

CUIEET

Gijón

Gijón,
25, 26 y 27 de
junio 2018

XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL
XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa
En las Enseñanzas Técnicas
25-27 de junio de 2018
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)	1
La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad	12
Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico	24
Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües	36
<i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>	43
Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos	55
Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas	67
<i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>	77
La soledad de los Millennials ricos en la EPI de Gijón	84
Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo	96
El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio	106
Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes	116
El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales	127
Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario	134
“Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias	146
Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas	158
<i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>	167

Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal	176
Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus	186
Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística	198
Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM	210
<i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>	221
Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática	231
Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería	243
Riesgos psicosociales del docente universitario	255
<i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional	267
Trabajo fin de grado. Una visión crítica	276
Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales	284
Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón	296
Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud	308
EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente	316
Habilidades sociales en la ingeniería	327
Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica	339

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 ^{er} curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.	461
Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid	473
Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas	482
La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos	493
Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica	505
El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV	521

Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría	534
Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería	547
Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras	559
Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación	567
El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	579
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional	588
La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>	600
Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras	612
Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena	621
Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia	633
Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva	644
Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería	658
Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.	665
Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química	676
Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria	686
Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos	696

Necesitamos “ <i>engineers</i> ”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera	708
Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo	718
Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación	730
Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo	743
Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas	750
<i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>	762
Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial	772
Aprender en el contexto de la empresa	784
Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	792
Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura	804
Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios	815
Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo	823
Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental	833
Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería	842
Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo	854
Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster	863
Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar	875

Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica	883
La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria	895
Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON	907
De Orienta a Mentor	919
Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial	931
Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación	943
Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería	953
El cuadro de mandos como entorno educacional	961
DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería	975
Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración	985
Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería	997
El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria	1008
Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.	1019
Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC	1031
Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales	1042
<i>Framework for the analysis of students association' interests & voices</i>	1054

Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	1066
Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género	1076
<i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>	1087
Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo	1091
La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente	1096
Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística	1102
La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias	1106
<i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>	1110
Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado	1114
Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario	1118
Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes	1122
Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1126
Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios	1130
Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial	1134
Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red	1144
Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono	1148

Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple	1152
Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio	1157
Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC	1163
Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica	1171
La competencia de responsabilidad	1183
MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo	1196
Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería	1200
Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller	1204
La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros	1214
La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería	1225
BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D	1230
Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería	1237
<i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>	1241
Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	1245
Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao	1249
Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>	1256

Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP	1264
Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones	1276
Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)	1280
Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”	1284
Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica	1290
La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior	1294
Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos	1298
Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta	1302
Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales	1308
Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal	1312
Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas	1318
Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación	1322
<i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>	1326
Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria	1331
Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total	1335
Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa	1339

Índice de ponencias

Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME	1344
Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i>	1350
Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales	1354
El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior	1359



Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional

Vanesa P. Cuenca-Gotor^{a,b}, Marcos H. Giménez^{a,c}, José A. Gómez-Tejedor^{a,d}, Juan A. Monsoriu^{a,e}, Isabel Salinas^{a,f} y Juan A. Sans^{a,g}

^aETS de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, ^bvacuego@fis.upv.es, ^cmhgimene@fis.upv.es, ^djogomez@fis.upv.es, ^ejmonsori@fis.upv.es, ^fisalinas@fis.upv.es y ^gjuasant2@upvnet.upv.es

Abstract

The development of multimedia tools to facilitate student learning has meant a great advance in educational methodologies. The great reception of these methods by students has meant an increase in their involvement, since they are more motivated. Furthermore, these methodologies increase the learning of the subject. In particular, the use of virtual laboratories allows the student to analyze the object of learning by himself. In this paper we present an applet that shows the 2D and 3D representation of a two-dimensional scalar field, and enables the calculation of the gradient at each point. Finally, this work also refers to the development of transversal competences by means of this virtual laboratory.

Keywords: *Virtual laboratory, Physics, Easy Java, scalar field, gradient, directional derivative, transversal competences.*

Resumen

El desarrollo de herramientas multimedia para facilitar el aprendizaje de los estudiantes ha significado un gran avance en las metodologías de la educación. La gran recepción de estos métodos por parte de los alumnos ha supuesto no solo un aumento de la implicación de éstos, al sentirse más motivados, sino también el consecuente incremento del aprendizaje y la interiorización de la materia. En particular, el uso de laboratorios virtuales permite al alumno, por sí mismo, explorar el objeto de aprendizaje. En este trabajo se presenta un applet que muestra la representación 2D y 3D de un campo escalar bidimensional permitiendo el cálculo del gradiente en cada

Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional

punto. Finalmente, también se trata sobre las competencias transversales complementarias desarrolladas por los alumnos al utilizar este recurso.

Palabras clave: *Laboratorio virtual, Física, Easy Java, campo escalar, gradiente, derivada direccional, competencias transversales.*

Introducción

Actualmente, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) ofrecen un abanico muy amplio de posibilidades para la modelización y simulación digital de todo tipo de fenómenos físicos. La interactividad que proporcionan está en sintonía con las corrientes pedagógicas constructivistas (Duffy, 1992), centradas en el estudiante, quien debe construir su cuerpo de conocimientos con la ayuda del profesor (Jimoyainni, 2001). En este sentido, numerosas investigaciones llevadas a cabo en distintos niveles educativos han mostrado las ventajas de procesos del aprendizaje basados en simulaciones digitales (Vidaurre, 2002).

En este contexto, las simulaciones digitales interactivas a partir de entornos virtuales tridimensionales son una herramienta que ofrece gran potencial para la transmisión de conocimientos científicos. Con ellas podemos representar fenómenos físicos con la suficiente verosimilitud de forma que el concepto que subyace en ellos surja con total nitidez. Una posterior integración de su modelo matemático posibilitará un mayor afianzamiento del conocimiento del concepto, y servirá de enlace con el campo de las aplicaciones. Además, permiten que el estudiante forme parte activa del proceso de enseñanza-aprendizaje ya que pone en sus manos medios con los que puede modificar las variables de entrada que intervienen, analizando su influencia en los resultados finales (Depcick, 2005).

En este trabajo presentamos el laboratorio virtual VISUALIZADOR DEL GRADIENTE Y LA DERIVADA DIRECCIONAL EN UN CAMPO ESCALAR BIDIMENSIONAL. El *applet* permite que el usuario seleccione un campo escalar bidimensional entre varios disponibles, mostrándolo interactivamente en sendas representaciones 2D y 3D. La representación 2D muestra también su gradiente. Adicionalmente, el usuario puede arrastrar un círculo y un cuadrado que determinan un punto y una dirección. El laboratorio dispone de un visor que muestra la correspondiente sección de la representación 3D, permitiendo visualizar la derivada direccional.

Objetivos

Mediante sendas representaciones 2D y 3D de un campo escalar bidimensional, se pretende que los alumnos entiendan mejor este tipo de campos, así como los conceptos de gradiente y derivada direccional. En particular, los principales objetivos que el alumno puede alcanzar mediante la utilización de este laboratorio virtual son:

26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)

- Visualizar campos escalares bidimensionales y su gradiente.
- Comprobar que la derivada direccional depende tanto del punto como de la dirección.
- Verificar que el gradiente en un punto indica la dirección de la máxima pendiente en ese punto, y que su módulo es el valor de dicha pendiente.
- Comprobar que la derivada direccional en un punto y dirección determinados se obtiene multiplicando escalarmente el gradiente en el punto por el vector unitario de la dirección.

Estos objetivos se alcanzan tanto con la ayuda del profesor en el aula, como mediante un aprendizaje autónomo del alumno fuera de clase, trabajando así algunas de las competencias transversales establecidas por la Universitat Politècnica de València (UPV), como son: comprensión e integración; aplicación y pensamiento práctico; análisis y resolución de problemas; pensamiento crítico; y aprendizaje permanente.

Metodología

Para alcanzar los objetivos descritos anteriormente, se ha desarrollado el laboratorio virtual VISUALIZADOR DEL GRADIENTE Y LA DERIVADA DIRECCIONAL EN UN CAMPO ESCALAR BIDIMENSIONAL mediante la herramienta EASY JAVA SIMULATIONS, que se distribuye gratuitamente bajo la licencia de código abierto GNU GENERAL PUBLIC LICENSE. Dicha herramienta facilita el desarrollo de aplicaciones basadas en el lenguaje de programación Java.

En el panel izquierdo de la interfaz, *Entrada de datos*, se dispone de la lista desplegable *Tipo de campo escalar* para escoger entre dos funciones paramétricas: *Cuadrático* ($U(x,y) = Ax^2 + By^2 + Cxy + Dx + Ey + F$), como el que aparece en la Figura 1; y *Sinoidal* ($U(x,y) = A \sin(B\pi x) + C \sin(D\pi y)$), como el de la Figura 2. Las deslizaderas situadas bajo la lista permiten modificar interactivamente los valores de los diferentes parámetros. El panel incluye otras deslizaderas cuyas funciones se exponen más adelante.

La interfaz incluye tres visores, *Gradiente del campo escalar U*, *Campo escalar U en función de (x,y)*, y *Campo escalar U a lo largo de la línea*. En el segundo de ellos se representa verticalmente el campo escalar bidimensional, que en el ejemplo de la Figura 1 aparece como un paraboloides hiperbólico. Las bandas de colores representan intervalos (de longitud 0,2 unidades, salvo el primero y el último, que son $(-\infty, -1)$ y $(1, \infty)$ respectivamente), y las líneas que las delimitan son curvas de nivel del campo escalar. Arrastrando el ratón sobre el visor, el usuario puede modificar interactivamente el punto de vista de la perspectiva.

Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional

Figura 1 Aspecto inicial de la aplicación representando un campo cuadrático

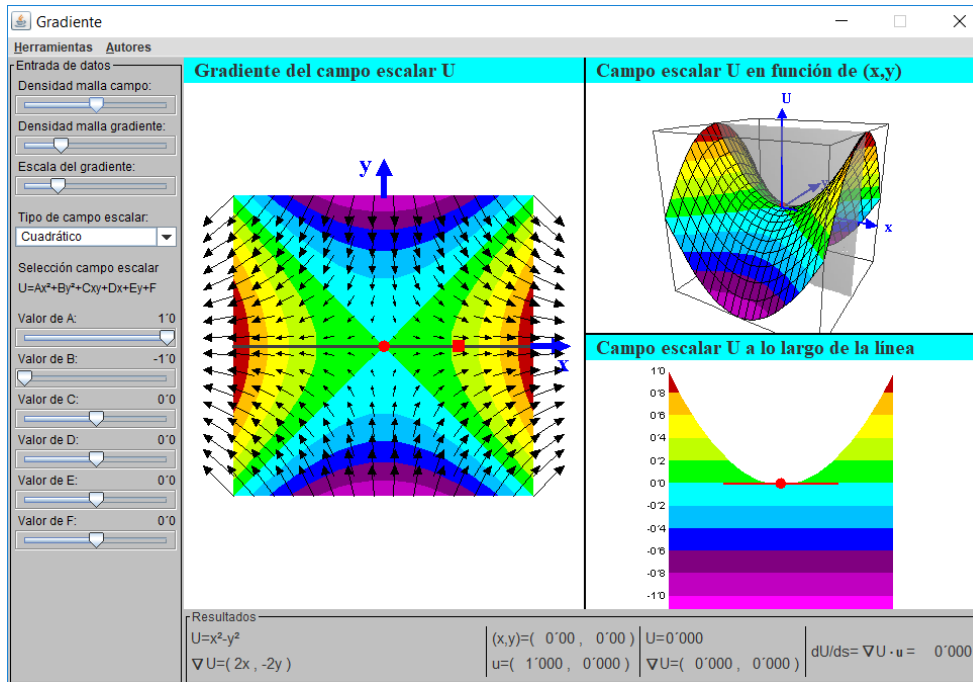
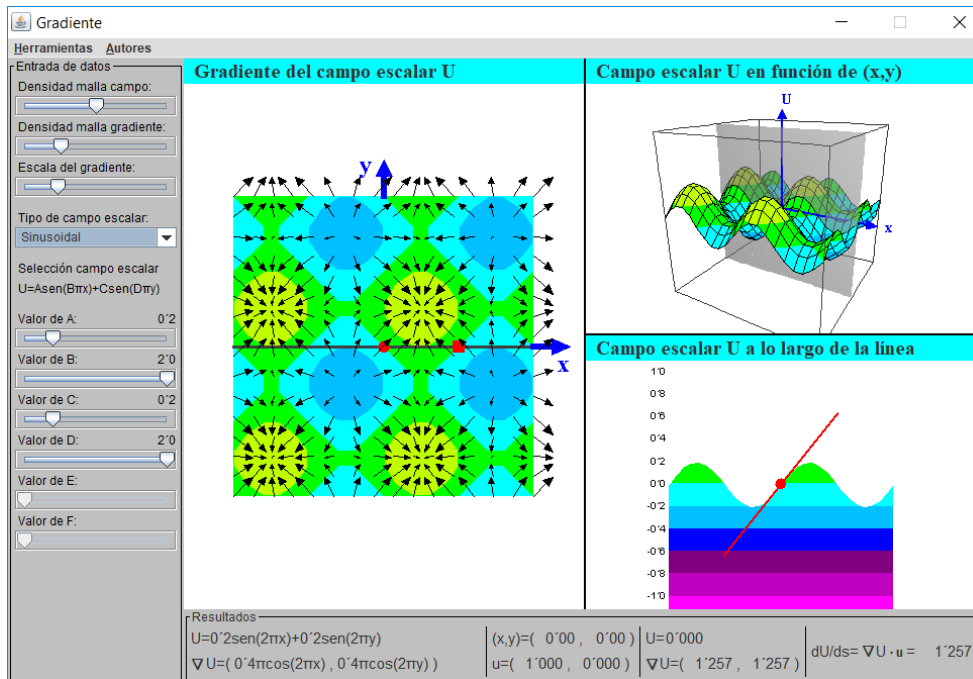


Figura 2 Representación de un campo sinusoidal



El visor principal, *Gradiente del campo escalar U* , muestra en planta la superficie $U(x,y)$, que aparece por tanto como un plano topográfico. La resolución, tanto de esta planta como de la perspectiva, se controla mediante la deslizadera *Densidad malla campo* en el panel *Entrada de datos*. Aumentando esta densidad se mejora la calidad de la visualización, pero también se ralentiza la respuesta a las acciones del usuario dependiendo de la potencia del equipo utilizado.

El visor principal muestra mediante flechas el gradiente del campo escalar en los vértices de una malla rectangular, cuya densidad se puede modificar mediante la deslizadera *Densidad malla gradiente*. Para facilitar la visualización, puede variarse la escala de las flechas mediante la deslizadera *Escala del gradiente*.

El tercer visor, *Campo escalar U a lo largo de la línea*, muestra la sección de $U(x,y)$ a lo largo de la línea gris que aparece en el visor principal. Dicha línea cuenta con dos asas interactivas que el usuario puede arrastrar con el ratón: un círculo rojo que permite seleccionar un punto (x,y) cualquiera dentro de los límites de la representación, y que desplaza con él la línea; y un cuadrado rojo que la hace girar, permitiendo por tanto cambiar la orientación de la sección representada. Tanto el plano de corte como la ubicación del círculo rojo se muestran también, en tiempo real, en la perspectiva del visor *Campo escalar U en función de (x,y)* . Conviene destacar que, si se mantiene pulsada la tecla X mientras se arrastra un asa, su desplazamiento se restringe a esa dirección. La tecla Y opera de forma equivalente.

En el visor de la sección se incluye también el círculo rojo, acompañado aquí de una línea recta roja tangente a la curva, cuya pendiente representa por tanto la correspondiente derivada direccional. De esta forma, el usuario puede desplazar el cuadrado rojo en el visor principal, y comprobar así tanto que la pendiente máxima se alcanza en la dirección y sentido del gradiente, como que con la orientación perpendicular la tangente es horizontal.

La interfaz del laboratorio virtual incluye en su parte inferior el panel *Resultados*. Aquí se muestran tanto la expresión del campo escalar U (determinado por la lista desplegable y las deslizaderas mencionadas anteriormente), como la de su gradiente ∇U (como el resto de vectores, ∇ aparece en la interfaz en negrita, y no como $\vec{\nabla}$, debido a que la herramienta de desarrollo no permite colocar flechas sobre los caracteres). A continuación aparecen las coordenadas del punto rojo ya mencionado, el vector unitario asociado a la orientación de la sección, y los correspondientes valores del campo, el gradiente y la derivada direccional. Toda esta información se actualiza en tiempo real, tanto al modificar el tipo de campo o sus parámetros, como mientras el usuario desplaza las asas interactivas que determinan el punto y orientación analizados.

Por último, el menú *Herramientas*, permite recuperar la perspectiva inicial (*Restaurar vista 3D*) o devolver la simulación a su estado inicial (*Reiniciar*).

Resultados

Método de evaluación

Con el objetivo de valorar la influencia del uso del laboratorio virtual VISUALIZADOR DEL GRADIENTE Y LA DERIVADA DIRECCIONAL EN UN CAMPO ESCALAR BIDIMENSIONAL sobre el aprendizaje de los alumnos, durante el presente curso académico (17/18) se han elegido dos grupos de control. Los dos grupos pertenecen al primer curso de dos títulos de grado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV y a dos asignaturas en las que figura en sus programas el tema de “Teoría de Campos: Gradientes y Derivadas Direccionales”. En el grupo de la asignatura “Física Básica” del grado en Ingeniería Eléctrica se ha impartido el tema utilizando el laboratorio virtual, mientras que en la asignatura “Complementos de Física” del grado en Ingeniería Mecánica se ha impartido de forma clásica.

Para poder analizar el efecto del uso del laboratorio virtual sobre el rendimiento académico de los estudiantes se han realizado unas pruebas de respuesta numérica abierta.

Los alumnos de la asignatura “Física Básica” tenían una mínima base previa sobre el tema de Gradientes por lo que, una vez explicado, se realizó un examen en línea mediante la plataforma POLIFORMAT para valorar su aprendizaje. Los alumnos de “Complementos de Física” ya lo habían estado trabajando en la asignatura “Matemáticas”, por lo que únicamente se efectuó un repaso centrado en los conceptos fundamentales antes de la realización del ejercicio escrito.

Asimismo, para conocer cuál ha sido el grado de satisfacción del alumno respecto de la utilización del laboratorio virtual se ha realizado una encuesta anónima a los alumnos de “Física Básica”. La encuesta plantea ocho cuestiones y las respuestas son valoradas con cinco niveles (TDA: totalmente en desacuerdo; DA: en desacuerdo; IND: indiferente; A: de acuerdo; TA: totalmente de acuerdo).

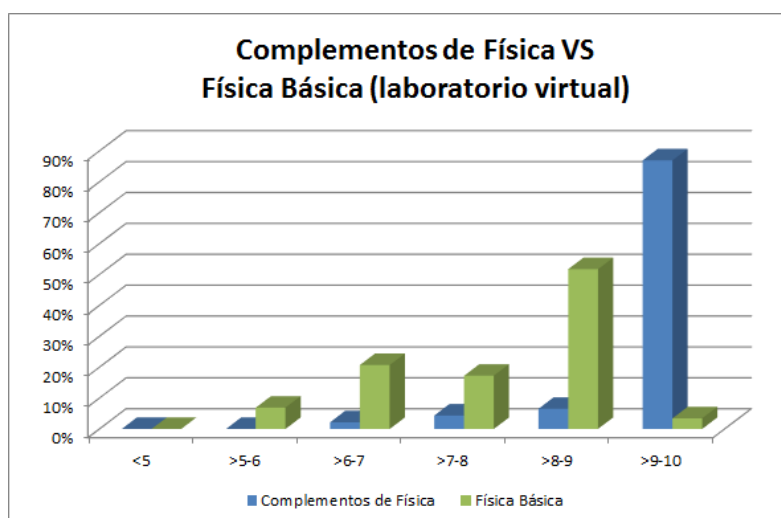
Test de rendimiento académico

En primer lugar, al comparar los resultados obtenidos en las pruebas realizadas, encontramos que el valor medio de las puntuaciones obtenidas es dispar, habida cuenta del diverso nivel de conocimientos de partida. Los alumnos de la asignatura “Física Básica” han obtenido una nota media de 7,82 con una desviación estándar de 1,16, mientras que en el caso de “Complementos de Física” la correspondiente nota media ha sido de 9,45 con una desviación estándar de 0,78.

La mayor parte de los alumnos de ambas asignaturas ha obtenido una calificación entre 8 y 10 (Figura 3). Aun siendo inferior el porcentaje de alumnos de “Física Básica” cuya nota está en esta horquilla, sus resultados están cerca de equipararse con los óptimos obtenidos

por los de “Complementos de Física”, que ya han cursado la materia previamente en la asignatura “Matemáticas”, con una mayor profundidad y durante más tiempo. Cabe destacar que el tiempo de duración de la explicación del tema de Gradientes, con el apoyo del laboratorio virtual, y centrado en su aplicación física, no ha excedido la hora y media.

Figura 3 Representaciones gráficas del porcentaje de alumnos que han obtenido una determinada calificación en los exámenes de cada uno de los grupos



Encuesta de opinión

La encuesta se ha realizado en el grupo de estudiantes que ha utilizado el laboratorio virtual. En la Tabla 1 se muestran las preguntas y las respuestas obtenidas sobre una muestra de 25 alumnos.

Las respuestas de las cuestiones que están relacionadas con la manejabilidad del laboratorio virtual nos dicen que más del 56% de los estudiantes exploró las opciones que esta herramienta ofrece (Q6), y el 64% encontró que el manejo del laboratorio virtual era intuitivo y sencillo (Q2).

La percepción del estudiante sobre la mejoría experimentada en la comprensión del tema de Gradientes, después de haber utilizado el laboratorio virtual, es también muy positiva ya que el 80% manifiesta haber mejorado (Q4).

Dada la importancia de la utilidad de la herramienta en el proceso de aprendizaje se analiza la pregunta Q1, que está vinculada con este factor. En la Figura 4 se muestra mediante un gráfico qué porcentaje de los estudiantes ha respondido en cada uno de los cinco niveles utilizados para valorar la pregunta. Observamos que un porcentaje muy elevado, el 88%, ha

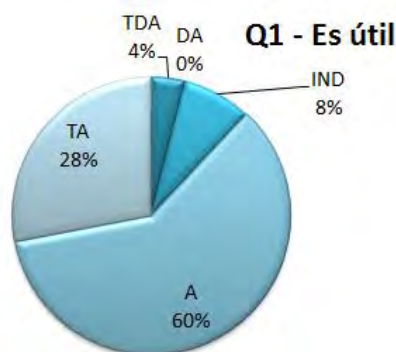
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional

encontrado más útil la utilización del laboratorio frente a un 12% que, o bien no lo ha considerado así en absoluto, 4%, o no ha apreciado diferencia, 8%.

Tabla 1. Preguntas y resultados de la encuesta de opinión

PREGUNTA		TDA	DA	IND	A	TA
Q1	Me ha resultado útil el laboratorio virtual de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional".	1	0	2	15	7
Q2	Me ha resultado fácil e intuitivo el manejo del laboratorio virtual de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional".	1	1	7	10	6
Q3	En general, mi nivel de comprensión de los conceptos antes de utilizar el laboratorio de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional" era bueno.	1	5	5	9	5
Q4	Mi nivel de comprensión de los conceptos después de utilizar el laboratorio virtual "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional" ha mejorado respecto a mi nivel previo.	0	1	4	12	8
Q5	Me resulta más motivador repasar el tema de gradientes y derivadas direccionales utilizando el laboratorio virtual de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional", que revisar comentarios aportados por el profesor (apuntes, notas, diapositivas...)	0	2	5	6	12
Q6	Cuando he utilizado el laboratorio virtual de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional" he explorado muchas de las opciones que ofrece.	0	2	9	8	6
Q7	Mi valoración general del laboratorio virtual de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional" es buena.	0	1	5	11	8
Q8	El laboratorio de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional" ha contribuido a mejorar mi habilidad para analizar y resolver problemas.	1	0	6	11	7

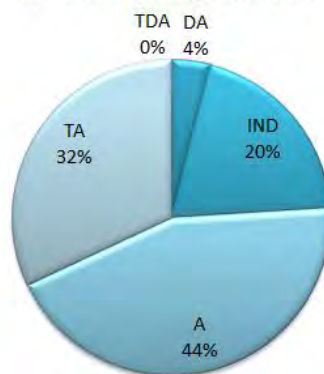
Figura 4 Representación gráfica del porcentaje de alumnos que ha respondido en cada uno de los cinco niveles de la pregunta Q1.



La pregunta Q7 da respuesta a la valoración general del laboratorio. Como se puede observar en el gráfico de la Figura 5, la valoración de los alumnos es muy positiva ya que el 76% está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación de que es bueno.

Figura 5 Representación gráfica del porcentaje de alumnos que ha respondido en cada uno de los cinco niveles de la pregunta Q7

Q7 - La valoración general es buena



Competencias transversales

Este laboratorio proporciona a los estudiantes los medios para desarrollar su propia comprensión sobre el tema de “Teoría de Campos: Gradientes y Derivadas Direccionales”. El profesor actúa como guía, proporcionando a los estudiantes las herramientas y mostrándoles las diferentes formas en que pueden aplicarse al proceso de aprendizaje. De este modo, el laboratorio virtual que presentamos sirve de herramienta para la obtención de varias competencias transversales clave de las COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional

UPV, que ayudarán al alumno a tener una formación más completa para su futuro profesional. El estudiante debe:

- Demostrar la comprensión e integración de los conocimientos, tanto en la propia especialización como en otros contextos más amplios (CT1-Comprensión e Integración).
- Aplicar los conocimientos a la práctica, atendiendo a la información disponible y estableciendo el proceso a seguir para alcanzar los objetivos con eficacia y eficiencia (CT2-Aplicación y Pensamiento Práctico).
- Realizar tareas que requieren procesos de razonamiento más o menos complejos y, en muchos casos, no simplemente una acción asociativa y de rutina. También debe identificar y definir los elementos significativos de un problema para su análisis y resolución efectivos (CT3-Análisis y Resolución de Problemas).
- Desarrollar un pensamiento crítico, interesado en las bases sobre las que se basan las ideas, acciones y juicios, tanto propios como ajenos. Esto implica cuestionar las suposiciones que subyacen a nuestras formas habituales de pensar y actuar (CT9-Pensamiento Crítico).
- Utilizar el aprendizaje de manera estratégica, autónoma y flexible, para manipular el conocimiento, actualizarlo y seleccionar lo que es apropiado para un contexto específico en función del objetivo perseguido (CT11-Aprendizaje Permanente).

Con la explicación del profesor, tanto sobre el tema de “Teoría de Campos: Gradientes y Derivadas Direccionales” como sobre el funcionamiento del *applet*, el alumno adquiere un conocimiento básico que desarrolla después con el uso propio del laboratorio virtual. El trabajo autónomo facilita la comprensión e integración de los conceptos (CT1), permitiendo la aplicación de los conocimientos adquiridos a la práctica (CT2) y, posteriormente, a la resolución de problemas de manera eficaz (CT3).

El uso de los laboratorios virtuales estimula al alumno a plantearse cuestiones sobre la realidad de los conceptos físicos e interesarse por los fundamentos de la materia estudiada (CT9). Esta herramienta le ayuda a buscar la generación de nuevas soluciones, evitando el acto de reproducir de manera rutinaria soluciones ya conocidas, y facilitando su formación como profesional reflexivo (CT11).

El estudiante debe prepararse para enfrentar situaciones complejas acomodando los recursos disponibles. El uso de estas herramientas (laboratorios virtuales) promueve la autonomía y la iniciativa. El estudiante aprende y aplica conocimientos y habilidades de manera autónoma, y de esta forma mejora su capacidad de analizar y resolver problemas (Figura 6).

Figura 6 Representación gráfica del porcentaje de alumnos que ha respondido en cada uno de los cinco niveles de la pregunta Q8



Conclusiones

El desarrollo de un laboratorio virtual sobre el tema de gradientes y derivadas direccionales ha demostrado ser una herramienta muy útil para incrementar el aprendizaje de los alumnos. Las competencias transversales adquiridas por el uso de este método lo son en mayor grado que mediante la metodología clásica.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València (ICE-UPV) su apoyo en los grupos de innovación docente MoMA y e-MACAFI, y por subvencionar el proyecto PIME/2017/B/026. J.A. Sans agradece al programa Ramón y Cajal la financiación y al Instituto de Diseño para la Fabricación y Producción Automatizada (IDF-UPV) por su apoyo.

Referencias

- Duffy T., Jonassen D. (1992) *Constructivism and the technology of instruction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 232 pp.
- Jimoyainni A., Komis V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning. *Computers & Education*, 36, 183-204.
- Vidaurre A., Riera J., Giménez M.H., Monsoriu J.A. (2002). Contribution of digital simulation in visualizing physics processes. *Computer Applications in Engineering Education*, 10(1), 45-49.
- Depcik C., Assanis D.N. (2005). Graphical user interfaces in an engineer in educational environment. *Computer Applications in Engineering Education*, Vol. 13, 48-59.

Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional

Giménez Valentín M.H., Salinas Marín I., Monsoriu Serra J.A. (2009). *Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional*. <<http://hdl.handle.net/10251/5121>> [Consulta: 13 de marzo de 2018].

Easy Java Simulations. <<http://fem.um.es/Ejs/>> [Consulta: 13 de marzo de 2018].

GNU *General Public License*. <<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>> [Consulta: 13 de marzo de 2018].

PoliformaT. <<https://poliformat.upv.es>> [Consulta: 24 de marzo de 2018].

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. *Competencias Transversales UPV* (2012). <<http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/>> [Consulta: 23 de marzo de 2018]