

Experiencias Docentes

Uso del holograma como herramienta para trabajar contenidos de geometría en Educación Secundaria

Use of the hologram as a tool to work Geometry contents in Secondary Education

Lara Orcos Palma, Cristina Jordán Lluch y Ángel Alberto Magreñán Ruiz

Revista de Investigación



Volumen VIII, Número 2, pp. 091-100, ISSN 2174-0410

Recepción: 2 Jun'18; Aceptación: 26 Jul'18

1 de octubre de 2018

Resumen

Presentamos en este trabajo una propuesta metodológica para el aprendizaje de conceptos geométricos en alumnos de secundaria, empleando el holograma como herramienta. Para ello, se establecen las bases para hacer del holograma un medio en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pasando a continuación a describir el desarrollo de dicha metodología.

Palabras Clave: holograma, Educación Secundaria, áreas y volúmenes de cuerpos geométricos, proceso de enseñanza-aprendizaje.

Abstract

We present in this paper a methodology for geometric concepts learning in high school students, using the hologram as a tool. To do this, the foundations are first established to make the hologram a means in the teaching-learning process to continue with the description of the development of this methodology.

Keywords: hologram, Secondary Education, areas and volumes of geometric bodies, teaching-learning process.

1. Introducción

Los constantes cambios que acontecen en la sociedad implican que los docentes debemos replantearnos el proceder del día a día en las aulas, de manera que consigamos que nuestros alumnos puedan adquirir las competencias que les permitan desenvolverse en un futuro.

Es un hecho que el mundo en el que nos movemos está repleto de conceptos científicos, muchos de los cuales forman parte del currículo oficial que recoge los contenidos que los

alumnos deben aprender. Los docentes percibimos a menudo carencias en los estudiantes que hacen que sea laborioso explicar gran parte de dichos conceptos debido, en ocasiones, al grado de abstracción que implican.

En este contexto, y sobre todo cuando se trata del aprendizaje de las Matemáticas, las concepciones y los conocimientos que tienen los profesores están, en ocasiones, muy vinculados al tipo de docencia que ellos mismos recibieron, a cómo se les transmitieron los diferentes conceptos, tendiendo a reproducir en su actual labor docente los modelos de aprendizaje vigentes siendo estudiantes [2]. El estudio llevado a cabo por Blanco y Barrantes en [2], sobre las concepciones que tienen los alumnos de magisterio en relación a los conceptos geométricos, conducen a concluir que estos son difíciles, tanto su aprehensión por parte de los alumnos como su exposición por parte de los docentes. A esto hay que añadir que, frecuentemente, la Geometría queda relegada al final del curso escolar, haciendo que la forma en que se imparte sea demasiado memorística. Además, en el caso concreto de la Geometría, hay que tener presente el conocido fenómeno ostensivo que supone un obstáculo para los alumnos. Este fenómeno surge a partir de la aparición de las figuras y los cuerpos geométricos dibujados en los libros de texto desde una única perspectiva, lo que implica que, cuando se colocan en otra orientación espacial, los alumnos no son capaces de aplicar los conocimientos que han adquirido con la primera imagen, es decir, no son capaces de extrapolar.

Tal y como comenta Gómez- Chacón en [7], a los alumnos se les enseña a aprender las fórmulas y cómo usarlas pero no a razonarlas, por lo que se acaban olvidando en un breve periodo de tiempo, lo que conlleva a su vez un aprendizaje no significativo. Además, el examen, que se suele basar en la aplicación directa de las fórmulas, supone la parte más importante, o incluso única, de la evaluación de geometría.

Según Villela en [18], la Geometría debe ofrecer a los alumnos la posibilidad de describir, entender e interpretar el mundo real y sus fenómenos mediante el uso de técnicas y herramientas que les permitan hacer conjeturas y extrapolaciones. En este sentido, poder fomentar en ellos la capacidad de asombro en base al uso de herramientas de visualización hace que adquieran interés en el aprendizaje de esta rama tan importante de las Matemáticas que, además, está presente en el día a día de nuestra vida.

El objetivo principal del trabajo que presentamos es el desarrollo de una propuesta metodológica que emplea el holograma como herramienta, como medio de enseñanza para el aprendizaje de los conceptos de áreas y volúmenes de cuerpos geométricos [17]. Este estudio es prolongación del realizado por Orcos, Arís, Fernández y Magreñán en [12] sobre la utilidad de los hologramas en el aprendizaje.

2. Fundamentación Teórica

2.1. La enseñanza de la geometría en Educación Secundaria

Blanco y Barrantes señalan en [2] que en el proceso de enseñanza de la Geometría juegan un papel muy importante las concepciones que los docentes tienen sobre la misma y la manera en la que a ellos se les ha enseñado. Quedando siempre relegada al final del curso, la Geometría se ha visto en la tesitura de ser concebida por los alumnos como un conjunto de fórmulas tediosas de obligado aprendizaje. El hecho de ser mostradas desde este punto de vista de

aprendizaje memorístico y el pensar que la mayoría de las fórmulas no les van a ser útiles en el futuro, pudiendo hacer uso de Internet para buscarlas si fuera necesario, ha llevado a que los alumnos muestren un profundo desinterés por el aprendizaje de las mismas.

En este contexto, el papel del docente resulta crucial, ya que está en su mano hacer que los estudiantes se interesen por la Geometría, aprovechando que, dado que el mundo que nos rodea está repleto de figuras y cuerpos geométricos, constituye la parte de las Matemáticas que puede resultar menos abstracta en su comprensión. Como destaca Fabres en [5], lo que necesitan los alumnos es un poco de observación dirigida. Además, el aprendizaje de esta materia se hace más divertido y significativo si damos a los alumnos la oportunidad de trabajar manualmente con materiales, colaborando a que sean ellos mismos quienes construyan su proceso de aprendizaje.

Fabres comenta en [5] que los profesores de Geometría deben tener siempre en cuenta que el fin de la enseñanza de la misma ha de ser que los alumnos adquieran habilidades que les permitan analizar las características y las propiedades de las figuras y los cuerpos geométricos, así como poder desarrollar argumentos para relacionar tales figuras y cuerpos y usar sistemas para su localización espacial, desarrollando de este modo la capacidad de visualización espacial.

El término “ojo geométrico”, acuñado por Fujita y Jones en [6], alude a que la intuición basada en la experiencia previa en relación a los conceptos geométricos es de gran utilidad cuando se aplica en las aulas. Teniendo en cuenta que los alumnos de educación secundaria han estudiado las formas de los cuerpos geométricos previamente al estudio de sus áreas y sus volúmenes y que estos forman parte del mundo que nos rodea, se puede considerar asequible proponer metodologías de enseñanza-aprendizaje que permitan desarrollar en ellos este “ojo geométrico”.

Según el modelo pedagógico de Van Hiele, el pensamiento geométrico se desarrolla según cinco niveles de razonamiento (percepción, análisis, clasificación, deducción y rigor), jerarquizados y discontinuos, que sirven para explicar el desarrollo que los alumnos experimentan en relación a la Geometría. Lo que todo docente debería hacer es buscar mecanismos que permitan a los alumnos avanzar subiendo de nivel en nivel, teniendo en cuenta que el alcanzar uno nuevo depende del grado de habilidad que se tenga en el anterior.

2.2. La importancia de la visualización y del uso de tecnologías en el aprendizaje de la geometría

En los años 70 surgió el interés en investigar cómo están relacionadas las habilidades espaciales con el aprendizaje de las Matemáticas [16]. Gutiérrez destaca en [8] que el proceso visual involucra la interpretación de representaciones externas para formar imágenes mentales que, posteriormente, se usarán para generar la información. En el ámbito de la Geometría esas representaciones externas, al formar parte de la vida cotidiana, se pueden generar más fácilmente. Además, como observan Owens y Outhred en [12], cuando se usan diagramas o representaciones visuales se observa una mejora en el proceso de aprendizaje, ya que estos hacen que los alumnos presten atención a las relaciones que hay entre los distintos elementos.

El uso de imágenes prototípicas tan solo debe hacerse inicialmente, para presentar la forma geométrica y sus partes a los alumnos, pero es necesario hacer uso de representaciones diversas para evitar el fenómeno ostensivo que surge cuando se quiere explicar un concepto general

usando un prototipo particular. Autores como Bishop en [1] y Clements y Battista en [3], afirman que se obtienen mejores resultados en el área de la Geometría cuando se emplean materiales manipulativos, puesto que así se aumenta la capacidad de los alumnos para manejar los cuerpos y sus representaciones. Del mismo modo, comentan que es imprescindible llevar a cabo experiencias didácticas que permitan conectar los espacios bidimensionales y tridimensionales entre sí.

En este sentido resulta muy importante que desde los primeros cursos de la educación primaria, cuando los alumnos empiezan a ver los conceptos geométricos, se haga especial hincapié en el estudio de las figuras planas, pues a partir de ellas se llega a la extrapolación en el espacio tridimensional para obtener los cuerpos geométricos. Tal y como señala Gutiérrez en [8], el correcto estudio de las mismas implica no olvidar ninguna de las dos direcciones de paso entre el plano y el espacio, el dibujo de las representaciones gráficas planas de sólidos y la construcción de sólidos a partir de sus representaciones planas, acciones que suponen importantes diferencias tanto desde el punto de vista del proceso de aprendizaje como del uso que de ellas hacen los estudiantes.

En la actualidad, los modelos virtuales que proporcionan las tecnologías gráficas son de gran utilidad y están sustituyendo a los modelos físicos, ya que permiten al alumno analizar los problemas a partir de los resultados que el ordenador muestra [4].

Desde el año 2010, el aprendizaje móvil ha ido evolucionando y enriqueciéndose empleando nuevas tecnologías como la realidad aumentada, los entornos virtuales, etc., hasta el día de hoy en que las clases se convierten cada vez más en entornos de aprendizaje virtual, donde el uso de tabletas o Ipads pone a disposición de profesores y alumnos un nuevo mundo de oportunidades de aprendizaje [9].

El informe Horizon [11] habla de la importancia del uso de los dispositivos electrónicos en las aulas y de los retos establecidos a largo y corto plazo, subrayando las principales tendencias tecnológicas en educación para los próximos años: Mobile Learning, Redes Sociales, Aprendizaje en línea, Big Data, BYOD, Híbrido y Colaborativo, Flipped Classroom, Cloud Computing, PLE, Gamificación, Robótica Educativa, Maker Spaces y Realidad Virtual.

En este sentido, el uso de TIC (Tecnologías de la información y la comunicación) aplicadas al aprendizaje de la Geometría resulta muy interesante, puesto que ayuda a los alumnos a desarrollar la capacidad espacial y, por lo tanto, a comprender los conceptos de manera significativa, permitiéndoles establecer relaciones entre las distintas figuras en base a sus características y propiedades.

2.3. Uso del holograma en la enseñanza de la geometría

En el contexto en el que nos encontramos, el uso del holograma adquiere todo su potencial como herramienta tecnológica que permite obtener una representación tridimensional de una imagen. El holograma no es una técnica de reciente descubrimiento, desarrollada en 1947 por Dennis Gabor se basa en la obtención de una fotografía tridimensional formada con un rayo láser cuando se incide a través de un objeto de manera que el rayo que se proyecta permite la obtención de imágenes tridimensionales.

Hay varios tipos de técnicas holográficas, pero en el presente artículo nos basaremos en el uso de los troncos de pirámide de base cuadrada que se colocan en una superficie reflectora,

como es la pantalla de una tableta, en posición invertida, de forma que podemos ver el holograma “flotando” en la superficie de la misma.

A la hora de aplicar cualquier herramienta tecnológica es preciso tener en cuenta que no deben ser consideradas un fin en sí mismas, es decir, el valor de su uso no debe radicar tan solo en el mero hecho de utilizarlas sino que deben constituir una parte integrada del proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, la formación del profesorado es decisiva a la hora de conseguir que el holograma se convierta en un medio a partir del cual se pueda llegar al conocimiento.

Autores como Serra, Vega, Ferrat, Lunazzi y Magalhães comentan en [17] que, dado que su fundamentación está sustentada por los principios de la Pedagogía general, el holograma se puede considerar como un medio de enseñanza. Cabe destacar estudios como los de Lee en [10], quien afirma que la adecuada implementación de los hologramas en las aulas conlleva a que los alumnos se encuentren en un ambiente atractivo que les permite estar más concentrados e ir construyendo su propio proceso de aprendizaje a partir de experiencias previas.

Asimismo, el holograma resulta ser un agente motivante que actúa como factor extrínseco que ayuda a potenciar las motivación intrínseca de los alumnos y, por lo tanto, a que estén más predispuestos hacia el aprendizaje, debido a que el alumno tiene la sensación de que el elemento que está estudiando se encuentra realmente presente, que no se trata de una representación.

De esta manera, se ve facilitada la representación mental del objeto y por lo tanto los conceptos se entienden más fácilmente en base a esa relación entre la forma y el contenido siendo, por otra parte, un elemento de socialización, ya que, además de que el alumno genera relaciones conceptuales individuales, pone en común sus conocimientos con el grupo clase mientras transcurre la experiencia. Se puede decir, por lo tanto, que otro de los puntos fuertes del holograma reside en su capacidad para crear ambientes de trabajo compartidos entre iguales [14].

3. Propuesta metodológica

La presente propuesta metodológica pretende abordar el uso de holograma como medio de enseñanza para el aprendizaje de los conceptos geométricos de áreas y volúmenes de cuerpos geométricos. Dicha propuesta está pensada para ser llevada a cabo en el 3º curso de Educación Secundaria Obligatoria en la asignatura de Matemáticas dentro del Bloque 3. Geometría, según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato [15].

Para el desarrollo de la misma se proponen 5 fases:

1. *Comprobación de los conocimientos previos de los alumnos sobre el cálculo de áreas de figuras planas y los tipos y características de cuerpos geométricos.* Para el desarrollo de la experiencia de aula usando los hologramas, es indispensable que el profesor tenga una aproximación a los conocimientos previos que tienen los alumnos sobre Geometría, en particular sobre las áreas de las figuras planas que serán de ayuda para el cálculo de áreas laterales y volúmenes de cuerpos geométricos. Según el nivel de estos conocimientos, los vídeos que se usen para la visualización del holograma deberán ser más o menos completos. En el siguiente link se recoge un ejemplo de modelo de

evaluación inicial adecuado para comprobar estas concepciones previas en los alumnos:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdhmuovah3Y8wwOtlvnzx4jtlXrN45WnaBa0ssVZAX9V0o-zA/viewform?usp=sf_link

2. *Construcción de los vídeos que se van a proyectar con el holograma.* Una vez que el profesor haya determinado los conocimientos previos de los alumnos, puede realizar el montaje de los vídeos que se usarán en la experiencia. En este caso, se propone elaborar 4 en los que se estudiará respectivamente:

- Áreas laterales de poliedros
- Áreas de cuerpos de revolución
- Volúmenes de poliedros
- Volúmenes de cuerpos de revolución

Los cuerpos geométricos se crean con el programa Geogebra® y se puede añadir tanta letra explicativa como se estime necesaria. Se considera oportuno tener presentes las siguientes consideraciones. En el caso de:

- a) Las áreas laterales de los poliedros: resulta imprescindible hacer especial hincapié en la descomposición de los mismos en dichas caras, de forma que los alumnos lleguen al cálculo del área lateral a partir de las áreas de las figuras planas.
- b) Los cuerpos de revolución (cilindro, cono, tronco de cono y esfera): es necesario que los alumnos comprendan cómo se obtiene cada uno de ellos a partir de la revolución de las figuras planas.
- c) Las áreas laterales del cilindro, cono y tronco de cono: es importante desmontar los mismos para llegar a la fórmula del área. En el caso del área de la esfera, se puede hacer hincapié en que es igual al área de 4 círculos.
- d) El volumen del cubo y prisma: se ve necesario mostrarlo a partir de la disposición en tres dimensiones de las figuras en 2 dimensiones. Así, el volumen del tetraedro se puede mostrar como un tercio del volumen de un prisma, juntando tres tetraedros, mientras que el de una pirámide de base cuadrada se puede obtener como un tercio del volumen del cubo de forma análoga.
- e) El volumen de los cuerpos en revolución: es de gran interés hacer ver a los alumnos la relación existente entre los volúmenes de cono, cilindro y esfera.

Una vez que las figuras están montadas, se hace un vídeo de cada una con el editor Camtasia® girando las figuras y mostrando su descomposición cuando se pueda. Finalmente los vídeos hay que editarlos con Camtasia® para que puedan ser vistos por proyección.

3. *Construcción del holograma.* Los hologramas se pueden hacer con acetato, un material plástico transparente semiblando. Para ello se cortan trapecios cuyas medidas dependerán de las dimensiones de la pantalla que se vaya a utilizar. En el caso de usar iPad Air® u otro dispositivo de las mismas dimensiones las medidas serán: 13 cm de base mayor, 2,5 cm de base menor y 8,5 cm de altura. Se harán 4 trapecios de las mismas

dimensiones y se pegarán con pegamento o celo por sus lados, de manera que se construya un tronco de pirámide como el que se muestra a continuación en la Figura 1.



Figura 1. Imagen de la construcción del holograma.

4. *Visualización de los vídeos con el holograma.* Se coloca el holograma en posición invertida encima de la pantalla del dispositivo y se visualizan los vídeos tantas veces como sea necesario. Al mismo tiempo, los alumnos rellenan una ficha con las fórmulas que ellos mismos deducen en base a lo que van descubriendo en los vídeos. Se muestra el resultado de la experiencia en la Figura 2:



Figura 2. Imagen de la visualización del vídeo del área lateral del cilindro con el holograma.

5. *Comprobación de los conocimientos tras el uso del holograma y valoración de la experiencia de usuario.* Por último, se pasa un test para evaluar los conocimientos adquiridos sobre los contenidos trabajados. Los resultados recogidos permitirán, mediante la comparación de los datos del grupo experimental con el de control, analizar la efectividad del holograma en el proceso de aprendizaje.

En el siguiente link se adjunta un modelo de test:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScKTuN1at4DI9AAZVil6IwKMFVLRd1f0nAO_KPgfoTM5ppMAw/viewform?usp=sf_link

Además, se puede hacer un test de experiencia de usuario para conocer la impresión de los alumnos en relación al uso de la herramienta. Este test puede ser de utilidad para conocer tanto los puntos fuertes del trabajo con el holograma como los puntos débiles que se deban mejorar.

En el siguiente link se recoge un modelo de test de experiencia de usuario:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScmthOwtA0XLMc72Yc6AJnMiHpN58qtGdYN9DQVEgLaVYoFZQ/viewform?usp=sf_link

4. Conclusiones y trabajo futuro

El objetivo general del presente trabajo es la elaboración de una propuesta metodológica para trabajar contenidos de áreas y volúmenes de cuerpos geométricos en alumno de 3^{er} curso de Educación Secundaria Obligatoria, empleando el holograma como medio de enseñanza, siguiendo las directrices de autores como Serra, Vega, Ferrat, Lunazzi y Magalhães en [17].

Para tal fin, el primer paso es establecer las bases teóricas que permitan justificar la aplicabilidad de este tipo de herramienta en las aulas en las que se considera esencial la visualización en el estudio de la Geometría, rama de las Matemáticas que suele dejarse relegada a los últimos momentos del curso escolar y que, por tanto, acaba reducida a un conjunto de fórmulas que los alumnos han de aprender [7].

La aplicación del holograma como medio de enseñanza en el aprendizaje de la Geometría se ha basado en los estudios de Bishop en [1], Clements y Battista en [3], que alegan que cuando se usan materiales manipulativos en las aulas para estudiar geometrías, aumenta la motivación de los alumnos y, por lo tanto, su aprendizaje se hace más significativo.

La propuesta metodológica que ha sido desarrollada establece 5 fases para el trabajo con el holograma en el aula, en este caso, aplicado al estudio de la Geometría. Dichas fases muestran la potencialidad de esta herramienta que, además de ser asequible para cualquier contexto educativo debido al bajo coste de los materiales implicados, resulta altamente novedosa por el efecto de imagen 3D que origina.

El siguiente paso del estudio consiste en la valoración de la efectividad del holograma como medio de enseñanza de los conceptos de áreas y volúmenes de cuerpos geométricos. Para ello, se implementará la experiencia metodológica comentada en una muestra de estudio, escogida de un grupo de alumnos de tercero de Secundaria, y compararán los resultados acerca de los conocimientos adquiridos por los alumnos que han seguido esta metodología con los de un grupo de las mismas características que el anterior, pero que haya trabajado con la metodología tradicional. Se estima que estos resultados serán positivos y permitirán justificar la potencialidad de esta herramienta.

Referencias

- [1] BISHOP, A.J. *Spatial abilities and mathematics education - A review*, pp. 257-269, Educational Studies in Mathematics, 11, 1980.

- [2] BLANCO, L. J. Y BARRANTES, M. *Concepciones de los estudiantes para maestro en España sobre la geometría escolar y su enseñanza-aprendizaje*, pp. 107-132, *Relime*, 6(2), 2003.
- [3] CLEMENTS, D.H. Y BATTISTA, M.T. *Geometry and spatial reasoning*, pp. 420-464 In Grouws, d. A. (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: MacMillan., 1992.
- [4] DE LA TORRE, J., MARTÍN-DORTA, N., SOARÍN, J. L., CARBONEL, C., y CONTERO, M., *Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional*. *Revista de educación a distancia*, 37, 2013. Recuperado de: <http://www.um.es/ead/red/37/>
- [5] FABRES, R. *Estrategias metodológicas para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría, utilizadas por docentes de segundo ciclo, con la finalidad de generar una propuesta metodológica atinente a los contenidos*, pp. 420-464, *Estudios Pedagógicos XLII*, 1, 2016.
- [6] FUJITA, T., JONES, K. *the bridge between practical and deductive geometry: developing "the geometrical eye"*, pp. 384-391, In A. D. Cockburn & E. Nardi (Eds.) *Proceedings of the 26th PME International Conference*, 2, 2002.
- [7] GÓMEZ-CHACÓN, I. M^a. *Matemática emocional*. Los efectos en el aprendizaje matemático. Madrid. Narcea, pp. 126-132, 2000.
- [8] GUTIÉRREZ, Á. *Las representaciones planas de los cuerpos 3-dimensionales en la enseñanza de la geometría espacial*, pp. 193-220, *Revista EMA*, 3 (3), 1998.
- [9] HEINRICH, P. *The Ipad as a Tool for Education. A Study of the Introduction of iPads at Longfield Academy*, Kent, 2012. Recuperado de: <http://www.naace.co.uk/publications/longfieldipadresearch>
- [10] LEE, H. *3D Holographic Technology and Its Educational Potential*, pp. 34-39, *TeachTrends*, 57,4, 2013.
- [11] RESUMEN INFORME HORIZON 2017 EDUCACIÓN SUPERIOR, INTEF. Ministerio de educación, cultura y deporte, ministerio de España. 2017.
- [12] ORCOS, L., ARÍS, N., FERNÁNDEZ, C.E., MAGREÑÁN, Á.A. *Holographic Tools for Science Learning*. In: Uden L., Liberona D., Liu Y. (eds) *Learning Technology for Education Challenges*. LTEC 2017. *Communications in Computer and Information Science*, 734. 36-45, Springer, Cham. 2017.
- [13] OWENS, K., & OUTHRED, L. *The Complexity of learning geometry and measurement*, pp. 83-115 In A. GUTIÉRREZ, & P. BOERO (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: past, present and future*. The Netherlands: Sense Publishers, 2006.
- [14] POZO, J.I. y MONEREO, C. *Introducción: la nueva cultura del aprendizaje universitario o por qué cambiar nuestras formas de enseñar y aprender*, pp. : 9-28, En J.I. POZO y M.P. PÉREZ ECHEVERRÍA (coord.), *Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias*. Madrid: Morata, 2009.
- [15] REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 3 de enero de 2015, 3,169-546.

- [16] SCHONBERGER, A. K. *The relationship between visual spatial abilities and mathematical problem solving are there sex-related differences?* pp. 179-185, In D. Tall (Ed.), Proceedings of the 3rd PME International Conference, I, 1979.
- [17] SERRA, R., VEGA, G. FERRAT, Á., LUNAZZI, J.J., y DANIEL S.F. MAGALHÃES, *El holograma y su utilización como un medio de enseñanza de la física en Ingeniería*, pp. 1-14, Revista Brasileira de Ensino de Física, 31, (1), 2009.
- [18] VILLELLA, J. *Uno, dos, tres... Geometría Otra Vez*. Buenos Aires: Aique, pp. 327-335, 2001.

Sobre los autores:

Nombre: Lara Orcos Palma

Correo Electrónico: lara.orcos@unir.net, laorpal@doctor.upv.es

Institución: Universidad Internacional de La Rioja, Universidad Politécnica de Valencia, España.

Nombre: Cristina Jordán Lluch

Correo Electrónico: cjordan@mat.upv.es

Institución: Universidad Politécnica de Valencia, España.

Nombre: Ángel Alberto Magreñán Ruiz

Correo Electrónico: alberto.magrenan@unir.net

Institución: Universidad Internacional de La Rioja, España.