohibir a los alumnos su uso, e incluso la tenencia dentro del centro educativo. Esta aproximación es cada vez menos realista, debido a la inclusión de la tecnología en la vida de todos: alumnos, familias y profesores. Es por eso por lo que debemos redirigir nuestros esfuerzos a integrar la tecnología móvil en nuestros procesos educativos de forma real. En muchas de las propuestas, la inclusión de aplicaciones móviles en educación se utiliza como elemento motivador y, en el caso de las redes sociales, como medio de divulgación de la

materia, como muestran Rivilla (2018), Martí (2015) o Gómez y Saba (2018), sin formar parte del proceso de aprendizaje del alumno.

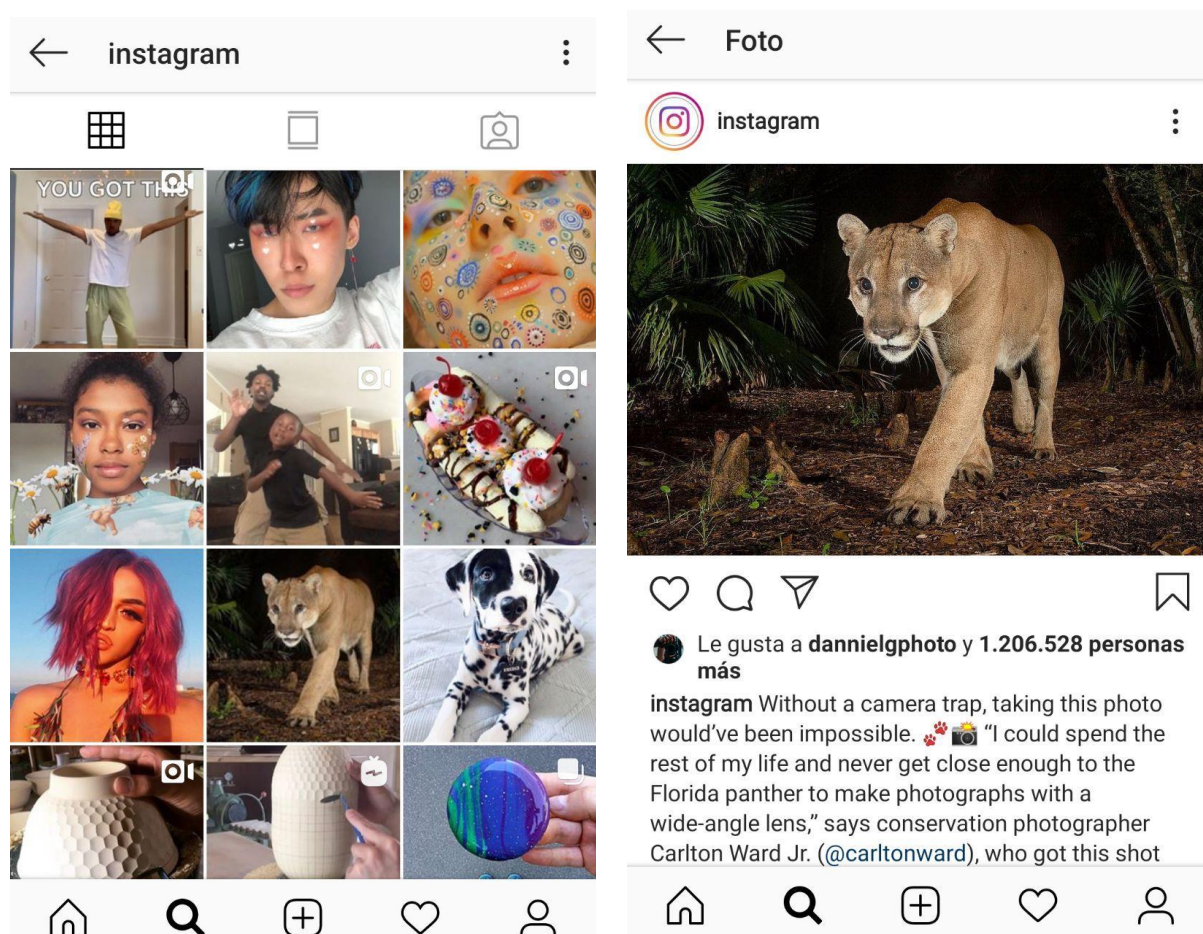
Al problema añadido de que no todos los alumnos pueden disponer de un teléfono móvil debemos añadir la legislación y la protección de datos de los menores. La LOPD regula en su artículo 7 el consentimiento de los menores de edad para el tratamiento de sus datos: “1. El tratamiento de los datos personales de un menor de edad únicamente podrá fundarse en su consentimiento cuando sea mayor de catorce años” y “2. El tratamiento de los datos de los menores de catorce años, fundado en el consentimiento, solo será lícito si consta el del titular de la patria potestad o tutela, con el alcance que determinen los titulares de la patria potestad o tutela”. Es por esto por lo que las redes sociales y la mayoría de aplicaciones móviles no permiten el uso a menores de 14 años, aunque legalmente pueden ser utilizadas por menores con permiso y supervisión parental. Es especialmente susceptible el uso de WhatsApp, ya que este requiere de la gestión de datos privados de los alumnos (su número teléfono móvil), si bien muchos centros ya cuentan con protocolos de autorización y de gestión de datos. La LOE (pág. 94) permite la recabación de datos personales de los alumnos siempre y cuando sean necesarios para el ejercicio de la función educativa. También recoge que la incorporación de un alumno a un centro supone el consentimiento para el tratamiento de los datos, siempre y cuando no sean utilizados con un fin distinto al educativo.

En este trabajo analizaré tres aplicaciones, una red social, un servicio de mensajería y una calculadora matemática. Posteriormente se realizarán propuestas didácticas involucrando dichas aplicaciones, y se analizarán las posibilidades de aplicación y las ventajas y desventajas de usar dichas aplicaciones.

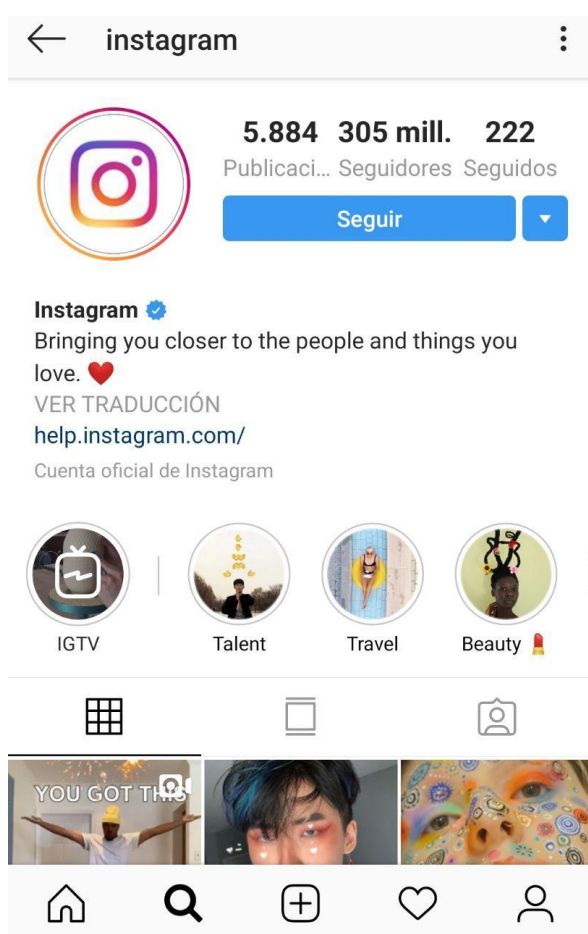
2. Descripción de las aplicaciones

1. **Instagram:** Es una red social, propiedad de Facebook, según el Estudio Anual de Redes Sociales (2018) del IAB Spain, es una aplicación de las más utilizadas en España con 13 millones de usuarios, un 49% de penetración. Además, es la red más frecuente entre los jóvenes de la Generación Z (nacidos a partir del 1996), el 72% la utiliza.

La red consiste en perfiles individuales que siguen y son seguidos por otros usuarios. Cada usuario elige su nombre que debe ser único para poder ser identificativo. Esta red social dispone de distintas funciones, la “principal” (para la que fue diseñada) es subir fotografías o videos acompañados de un texto. Esto es lo que se denominan “posts”, estos aparecen en las cronologías de los usuarios que siguen al usuario que lo publica, y se puede interactuar con ellos indicando “Me gusta” o comentando.

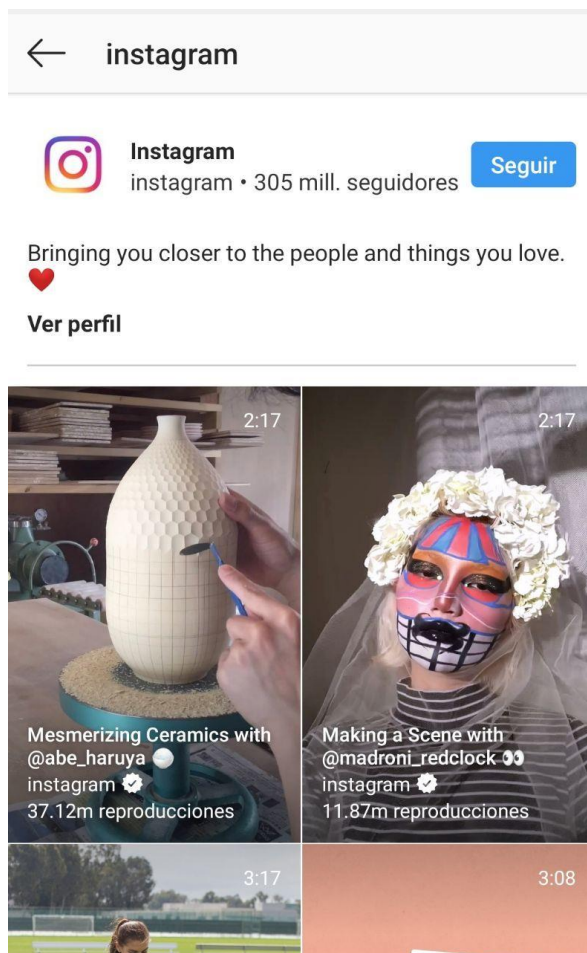


Otra de las funcionalidades más nuevas son las llamadas ‘stories’, también consisten en imágenes o videos, pero que se muestran por un tiempo limitado (entre 3 y 15 segundos), además se comparten de manera efímera, a las 24 horas desaparecen y no pueden volver a ser vistas, aunque existe la opción de archivarlas permanentemente y que se muestren públicamente y de forma organizada. Estas ‘stories’ además tienen funcionalidades añadidas, como la de realizar preguntas simples o de respuesta múltiple que pueden ser respondidas por el resto de los usuarios. El porcentaje de respuesta se muestra a todo aquel que haya respondido a las encuestas, y además el usuario que publica puede ver las respuestas individuales de sus seguidores, así como el número de respuestas de cada opción. Las ‘stories’ se muestran independientemente de la cronología, aparecen en la parte superior de la aplicación y no pueden ser marcadas como “me gusta”. Además, el usuario que publica la ‘story’ puede ver quién la ha visualizado.

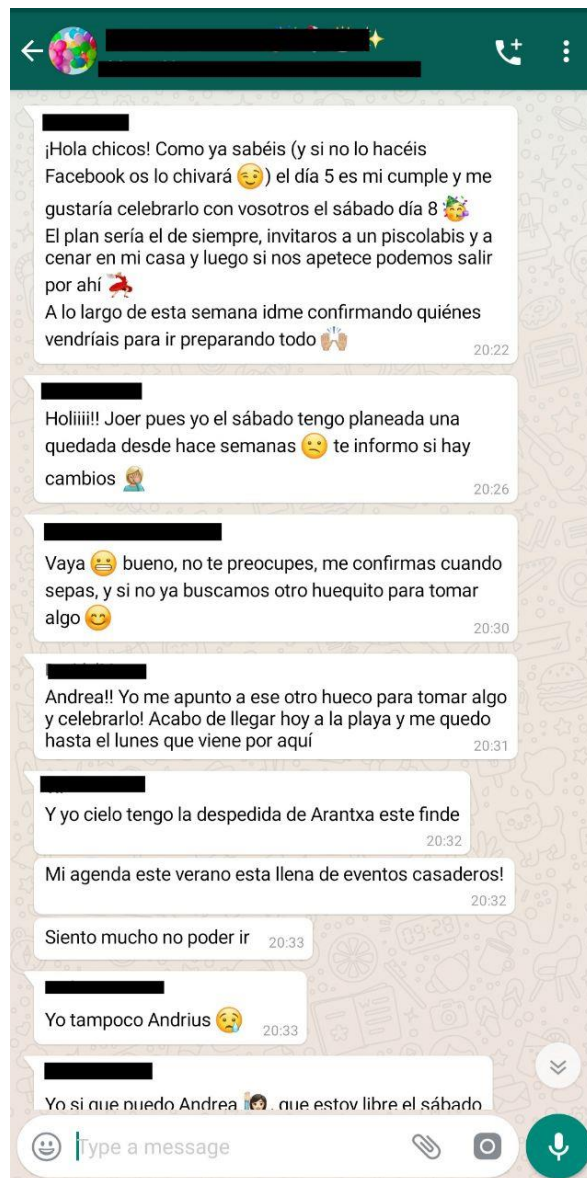


También se pueden mandar mensajes privados entre usuarios y compartir tanto post como stories.

A parte de los posts y stories, Instagram cuenta con un servicio de vídeo, IGTV. En él se pueden subir vídeos más largos que lo que permiten los posts (60 segundos como máximo) y las stories (15 segundos como máximo). Para subir y gestionar los vídeos de IGTV es necesaria una aplicación auxiliar, pero pueden ser visualizados desde la aplicación principal de Instagram. También es posible gestionarlo a través de la web. Es útil como alternativa a YouTube cuando se utiliza el perfil de Instagram con el resto de funcionalidades.



2. **WhatsApp:** Es una aplicación de mensajería instantánea, también propiedad de Facebook, es la aplicación más usada entre los españoles, con un 88% de usuarios, según el IAB Spain (2019). Aunque entre la generación Z tiene menor penetración que en el resto de la población, un 80%, se mantiene como la aplicación más usada. Esta aplicación permite el envío de mensajes instantáneos entre usuarios, así como la conformación de grupos de chat.



En referencia al ámbito educativo, la Agencia Española de Protección de datos hace mención específica a esta aplicación debido a lo extendido que está su uso: “Con carácter general, las comunicaciones entre los profesores y los alumnos deben tener lugar dentro del

ámbito de la función educativa y no llevarse a cabo a través de aplicaciones de mensajería instantánea. Si fuera preciso establecer canales específicos de comunicación, deberían emplearse los medios y herramientas establecidas por el centro educativo y puestas a disposición de alumnos y profesores (por ejemplo, áreas específicas en la intranet del centro o uso de plataformas que cumplan los requisitos que se verán más adelante) o por medio del correo electrónico. En situaciones concretas, como la realización de una tarea o trabajo específico, por ejemplo, con motivo de la participación en un concurso escolar, o de refuerzo que fueran necesarias, se podrían crear con carácter excepcional, siendo aconsejable la participación en el grupo de un tercero, padre o madre de los alumnos”.

También existe la situación de que las aplicaciones institucionales no cuentan con arraigo entre los alumnos ni entre los profesores, ya que los cauces como el correo institucional quedan relegados a un uso más eventual ante la eficiencia de aplicaciones como WhatsApp.

3. **Photomath:** Esta aplicación es una calculadora avanzada, puede realizar cálculo simbólico, y tiene funciones como integración, derivación y límites. Además, muestra la resolución por pasos, y utilizando distintos métodos.

The screenshot shows the 'Solución' (Solution) screen in the Photomath app. At the top, there is a navigation bar with icons for a menu, calculator, camera, and a star. Below the navigation bar, there is a section titled 'Mostrar otros métodos' (Show other methods) with a double arrow icon and a vertical ellipsis icon. The main content area is titled 'Pasos de la solución' (Steps of the solution) and contains six steps, each with a downward arrow icon on the right.

Step 1: $x^2 - 5x + 6 = 0$
Resuelva la ecuación cuadrática

Step 2:
$$x = \frac{-(-5) \pm \sqrt{(-5)^2 - 4 \times 1 \times 6}}{2 \times 1}$$

Calcule
Quite los paréntesis

Step 3:
$$x = \frac{5 \pm \sqrt{25 - 24}}{2}$$

Reste los números

Step 4:
$$x = \frac{5 \pm \sqrt{1}}{2}$$

Calcule la raíz

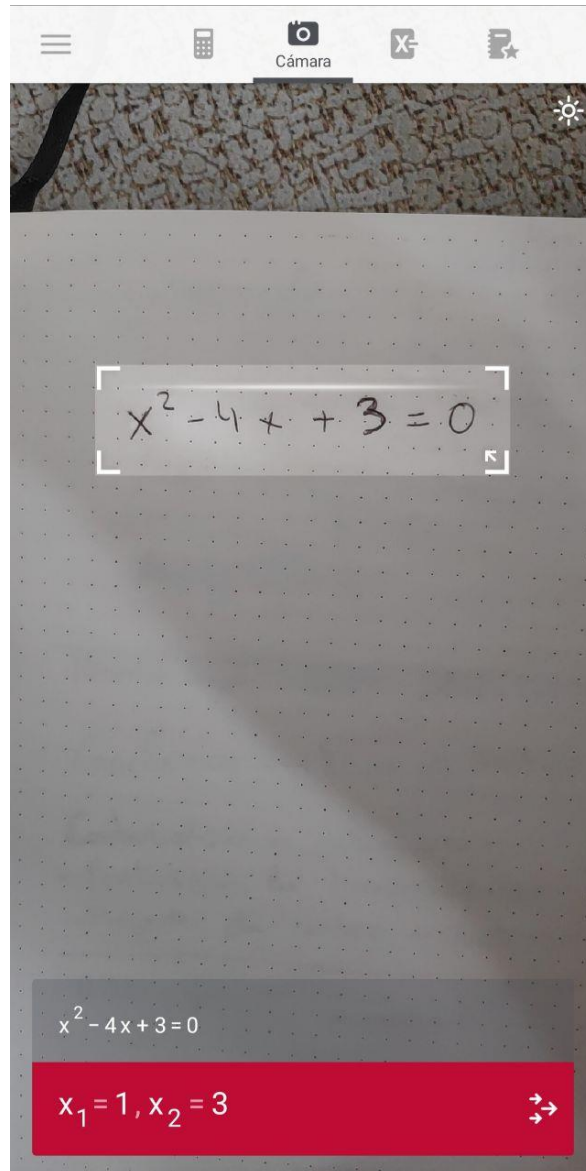
Step 5:
$$x = \frac{5 \pm 1}{2}$$

Separe las soluciones

Step 6:
$$x = \frac{5 + 1}{2}$$

$$x = \frac{5 - 1}{2}$$

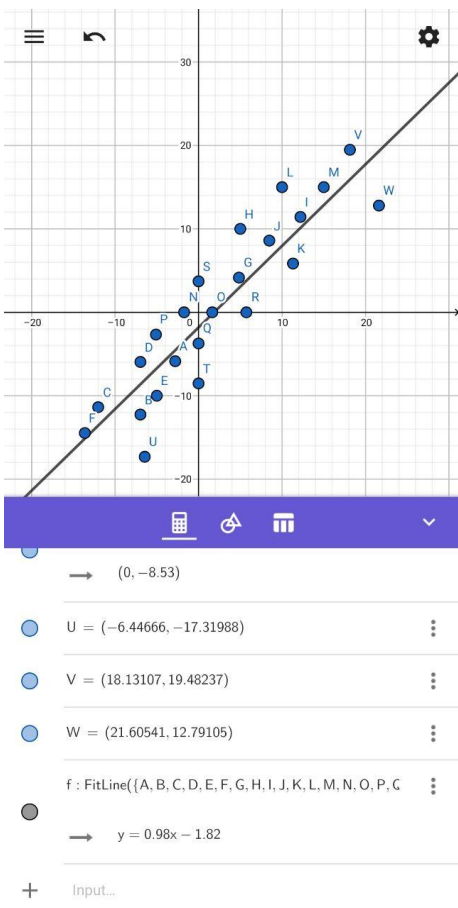
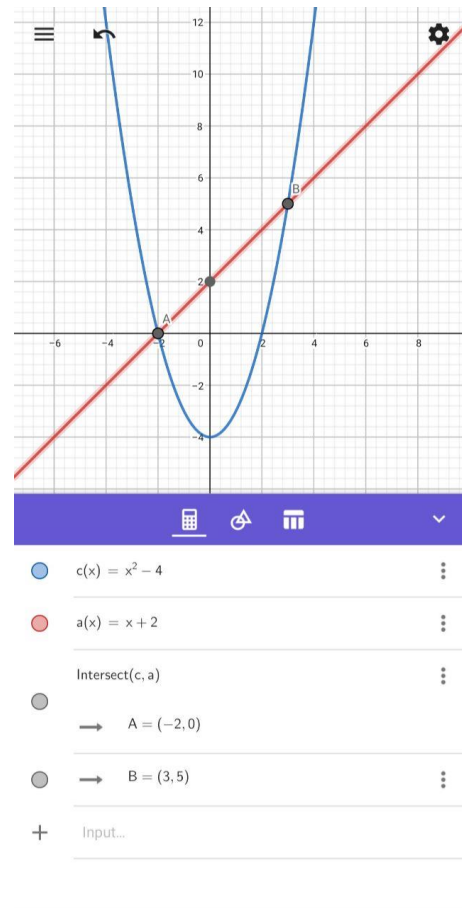
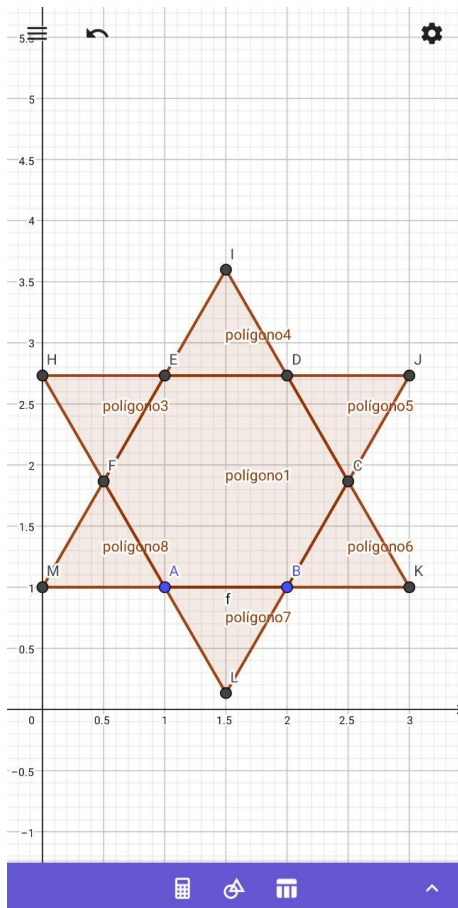
La función que la diferencia de otras calculadoras similares es la posibilidad de fotografiar el problema matemático y que la aplicación lo interprete y lo resuelva.



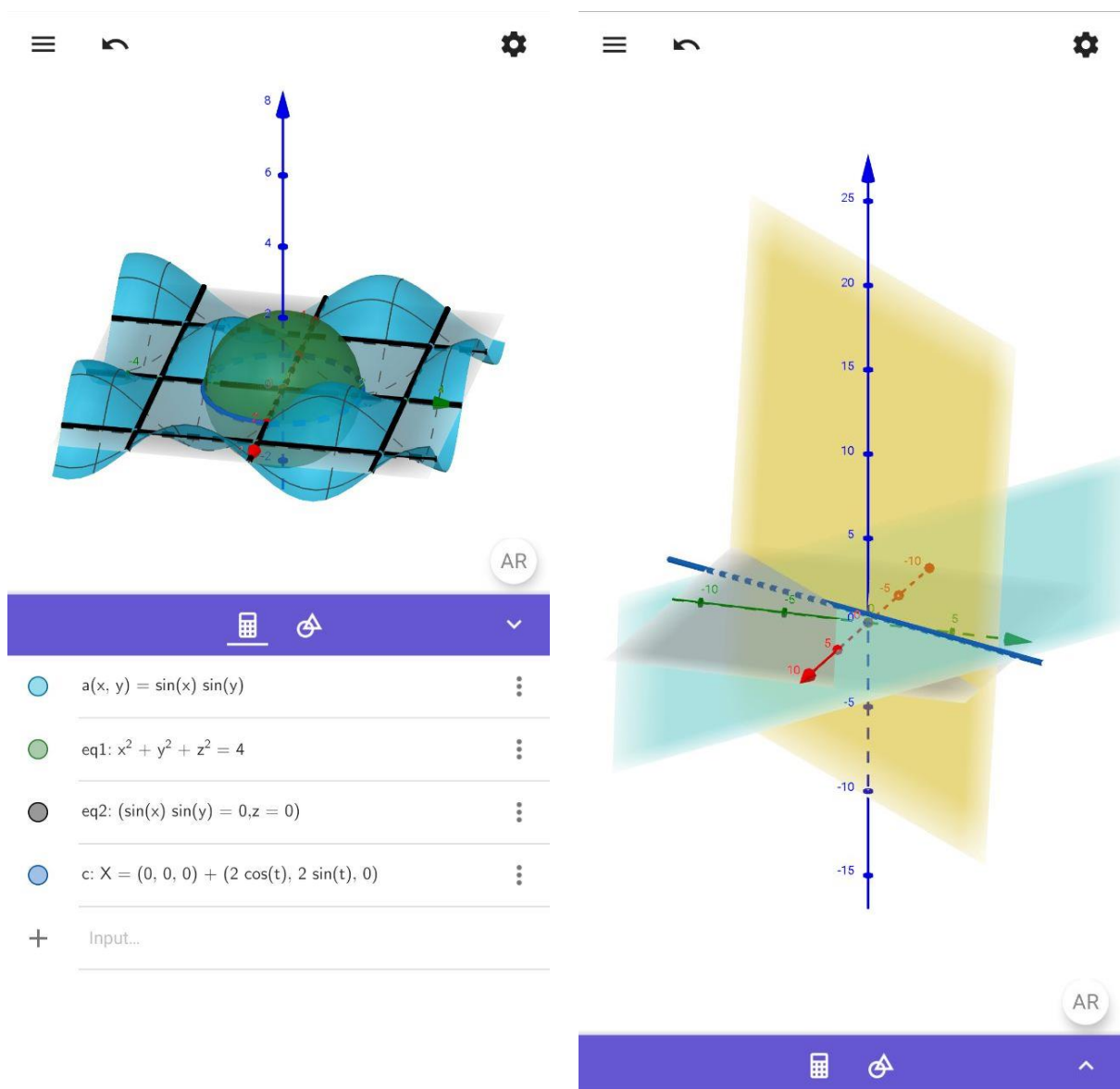
4. **Suite de Aplicaciones de GeoGebra:** GeoGebra es una conocida aplicación de geometría, álgebra, estadística y cálculo, con fines educativos. Es software libre y gratuito. Esta aplicación se desarrolló principalmente para ordenador, posteriormente llegó la versión web y actualmente existe una versión móvil para tabletas. Para smartphones no existe la aplicación GeoGebra Clásico como en el resto de plataformas, sino que algunas

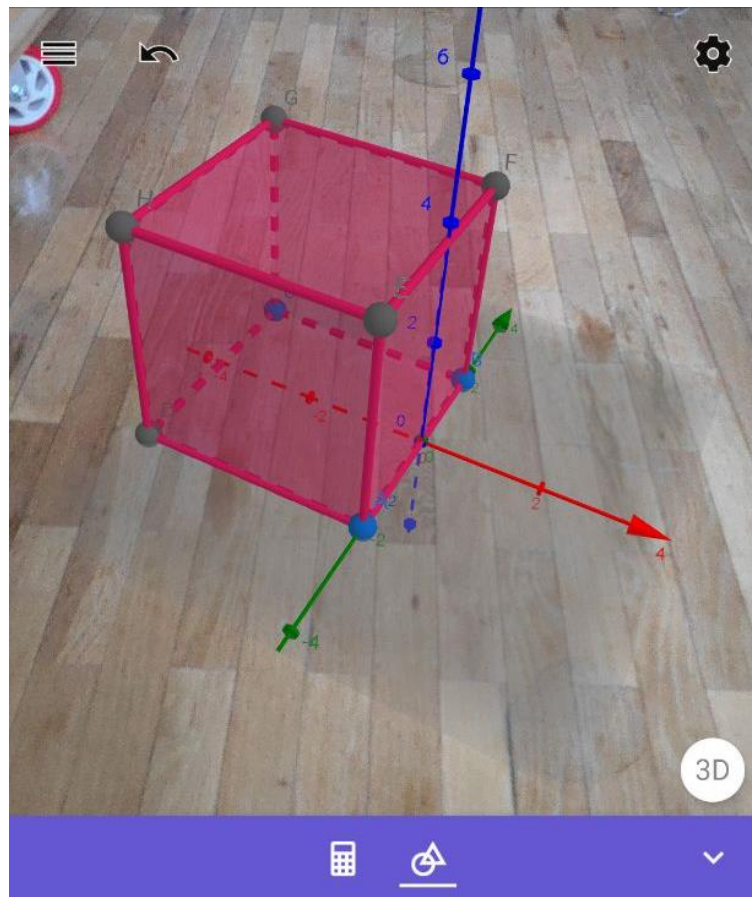
funcionalidades que contiene la versión clásica están separadas en cinco Aplicaciones distintas dentro de las diferentes plataformas. Tienen el mismo nombre que las aplicaciones de GeoGebra Classic: Graphic Calculator, 3D Calculator, CAS Calculator, Scientific Calculator y Geometry. Una funcionalidad extra que poseen las Aplicaciones de GeoGebra y que no tienen las versiones de escritorio ni la de Tablet es el Modo Examen. Para poder usar este modo, la aplicación requiere que activemos el modo avión de nuestro teléfono, y una vez aceptamos el comienzo del examen, la pantalla queda ‘secuestrada’ por la aplicación: no se puede salir de la aplicación sin desactivar antes el modo examen, y por lo tanto, dando por finalizado el examen. Al finalizar el examen la aplicación genera un informe automáticamente en que aparece la duración del examen, la fecha y las horas de inicio y finalización del examen, de esta manera se garantiza que el alumno no ha podido usar ninguna otra aplicación durante el examen.

4.1. Graphic Calculator: Es una calculadora gráfica, con multitud de funcionalidades: dibujo de funciones, resolución de ecuaciones, dibujo de cuerpos geométricos, dibujo vectorial o funciones estadísticas. Esta aplicación permite el estudio de funciones, encontrando sus extremos y sus raíces, así como su pendiente, es decir la derivada, o el área encerrada bajo la gráfica, o sea, la integral, pero solo de forma numérica. También resuelve ecuaciones de forma gráfica, mostrando la intersección entre dos funciones. Y calcula áreas, distancias y ángulos en problemas geométricos. Además, permite el cálculo de valores estadísticos y regresiones lineales de nubes de puntos. Y permite operaciones simples con matrices, como suma, resta, multiplicación, cálculo de matrices inversas y determinantes.











4.2. 3D Calculator: También es una calculadora gráfica, pero con funcionalidad de dibujo 3D. Por lo que presenta las mismas funciones que la aplicación anterior: dibujo de funciones, pero esta vez funciones con dos variables independientes, solución de sistemas de ecuaciones de 3 incógnitas, mediante intersección de planos, así como construcción de elementos geométricos en 3 dimensiones. También tiene una funcionalidad de realidad aumentada que permite mostrar los objetos 3D creados a través de la cámara.





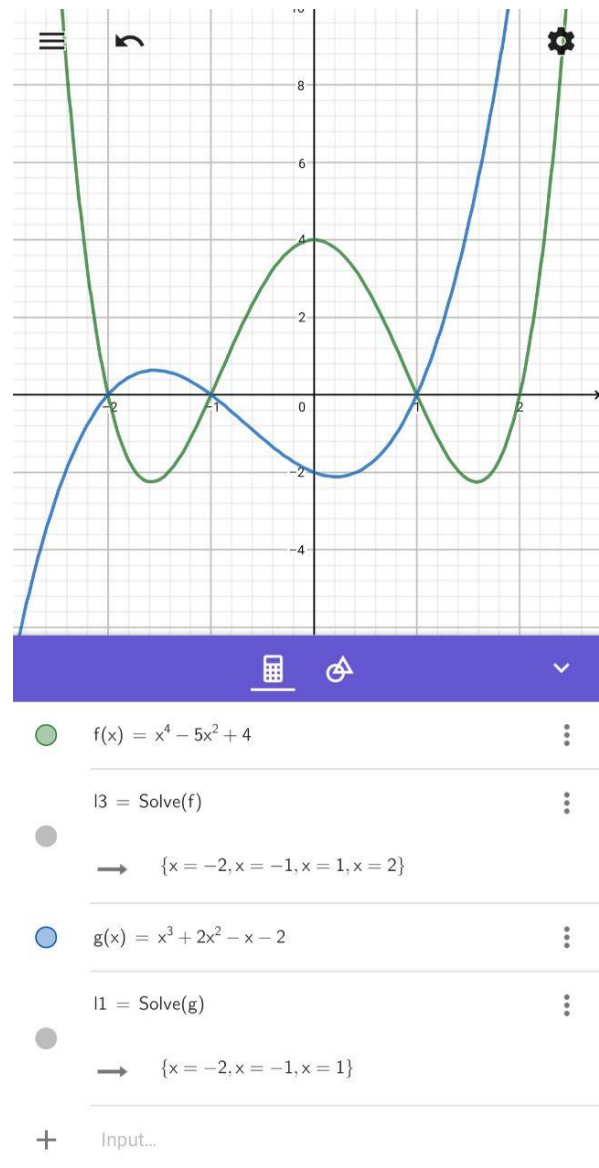
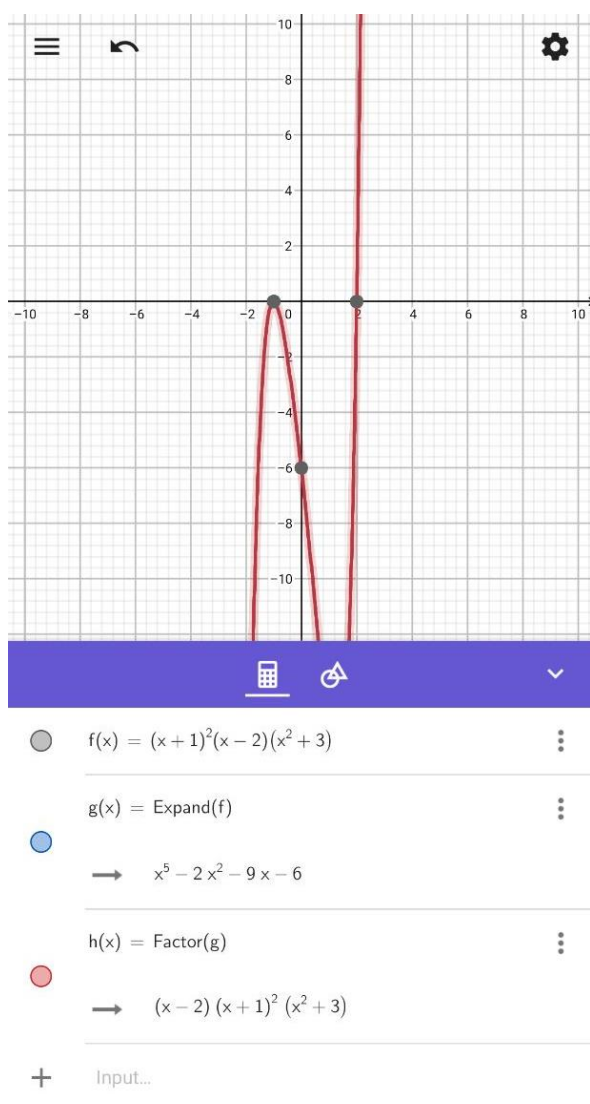
Basic Tools

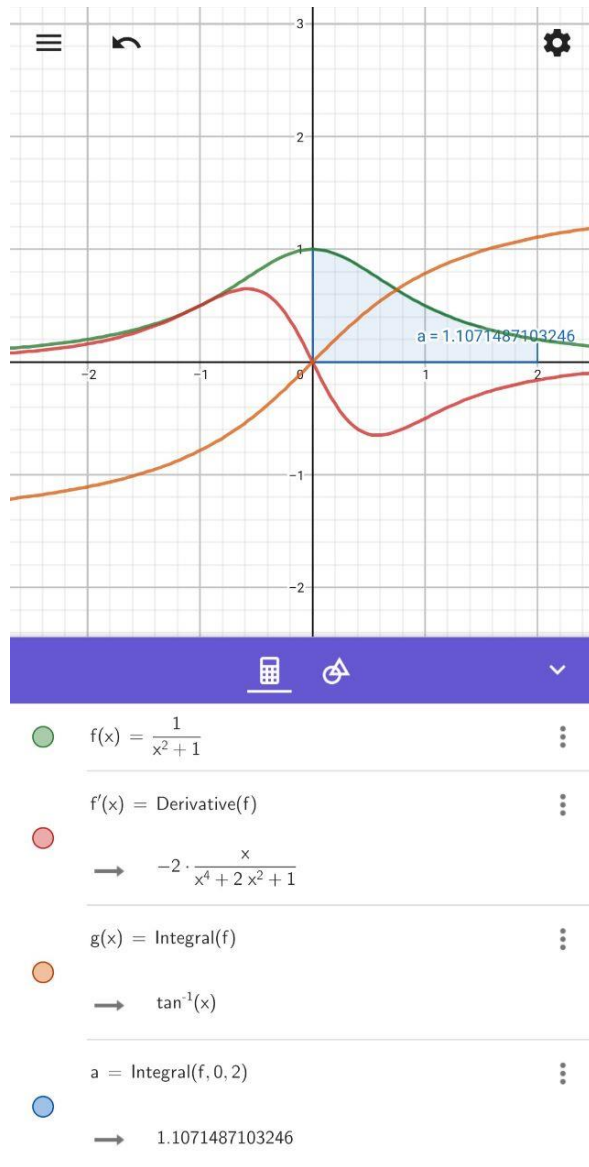
			
Move	Point	Pyramid	Cube
			
Sphere: Center & Point	Plane through 3 Points	Intersect Two Surfaces	Net

MORE



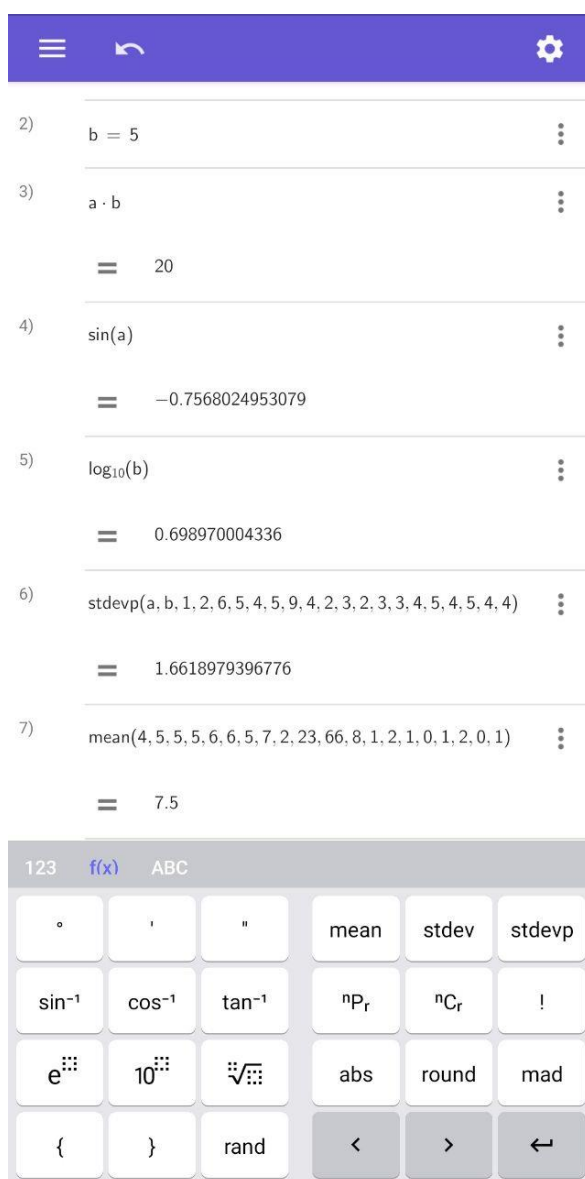
4.3. CAS Calculator: Es una calculadora gráfica similar a Graphic Calculator, pero con la diferencia de que en vez de utilizar cálculo numérico puede utilizar cálculo y álgebra simbólica. De manera que se pueden factorizar y expandir polinomios, hallar primitivas de integrales, calcular funciones derivadas o resolver ecuaciones hasta tercer grado y bicuadradas de forma algebraica.



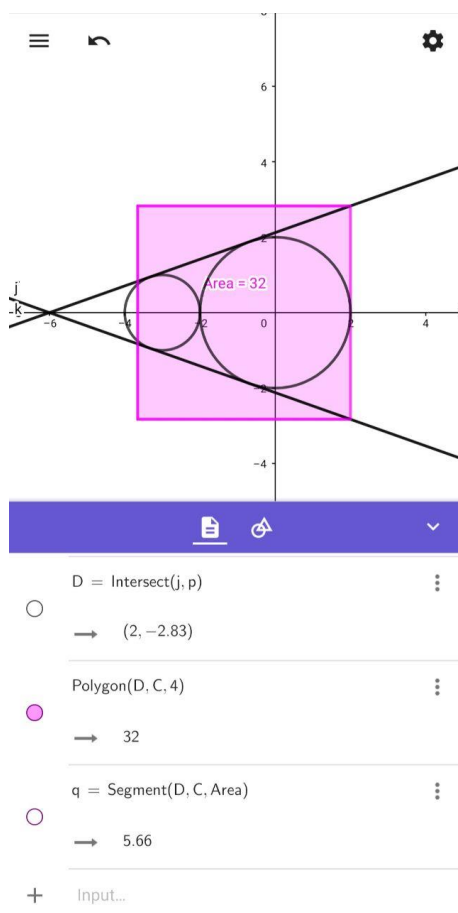
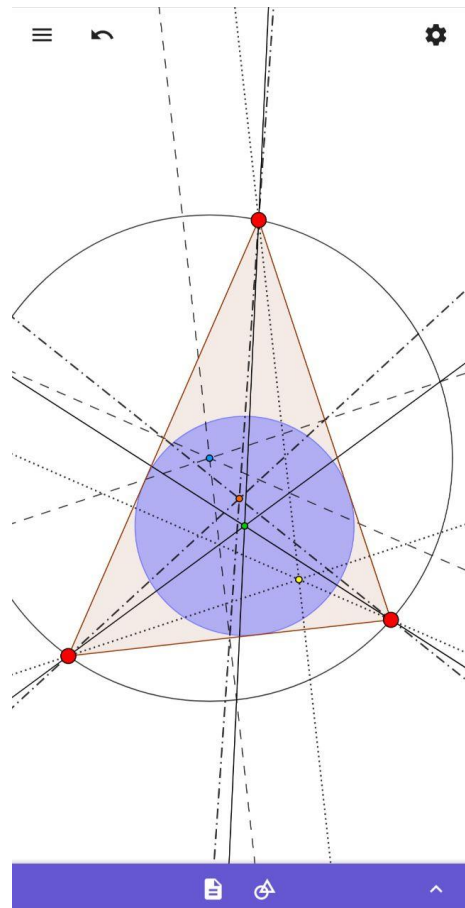
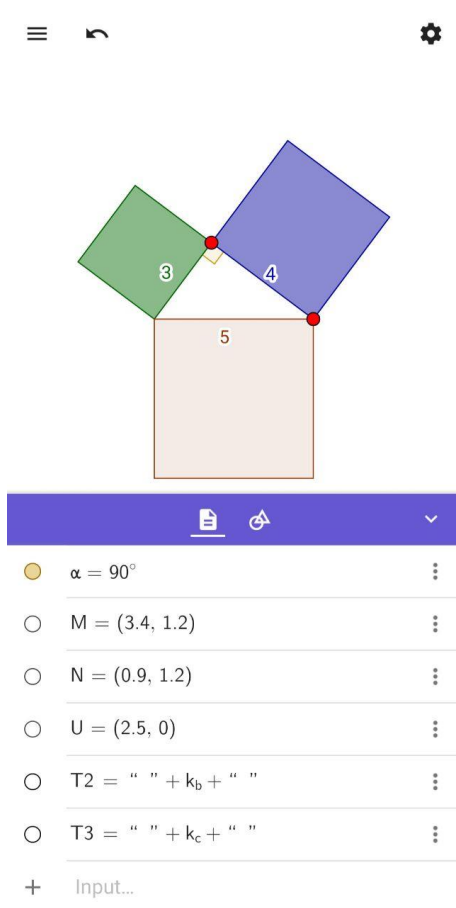


4.4. Scientific Calculator: Es una calculadora científica sencilla. Muy similar en capacidad a las calculadoras de mano, dispone de una gran variedad de funciones matemáticas, como funciones trigonométricas, logaritmos y exponenciales. Además, permite el uso de variables no simbólicas y constantes, así como manipular las entradas anteriores en

caso de error. También dispone de funciones estadísticas, pero al igual que en las calculadoras de mano, hace falta meter los datos uno a uno.

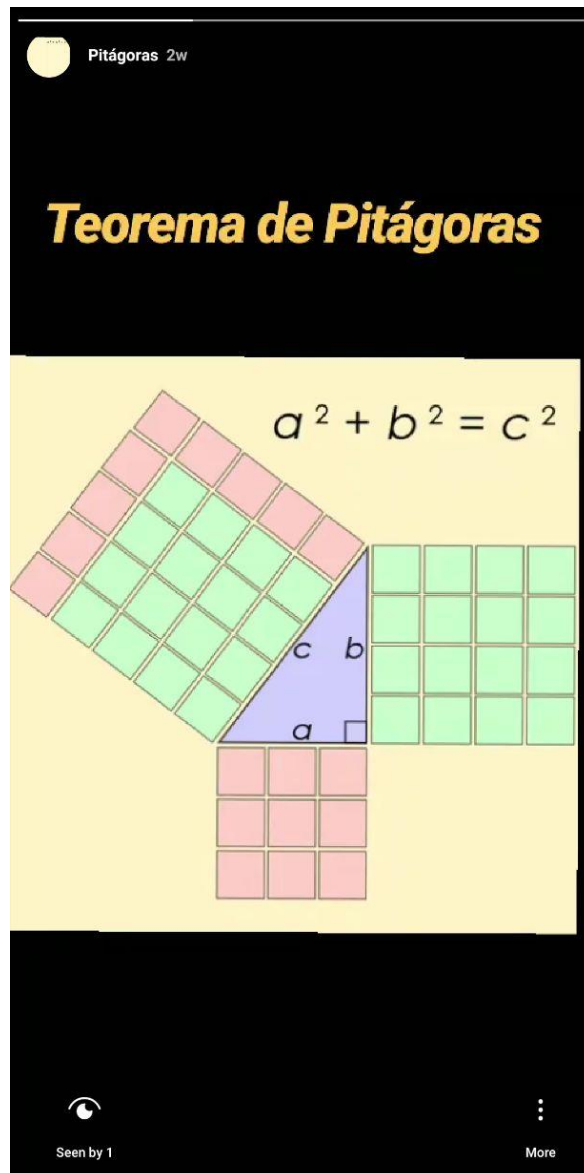


4.5. Geometry: La aplicación es muy similar a Graphic Calculator, consta de las mismas funciones que esta, pero ordenadas de manera más orientada a la geometría y a la medición. Esta aplicación está diseñada para realizar construcciones geométricas. Dispone de herramientas de dibujo de polígonos, rectas perpendiculares, paralelas, mediatrices, bisectrices, etcétera... La aplicación mide automáticamente la longitud de los segmentos que se construyen y las áreas de los cuerpos planos que se dibujan.



3. Propuestas didácticas

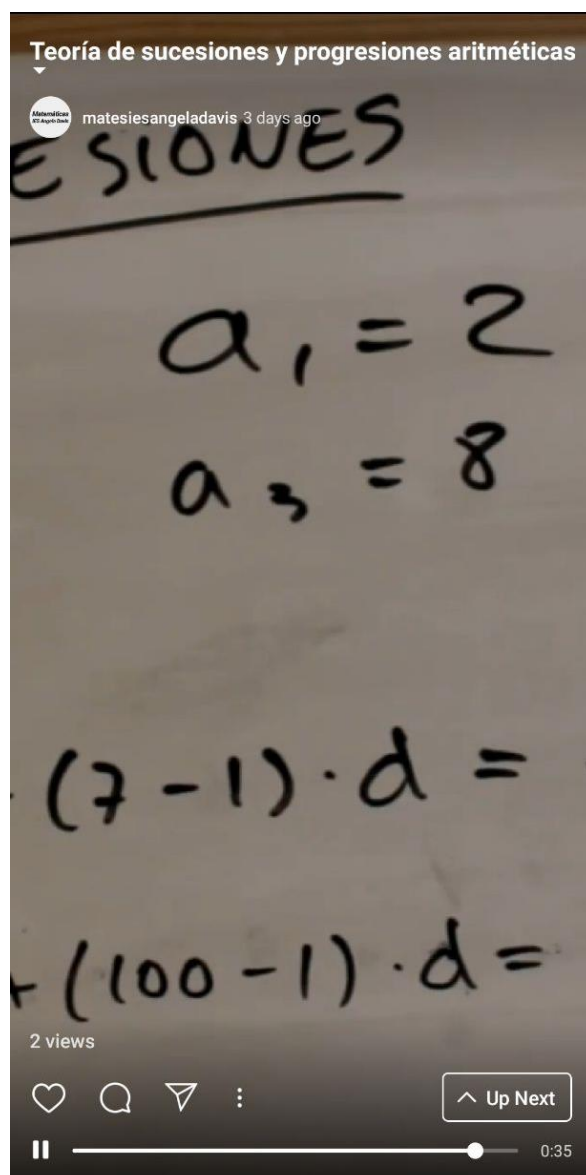
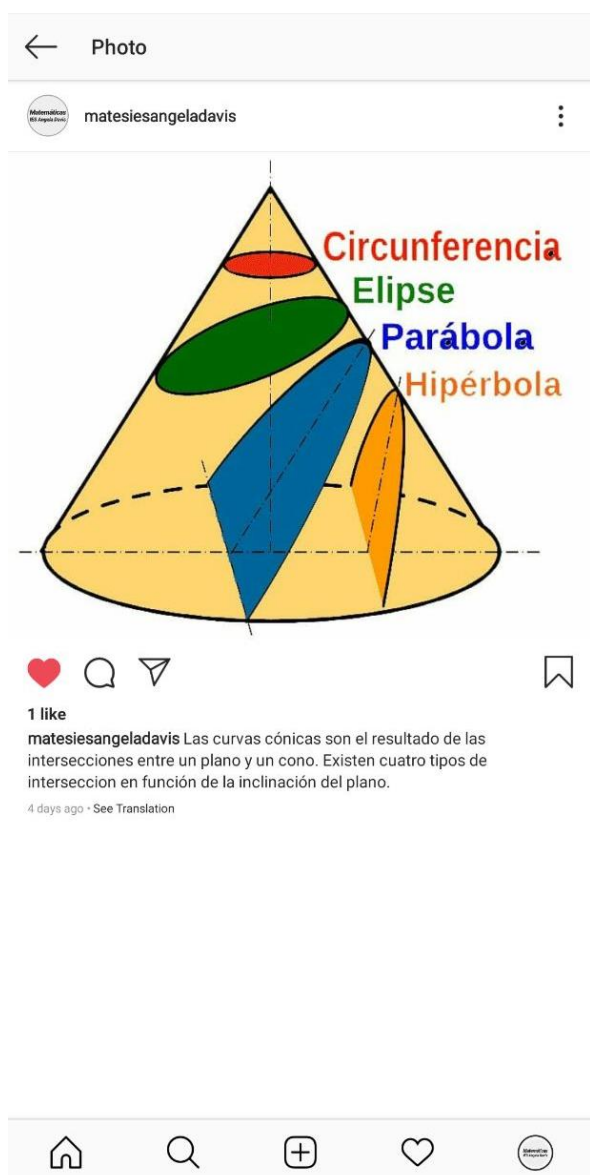
1. **Instagram:** Debido a la variedad de funcionalidades que tiene Instagram, existe un gran potencial para aplicarlo en el proceso educativo. Es recomendable mantener el perfil de forma privada, para controlar más fácilmente que los alumnos siguen el perfil, y evitar seguimientos por parte de cuentas de terceros.
- **Flipped Classroom:** Una de las aplicaciones principales que puede tener Instagram es como medio de comunicación en Metodología Flipped Classroom, en una cuenta institucional del profesor o del departamento se pueden compartir los contenidos teóricos de la materia. Existen muchas formas para compartirlo, dependiendo de las



necesidades del contenido, para compartir un concepto sencillo como el teorema de Pitágoras, podemos utilizar las stories:

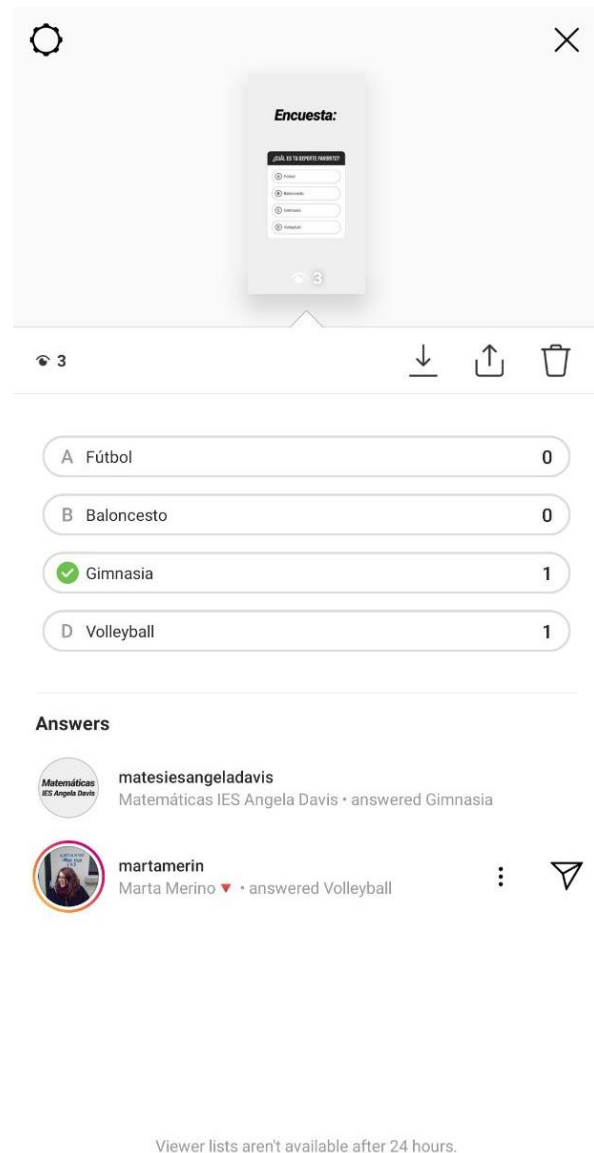
Además, las stories nos permiten controlar quién visualiza el contenido, para poder hacernos una idea del seguimiento que tiene el material.

Para conceptos más complejos o teorías que requieran más desarrollo podemos utilizar los videos en los posts o si son más largos de un minuto en IGTV.



Esto además no está limitado a la asignatura de Matemáticas, es posible aplicarlo con cualquier otra asignatura. Incluso crear una cuenta de grupo gestionada por el tutor, donde se suban contenidos y comunicaciones de todas las asignaturas. Aunque esto último es complicado de realizar si no se comparte la misma metodología de Flipped Classroom entre los profesores del grupo.

- **Estadística:** La función que tienen las stories para formular preguntas es muy útil a la hora de plantear trabajos de estadística. Los alumnos pueden utilizarlo en sus perfiles privados para elaborar estudios estadísticos entre sus seguidores. Y también puede ayudarles a entender los conceptos de población, muestra y representatividad, ya que sus seguidores no



son una muestra representativa de la población general y por tanto el resultado de su encuesta a través de Instagram no es aplicable al resto de la población. También ayuda a entender por qué existen otros métodos mejores para realizar encuestas, ya que a través de la aplicación apenas se controlan las variables de la muestra.

2. **WhatsApp:** La función principal de la aplicación es la comunicación instantánea, esto puede ser muy útil a la hora de conformar grupos de chat con los alumnos donde ellos puedan plantear dudas y el profesor pueda ayudar a resolverlas. También facilita mucho el envío de archivos e imágenes para compartirla con los alumnos. Sin embargo, como ha sido mencionado anteriormente, la AEPD no recomienda el uso de WhatsApp como canal habitual de comunicación telemática entre alumno y profesores.

A pesar de esto, WhatsApp puede ser utilizado de forma esporádica para realizar actividades didácticas, cumpliendo nuevamente con las recomendaciones de la AEPD, incluyendo a algún tercero en la actividad como supervisor.

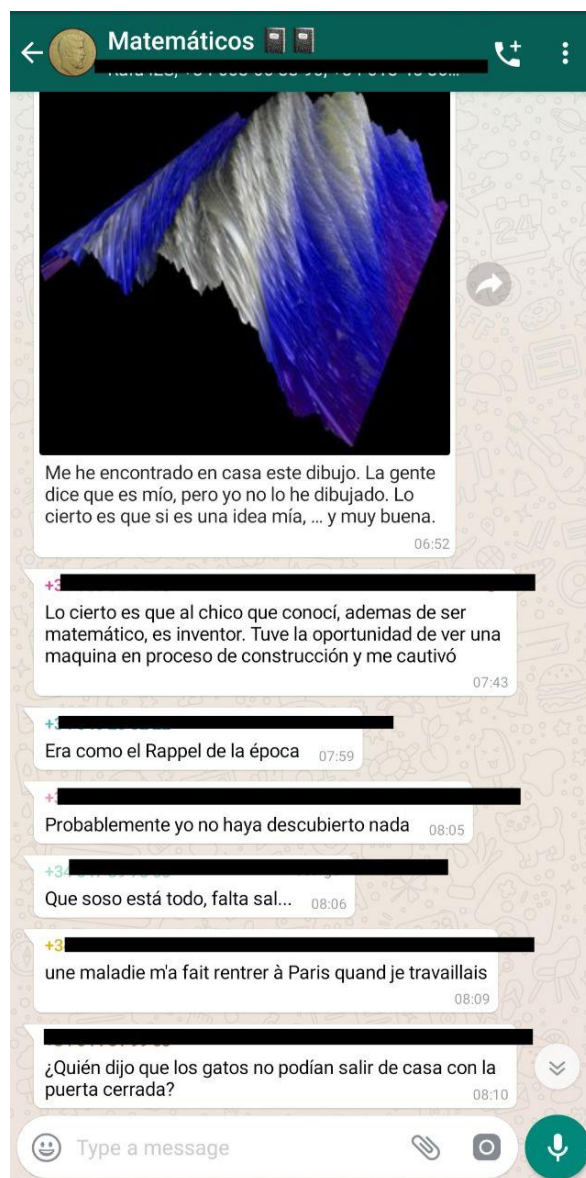
- **Personajes Matemáticos:** Esta actividad fue llevada a cabo durante las prácticas de este Máster, con alumnos de Ampliación de Matemáticas de 4º de ESO.

La actividad consiste en un juego de rol a través de WhatsApp, el objetivo didáctico es profundizar en la vida de personajes matemáticos importante y conocer su contexto y su obra. El objetivo del juego es adivinar todos los personajes que están representando los participantes. En el Anexo I se encuentra el listado de personajes matemáticos que fueron utilizados.

El primer día se organiza el grupo de WhatsApp, y se reparten los personajes a representar. El reparto tiene que hacerse de forma secreta y aleatoria. Además, se reparte una ficha donde están recogidos los nombres de los personajes que van a participar en el juego y algunos más para complicar ligeramente las cosas. A lo largo de esa semana los alumnos deberán ir

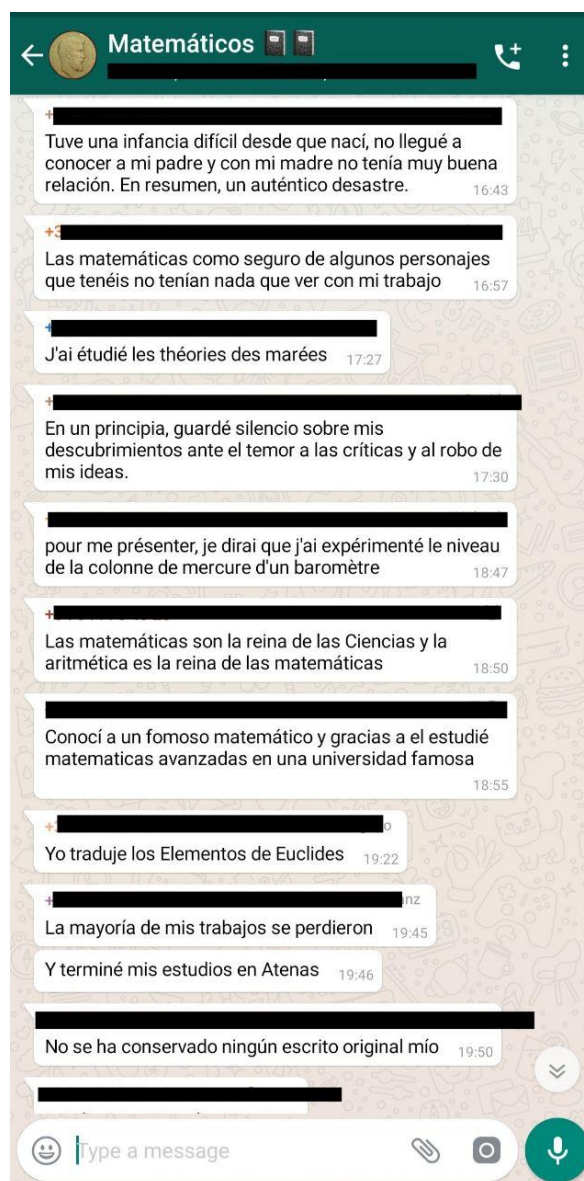
dando pistas sobre sus personajes, ya sea acerca de su obra matemática, hablando de las cosas que sucedían en la época y su país, de sus gustos personales o de sus relaciones familiares o con otros matemáticos. Las pistas no pueden ser inventadas, deben ser datos reales acerca de dichos personajes. A lo largo de una semana deberán dar al menos una pista al día. Y al acabar la semana se entregará una ficha con los nombres de los compañeros y los personajes matemáticos a los cuales representaban.

Los alumnos tuvieron una implicación muy alta, incluso aquellos que no participaban mucho durante las clases se mostraron interesados y activos en la realización de la actividad.



La mayoría planteó pistas muy interesantes, más allá de los hechos biográficos del

personaje, llegando a realizar juegos de palabras con los nombres de los personajes, hablando en el idioma natal del personaje e interpelando a otros personajes matemáticos presentes en el grupo, una vez se habían identificado. Esto permitió a los alumnos comprender mejor la evolución de las matemáticas, y descubrir la importancia de algunos de estos nombres que son considerados fundadores de sus disciplinas, como Newton/Leibniz o Ada Lovelace.



- Gymkana Matemática Virtual: Una forma alternativa y motivadora de mandar ejercicios y problemas es incluirlos en un juego.

La mecánica de la Gymkana se desarrolla a lo largo de una semana en la que cada día se propone un problema en la pizarra. Los alumnos tienen que mandar la respuesta con una breve justificación cuando sea requerida a lo largo del día. Cada problema será puntuado y se sumará la puntuación de cada alumno, y a la semana siguiente se publicarán los resultados. Esta mecánica se puede desarrollar en cada tema, como forma complementaria de evaluación. La limitación principal de esta forma de evaluar es que no se tiene control sobre quién realiza los problemas y si se transmite información entre alumnos.

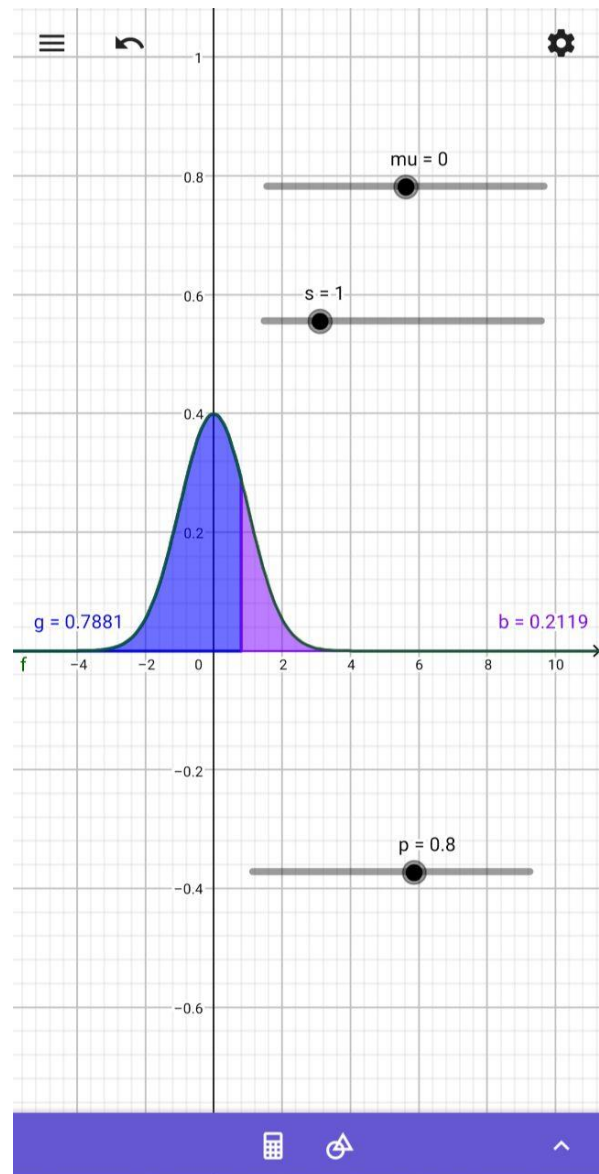
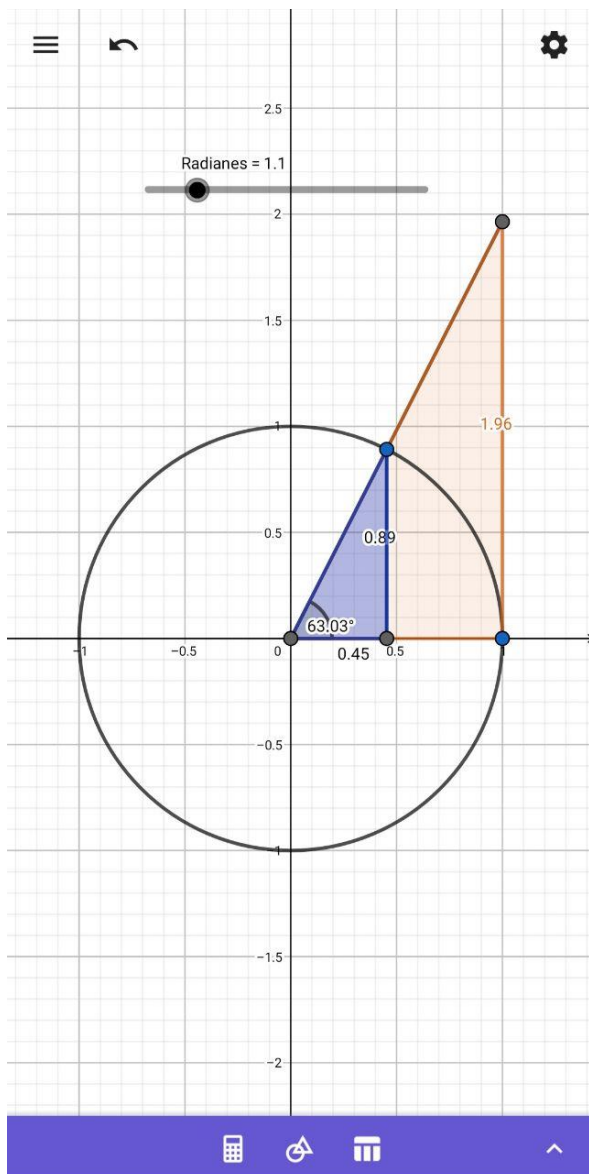
3. **PhotoMath:** Para introducir un nuevo contenido como las derivadas podemos organizar una sesión de aprendizaje por descubrimiento. Se escribe una derivada en la pizarra y se solicita a los alumnos que utilicen la aplicación para resolverla. Con la información que se obtiene de Photomath, los alumnos deberán extraer las propiedades de las derivadas. Este trabajo se realiza conjuntamente entre toda la clase, cuando alguien descubre una propiedad, se comunica para que todo el mundo disponga de dicha información y pueda aprovecharla para descubrir más. Esta sesión de introducción hará que los alumnos se responsabilicen de su aprendizaje, y posteriormente, cuando se explique la teoría, tendrán mayor interés por conocer hasta donde han descubierto y quienes han sido responsables de dichos descubrimientos.

The screenshot shows the 'Solución' (Solution) interface in GeoGebra. It displays the following steps for differentiating the function $f(x) = x^3 - 2x^2 + 6x + 2$:

- Pasos de la solución** (Steps of the solution):
 - Step 1: The derivative expression $\frac{d}{dx}(x^3 - 2x^2 + 6x + 2)$ is shown. Below it, the instruction 'Utilice las Reglas de Diferenciación' (Use the Rules of Differentiation) is displayed.
 - Step 2: The expression is expanded using the power rule: $\frac{d}{dx}(x^3) + \frac{d}{dx}(-2x^2) + \frac{d}{dx}(6x) + \frac{d}{dx}(2)$. Below it, the instruction 'Calcule las derivadas' (Calculate the derivatives) is displayed.
 - Step 3: The expression is simplified to $3x^2 - 2 \times 2x + 6 + 0$. Below it, the instruction 'Simplifique la expresión' (Simplify the expression) is displayed.
 - Step 4: The final simplified result is shown in a red box: $3x^2 - 4x + 6$.
- Gráfico** (Graph):
 - A message states: '¡No podemos dibujar un gráfico para este problema matemático!' (We cannot draw a graph for this mathematical problem!).
 - Below the message, it says: 'Si cree que debería haber, [infórmelo](#).' (If you think it should have, [inform us](#)).
- At the bottom, there is a feedback question: '¿Ha sido útil esta solución?' (Was this solution useful?). Below this question are two buttons: 'Sí' (Yes) and 'No'.

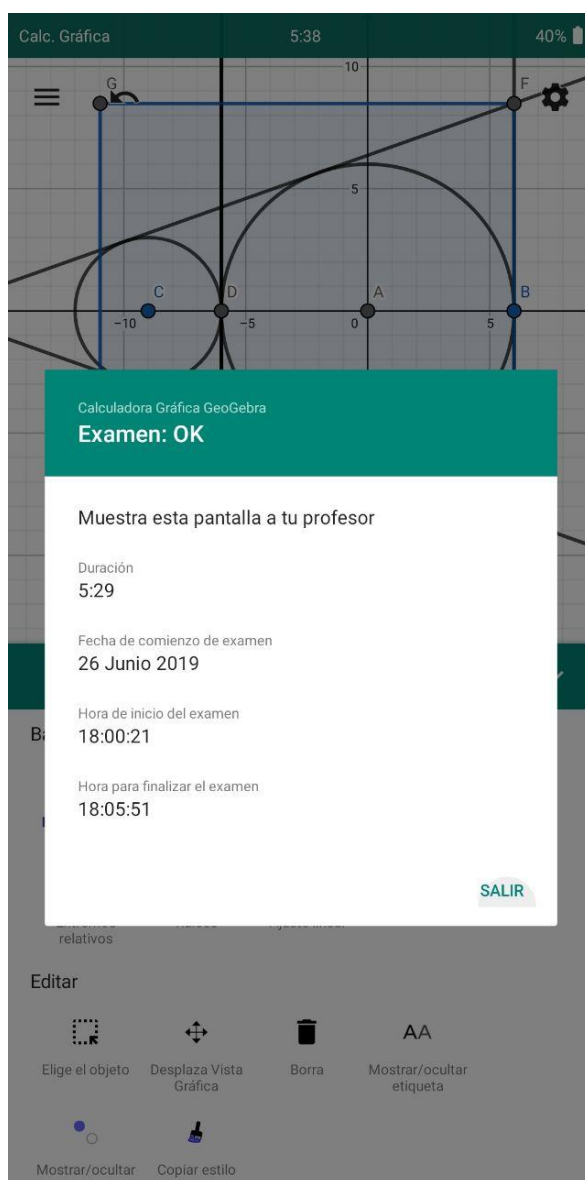
4. **Suite de Aplicaciones de GeoGebra:** Las aplicaciones de GeoGebra son extensamente conocidas, igual que el valor didáctico de estas. Se utilizan para enseñar a los alumnos determinados conceptos, especialmente geométricos, aunque no limitados a ello. También se pueden demostrar las soluciones de ecuaciones de forma gráfica, así como explicar la programación lineal o conceptos estadísticos como las distribuciones. Típicamente, para mostrárselas a los alumnos se recurre al ordenador del aula con un proyector o pizarra digital. En los casos en los que se quiere que el alumno experimente y descubra autónomamente, se dispone de el aula de informática para que cada alumno

pueda manipular individualmente en grupos muy reducidos. Con la aplicación móvil lo que conseguimos es acercar más las demostraciones gráficas y los manipulables a los alumnos. Los alumnos disponen de las construcciones de GeoGebra en su propio teléfono móvil, sin necesidad de ir al aula de informática o de proyectarlas en general a toda la clase, sin que los alumnos puedan hacer uso de ellas. Además, también podemos compartirlas con los alumnos a través de distintos medios para que ‘trasteen’ desde sus casas con las aplicaciones el día antes de explicar la teoría, o como elemento complementario a la teoría en metodología Flipped Classroom.



- Exámenes: Como hemos visto previamente, la suite de aplicaciones de GeoGebra dispone de un Modo Examen. Existen distintas formas de poder utilizar las aplicaciones de GeoGebra en un examen. Empezaremos por la más sencilla:
 - GeoGebra Scientific Calculator: Como mencionamos en la sección anterior, esta aplicación se asemeja mucho a una calculadora científica de mano tradicional, por lo que en ausencia de esta se puede utilizar el móvil con garantías de que la única aplicación que se va a usar durante el examen es la calculadora, y que además el móvil va a permanecer desconectado.
 - GeoGebra 3D Calculator: La aplicación de dibujo 3D puede ser muy interesante usarla como herramienta auxiliar en los exámenes de geometría analítica en tres dimensiones. Se pueden plantear más ejercicios en los que el alumno solo tenga que realizar el planteamiento del problema, ya que del álgebra se va a encargar la aplicación.
 - GeoGebra Geometry/CAS Calculator/Graphic Calculator: Con estas aplicaciones se pueden plantear problemas más complejos en los exámenes, que requieran una mejor comprensión de los conceptos y la teoría y más tiempo de razonamiento, y que se emplee menos tiempo realizando tareas mecánicas.

Para poder utilizar la aplicación durante un examen, los alumnos deben haber trabajado con la aplicación con anterioridad y manejarla con cierta soltura. También es necesario definir claramente el procedimiento de entrega de informes, que puede realizarse a través de alguna de las aplicaciones de comunicación mencionadas en este trabajo.



4. Conclusiones

Tras el análisis de las aplicaciones podemos extraer conclusiones positivas y negativas de la utilización de estas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el lado positivo, las aplicaciones móviles forman parte de la vida de los alumnos, por lo que el trabajo con ellas

será más efectivo debido a las conexiones que los alumnos ya tienen con ellas. Los alumnos se familiarizan cada vez más con lenguajes tecnológicos, y los profesores tenemos que actualizar nuestros medios para llegar a los alumnos en sus propios términos. Si bien las instituciones hacen esfuerzos para actualizar la educación, estos procesos son muy lentos para la rapidez con la que avanza la sociedad. Las aplicaciones institucionales quedan prácticamente obsoletas para los alumnos en el momento que son accesibles para el profesorado. El uso de aplicaciones móviles nos permite ir llevando la educación al mismo ritmo tecnológico que los alumnos. Esto supone varias problemáticas, la primera es la dependencia de terceros, generalmente empresas transnacionales ajenas totalmente al sistema educativo. En segundo lugar, están los riesgos asociados al uso de internet y especialmente de redes sociales. Sin embargo, atendiendo a las recomendaciones de organismos especializados anteriormente mencionadas, es posible contrarrestar estas problemáticas. Y, además, estas actividades suponen una oportunidad valiosa para concienciar sobre privacidad y seguridad, y enseñar sobre el uso seguro de las redes sociales y de internet.

En cuanto a la aplicación también podemos encontrar distintos obstáculos. El primero desde el propio centro, del equipo directivo o del departamento. Muchos centros no toleran el uso o tenencia de móviles en el centro, por lo tanto, pueden poner dificultades o desaprobación a la aplicación de las actividades con teléfono móvil. También podemos encontrar resistencia en las familias, aunque esto sucede con cualquier iniciativa de innovación educativa, el uso de dispositivos móviles es más susceptible. Como se ha mencionado en la introducción, a pesar de la gran presencia de teléfonos móviles, cabe la posibilidad de que no todos los alumnos dispongan de ellos. Debido a esto, actividades como la Gymkana Virtual no serían posibles de realizar. El uso de Instagram como medio de comunicación en metodología

Flipped Classroom puede seguir siendo utilizado, pero haría falta reforzar y aportar material a aquellos alumnos que no tengan acceso a un dispositivo.

La educación con medios tecnológicos va a seguir avanzando, igual que toda la sociedad. De la misma manera que ha ocurrido con los ordenadores y en cierto modo con las tablets, los teléfonos móviles se irán incorporando en la educación. Seguramente con mayor facilidad, debido al menor coste económico que supone y al mayor impacto social que han tenido. De este hecho surge la importancia de estudiar y analizar las aplicaciones móviles. Además, no es un trabajo concluyente, constantemente surgen nuevas aplicaciones móviles que se van incluyendo en la vida de los alumnos. Los profesores debemos estar al tanto de las novedades y realizar este tipo de análisis con las aplicaciones que mayor éxito cosechen entre los adolescentes.

5. Bibliografía

Agencia Española de Protección de Datos (2018). *Guías Sectoriales AEPD: Guía para centros educativo*. España. Recuperado de:

<http://www.tudecideseninternet.es/agpd1/images/guias/GuiaCentros/GuiaCentrosEducativos.pdf>

Gómez, M. F. y Saba, M. P. (marzo, 2018) *Las redes sociales en educación: usos educativos de Instagram*. Argentina: Docentes en línea. Recuperado de:

<http://blogs.unlp.edu.ar/didacticaytic/2018/03/02/la-redes-sociales-en-educacion-instagram-en-el-aula-parte-1>

IAB Spain. (2018). *Estudio Anual de Redes Sociales España*. Recuperado de:

https://iabspain.es/wp-content/uploads/estudio-redes-sociales-2018_vreducida.pdf

Instituto Nacional de Estadística. (2018). *Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de la información y comunicación en los hogares*. España. Recuperado de:

https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t00/mujeres_hombres/tablas_1/10/&file=c06002.px

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado núm. 106, de 4 de mayo de 2006. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-7899-consolidado.pdf>

Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Boletín Oficial del Estado núm. 294, de 6 de diciembre de 2018. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2018/BOE-A-2018-16673-consolidado.pdf>

Martí, J. (8 de agosto, 2015) *Introducir Instagram como herramienta educativa*. Catalunya: XARXATIC. Recuperado de: <https://www.xarxatic.com/introducir-instagram-como-herramienta-educativa/>

Martínez Casado, R. (marzo 2019) *Listado de matemáticos*. Alcalá de Henares (Madrid): IES Cardenal Cisneros.

Rivilla, R. (marzo, 2018) *Instagram en el aula de Matemáticas*. España: Sociedad de la Información núm. 58. Recuperado de: <http://www.sociedadelainformacion.com/58/instagram.pdf>

6. Anexos

- I. Listado de personajes matemáticos propuestos en la actividad Personajes Matemáticos. Creado por Martínez Casado (2019).

LISTADO DE MATEMÁTICOS

Ada Byron	Heron
Al-Khwarizmi	Kolmogorov
Barrow	Kovaleskaya
Bayes	Laplace
Bolzano	L'Hopital
Cardano	Moivre
Cauchy	Morgan
Cramer	Neper
Descartes	Newton
Eratóstenes	Pascal
Euclides	Pitágoras
Euler	Rolle
Fermat	Rouché
Fibonacci	Ruffini
Fröbenius	Sarrus
Galois	Tales
Gauss	Tartaglia
Germain	Weierstrass