

Rosabel Roig-Vila (Ed.)

La docencia en la Enseñanza Superior

Nuevas
aportaciones
desde la
investigación
e innovación
educativas

Rosabel Roig-Vila (Ed.)

**La docencia en la
Enseñanza Superior.
Nuevas aportaciones
desde la investigación
e innovación educativas**

Octaedro 
Editorial

La docencia en la Enseñanza Superior. Nuevas aportaciones desde la investigación e innovación educativas

EDICIÓN:

Rosabel Roig-Vila

COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL

Prof. Dr. Julio Cabero Almenara, Universidad de Sevilla

Prof. Dr. Antonio Cortijo Ocaña, University of California at Santa Barbara

Profa. Dra. Floriana Falcinelli, Università degli Studi di Perugia

Profa. Dra. Carolina Flores Lueg, Universidad del Bío-Bío

Profa. Dra. Chiara Maria Gemma, Università degli studi di Bari Aldo Moro

Prof. Manuel León Urrutia, University of Southampton

Profa. Dra. Victoria I. Marín, Universidad de Oldenburgo

Prof. Dr. Enric Mallorquí-Ruscalleda, Indiana University-Purdue University, Indianapolis

Prof. Dr. Santiago Mengual Andrés, Universitat de València

Prof. Dr. Fabrizio Manuel Sirignano, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa di Napoli

Profa. Dra. Mariana Gonzalez Boluda, Universidad de Birmingham

Prof. Dr. Alexander López Padrón, Universidad Técnica de Manabí

COMITÉ TÉCNICO:

Jordi M. Antolí Martínez, Universidad de Alicante

Gladys Merma Molina, Universidad de Alicante

Revisión y maquetación: ICE de la Universidad de Alicante

Primera edición: octubre de 2020

© De la edición: Rosabel Roig-Vila

© Del texto: Las autoras y autores

© De esta edición:

Ediciones OCTAEDRO, S.L.

C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona

Tel.: 93 246 40 02 – Fax: 93 231 18 68

www.octaedro.com – octaedro@octaedro.com

ISBN: 978-84-18348-11-2

Producción: Ediciones Octaedro

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos de los textos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de los autores.

48. GeoGebra como entorno de aprendizaje para Geometría en 3D

Alonso-González, Clementa¹; Campoy García, Rubén²; Navarro-Pérez, M. Ángel¹; Rodríguez Álvarez, Margarita¹; Vicente-Pérez, Jose¹

¹Universidad de Alicante; ²University of Massachusetts Lowell

RESUMEN

El problema de encontrar representaciones adecuadas de objetos abstractos es tan antiguo como las propias Matemáticas. En el ámbito de la docencia de las mismas, y especialmente de la Geometría y la Topología, nos enfrentamos muy frecuentemente con el problema de imaginar y visualizar de manera adecuada ciertas funciones, curvas, superficies y otros elementos. Representar objetos en dimensión dos es sencillo pues podemos plasmarlos simplemente en una hoja de papel o en una pizarra. En cambio, algunos entes tridimensionales, que también son susceptibles de admitir un dibujo bidimensional usando proyecciones, son mucho más difíciles de manejar y dibujar sin las herramientas adecuadas. En este trabajo de investigación, nuestro objetivo principal ha sido explorar el potencial de la versión 3D del *software* GeoGebra para visualizar y manipular cierto tipo de objetos *tridimensionales*: las superficies cuádricas. Para ello, hemos diseñado una serie de actividades usando las herramientas que ofrece GeoGebra 3D con las que los alumnos han podido acercarse a estos objetos. Una vez realizadas dichas actividades, hemos realizado un estudio de la satisfacción e impresiones de los participantes a través de una encuesta *online*. El análisis de los resultados recogidos arroja principalmente la siguiente conclusión: la introducción de herramientas de representación de objetos en tres dimensiones (GeoGebra 3D, en nuestro caso) resulta altamente positiva. Las capacidades de visualización de objetos geométricos tridimensionales de nuestros alumnos mejoran; especialmente su destreza en el manejo de las superficies cuádricas.

PALABRAS CLAVE: innovación educativa, visualización 3D, Geometría, GeoGebra, cuádricas.

1. INTRODUCCIÓN

La geometría dinámica es una disciplina que apareció en la década de los 80 como herramienta para estudiar geometría. Desde entonces se han desarrollado diferentes tipos de software especialmente dirigidos a la docencia de las matemáticas en educación secundaria (*Cabri*, *Cinderella* o *GeoGebra*) donde poco a poco se ha ido sustituyendo el uso de la regla y el compás por el de una pantalla de ordenador. Hoy en día, el conocido como *software de geometría dinámica* juega un papel muy importante en la enseñanza de la geometría y tiene una enorme influencia sobre ella. A través de este tipo de software, los estudiantes pueden construir objetos geométricos y observar cómo cambian cuando se manipulan puntos libres situados sobre ellos o cuando se les aplican ciertas transformaciones euclídeas. Una de las principales ventajas en la utilización de este tipo de software para enseñar geometría es que se dispone de un recurso muy potente a la hora de enfrentarse al problema de la visualización y la creación de modelos en dimensión tres. En (Sinclair, 2003), (Sack & Vázquez, 2008) y también en (Ortega & Pecharomán, 2015) ya se explora el aprendizaje de conceptos geométricos a través de visualizaciones.

Las bondades del software GeoGebra como recurso para la docencia de las matemáticas han sido analizadas por diversos autores, por ejemplo, en (Bu & Haciomeroglu, 2011), (Bu et al., 2012) y en (Hohenwarter & Preiner, 2009). Otros trabajos como (Richard & Blossier, 2012), se centran de ma-

nera particular en analizar la herramienta 3D de dicho software también para el estudio de conceptos matemáticos.

Teniendo en cuenta que vivimos inmersos en un mundo cada vez más avanzado desde un punto de vista tecnológico, es muy sencillo encontrar programas y dispositivos que permitan la inmersión en entornos virtuales de tres dimensiones. Sin embargo, nuestro objetivo principal es que los alumnos, además de visualizar las superficies cuádricas como objetos espaciales, puedan manipularlas, analizarlas geométricamente e interpretar sus propiedades.

Además de abordar el estudio de estas superficies de un modo más práctico, participativo y dinámico para los alumnos, al desarrollar esta experiencia educativa, nos preguntamos también sobre los beneficios del uso de GeoGebra para el estudio y visualización de objetos geométricos en general. Esta es una tarea que ya comenzamos durante el curso académico 2018/19 a través de una experiencia educativa en la que utilizábamos GeoGebra para impartir los temas relacionados con las curvas cónicas (Alonso-González et al., 2019). Una vez más, los resultados obtenidos nos animan a ampliar la inclusión de actividades de este tipo en la enseñanza de conceptos geométricos.

2. MÉTODO

En este apartado expondremos el contexto en el que se ha llevado a cabo nuestra experiencia educativa, así como los procedimientos, actividades y métodos utilizados para acometer el estudio de las superficies cuádricas usando GeoGebra 3D y extraer conclusiones sobre el impacto de esta actividad en los estudiantes.

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

Esta actividad se enmarca dentro de la asignatura Geometría Lineal del Grado en Matemáticas de la Universidad de Alicante. La Geometría Lineal es una asignatura obligatoria de seis créditos que pertenece al área de Geometría y Topología y se imparte en el tercer semestre del grado. En este curso académico 2019/20 se han matriculado en esta asignatura 57 alumnos, de los cuales, 55 han participado en esta experiencia educativa. Atendiendo a su relación con el software GeoGebra y con el estudio de objetos geométricos tridimensionales (los dos factores que nos interesan especialmente en esta actividad), podemos decir que, prácticamente el 80% de los participantes había usado GeoGebra con anterioridad mientras que únicamente el 20% había estudiado previamente objetos geométricos tridimensionales.

2.2. Instrumentos

Para el diseño y realización de las actividades de visualización hemos trabajado con el entorno 3D del software interactivo GeoGebra. Recordamos que este software de geometría dinámica es de libre acceso y es posible utilizarlo en múltiples plataformas debido a su escritura en Java, por lo que los alumnos pueden acceder a las actividades desde su ordenador o su *tablet*. Una vez finalizadas las actividades, hemos pasado una encuesta de 13 preguntas a todos los alumnos participantes, la mayor parte de ellas encaminadas a recabar información sobre la consecución de los objetivos que perseguimos con el desarrollo de esta experiencia educativa, pero también para recoger su opinión personal sobre ella. Para pasar el formulario con las preguntas a los alumnos hemos utilizado la herramienta *Google Forms* para cuestionarios y cada alumno ha podido responder a la encuesta accediendo a un enlace que se le ha proporcionado en Campus Virtual. En el diseño del cuestionario, hemos dividido las preguntas en dos tipos: las cuatro primeras se han dirigido a recabar información sobre el contacto previo de los estudiantes con GeoGebra y con las cuádricas (respuestas dicotómicas: *sí/no*). Las ocho preguntas siguientes se han diseñado según una escala de tipo Likert con cuatro niveles en las

respuestas (*nada, poco, bastante, mucho*). Dado que hemos realizado la encuesta una única vez, para tener una idea de la fiabilidad de la misma, hemos calculando su coeficiente de Cronbach obteniendo un valor muy próximo a 0,7 por lo que el nivel de consistencia de nuestro cuestionario puede considerarse aceptable. Se ha incluido además una última pregunta de texto abierto para recoger comentarios y sugerencias de los alumnos

2.3. Procedimiento

Hemos procedido en dos fases muy bien diferenciadas:

FASE 1: La primera fase de nuestro trabajo, antes de involucrar directamente a los alumnos, ha consistido en idear y diseñar propuestas y actividades concretas que permitiesen la visualización de las superficies cuádricas a través de la ventana del programa GeoGebra. Aunque muchos de ellos ya han utilizado este software en la enseñanza secundaria, primero nos hemos asegurado de que alcanzaban la familiaridad necesaria con la barra de comandos, que eran capaces de bascular entre la ventana gráfica y la ventana algebraica de este software y, más precisamente, de trabajar en el entorno 3D de GeoGebra representando algunas figuras sencillas y manejando algunos deslizadores para conseguir animar dichas figuras.

Desde el punto de vista matemático, la aproximación a las curvas cuádricas que les hemos propuesto a los alumnos ha consistido en un primer enfoque teórico en el que obtienen y clasifican las superficies cuádricas a partir de las formas cuadráticas dando su forma canónica y, otro más geométrico, dividido en varias partes, para cada una de las cuales hemos diseñado una actividad concreta en GeoGebra 3D. A continuación, señalamos las líneas de trabajo que hemos propuesto para conseguir dicha aproximación geométrica. Explicaremos en qué consisten estas líneas y exhibiremos un ejemplo de los resultados que se obtienen a través de las actividades propuestas.

1) *Visualización de superficies cuádricas como representación gráfica a partir de una ecuación.*

A esta línea, la más sencilla, le hemos dedicado una única actividad. Con ella conseguimos que los alumnos obtengan la superficie cuádrica a través de su ecuación implícita y que, dando libertad a ciertos parámetros, puedan visualizar cómo cambia dicha superficie. El resultado obtenido en pantalla es el siguiente:

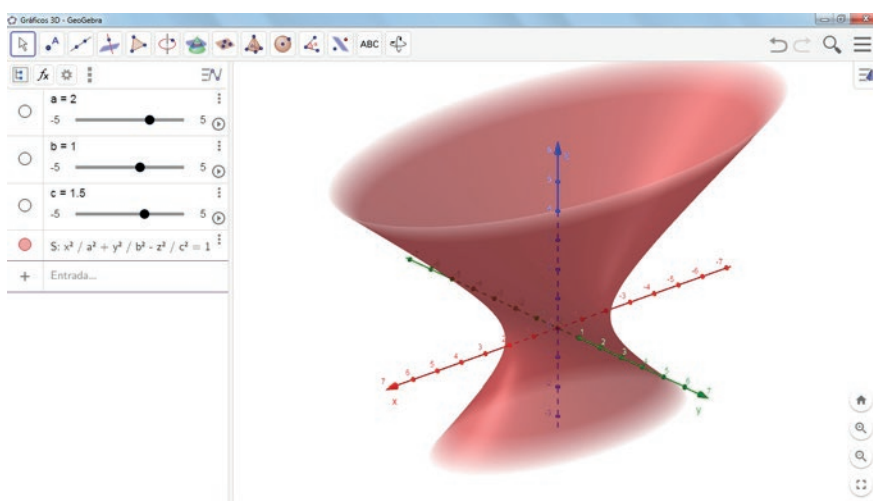


Figura 1. Superficie cuádrica dada por su ecuación implícita

2) De la dimensión dos a la dimensión tres: cómo reconstruir una superficie cuádrica a partir de sus trazas.

A este apartado le hemos dedicado cuatro actividades. El objetivo de todas ellas es común: reconstrucción de un objeto tridimensional a partir de otros en dimensión dos. En las siguientes figuras ponemos ejemplos de los resultados obtenidos en pantalla y que representan este proceso. En primer lugar, pasamos de la dimensión tres a la dimensión dos intersecando una cuádrica con un plano paralelo a uno de los planos coordenados dando lugar a uno o varios objetos que se pueden representar en dos dimensiones. Estos objetos se conocen como trazas de la cuádrica. El software GeoGebra permite hacer proyecciones de estas curvas traza en el plano (ver Figura 2), lo que facilita su visualización. Por otro lado, la naturaleza de estas curvas traza es bien conocida por los alumnos, ya que corresponden a curvas cónicas.

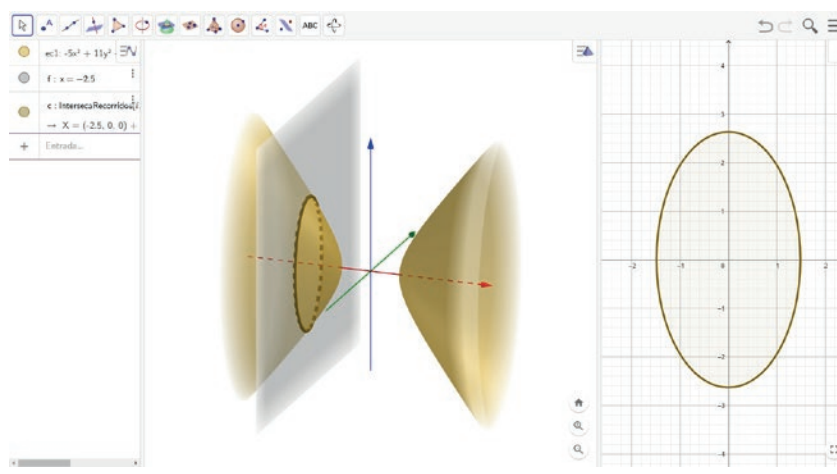


Figura 2. De la dimensión tres a la dimensión dos

En segundo lugar, para la transición de la dimensión dos a la dimensión tres, proponemos una serie de pasos mediante los cuales, conociendo únicamente las trazas de una superficie cuádrica con planos paralelos a los planos coordenados y, deslizando dichos planos, los alumnos pueden tratar de inferir de qué cuádrica se trata sin necesidad de visualizarla completamente usando su ecuación. Se trata de reconstruir un objeto tridimensional a través de sus trazas. Probando distintas posibilidades los alumnos pueden concluir que cada cuádrica tiene ciertos tipos de trazas asociadas.

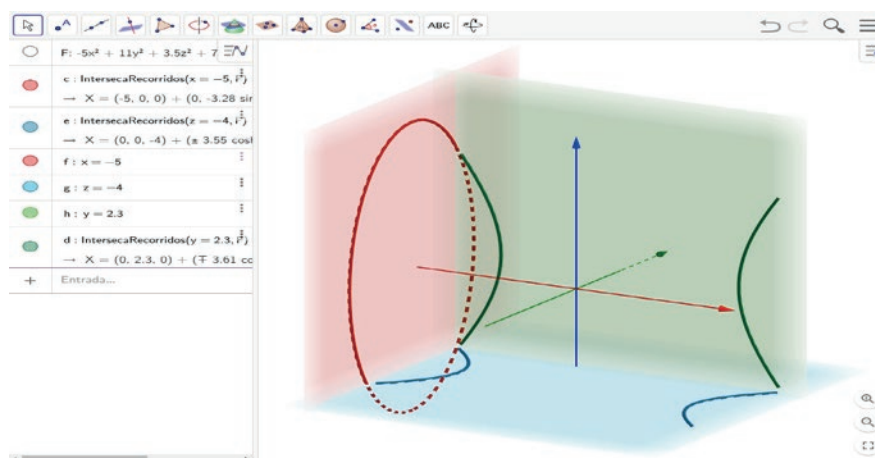


Figura 3. Curvas traza

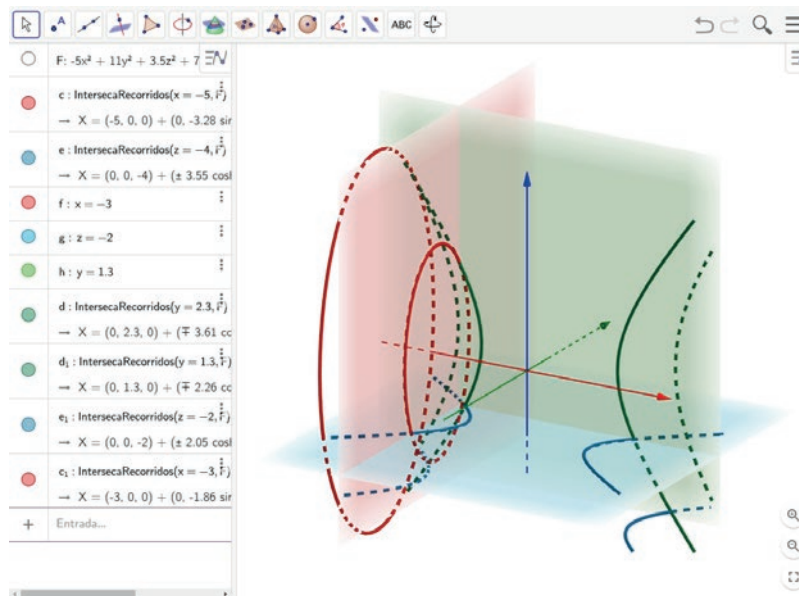


Figura 4. Rastro de curvas traza al mover los planos

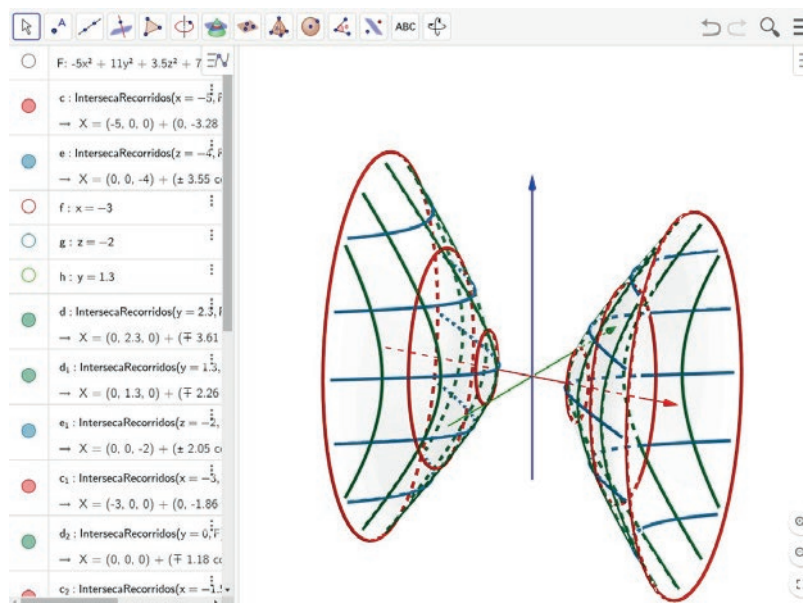


Figura 5. De la dimensión dos a la dimensión tres: de las curvas traza a la superficie cuádrica

Este tránsito entre dimensiones queda reflejado en las Figuras 3, 4 y 5. En ellas se puede apreciar, para una superficie cuádrica concreta, la construcción de curvas traza, la variación de dichas curvas al cambiar los parámetros, y, finalmente, la reconstrucción de toda la superficie a partir de dichas curvas.

3) Visualización de superficies cuádricas regladas.

Finalmente, hemos dedicado cuatro actividades a la visualización de cuádricas regladas, es decir, aquellas que están generadas por una familia de rectas. Los resultados obtenidos en pantalla tras efectuar algunas de dichas actividades son:

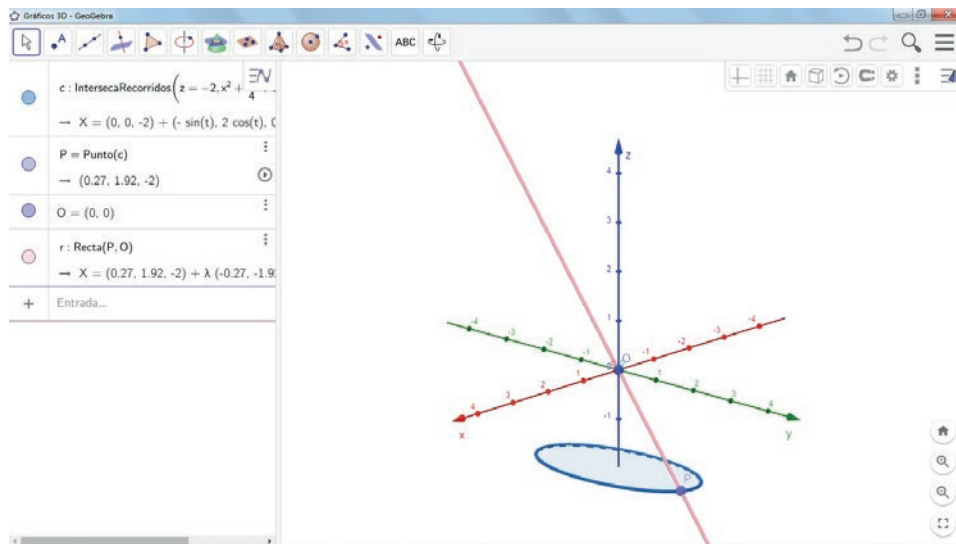


Figura 6. Recta generadora apoyada en un punto desplazándose sobre una circunferencia

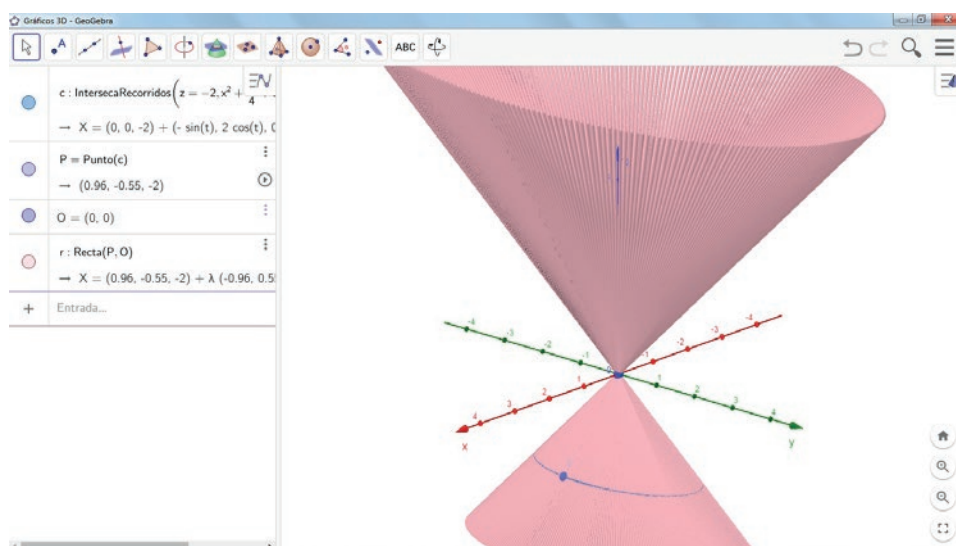


Figura 7. Superficie reglada como rastro de la recta

En las Figuras 6 y 7 se puede apreciar, por un lado, la recta generadora que hemos elegido para una determinada cuádrica y, por otro, la superficie que se genera al activar el rastro de dicha recta.

FASE 2: La segunda parte del trabajo ha consistido en la recogida de datos (respuestas de satisfacción e impresiones) y en la interpretación de los mismos. Para ello hemos elaborado el cuestionario y se lo hemos facilitado a los alumnos participantes de manera *online*. En lo que respecta a la técnica de muestreo que hemos utilizado para recabar información sobre la satisfacción de los participantes, señalamos que los alumnos han tenido la posibilidad de participar voluntariamente en la misma por lo que nuestro método no sería probabilístico. La mayor parte de los estudiantes que han realizado esta actividad educativa (39 de 55) ha respondido también a las preguntas formuladas. Esto implica que la muestra es bastante representativa.

Por último, tras la recopilación de las respuestas, hemos procedido a su análisis y hemos elaborado nuestras conclusiones.

3. RESULTADOS

En este apartado exhibimos, en primer lugar, las preguntas que hemos realizado en nuestra encuesta. Para estudiar estadísticamente los resultados, nos hemos ayudado del programa Python. Usando dicho programa hemos diseñado un par de gráficos (Figuras 8 y 9) agrupando por un lado las cuatro primeras preguntas (dicotómicas) y, por otro, las ocho últimas (de respuesta múltiple):

1. ¿Conocías el software GeoGebra antes de esta actividad?
2. ¿Sabías que GeoGebra tiene herramientas especiales para trabajar en tres dimensiones?
3. ¿Habías estudiado con anterioridad objetos geométricos en dimensión tres?
4. ¿Habías visto alguna vez las superficies cuádricas?
5. ¿Te ha resultado sencillo aprender a manejar GeoGebra?
6. ¿Has encontrado útil la primera hoja de actividades como apoyo para empezar a usar GeoGebra?
7. ¿Has encontrado dificultades a la hora de manejar las herramientas 3D de GeoGebra?
8. ¿Habías podido imaginar la forma de las cuádricas antes de utilizar GeoGebra?
9. ¿Te ha resultado complicada la práctica sobre cuádricas?
10. ¿Crees que esta experiencia te ha ayudado a mejorar tu visión de objetos tridimensionales?
11. ¿Crees que esta experiencia te ha ayudado a comprender mejor qué aspecto pueden tener las cuádricas?
12. ¿Crees que sería útil ampliar esta experiencia para el estudio de otro tipo de objetos y conceptos geométricos?
13. Por favor, añade cualquier comentario que consideres oportuno al respecto de esta actividad. Nos ayuda a mejorar.

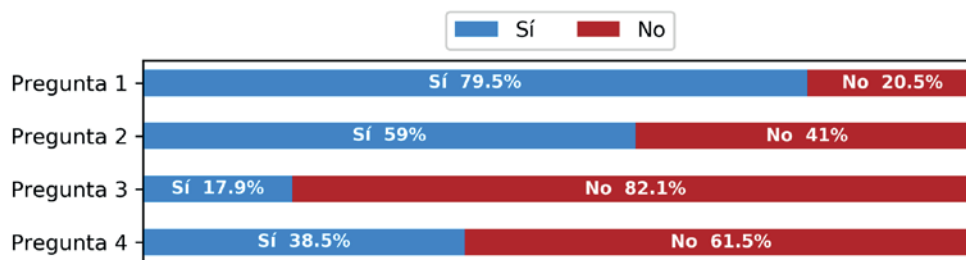


Figura 8. Respuestas preguntas 1-4

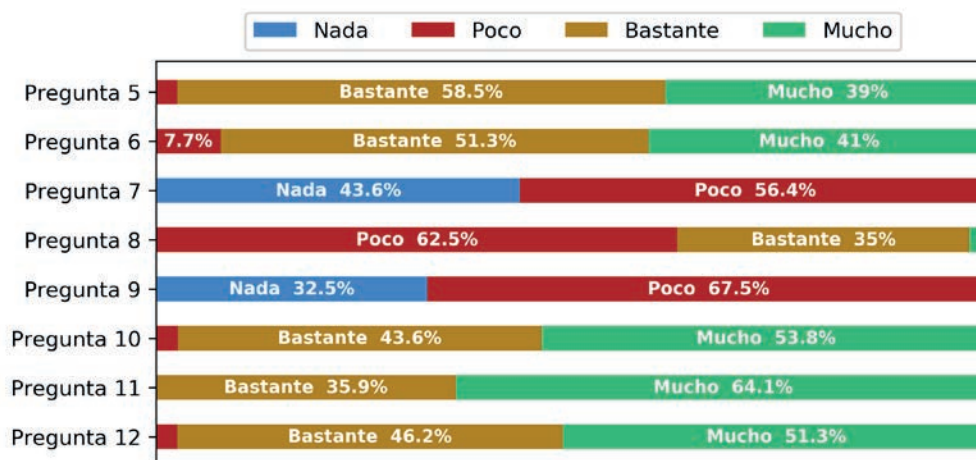


Figura 9. Respuestas preguntas 5-12

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al analizar los resultados, lo primero que observamos es que el software GeoGebra no es una herramienta nueva para los participantes, el 79% ya lo había usado previamente. Sin embargo, el porcentaje de los que conocían la versión 3D de GeoGebra desciende considerablemente hasta un 59%. Por otro lado, nos ha llamado la atención que únicamente la mitad de los participantes (48%) haya estudiado antes objetos en tres dimensiones, reduciéndose este porcentaje hasta el 38% cuando se les ha preguntado por su contacto con las superficies cuádricas. En cuanto a aspectos directamente relacionados con esta actividad, ningún alumno ha encontrado dificultades especiales a la hora de manejar la versión 3D de GeoGebra ni tampoco las superficies cuádricas.

Resulta muy destacable también que el 35% ha encontrado dificultades a la hora de visualizar las cuádricas antes de esta actividad y que el 96% considere que la misma le ha ayudado a mejorar su visualización de objetos 3D, lo cual concuerda con las conclusiones que se recogen, por ejemplo, en (Ortega & Pecharomán, 2015) o en (Sinclair, 2003) y en (Sack & Vázquez, 2008) en relación con la deducción de propiedades geométricas de los objetos a través del dinamismo de las figuras. En línea con lo que concluyen los estudios anteriores, también consideramos (y los propios alumnos así lo perciben) que es muy importante que dispongan de tiempo suficiente para la creación de imágenes mentales. De aquí la importancia de realizar más a menudo actividades de este tipo en las asignaturas de Geometría.

En (Zaleha & Syairatul, 2017) los autores estudian de manera concreta la mejora en el desempeño de actividades ligadas a la geometría en dos y tres dimensiones con GeoGebra concluyendo que los estudiantes que usan este software “lo hacen mejor”. Esta conclusión está en la línea de lo que hemos observado en nuestro estudio puesto que las calificaciones de este grupo de estudiantes han mejorado respecto de otros años en los que no se realizó esta actividad. En este último estudio al que nos referimos, la muestra de estudiantes se toma entre preuniversitarios, sin embargo, aunque en nuestra experiencia educativa participan alumnos adultos (estudiantes del 2º curso del Grado en Matemáticas), también consideramos que es importante que superen las dificultades asociadas a las interpretaciones de las representaciones de los conceptos como también apuntan (Gal & Linchevski, 2010) en su análisis sobre las dificultades que se presentan en el estudio de la geometría como consecuencia de una percepción visual inadecuada. En este aspecto, encontramos que las ventajas de usar GeoGebra en clase son indiscutibles.

Por último, el hecho de que el 97% responda que deberían utilizarse este tipo de actividades para el estudio de otros objetos geométricos, pone de manifiesto que la mayoría de los participantes valora positivamente haber podido participar en esta experiencia educativa. Estas respuestas continúan en la línea de las que dan los alumnos en la experiencia sobre curvas cónicas recogida en (Alonso-González et al., 2019), en (Bu et al., 2012) o en (Sheela et al., 2015): la mayor parte de los participantes describe la herramienta como muy enriquecedora y útil y mejora notablemente su actitud hacia el estudio de la geometría cuando se utiliza GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En resumen, después de llevar a cabo esta experiencia con la versión de GeoGebra en tres dimensiones, podemos extraer de manera muy precisa las siguientes conclusiones:

- Los profesores de Geometría y Topología debemos *fomentar el uso de herramientas de visualización (en dos y tres dimensiones)* para que nuestros alumnos superen los obstáculos conceptuales.
- La actitud de los alumnos hacia el estudio de la Geometría es *mucho más positiva* si se incrementa el número de actividades realizadas con un software interactivo como GeoGebra.

- Los alumnos que utilizan herramientas de representación geométrica mejoran su rendimiento en las asignaturas de Geometría.

Para finalizar, en lo que concierne a los profesores implicados en este proyecto, tras la ejecución del mismo, y en línea con las reflexiones recogidas en (Alonso-González et al., 2019), se reafirman en que son muchos los beneficios que se derivan de la utilización de recursos TIC que faciliten la visualización de objetos tridimensionales en el proceso enseñanza-aprendizaje. Entre ellos, destacamos la agilidad en la transmisión y comprensión de conceptos geométricos, el aumento de la motivación y la participación de los alumnos, así como una notable mejora en su atención.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el seno del Programa de Redes-I3CE de investigación en docencia universitaria del Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa-Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante (convocatoria 2019/20), Ref.: 4705.

5. REFERENCIAS

- Alonso-González, C., Campoy García R., Navarro-Pérez, M., & Rodríguez, M. (2019). *Experimentando con curvas cónicas y GeoGebra*. En R. Roig (Ed.), *Investigación e innovación en la enseñanza superior. Nuevos contextos, nuevas ideas* (pp. 827-836). Barcelona: Octaedro:
- Bu, L., Spector, J. M., & Haciomeroglu, E. S. (2011). Toward model-centered mathematics learning and instruction using GeoGebra. En L. Bu, & R. Schoen (Eds.), *Model centered learning: Pathways to mathematical understanding using GeoGebra* (pp. 13-40). Rotterdam: Sense Publishers.
- Bu, L., Mumba, F., Wright, M., & Henson, H. (2012). *Technology in mathematics education: Contemporary Issues* (pp. 91-115). Santa Rosa, California: Information Science Press.
- Hernández, H., Vázquez, M. J., & M. A. Zurro. (2012). *Álgebra lineal y geometría* (3a Edición). Madrid: Pearson.
- Hohenwarter, J., & Hohenwarter, M. (2009). Introducing dynamic mathematics software to secondary school teachers: The case of GeoGebra. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28, 135-146.
- Hohenwarter, M., & Preiner, J. (2007). Dynamic mathematics with GeoGebra. *Journal of Online Mathematics and Its Applications*, 7. Recuperado de https://www.maa.org/external_archive/joma/Volume7/Hohenwarter/index.html
- Gal, H., & Linchevski, L. (2010). To see or not to see: analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. *Educational Studies in Mathematics*, 74(2), 163-183.
- GeoGebra. *Página oficial del software GeoGebra*. <http://www.geogebra.com>
- Ortega, T., & Pecharomán, C. (2015). Aprendizaje de conceptos geométricos a través de visualizaciones. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 7, 95-117.
- Richard, P. R., & Blosier, M. (2012). Instrumented modelling and preliminary conceptions in three-dimensional dynamic geometry with GeoGebra-3D. En T. Bastiaens, & G. Marks (Eds.), *Proceedings of E-Learn 2012--World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 1* (pp. 322-330). Recuperado de <https://www.learntechlib.org/primary/p/41611/>.
- Sack, J., & Vazquez, I. (2008). Three-dimensional visualization: Children's non-conventional verbal representations. En O. Figueras, J. L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano y A. Sepúlveda, (Eds.),

Proceeding of the Joint Meeting 32nd Conference of the international Group for the psychology of Mathematics Education and the North American chapter XXX, 4 (pp. 217-224). Morelia, Michoacán, México: PME.

Sheela, R., Zaleha, I., Marlina, A., & Norhafizah, S. (2015). Attitude of Secondary School students towards the use of GeoGebra in learning loci in two dimensions.

International Education Studies, 8, 27-32.

Sinclair, M. P. (2003). The provision of accurate images with dynamic geometry. In N. Pateman, B. J. Dougherty, & J. Zillox (Eds.), *Proceedings of the 27th PME International Conference*, 4, 191-198.

Zaleha, I., & Syairatul, N. (2017). Learning 2-dimensional and 3-dimensional Geometry with Geogebra: Which would students do better? *International Journal on Emerging Mathematics Education (IJEME)*, 1, 121-134.