

CURSILLO DE *DESCARTES*

José R. Galo Sánchez

Red Educativa Digital Descartes
galosanchezjr@gmail.com

Descartes es el nombre de la herramienta de autor que nació en el año 1998 y que es el soporte mediante el que se ha desarrollado el proyecto educativo y la red de profesorado homónima. A lo largo de los veintiún años transcurridos *Descartes* ha ido creciendo, evolucionando y adaptándose a los cambios tecnológicos y a los sucesivos estándares acaecidos, mostrando actualmente una madurez plena y una integración completa con su entorno. Este cursillo tiene como objetivo adentrarse en el desarrollo de recursos educativos interactivos con *Descartes* a partir de la elaboración de escenas cuyo contenido se encuadra en la conferencia “El Nautilus, referente del crecimiento gnomónico cordobés”. La belleza humana captada y canalizada por la belleza cartesiana.

LA HERRAMIENTA *DESCARTES*

Descartes es una herramienta de autor, multipropósito, que nació en junio de 1998 en el contexto de preparación del año mundial de las matemáticas que se celebraría en el año 2000. Fue promovida y mantenida por el Ministerio de Educación de España hasta el año 2012 y posteriormente por la Red Educativa Digital *Descartes* y el Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Descartes* es *software* libre. El *software* inicial se desarrolló usando la tecnología *Java* (hasta la versión 5) y la versión actual, *DescartesJS*, con *javascript* siendo compatible HTML5 y, por tanto, es ejecutable en cualquier dispositivo, sistema operativo y navegador que cumpla ese estándar. Son veintiún años de crecimiento continuo, de introducción pautada de nuevas funcionalidades y de evolución permanentemente para adaptarse a los diversos cambios tecnológicos y a los sucesivos estándares que han ido aconteciendo en este entorno técnico.

Con *Descartes* se pueden desarrollar recursos educativos interactivos no solo en el ámbito de las matemáticas, área en la que surge, sino en cualquier área de conocimiento científico o literario. La unidad básica de desarrollo se denomina “escena”. Al emplear este término teatral y cinematográfico para denominar a las actividades realizadas con *Descartes*, lo que se persigue es trasladar su significado y sus acepciones al contexto educativo poniendo especial énfasis en que es algo muy diferente de una animación; si bien con una escena también pueden construirse animaciones. No es lo mismo ser un espectador viendo una película (animación) que ser actor en

una obra de teatro. *Descartes* aporta el escenario, el decorado, la infraestructura técnica, y es el usuario, nuestro alumnado y nosotros mismos, el que en cada escena ha de abordar su papel de actor protagonista. Y en el desarrollo de esa obra teatral habrá escenas en las que se verá guiado por el director, en algunas tendrá que descubrir el guión y en otras aportar su destreza e iniciativa para construir su propio guión, pero todo lo hará gracias a la interacción con *Descartes*. El escenario se adapta al actor y este construye la obra.

EL PROYECTO *DESCARTES* Y LA RED EDUCATIVA DIGITAL *DESCARTES*

El *Proyecto Descartes* (Galo y Madrigal, 2009) fue un proyecto educativo del Ministerio de Educación español que surgió ligado a la herramienta *Descartes*, pero que se apoyó en la experiencia acumulada en el desarrollo de otros proyectos educativos que buscaban promover el uso de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en la educación. Su objetivo principal era la utilización de la tecnología para la mejora educativa, mediante la comprensión de aspectos encuadrables en la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), y era coordinado y desarrollado por profesorado. Este proyecto en el año 2013 se reconvirtió en una organización no gubernamental denominada “Red Educativa Digital *Descartes*” (RED *Descartes*, 2013) desde la que se le ha dado continuidad. Los socios de RED *Descartes* somos profesores de todos los niveles educativos. Nuestro lema es: “trabajando altruistamente por la comunidad educativa de la aldea global”, y nuestros recursos y actividades se difunden a través de nuestro portal <https://proyectodescartes.org>, que actualmente sirve una media de dos millones de páginas mensuales, gran parte de ellas hacia Colombia donde se constituyó la asociación homónima y hermana “Red Educativa Digital *Descartes* Colombia” —<https://www.coldescartes.org/>— con la que colaboramos intensamente y que es parte fundamental y protagonista de los logros y éxitos alcanzados.

Los recursos de RED *Descartes* se han ido desarrollando ligados a subproyectos y una descripción detallada de los mismos es accesible desde la opción “Subproyectos” del menú superior de nuestro portal web (Figura 1).



INSTALACIÓN DE *DESCARTES*, DOCUMENTACIÓN Y FORMACIÓN

La instalación de la herramienta *Descartes* puede realizarla accediendo a la web de la herramienta cuya dirección es <https://descartes.matem.unam.mx/>. Descargue el instalador adecuado a su sistema operativo y proceda a su ejecución. En la página antes citada y en la opción *DescartesJS*²⁰ del menú incluido en la Figura 1 tiene acceso a la documentación de la herramienta en formato imprimible (PDF) y en formato interactivo. También puede acceder a cursos interactivos en el apartado “Formación”.²¹

EL CURSILLO DE *DESCARTES* EN EL 24.º ENCUENTRO DE GEOMETRÍA Y SUS APLICACIONES

El cursillo de *Descartes*²² de este congreso tiene como objetivo introducir a los interesados en el desarrollo de escenas interactivas y se ha planteado para que los asistentes elaboren varias de ellas con un contenido que está relacionado con la conferencia inaugural de este congreso titulada “El *Nautilus*, referente del crecimiento gnomónico cordobés” y el artículo “Sobre la forma y el crecimiento cordobés del *Nautilus pompilius*” (Galo, Cabezudo y Fernández, 2016). Para cada escena propuesta se dispone de un recurso interactivo en el que se establece cual es el objetivo final y se detalla paso a paso la forma de obtenerlo. Obviamente es una mera guía y la iniciativa y creatividad de cada cual mejorará el resultado final.

Primera escena: detectando el canon de belleza del *Nautilus*

El *Nautilus pompilius* tiene una concha cuya sección transversal tiene forma de espiral logarítmica $r = a b^\theta$. Se plantea como objetivo (Figura 2) determinar la ecuación de esa espiral, es decir, cuánto vale a y b . También comprobar que los septos son arcos de una espiral de ese tipo.

En esta escena se toma contacto con la herramienta, se observa e interactúa con su entorno de edición (paneles: espacios, definiciones y gráficos), objetos cartesianos (imagen, curva, control numérico y gráfico, variables) y sus propiedades parametrizables.

²⁰ <https://proyectodescartes.org/descartescms/descartesjs>

²¹ <https://proyectodescartes.org/descartescms/formacion>

²² <https://proyectodescartes.org/escenas-aux/taller24ega/index.html>

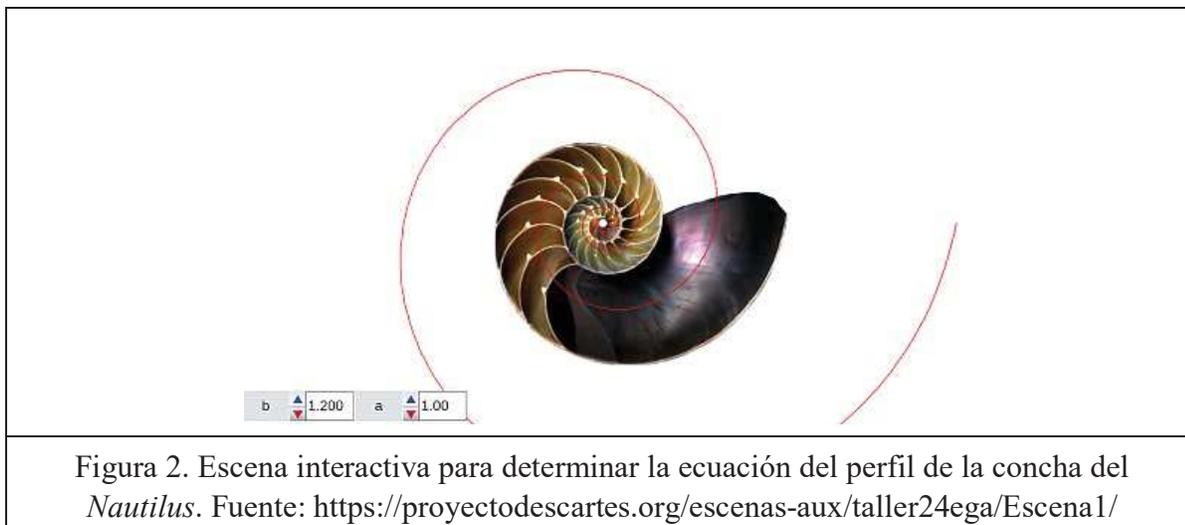


Figura 2. Escena interactiva para determinar la ecuación del perfil de la concha del *Nautilus*. Fuente: <https://proyectodescartes.org/escenas-aux/taller24ega/Escena1/>

Segunda escena: experto clasificador de conchas discoidales

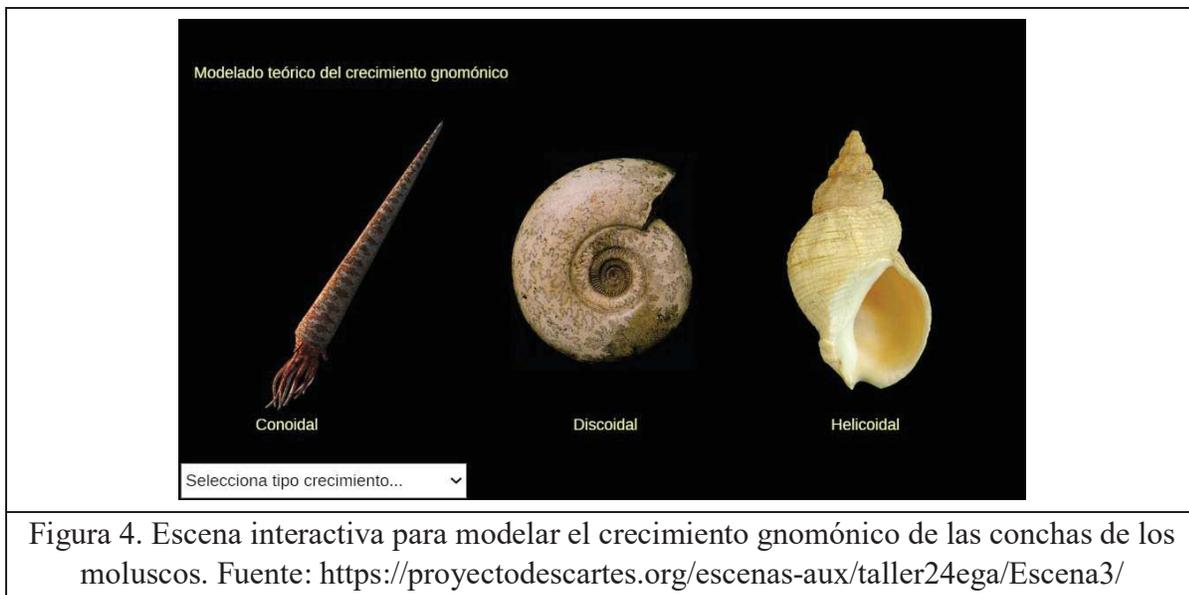
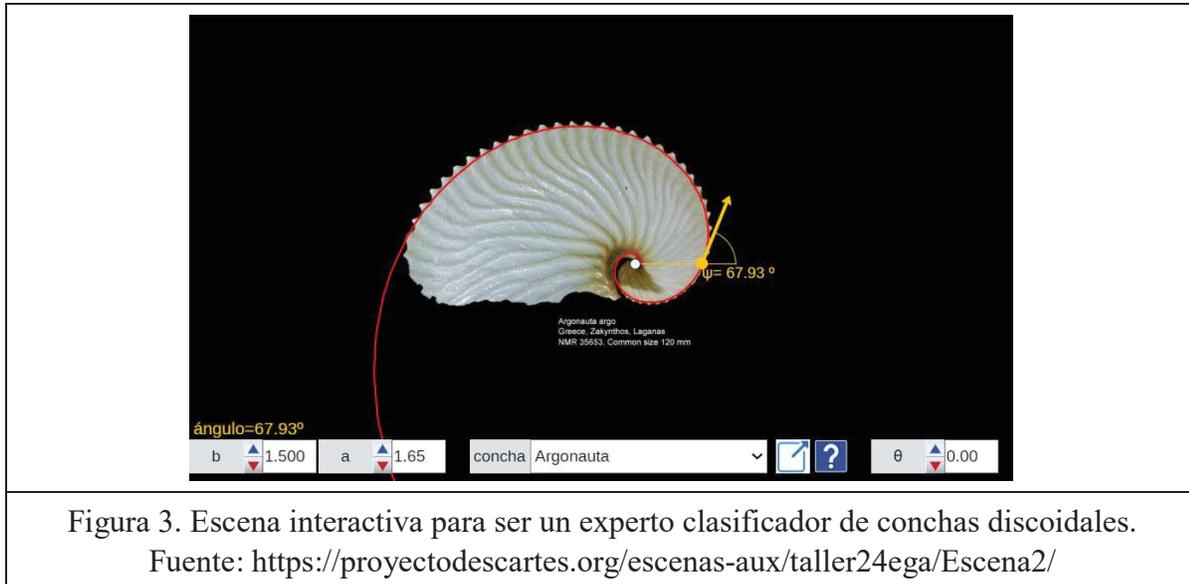
Una concha se dice que es de tipo discoidal si la traza de su crecimiento está ubicada en un plano perpendicular al eje de giro. La concha *del Nautilus pompilius* es discoidal y en esta segunda escena (Figura 3) vamos a trasladar el análisis realizado en la primera a cualquier otra concha de ese tipo.

En este desarrollo se aprenderá a mostrar objetos cartesianos según una condición, se cambiarán algunas propiedades de los espacios, y curvas, se introducen los gráficos tipo punto, segmento, flecha (vector) y texto, se usarán controles numéricos de tipo menú y botón y a realizar acciones con ellos como abrir enlaces externos y se usaran vectores de variables.

Tercera escena: modelado teórico del crecimiento gnomónico

Aristóteles estableció el concepto de crecimiento gnomónico cuando decía: “Hay ciertas cosas que cuando crecen no sufren alteración salvo en magnitud” y definió el gnomon como toda figura cuya yuxtaposición a otra dada produce una resultante que es semejante a la inicial. En esta escena (Figura 4) modelamos el crecimiento de algunas conchas de moluscos. Son modelos teóricos simplificados, pero suficientemente significativos de lo que acontece en la realidad. Crecimiento conoidal, discoidal y helicoidal.

Se continúa con el aprendizaje funcional de la herramienta *Descartes* y en esta escena se trabaja con espacios bi y tridimensionales y sus propiedades, experimentando la superposición de los mismos y la importancia del orden de los mismos en el panel “Espacios” de la ventana de configuración. Se trabajan con objetos gráficos tridimensionales y con familias de ellos.



Cuarta escena: animación de rectángulos asociados a polígonos regulares

A partir del lado de un polígono regular y del radio de la circunferencia circunscrita puede construirse un rectángulo. En particular, el triángulo equilátero se corresponde con el rectángulo de proporción $\sqrt{3}/3$, el cuadrado con el de proporción $\sqrt{2}/2$, el hexágono con el cuadrado o de proporción la unidad y el decágono con el rectángulo áureo (de extrema y media razón o proporción áurea, divina o armónica). Y en el estudio del *Nautilus* detectamos la proporción cordobesa o humana que se corresponde con el rectángulo cordobés asociado al octógono.

En este caso (Figura 5) el objetivo técnico cartesiano principal es aprender a realizar animaciones con *Descartes*, pero también se practicará con el cambio de tamaño de las escenas y los objetos gráficos arco, polígono, textos enriquecidos y textos con inclusión de valores variables. Esto último conduce a iniciarse en el editor de textos y fórmulas de *Descartes*.

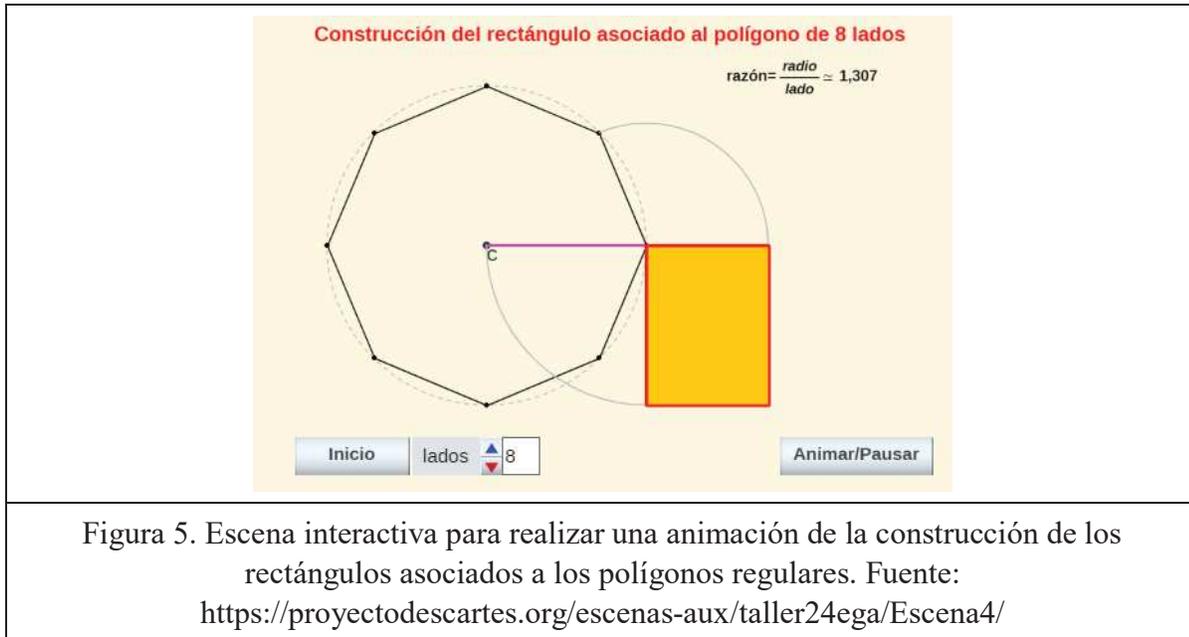


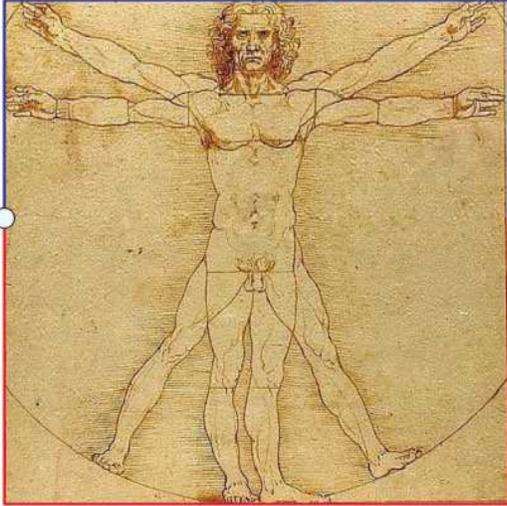
Figura 5. Escena interactiva para realizar una animación de la construcción de los rectángulos asociados a los polígonos regulares. Fuente: <https://proyectodescartes.org/escenas-aux/taller24ega/Escena4/>

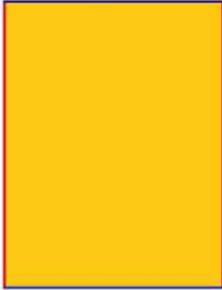
Quinta escena: el hombre de Vitrubio polifacético

Leonardo da Vinci plasmó el canon de belleza armónico (áureo o divino) en su dibujo del hombre de Vitrubio. En él toma como referencia la razón entre la distancia de los pies al ombligo y de este a la cabeza plasmando la razón áurea. El ombligo como centro armónico del cuerpo. Con *Descartes* procedemos a visualizar un hombre de Vitrubio polifacético, pues podemos variar la posición del ombligo y observar el efecto que acontece. En particular conoceremos al hombre de Vitrubio cordobés. Adicionalmente, todas las proporciones consideradas se pueden mostrar mediante un rectángulo y relacionar este con las razones entre el radio y el lado en los polígonos regulares; y también la situación inversa.

En el aspecto técnico cartesiano se aprende a trabajar con la escala de un espacio y con las escalas de las imágenes. Se hace uso del panel “Programa” y de los algoritmos “Inicio” y “Calculos” que se incluyen por defecto. Se usan textos enriquecidos que incluyen fórmulas y expresiones variables. Se detecta si un control está activo, se activan o desactivan controles y se trabaja con las acciones asociadas a los mismos. Se profundiza en el uso de condicionales y en la definición de funciones.

El hombre de Vitrubio polifacético



$$\text{razón} = \frac{*}{*} = 1.3066$$


polígono 8|

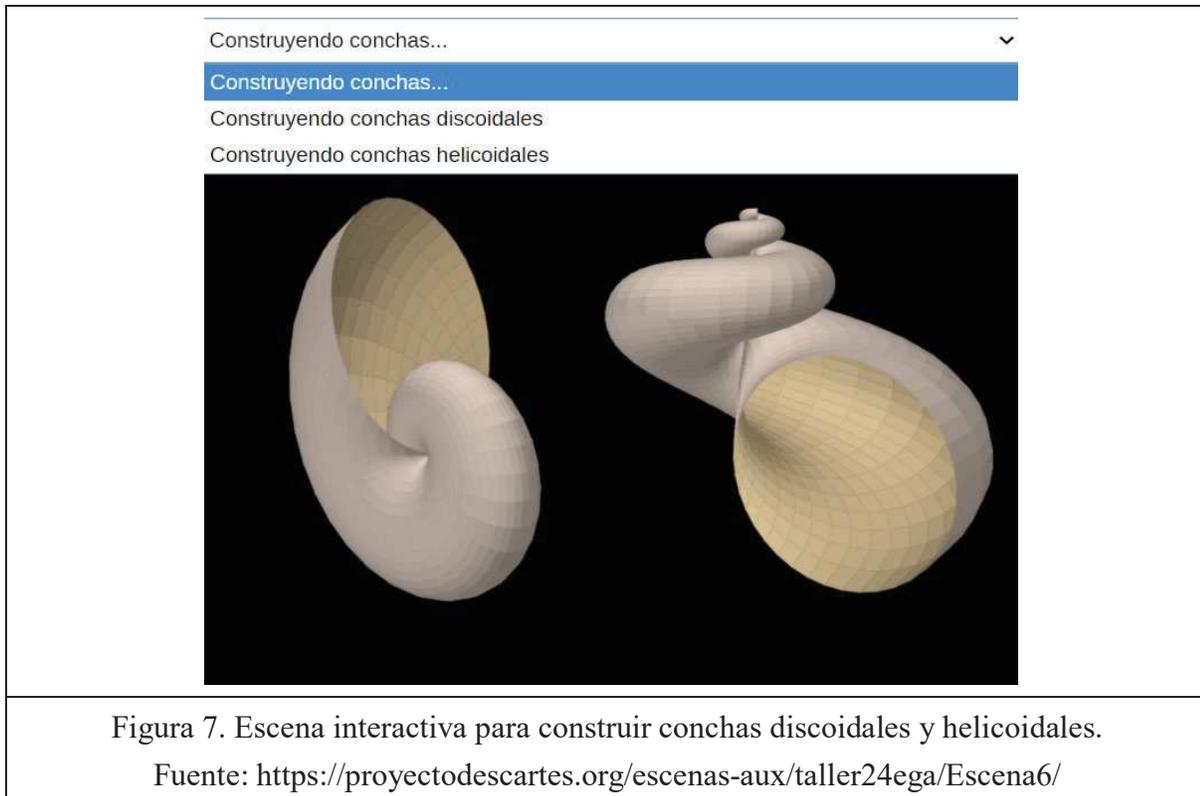
Figura 6. Escena interactiva para mostrar diferentes cánones de belleza partiendo del canon armónico o divino reflejado por Leonardo da Vinci en su hombre de Vitrubio. En la imagen se muestra el canon humano o el hombre de Vitrubio cordobés.

Fuente: <https://proyectodescartes.org/escenas-aux/taller24ega/Escena5/>

Sexta escena: constructores de conchas

En escenas anteriores hemos observado conchas de dos tipos: discoidal y helicoidal. En esta escena nos convertimos en constructores de conchas discoidales sin más que definir el perfil de su boca mediante una curva y la espiral logarítmica que define su crecimiento gnomónico y añadiendo en el caso helicoidal el ángulo del cono que la envuelve.

En el desarrollo de esta escena se aprende a embeber escenas en otras escenas mediante el uso de espacios HTMLIframe y se profundiza en el conocimiento de los parámetros asociados al objeto cartesiano “Superficie”.



REFERENCIAS

- Galo Sánchez, J.R. y Madrigal Muga, J. (2009). El proyecto Descartes: 10 años innovando con tic. XIV Jornadas de Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas (JAEM). Girona, España: FESPM. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/260399565_El_proyecto_Descartes_10_anos_innovando_con_TIC
- Galo Sánchez, J., Cabezudo Bueno, Á. y Fernández Trujillo, I. (2016). Sobre la forma y el crecimiento cordobés del *Nautilus pompilius*. *Epsilon*, 94, 81-110. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/321686865_Sobre_la_forma_y_el_crecimiento_cordobes_del_Nautilus_pompilius_On_the_form_and_the_Cordovan_growth_Nautilus_pompilius.
- RED Descartes, Red Educativa Digital Descartes. (2013). Recuperado de <https://proyectodescartes.org>