

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
Escuela Politécnica Superior de Zamora



MEMORIA DE RESULTADOS

Proyecto de innovación Docente ID10/046

***METODOLOGÍAS ACTIVAS BASADAS EN
VÍNCULOS DIDÁCTICOS INTERDISCIPLINARES:
MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS Y
EXPRESIÓN GRÁFICA***

PARTICIPANTES

**DIEGO VERGARA RODRÍGUEZ
MANUEL PABLO RUBIO CAVERO
MIGUEL ÁNGEL LORENZO FERNÁNDEZ
ANA BELÉN RAMOS GAVILÁN
AVELINO ÁLVAREZ RODRÍGUEZ**

Zamora, 2 de Junio de 2011

INTRODUCCIÓN

Según estudios estadísticos [1], un elevado porcentaje del alumnado que cursa estudios universitarios en titulaciones de ingeniería no escogió en bachillerato la asignatura Dibujo Técnico lo que, entre otras causas, induce a que dicha materia sea uno de los factores que provocan el retraso en la duración de los estudios universitarios del alumnado. Por otro lado, la *visualización espacial* (definida como la habilidad para gestionar mentalmente formas complejas) es otro aspecto que presenta serias dificultades al enfrentarse a esta asignatura.

En el proceso de adaptación de las diferentes titulaciones de ingeniería al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se debe favorecer la “*capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica*” de los estudiantes (BOE 20 de Febrero – Orden CIN/351/2009, de 9 de Febrero). Todo ello ha llevado a la elaboración de diversos recursos que permiten desarrollar las habilidades espaciales, siendo mejor aceptadas por parte del alumnado las que se basan en las nuevas tecnologías y crean una independencia del profesorado [2].

El impacto de la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la sociedad actual es evidente y debido a ello, la incorporación de éstas para conseguir una adecuada actualización de la enseñanza hace replantearse a los docentes los procedimientos didácticos a utilizar. En este sentido, con este Proyecto de Innovación Docente se han elaborado nuevas herramientas didácticas, basadas en *plataformas virtuales interactivas*, que ayudarán a los alumnos a mejorar su capacidad de visión espacial a partir de ejercicios didácticos con aplicación directa en las asignaturas: Estática, de 1º curso de Grado en Ingeniería de la Edificación (GIE), vigente desde el curso 2009-2010; y Mecánica Técnica, de 2º curso de Grado en Ingeniería Civil (GIC), vigente a partir del curso académico 2011-2012.

Este Proyecto continúa la línea de trabajo ya emprendida por miembros del equipo en la creación de plataformas interactivas que sirven para favorecer las habilidades espaciales del alumnado pero, en este caso, enfocando el diseño de la herramienta virtual al servicio de asignaturas del área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras (MMCyTE). La implicación en este Proyecto de profesores de diferentes áreas, MMCyTE y Expresión Gráfica (EG), ha permitido conseguir varios aspectos positivos desde el punto de vista docente: *enseñanza interdisciplinar*, *coordinación docente* entre distintas áreas del Grado de Ingeniería Civil y elaboración de herramientas innovadoras que permiten diseñar *metodologías activas* que promuevan el interés del alumnado por las distintas materias.

1. Hernández, J.M., García, M.J., Caballero, B.M., Garitaonandia, I., Albizuri, J., Fernandes, M.H., Eguía, M.I., Aranguiz, I., Larrauri, M., Actas del XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Influencia de las materias cursadas en Bachillerato en el rendimiento del alumnado y en la duración de sus estudios universitarios, Cádiz, 2008.
2. Martín, J., Martín, N., Saorín, J.L., Contero, M., Navarro, N., Actas del XXI INGEGRAF, La capacidad de visión espacial en el contexto del espacio europeo de educación superior, Lugo, 2009.

RESULTADOS

A partir de la experiencia docente de todos los profesores implicados en este Proyecto, que pertenecen tanto al área de MMCyTE como al área de EG, se ha diseñado una serie de actividades que, además de favorecer el interés del alumnado por las diferentes materias, establece *vínculos docentes interdisciplinarios* entre asignaturas correspondientes a ambas áreas, e.g., Mecánica Técnica (GIC), Estática (GIE) y Expresión Gráfica II (GIC).

Además, tal como se propuso en la memoria de adjudicación de este Proyecto, se han implementado dichas actividades en una *plataforma virtual interactiva* que puede facilitar de manera loable la adaptación al proceso de convergencia, ayudando a su vez a mejorar la *capacidad de visualización espacial* del alumnado.

Los problemas detectados por los profesores del área de MMCyTE que se han tratado de resolver con este Proyecto están relacionados con la falta de visión espacial que se ha detectado en el alumnado cuando trata de resolver ejercicios de mecánica técnica donde es preciso visualizar la *disposición espacial de un vector*.

En este sentido se determinó que el enfoque de este Proyecto debía abarcar dos aspectos básicos de las asignaturas Mecánica Técnica y Estática: (i) favorecer la visualización espacial de los *cosenos directores* de un vector situado en cualquier octante y (ii) favorecer la visualización espacial de las *coordenadas* inicial y final de un vector para determinar su valor unitario, a partir de la formulación pertinente.

En este último caso se plantearon varias situaciones vividas por los docentes en las que el alumnado, a pesar de reconocer perfectamente las coordenadas espaciales, fallaba a la hora de introducir dichos valores en la formulación para obtener su valor unitario y no sabía interpretar correctamente lo que implicaba a nivel espacial un signo positivo o negativo.

Debido a esto, con las actividades desarrolladas en este Proyecto no sólo se ha tratado de solventar el problema de capacidad de visión espacial –vinculado al área de EG– sino que también se ha procurado que el alumno aprenda a manejar correctamente las coordenadas de los puntos inicial y final de un vector para conocer sus componentes o proyecciones en las direcciones de los ejes coordenados. Por lo tanto, en cierta manera, esta metodología garantiza un *aprendizaje de tipo productivo*, i.e., desarrolla el hábito de pensar, razonar y relacionar o explicar la información.

Las herramientas desarrolladas se han implementado en Studium, para que así al alumno pueda ejercitar libremente sus habilidades espaciales (Fig. 1). En muchas ocasiones los autores de este trabajo han detectado que para que un alumno supere sus dificultades de visualización espacial no es suficiente con una explicación, sino que *es necesaria una representación tridimensional de lo que se desea visualizar*. En este sentido, esta plataforma virtual no sólo sirve para representar los vectores sino también para que el alumnado interactúe en tiempo real con ellos y los llegue a entender realmente (autoaprendizaje).

Por lo tanto, el trabajo desarrollado se va a exponer en dos subapartados:

- a) *Actividades para favorecer la visualización espacial de los cosenos directores de un vector situado en cualquier octante.*
- b) *Actividades para favorecer la interpretación espacial de la posición espacial de un vector cualquiera.*

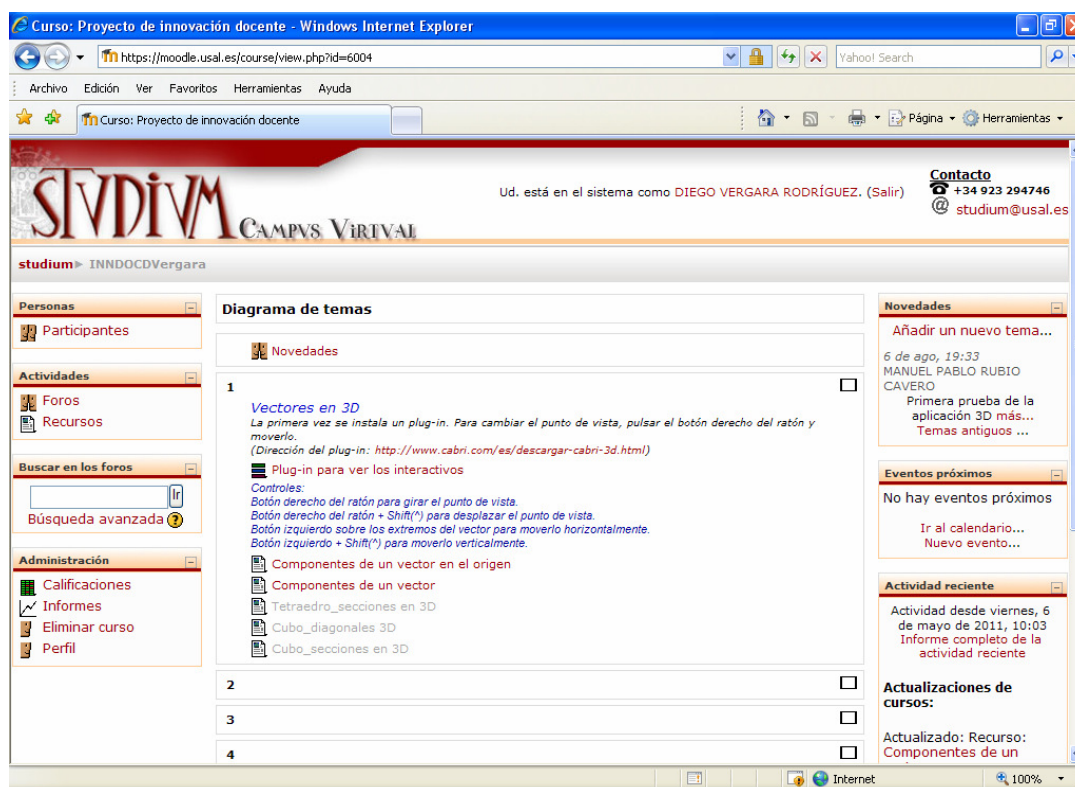


Fig. 1. Trabajo implementado en Studium.

a) *Actividades para favorecer la visualización espacial de los cosenos directores de un vector situado en cualquier octante.*

Programas utilizados: Cabri3D® y plataforma moodle (Studium).

Utilidad: Favorecer la capacidad de visualización espacial de los cosenos directores de un vector a partir de una plataforma virtual interactiva que favorece el autoaprendizaje (Fig. 2). Dicha plataforma permite cambiar de manera interactiva la posición espacial del punto de llegada del vector, siendo el punto de origen el origen de coordenadas. El cambio realizado permite detectar en la pantalla del ordenador la variación de las coordenadas del punto de llegada y los cambios correspondientes a los cosenos directores, con lo que el alumno puede comprobar mediante los cálculos pertinentes los valores que proporciona la plataforma virtual. En este sentido en la Fig. 2 se puede ver que la posición del punto y los cosenos directores son los mismos que en las Figs. 3 y 4, siendo el único cambio entre estas figuras que se ha visualizado el objeto desde diferentes puntos de vista (la herramienta desarrollada permite realizar el movimiento de *rotación*). Esto ayuda al alumnado a *auto-comprender* espacialmente la situación geométrica del vector (visión global en 3D del vector). Otra opción que se ha desarrollado en la herramienta es una aplicación directa para poder trasladar verticalmente la posición del punto de llegada del vector (punto *R* en estas figuras), i.e., se facilita la posibilidad de cambiar el valor de la coordenada *z* sin variar ninguna de las otras coordenadas y que el programa directamente cambie los cosenos que se ven afectados y el módulo del vector (Fig. 5). De esta manera, el alumno podrá mover el punto *R* con perfecta libertad visualizando en *tiempo real* los cambios correspondientes en los valores del módulo del vector y de los ángulos directores, y también comprobando que ni las otras coordenadas (*x* e *y*) varían ni la proyección de los ángulos directores en los planos *xy*.

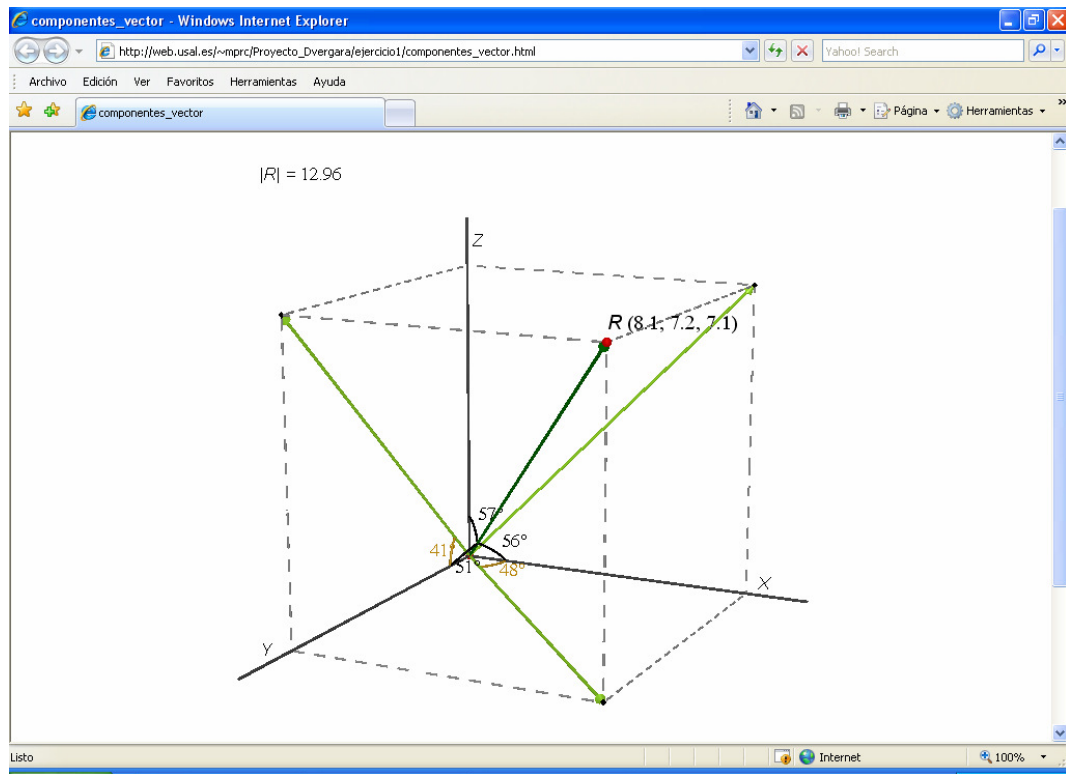


Fig. 2. Plataforma virtual interactiva que favorece la visualización espacial de los cosenos directores de un vector situado en cualquier octante.

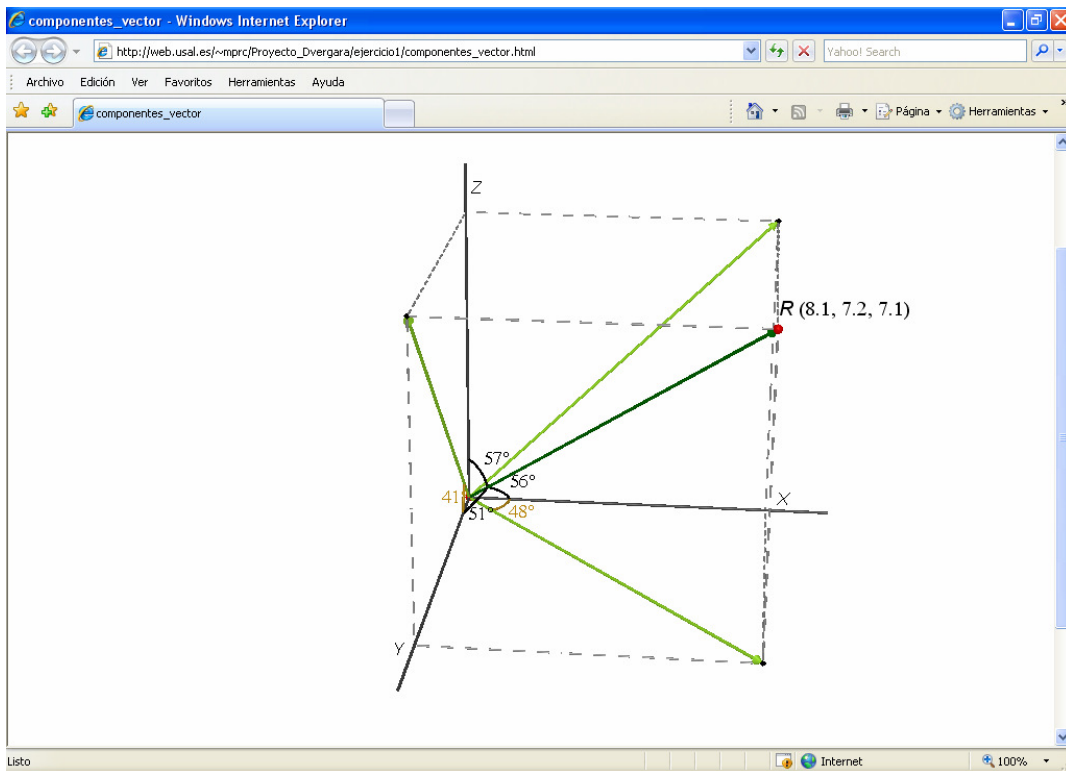


Fig. 3. Visualización del mismo vector que la Fig. 2 después de una rotación hacia la derecha.

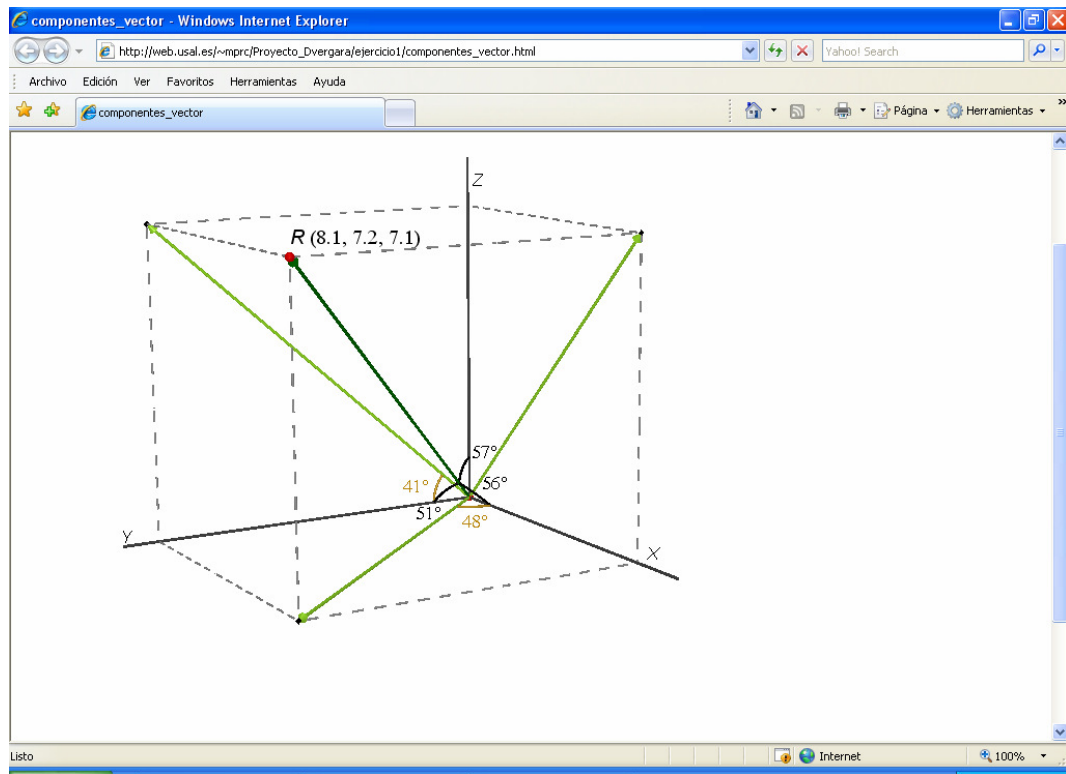


Fig. 4. Visualización del mismo vector que la Fig. 2 después de una rotación hacia la izquierda.

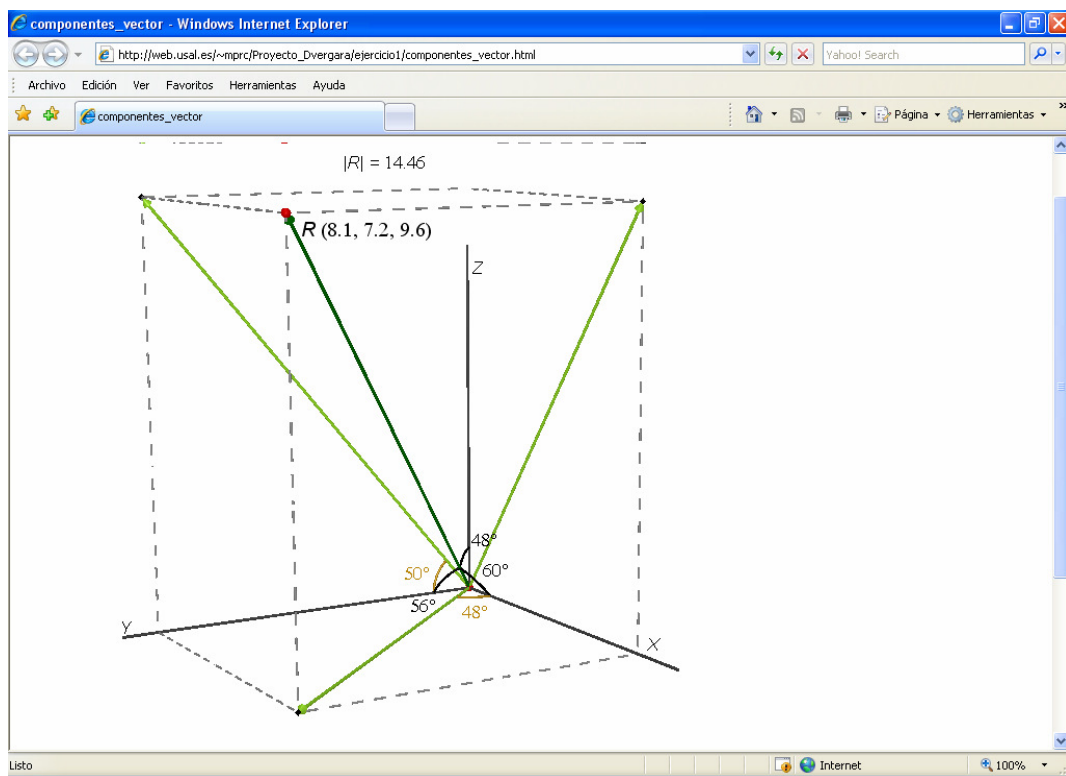


Fig. 5. Visualización del mismo vector que la Fig. 4 después de trasladar verticalmente la posición del punto R (coordenada z).

Por otro lado la herramienta desarrollada también permite cambiar la posición del punto final del vector (punto R), de tal forma que el propio cambio proporciona en tiempo real los nuevos valores de la posición final del punto R y los cambios correspondientes respecto a los ángulos directores y módulo del vector (Fig. 6). Además, esta *translación* se puede efectuar a *cualquier octante*. En las Figs. 7-9 se muestran otros vectores comprendidos en diferentes octantes que se han conseguido arrastrando con el ratón el punto R . El dibujo final permite saber tanto las coordenadas del punto de llegada del vector, como sus nuevos ángulos directores, proyecciones de éstos sobre los planos xy o yz , y su módulo. Además, con el fin de facilitar la comprensión espacial de los ángulos representados con esta herramienta se ha considerado diferenciar el color de los ángulos directores con el color de las proyecciones de éstos.

Campo de aplicación: Asignaturas de primer curso de ingenierías vinculadas al área de medios continuos y teoría de estructuras, e.g., Estática o Mecánica Técnica. Además, también puede resultar útil para otros departamentos, e.g., Física.

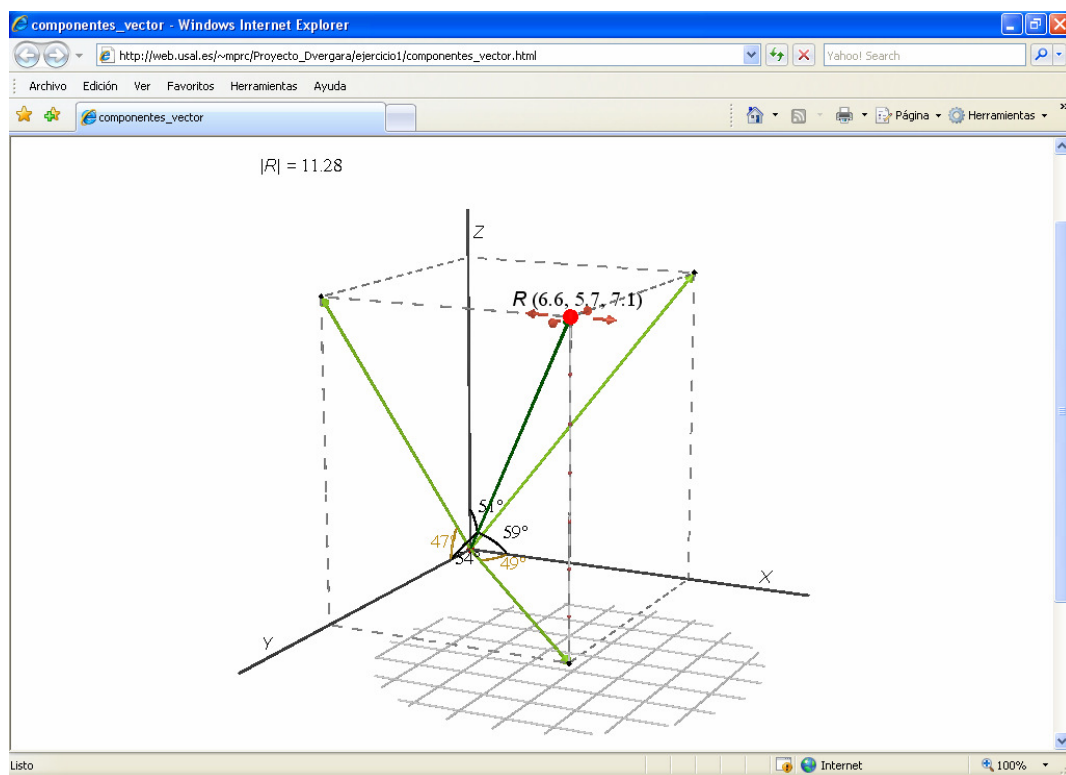


Fig. 6. Translación del punto R dentro del octante I.

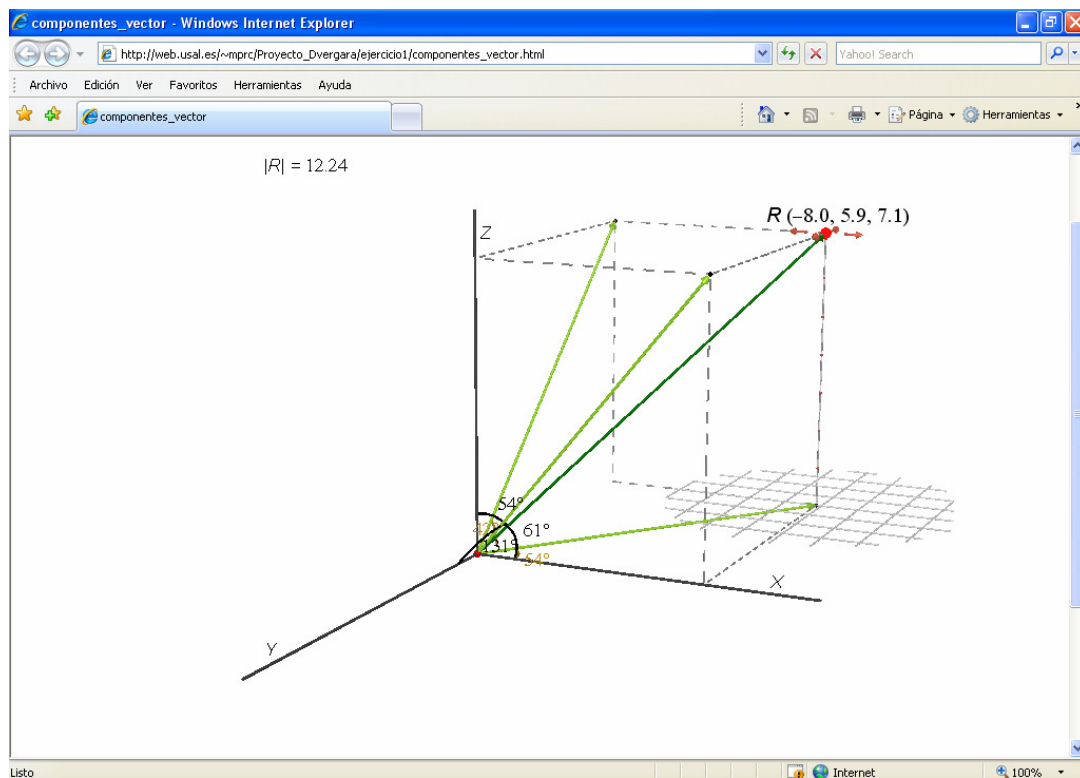


Fig. 7. Translación del punto R al octante II.

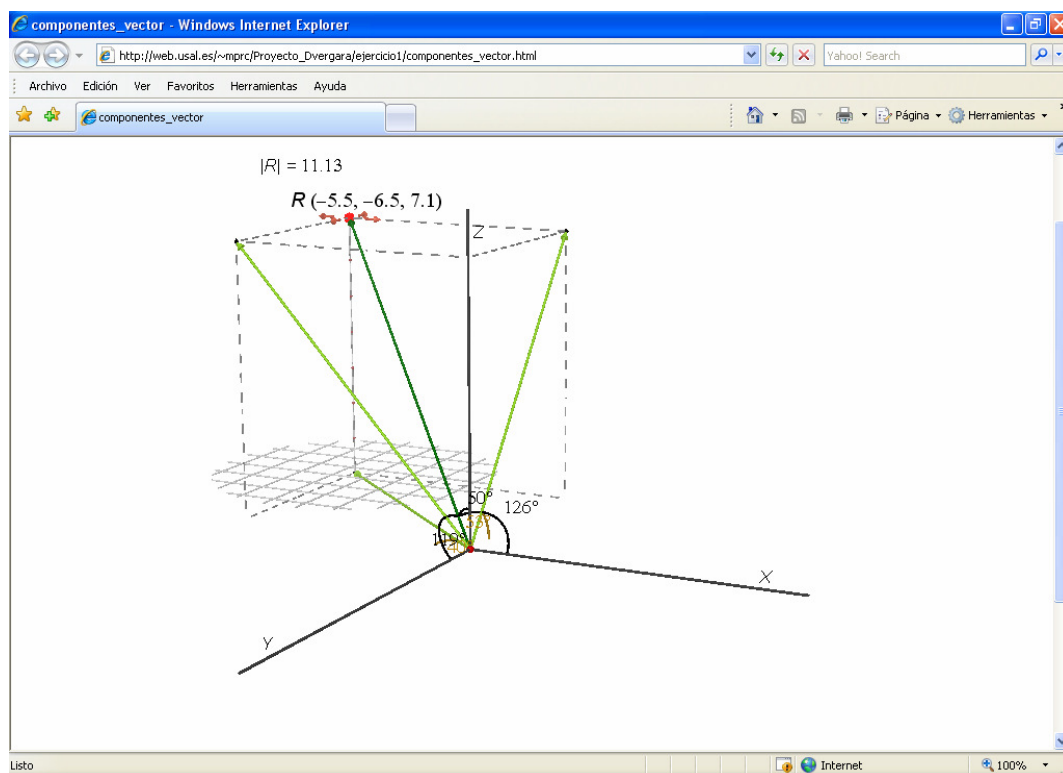


Fig. 8. Translación del punto R al octante III.

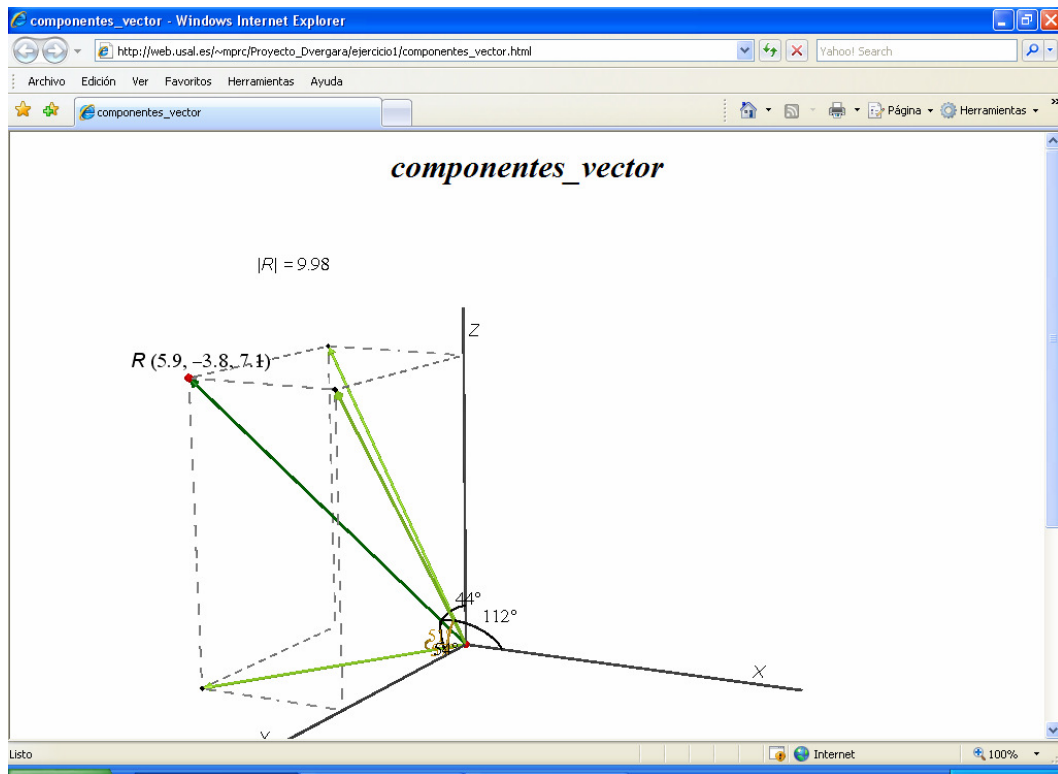


Fig. 9. Translación del punto R al octante IV.

b) Actividades para favorecer la interpretación espacial de la posición espacial de un vector cualquiera.

Programas utilizados: Cabri3D y plataforma moodle (Studium).

Utilidad: La plataforma virtual desarrollada también permite visualizar vectores situados libremente en el espacio, a partir de las coordenadas del punto de origen Q y del punto de llegada R (Figs. 10-13), proporcionando en todo momento las coordenadas de ambos. Ambos puntos tienen la posibilidad de sufrir una *traslación libre* o una *traslación vertical*, además del correspondiente movimiento de *rotación* de todo el conjunto. En función del cambio realizado, la plataforma indica en todo momento las coordenadas de los nuevos puntos, el nuevo valor del módulo del vector, las componentes del vector unitario (de gran importancia para la resolución de problemas en las asignaturas hacia las que está enfocado este Proyecto) y el valor de los ángulos directores y de la proyección de estos sobre los planos coordenados. Esta herramienta permite mover libremente cualquiera de los extremos del vector –botón izquierdo del ratón– o introducir directamente las coordenadas de éstos. Así, el alumno puede representar espacialmente vectores que no consiga visualizar mentalmente y que necesite comprender para resolver algún problema de la asignatura. Aún así, aunque desde Cabri3D® este último recurso funciona perfectamente, al implementarlo dentro de la plataforma de moodle Studium queda inhabilitado y sólo se puede mover un punto con el ratón, sin poder introducir las coordenadas directamente.

Campo de aplicación: Asignaturas de primer curso de ingenierías vinculadas al área de medios continuos y teoría de estructuras, e.g., Estática o Mecánica Técnica. Además, también puede resultar útil para otros departamentos, e.g., Física.

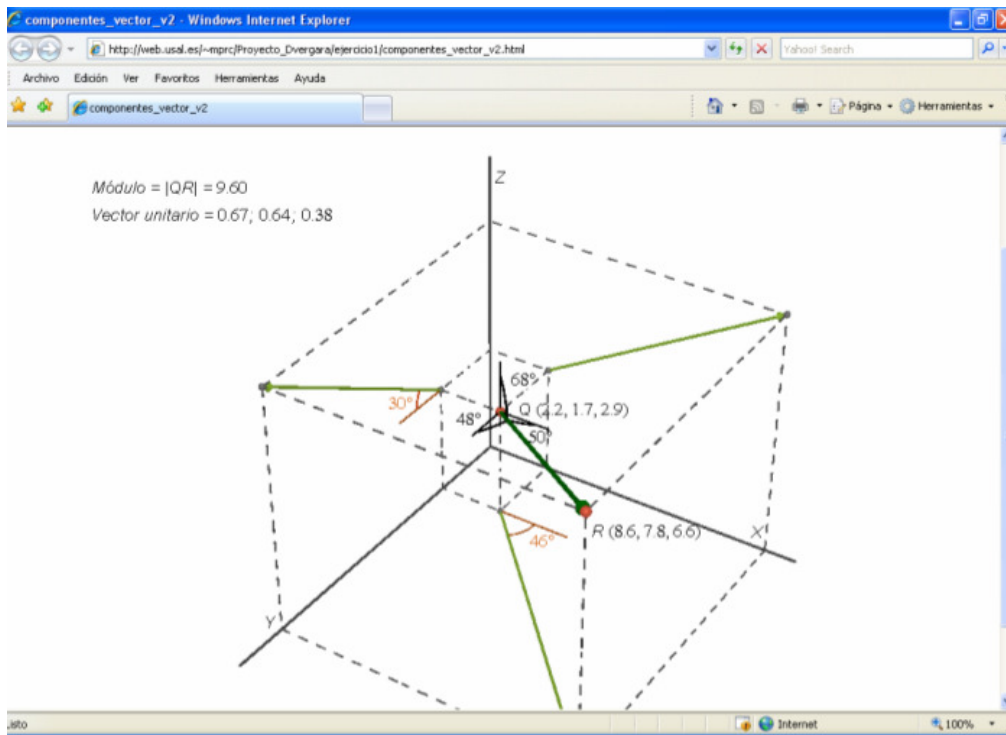


Fig. 10. Visualización de un vector cualquiera en el espacio.

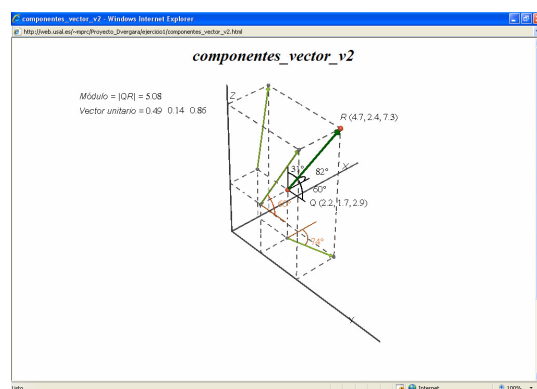
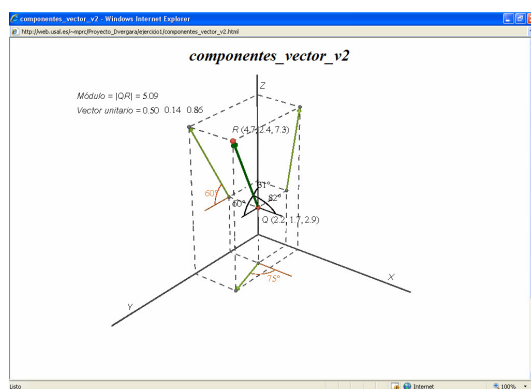
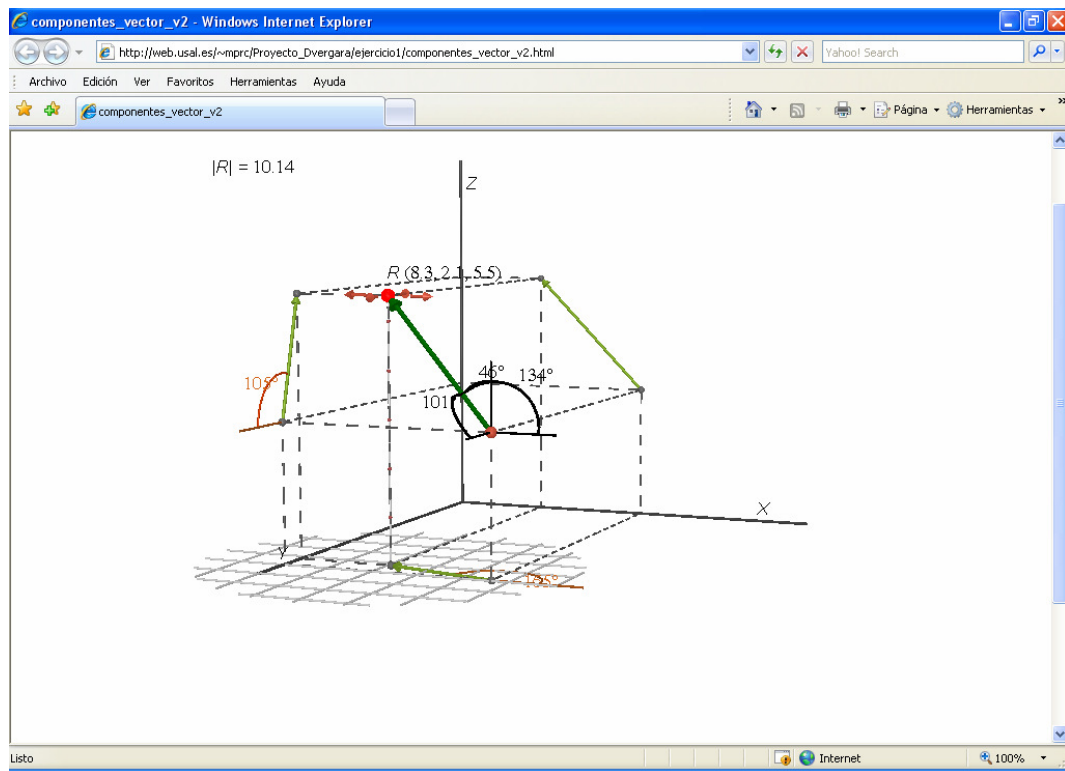
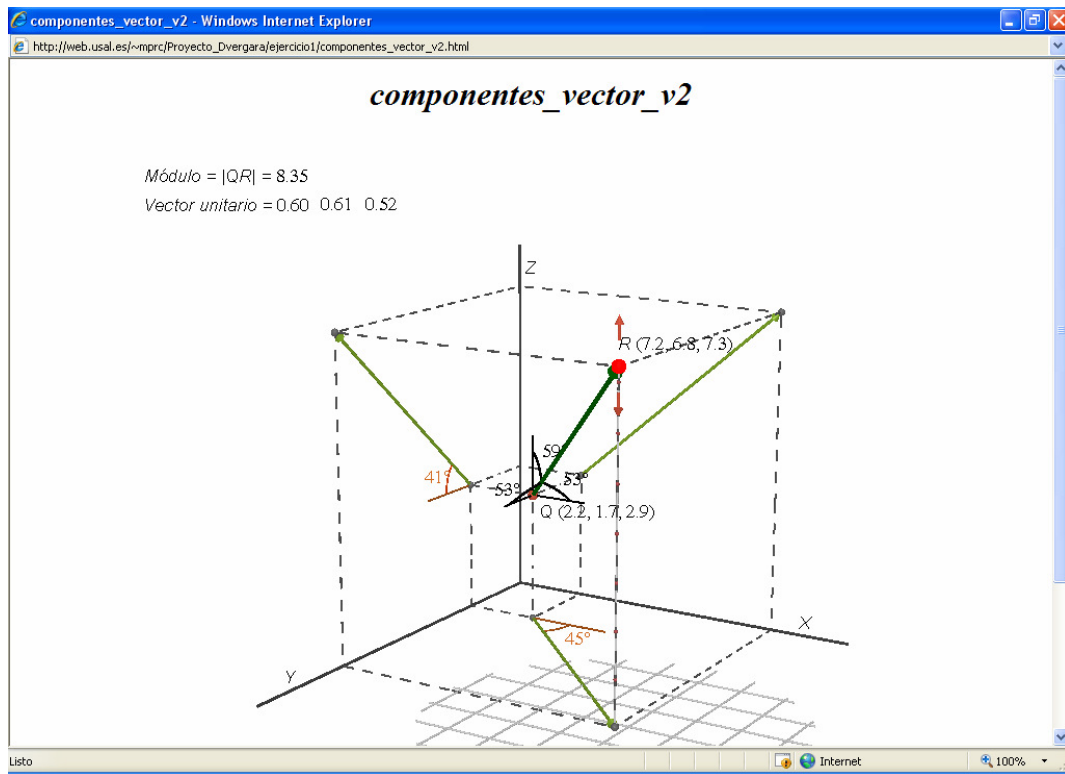


Fig. 11. Diferentes movimientos de rotación para facilitar la comprensión espacial de la figura representada (favoreciendo un proceso de autoaprendizaje).



CONCLUSIONES

La plataforma virtual interactiva desarrollada parece ser una prometedora herramienta para solventar dos problemas encontrados en el alumnado de carreras técnicas: (i) la visualización espacial de los *cosenos directores* de un vector situado en cualquier octante y (ii) la interpretación espacial de la *posición espacial* de un vector cualquiera.

Esta herramienta, basada en el uso de las actuales Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), proporciona al docente la posibilidad de desarrollar diferentes *metodologías activas* que favorezcan el autoaprendizaje de una manera amena e intuitiva.

El campo de aplicación de la plataforma virtual interactiva expuesta en este Proyecto de Innovación Educativa no se limita únicamente a un área de conocimiento sino que puede ser útil para varias asignaturas habituales en cualquier carrera de carácter técnico, e.g. Mecánica Técnica, Física, etc.

Las metodologías didácticas desarrolladas con esta herramienta permitirán conseguir varios aspectos positivos desde el punto de vista docente: *enseñanza interdisciplinar*, *organización docente* entre distintas áreas y uso de las TICs para favorecer el *interés del alumnado* por las distintas materias.

DIFUSIÓN DE RESULTADOS:

- D. VERGARA, M.P. RUBIO, M. LORENZO and A. RAMOS
New computer teaching tool applied to continuum mechanics for the improvement of student three-dimension viewing.
Research in Engineering Education Symposium, Madrid (2011). Comunicación aceptada.
- D. VERGARA, M.P. RUBIO, M. LORENZO y A. RAMOS
Nuevas herramientas docentes interdisciplinares: mecánica de medios continuos y expresión gráfica.
Third International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, Lisboa Portugal (2011). Comunicación aceptada.

Fdo. DIEGO VERGARA RODRÍGUEZ
Profesor Coordinador del Proyecto
Zamora, 2 de Junio de 2011