

Ciencias Experimentales

Actas Ensemat I

Usos y avances en la docencia de las Matemáticas
en las enseñanzas universitarias

ISBN: 978-84-09-15213-1

ACTAS

JORNADA DOCENTE ENSEMAT I

Usos y Avances en la Docencia de las Matemáticas en las Enseñanzas
Universitarias

19 de septiembre de 2019

SALÓN DE GRADOS DEL DEPARTAMENTAL II DEL CAMPUS DE MÓSTOLES

DESCRIPCIÓN DEL EVENTO

La jornada Ensemat I se desarrolló el 19 de septiembre de 2019 en la URJC. Constó de 14 ponencias y alrededor de 50 asistentes registrados.

Las ponencias trataron diversos aspectos docentes de la enseñanza de las Matemáticas en las universidades de la Comunidad de Madrid.

Su organización contó con la ayuda económica del Vicerrectorado de Extensión Universitaria vía convocatoria ordinaria destinada a tales ayudas.

La dirección de la jornada ha estado a cargo de Julio Flores. En su organización ha intervenido el comité local organizador formado por:

Julio Flores, Esther García, M^a Isabel González-Vasco, Ángel Pérez (URJC) y el comité de coordinación:

Daniel Azagra (UCM), Fernando Blasco (UPM), Ignacio Cascos (UC3M), Jordi López-Abad (UNED), Julio Flores (URJC), Pedro Ramos (UAH), José Rojo (CEU), Pedro Tradacete (ICMAT), Pilar Vélez (Universidad Antonio de Nebrija) y M^a Ángeles Zurro (UAM).

La página web del evento ha sido <https://sites.google.com/view/ensematturjc/home>

El horario de la jornada ha sido el siguiente:

9:30 Presentación: *Joaquín Rams y Julio Flores (URJC)*

10:00 Matemáticas y Sombras: La primera foto de un agujero negro. *José Rojo (CEU)*

10:20 Visualización y metodología para curvas y superficies diferenciables en estudios de máster en ingeniería. *Esther Gil (UNED)*

10:40 Buscando Espirales. *Susana Victoria Rodríguez (CEU).*

11:00 Actividad de creación de videos para la evaluación de las competencias oral y escrita en Matemáticas. *Pilar Vélez (Nebrija)*

11:20 Café

11:50 Una asignatura de Optimización y Estadística para ingenieros. *Pablo Angulo (UPM)*

12:10 Del juego a la teoría: jugar en binario con las funciones. *Mariló López (UPM)*

12:30 3-D Explora. *Eugenia Rosado María (UPM).*

12:50 Aprendizaje activo integrado. *Francisco Gómez (UPM).*

13:15 Comida

15:00 La Estadística programando con Shiny. *Carolina Cosculluela (URJC).*

15:20 El R Markdown para crear material docente: presentaciones, apuntes, libretas...
Ignacio Cascos (UC3M).

15:40 El uso de Arduino en la enseñanza de teoría de grafos. *Ana Gómez (UNICAN).*

16:00 Café

16:30 Consejos prácticos para dinamizar las interacciones en los espacios virtuales educativos. *Emilio Letón (UNED).*

16:50 Clase invertida en Matemáticas: ventajas e inconvenientes de su aplicación en la enseñanza on line. *Piedad Tolmos (URJC).*

17:10 El juego como herramienta de aprendizaje. *Adrián Bacelo (URJC).*

17:30 Despedida.

ABSTRACTS DE LAS PONENCIAS

Una asignatura de Optimización y Estadística para Ingenieros

Pablo Angulo
Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

En las carreras de ingeniería, la Probabilidad y la Estadística deberían tener un enfoque distinto al que tienen en las carreras de ciencias. Por un lado, puede ser muy útil para los futuros ingenieros ser capaces de simular fenómenos aleatorios complejos. Por otro lado, no disponemos del tiempo necesario para hablar de metodología científica, sobre todo cuando la reciente crisis de replicabilidad pone en cuestión prácticas muy establecidas. El énfasis en ingeniería es tomar decisiones para optimizar el rendimiento con el mínimo uso de recursos, mientras que en ciencia la aspiración es descubrir leyes de la naturaleza, la sociedad, etc.

El núcleo de la asignatura optativa de Optimización y Estadística de la ETSI Navales de la UPM es la sección de probabilidad. El principal objetivo es comprender la probabilidad y sus reglas elementales. Las familias habituales de distribuciones (Binomial, Geométrica, Poisson, Normal) corresponden a fenómenos habituales y fáciles de identificar que los alumnos reconocen en ámbitos distintos. Una vez identificado el fenómeno aleatorio, se pueden calcular probabilidades y esperanzas. Para desarrollar el potencial de este conocimiento, es necesario combinar estos fenómenos aleatorios en procesos más complejos. Desgraciadamente, no siempre es posible combinar fenómenos aleatorios elementales de forma analítica, pero siempre es posible hacer simulaciones. Finalmente, para poder simular fenómenos del mundo real, es necesario conocer alguna técnica de estimación paramétrica.

El objetivo de esta presentación es mostrar cómo podemos conseguir que los alumnos alcancen la competencia de crear simulaciones de fenómenos aleatorios complejos del mundo real.

También comentaremos algunos otros aspectos de la asignatura, como el uso de un servidor Jupyterhub, y las librerías de Python más convenientes para hacer prácticas de programación lineal con variables mixtas (MILP) y regresión lineal múltiple.

El juego como herramienta de aprendizaje

Adrián Bacelo
Universidad Rey Juan Carlos

Resumen

Durante los últimos años ha habido una gran preocupación sobre la implementación de nuevas técnicas y metodologías en el aula. Uno de los grandes retos de la educación actual es conseguir que los estudiantes a todos los niveles consigan estar motivados con su formación y conseguir estudiantes implicados en su propio proceso de aprendizaje.

Desde los niveles de primaria hasta los universitarios, se ha demostrado que la motivación es un elemento básico para que el estudiante quiera estar implicado en la clase y sobre todo fuera de ella. La motivación está unida no sólo a la metodología que se pueda usar, sino a posibles aplicaciones de lo visto en el aula a la vida real, hecho derivado de la sociedad cada vez más materialista y efectista que tenemos.

Una de las corrientes más ligadas a la motivación es la gamificación. La gamificación es la sustitución de la explicación usual de pizarra (o cualquier otra) por un juego, donde en su propio desarrollo y experimentación está el juego. Esta metodología es muy costosa por lo difícil que es a niveles universitarios crear juegos donde explicar conceptos muy abstractos sin apoyarnos en métodos tradicionales. Pero sí podemos introducir el juego en el aula, y a través de distintas técnicas y aplicaciones informáticas podemos potenciar la motivación y darle una nueva visión a la docencia universitaria.

En esta charla presentaremos aplicaciones informáticas y juegos y técnicas (con resultados de experiencias realizadas) con los que trabajar la motivación y conseguir una mayor implicación.

El R Markdown para crear material docente: presentaciones, apuntes, libretas...

Ignacio Cascos
Universidad Carlos III de Madrid

Resumen

La creación de material docente de calidad es un proceso que involucra un gran consumo de tiempo. Por un lado, los estudiantes demandan que se ponga a su disposición en formato electrónico abundante material (transparencias de las asignaturas, apuntes, ejercicios resueltos...), mientras que por otro los profesores somos reacios a distribuir ningún material que no cumpla ciertos requisitos de calidad. En este aspecto, los profesores de Matemáticas y áreas afines, somos particularmente puntillosos, imponiendo que el material que dejamos accesible tenga el rigor propio de las Matemáticas y la elegancia y precisión en el diseño propia del \LaTeX . Además, cualquier asignatura STEM, debe contar con prácticas de ordenador, en el software correspondiente, que se integren del mejor modo posible dentro de los contenidos generales de la asignatura.

El R Markdown es un formato de sintaxis sencilla para utilizar con el entorno de desarrollo integrado RStudio de R (con los paquetes `knitr` y `markdown`) y que permite crear documentos, presentaciones e informes de R y guardarlos en documentos HTML, PDF e incluso Word. Dentro de un documento creado con el R Markdown se pueden introducir formulas matemáticas, escritas en \LaTeX , así como incrustar trozos de código R cuyas salidas de consola o gráficas queremos reflejar en el documento final. La versatilidad en los formatos de salida que nos ofrece el R Markdown, la simplicidad de su sintaxis y el hecho de que este integrado en un lenguaje de programación, lo convierten en una herramienta muy útil para crear de modo simultaneo las transparencias y los apuntes de una asignatura del área de Estadística, o con una elevada componente de análisis de datos. Además, una vez hayamos creado este material, nos permite generar un documento que sirva como punto de partida para la elaboración de un libro más formal con el temario de la asignatura.

La Estadística programando con Shiny

Carolina Cosculluela-Martínez
Universidad Rey Juan Carlos

Resumen

La empresa demanda a la universidad el uso de las nuevas tecnologías como herramienta para resolver problemas. Los métodos de enseñanza en la asignatura de estadística han ido evolucionando, se ha incorporado al uso de la pizarra desde las transparencias o diapositivas hasta los programas de ordenador, llegando actualmente al uso de aplicaciones informáticas específicas para cada área de conocimiento.

En el área de Estadística se propone una nueva herramienta, Shiny, que permite al alumno crear sus propias aplicaciones para interactuar con una misma base de datos. El usuario puede visualizar rápidamente un resultado y además ver los cambios que se producen ante una modificación en las condiciones fijadas inicialmente en el enunciado del problema. Esta herramienta ha sido desarrollada con el lenguaje de programación R y también permite realizar Scripts en Python, sin exigir conocimientos previos de programación. La incorporación de Shiny en el aula permite realizar simulaciones de los problemas planteados durante el curso y el alumno interactúa con los resultados teóricos de la estadística de forma intuitiva.

La experiencia piloto del uso de Shiny en las materias de Estadística I y II ha sido satisfactorio y el uso de este software libre ha sido clave para la buena acogida de esta herramienta por parte de los alumnos.

Visualización y metodología para curvas y superficies diferenciables en estudios de máster en ingeniería

Esther Gil Cid
UNED

Resumen

Las asignaturas de matemáticas en ingenierías son a menudo instrumentales, tienen alto contenido abstracto, formalismo y rigor propios y resultan especialmente duras. Para universidades a distancia añadimos que son estudiantes sin mucho tiempo, con trabajo, familia, o que llevan años sin estudiar.

Cuando asumimos la docencia de Complementos Matemáticos para la Ingeniería Industrial, asignatura del máster de ingeniería industrial de la UNED, nos planteamos cómo podíamos solventar estas dificultades. Sus contenidos incluyen curvas de Bézier, curvas y superficies diferenciables y su diseño con ayuda de programas de ordenador. Como conocimientos previos esta gran parte de las matemáticas estudiadas durante el grado.

Nuestro mayor reto fue cómo hacer asimilables a estudiantes de la UNED estos contenidos. Decidimos dar importancia a las ideas geométricas subyacentes (mediante visualización), proporcionar las ideas principales y esquemas de demostraciones (sin renunciar al rigor), incluir situaciones propias de la ingeniería, pero sin olvidar que se deben dominar los conceptos y los resultados, también desde un punto de vista algorítmico. Se da importancia al manejo de programas de ordenador, tanto por la visualización como para ser utilizados por los estudiantes. Se presentarán los resultados obtenidos.

El uso de Arduino en la enseñanza de teoría de grafos

Ana I. Gómez Pérez
Universidad de Cantabria

Resumen

Algorítmica y complejidad es una asignatura que se imparte tanto para alumnos del grado de ingeniería informática como del grado de matemáticas, con una gran carga de teoría de grafos. Una de las dificultades que experimentan los estudiantes es como aplicarlo en una situación real, además de la dificultad de evaluar la complejidad que implican sus soluciones.

Ante esta problemática, se ha desarrollado una librería en C++ llamada Cnosos para la implementación de diversos algoritmos en un dispositivo Robot basado en Arduino, lo que permite abstraer los detalles del uso de los sensores a los alumnos. En esta charla, hablaremos de esta experiencia con énfasis a las prácticas realizadas así como los resultados obtenidos.

Aprendizaje activo integrado

Ponente: Paco Gómez
Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

El aprendizaje en nuestras aulas es cada vez más exigente y profundo; un aprendizaje en que el alumno no sea un agente pasivo. Con frecuencia, la enseñanza tradicional no alcanza a satisfacer esas exigencias. Una alternativa son los métodos de aprendizaje activo. En ellos, el profesor pugna por la implicación activa de los alumnos en su aprendizaje. Esto es difícil de conseguir y es función de varios factores, tales como el tamaño de la clase, la preparación emocional del profesor, el diseño del temario o la forma de evaluación. En esta ponencia proponemos el **aprendizaje activo integrado** (A2I), que consiste en una combinación de varios métodos de aprendizaje activo a los que se les ha añadido un fuerte énfasis en las componentes **emocionales** y **morales** del aprendizaje.

La creación de este método parte de una reflexión crítica sobre la propia docencia, en particular de la docencia tradicional. La pregunta que queremos responder es si nuestros alumnos están **aprendiendo** y qué podemos hacer para mejorar.

A2I tiene tres componentes: uno intelectual –qué es aprender, qué se ha de enseñar y por qué–; uno emocional –cómo se ha de enseñar y cómo hacer al alumno sentirse bien–; y otro moral –cuáles son las consecuencias morales del aprendizaje–. Dada la extensión y complejidad del método A2I y la limitación de espacio, trataremos unos pocos puntos de cada componente.

De la **componente intelectual**, trataremos la práctica del aprendizaje conceptual y los métodos acumulativos de evaluación. Uno de los problemas con la docencia tradicional es la enseñanza de matemáticas calculísticas, en que solo se usan destrezas de bajo y medio nivel. Las matemáticas no son cálculos sino ideas. Y es más importante la lógica, el sentido crítico, la abstracción, el resolver problemas de enunciado abierto que hacer cálculos o resolver problemas tipo de enunciado cerrado, o aun peor resolver solo problemas de examen. En esta ponencia daremos pautas para implementar unas **matemáticas conceptuales** (pautas que estarán basadas principalmente en el método Moore). En cuanto a los métodos acumulativos de evaluación, A2I se basa en la investigación sobre el efecto positivo de los exámenes acumulativos en el aprendizaje (en particular, el trabajo de Ricki Wormeli). Se estudian estrategias para poner exámenes de este tipo, así como su calificación.

De la **componente emocional**, trataremos el problema del vómito y el trato que se debe dar a los alumnos. Haremos una reflexión sobre varios aspectos que contribuyen decisivamente a buen clima emocional tales como: sentirse bien aprendiendo la asignatura (matemáticas o la que sea); sentirse bien tratado por el profesor; cómo conseguir una atmósfera de seguridad emocional en la clase; y, por último, cómo tratar los problemas emocionales asociados al

vómito (en el aprendizaje, claro).

Por último, trataremos la **componente moral**. Se tratarán brevemente aspectos como cuáles son las consecuencias morales de un buen o mal aprendizaje, el papel del profesor como referente moral y la conexión entre el aprendizaje y honestidad intelectual.

Más información sobre este método al completo se puede encontrar en la presentación Prezi:
https://prezi.com/3rnabbvnpqcd/?token=23249370db989bf91a24f4e56fcc13cbb54b2f6a1083a254c8e26720f5204719&utm_campaign=share&utm_medium=copy&rc=ex0share

Consejos prácticos para dinamizar las interacciones en los espacios virtuales educativos

Emilio Letón
UNED

Resumen

La docencia actual está impregnada de un componente virtual marcado en buena parte por los espacios virtuales educativos. En esta ponencia se dan varios consejos prácticos que pueden ayudar al docente a dinamizar las interacciones con el estudiante en dichos espacios y así favorecer los procesos de enseñanza/aprendizaje. Hay que tener en cuenta que los consejos dados habrá que llevarlos a cabo sin agobiar al estudiante e indicando momentos clave en los que poder reengancharse a la asignatura. Los consejos dados en la ponencia se han llevado a la práctica con éxito en la asignatura "Complejidad y computabilidad" del grado en Ingeniería Informática de la ETSI Informática de la UNED.

Esta ponencia tiene tres etapas "antes", "durante" y "después". La etapa "antes" se desarrollará en Twitter durante la semana anterior al congreso donde @emilioleton planteará aspectos clave de los consejos utilizando #dinamizarmXm, la etapa "durante" será en el propio congreso donde se empezará directamente con las preguntas de los asistentes y la etapa "después" volverá a ser en Twitter para comentar los puntos fuertes y débiles de los consejos tratados.

Del juego a la teoría: jugar en binario con las funciones

Ponente: Mariló López
Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

El trabajo que se presenta es una herramienta de utilidad para la consolidación de conceptos matemáticos relacionados con el estudio de funciones reales de variable real que se tratan en asignaturas de primeros cursos de la mayoría de grados universitarios científico-tecnológicos. El objetivo es utilizar el valor didáctico de ciertos juegos para afianzar conocimientos de este tema que los estudiantes deben conocer.

La propuesta que se ha desarrollado adapta las bases de un juego clásico como es el *¿Quién es quién?* con el objetivo de utilizar su metodología al estudio de las propiedades de las funciones reales de variable real. El resultado es el "*¿Quién es quién? Binario*". Con él quiere ofrecerse, por un lado, a los alumnos la oportunidad de jugar y superar retos para lo cual, sus conocimientos matemáticos sobre este tema serán de gran ayuda, y por otro lado a los docentes, una herramienta que puedan adaptar a sus necesidades y que les ayude a mejorar el rendimiento en sus clases.

Los objetivos a alcanzar pueden resumirse en:

- Conseguir que el alumno sepa aplicar los conocimientos adquiridos.
- Potenciar habilidades basadas en el razonamiento matemático: estrategia, planificación, toma de decisiones, etc.
- Aplicar las dinámicas y principios de los juegos para mejorar la motivación, el interés y la implicación de los estudiantes en las materias con contenido matemático.

La consecución de los objetivos citados, conlleva la facilitación del proceso de aprendizaje del alumno, realizándose a través de un mecanismo ameno, lúdico, flexible, dinámico e interactivo, el cual se espera atraerá al estudiante a la materia.

Estamos seguros de que acciones como la que se propone contribuirán al acercamiento de los alumnos hacia las matemáticas, asignatura imprescindible para sus estudios. La aplicación de los juegos resulta altamente motivadora y les permite integrarse y relacionarse entre ellos ya que propone acciones en equipo.

Se comenta brevemente la adaptación del juego *¿Quién es quién?* al marco del estudio de funciones reales de variable real. Se han incluido además algunos otros conceptos como los sistemas de numeración, concretamente el sistema binario de gran utilidad en computación (de la misma forma podría hacerse con otros temas):

En lugar de personajes (protagonistas de las fichas en el juego

clásico), la idea ha sido trabajar con funciones definidas tanto analíticamente como gráficamente. Se han seleccionado las características (rasgos en el juego clásico) sobre las que se va a preguntar con la finalidad de descubrir la función elegida por el contrincante. En nuestra propuesta, han sido: signo de la función, acotación, monotonía, continuidad, derivabilidad y existencia de asíntota vertical.

A cada una de estas preguntas se contestará con un Sí (1) o un No (0). Con ello, cada una de las funciones que forman parte del juego tendrá una definición en código binario que estará formada por un vector de seis dígitos, ceros o unos, según sean para esa función las respuestas a cada una de las preguntas a realizar.

Matemáticas y sombras: la primera foto de un agujero negro

Ponente: José Rojo
Universidad San Pablo CEU

Resumen

En 2019 se ha unido la conmemoración del centenario de la comprobación observacional de una de las predicciones básicas de Albert Einstein (la luz se curva, recuérdese la expedición de Eddington de 1919) con la presentación de la primera “foto” de la sombra de un agujero negro, lo que refrenda la existencia de estos objetos, también predichos por la Relatividad General.

Estas circunstancias han servido de acicate para desarrollar durante este último curso distintas actividades académicas en la Universidad Ceu San Pablo, propiciadas por algunos profesores interesados en entender y resaltar el papel jugado por la geometría, la topología diferencial y los sistemas dinámicos en el entramado de ideas que han ayudado a completar con éxito este viaje a la silueta del agujero negro supermasivo de la zona central de la galaxia M87.

El objetivo de esta comunicación es describir esta experiencia en la que, partiendo de la docencia en la asignatura de Geometría diferencial del tema de “sombras y superficies en el espacio euclídeo” para estudiantes de Arquitectura, durante este curso se ha enlazado con el estudio de sombras “relativistas” a través de:

- La organización de un seminario periódico en el departamento de Matemática aplicada y Estadística de la Universidad Ceu San Pablo,
- la divulgación en la Semana de la Ciencia,
- la presentación de comunicaciones en las Segundas Jornadas de Big Data y Matemática
- y la publicación de una serie de artículos en la revista Pensamiento Matemático (“¡La luz se curva!”, “¿Sombras en la Relatividad General?” y “Más allá de la sombra de un agujero negro”).

La presentación busca comunicar, en términos elementales, algunos conceptos que protagonizan la historia y el estado del arte de este tipo de sombras.

3D EXPLORA

J.M. Alonso-Trigueros¹, A. Cantón Pire¹, M. Castrillón López², Dan J. Fox¹, O. Gil Álvarez³,
D. Ortega Rodrigo⁴, S. Pérez Gómez⁵, E. Rosado María¹ y M. J. Vázquez-Gallo¹

¹ Universidad Politécnica de Madrid, ² Universidad Complutense de Madrid,
³ Universidad de La República (Montevideo, Uruguay), ⁴ Universidad Autónoma
de Madrid y ⁵ Universidad de Salamanca

Resumen

El recurso didáctico online 3D EXPLORA* es una librería de construcciones geométricas realizadas con el software de uso libre Geómetra que permiten la visualización en 3 interactiva y dinámica de curvas, de superficies y de otros objetos relacionados. Cada construcción va acompañada de descripciones matemáticas y de explicaciones breves a la vez que muy útiles para el aprendizaje autónomo.

El Grupo de innovación Educativa MAMI (Mejora del Aprendizaje de las Matemáticas en las Ingenierías) ha creado el libro digital 3D EXPLORA en el marco de un Proyecto de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid, con el objetivo de desarrollar competencias matemáticas transversales como: visualizar geoméricamente un problema en un ambiente 3D y comprender nociones geométricas que varían en función de parámetros. El libro se está utilizando con éxito en asignaturas de diversas titulaciones universitarias de ciencias, ingeniería y arquitectura.

* Libro *Geogebra 3D EXPLORA*, disponible en: <https://ggbm.at/gwyjw2ng>

Clase invertida en Matemáticas: ventajas e inconvenientes de su aplicación en la enseñanza online

Piedad Tolmos Rodríguez-Piñero
Universidad Rey Juan Carlos

Resumen

La clase invertida, o *Flipped Classroom* es una técnica de enseñanza aprendizaje basada en el trabajo autónomo del estudiante previo a la clase habitual, mediante el visionado de vídeos desarrollados específicamente según el tema a tratar. Una vez asimilados los conceptos teóricos que se imparten en los vídeos, los estudiantes desarrollarán en sus aulas la parte práctica y de aplicación con la guía del docente.

Esta metodología se demuestra como una herramienta útil para su uso en la enseñanza de las matemáticas en la Universidad, sea cual sea la modalidad elegida por el alumno. Sin embargo, presenta algunas diferencias cuando se aplica en la modalidad online frente a su desarrollo en un aula física.

Los alumnos que optan por la modalidad on line en los grados en CC Sociales encuentran a menudo dificultades importantes para seguir las enseñanzas relacionadas con las materias de matemáticas. Las causas son variadas: mayor edad media (equivale a conocimientos matemáticos menos recientes), menor tiempo de dedicación al estudio por motivos laborales, complejidad intrínseca de estas asignaturas que se incrementa en una enseñanza a distancia (proceso asíncrono).

Aunque a priori pudiera parecer evidente que la enseñanza on line es un campo especialmente abonado para el uso de esta metodología, y es cierto que en ella presenta muchas ventajas por sus características, no hay que olvidar que la Clase Invertida es algo más que estudiar un tema a través de un vídeo. Requiere un proceso de trabajo individual por parte del alumno, y del docente que lo prepara, para que el aprendizaje a través del vídeo sea efectivo. Han de existir una o varias sesiones en el aula posteriores al visionado del vídeo en las que se resuelvan las dudas generadas al asimilar los conceptos que se muestran en el vídeo, y se aplique lo aprendido de la mano del profesor, que guiará al alumno en el proceso, permitiendo así personalizar la enseñanza.

En esta propuesta se mostrará una experiencia desarrollada en el Grado en Ciencia, Gestión e Ingeniería de los Servicios en su modalidad semipresencial, en la que aplicamos la Clase Invertida a un tema de la asignatura de Investigación Operativa. Profundizaremos en las ventajas e inconvenientes que presenta el uso de esta metodología para la enseñanza online, y expondremos cómo hemos tratado de superar esas dificultades, adaptando lo necesario para su ejecución.

Actividad de creación de videos para la evaluación de las competencias oral y escrita en Matemáticas

M^a Rosario Rubio, M^a Pilar Vélez
Universidad Antonio de Nebrija

Resumen

El objetivo de esta charla es presentar una actividad dirigida que proponemos a los alumnos en la asignatura Matemáticas I de los grados del ámbito de Ingeniería Industrial para evaluar las competencias “comunicación oral y escrita en matemáticas” que figuran en la ficha de dicha asignatura incluida en la memoria de verificación de los grados. Se trata de dar una vuelta de tuerca a la tradicional presentación PowerPoint y la exposición en clase.

La actividad consiste en realizar en grupos de 3 o 4 un video divulgativo y un trabajo escrito que documente los contenidos matemáticos del vídeo. El tema se deja a elección de los alumnos, pero tiene que estar relacionado con la asignatura. Además de enfrentar a los alumnos a un trabajo oral y otro escrito, nuestro objetivo es que trabajen en grupo, decidan los contenidos, coordinen las dos partes del trabajo, planifiquen la puesta en escena de cada uno, conecten las matemáticas con una actividad lúdica como es la creación de videos y, así mismo, que se diviertan con la actividad.

En la charla comentaremos nuestra experiencia con esta actividad, su planteamiento, desarrollo, resultados y algunos errores; así como algunas innovaciones y mejoras basados en la experiencia que nos hemos propuesto introducir en el curso 2019-2020 para añadirle algunos ingredientes nuevos, como el trabajo colaborativo con asignación de roles.

Buscando espirales

Susana Victoria
Universidad San Pablo CEU

Resumen

Dentro de un curso de geometría diferencial de curvas y superficies para alumnos de arquitectura, se pretende estimular la interrelación entre las matemáticas y campos como el arte o la arquitectura.

En la búsqueda de estas interrelaciones, las espirales constituyen un atractivo tema de exploración. La belleza y la estética de estas curvas hacen de ellas una forma que, recurrentemente, surge en motivos decorativos o soluciones arquitectónicas. Además, se encuentran espirales en la solución de diversos problemas geométricos, en mecánica celeste, etc.

Esta presentación expone unas pautas que permitirían al alumno abordar un pequeño estudio sobre la relación entre espirales, hélices y loxodromas. A partir de una espiral discreta, se propone la construcción de una espiral logarítmica, y a partir de ésta, de una loxodroma sobre la esfera unidad, todo ello como excusa para el estudio de las propiedades geométricas de estas curvas.

El trabajo se completa con la búsqueda de estos elementos en el mundo del arte, la artesanía, la ciencia, el diseño industrial... y su más obvio objeto de interés: el espacio arquitectónico.

ABSTRACTS EXTENDIDOS

El uso de Arduino en la teoría de grafos

Ana I Gómez Pérez and Domingo Gómez Pérez
Universidad de Cantabria

Resumen

Algorítmica y Complejidad es una asignatura que se imparte tanto para alumnos del grado de Ingeniería Informática como del grado de Matemáticas, con una gran carga de teoría de grafos. Una de las dificultades que experimentan los estudiantes es como aplicarlo en una situación real, además de la dificultad de evaluar la complejidad que implican sus soluciones.

Muchos libros de referencia, ver, contienen pseudocódigo que explica a alto nivel el funcionamiento del algoritmo por ejemplo para búsqueda en profundidad o en anchura. No obstante, la aplicación a diferentes problemas y su funcionamiento son difíciles de comprender de forma adecuada. El nivel de conocimiento de los alumnos, utilizando la taxonomía de Bloom, no pasa en general del nivel 1 (Recordar, recuperar o reconocer).

Ante esta problemática, se ha desarrollado internamente una librería en C++ denominada Cnosos para la implementación de diversos problemas clásicos de teoría de grafos como cálculo de caminos eulerianos o búsqueda y recorrido de grafos. El funcionamiento está dirigido a controlar un dispositivo Robot Car Kit basado en Arduino. Se seleccionó la plataforma Arduino por su popularidad en la enseñanza, además de contar con una comunidad muy activa de usuarios que comparten una gran cantidad de material.

La librería Cnosos permite abstraer los detalles del uso de los sensores, de comunicación o relativos al sigue líneas, al estudiante que realiza las prácticas. Actualmente esta librería se encuentra en fase de pruebas, pero en el futuro se pretender liberar su código mediante una licencia GPL.

Las prácticas propuestas para esta asignatura hacen uso de una infraestructura que se puede construir en cualquier sitio. Se propone la representación de los vértices y aristas etiquetados mediante un circuito de cinta adhesiva de un color que permita el contraste con el color de la superficie sobre la que se monte. Después de una calibración de los sensores infrarrojos, el robot puede ser programado para recorrer este circuito.

En esta charla, hablaremos de esta experiencia realizada como parte de un proyecto de innovación docente con énfasis a las prácticas realizadas, así como los resultados obtenidos.

Una asignatura de Optimización y Estadística para Ingeniería

Qué contar, cómo contarlo, y cómo programarlo





Pablo Angulo



ETSI Navales, 2 de septiembre de 2019

Esquema

Una propuesta para enseñar Optimización, Probabilidad y Estadística para ingenieros

- Elegir el Currículum 
 - Inferencia clásica en el vórtice de la “Crisis de Replicabilidad”
 - Simulaciones de procesos complejos
- Elegir el software 
 - R y python en 2020
 - Librerías de python para usar, y para enseñar MILP 
 - Librerías de python para usar, y para enseñar Estadística
- El día a día 
 - jupyter y jupyterhub
 - Clases en pizarra, ejercicios en papel

¿Qué enseñar?

Queremos enseñar a los estudiantes contenido que les aporte el *máximo* de valor, dentro de una limitación *global* de tiempo...

es un problema de mochila \Rightarrow ¡NP-duro!

Todos los grados tienen este problema, pero creo que en Ingeniería es especialmente marcado.

En Ingeniería Naval estudian Derecho, Economía, Física, Química, Matemáticas, Elasticidad, Fluídos, Electricidad, Electrónica, Materiales, Motores... ¿Probabilidad y Estadística?

Caprichos del destino

Curiosamente, en el plan de estudios de Graduado en Arquitectura Naval y Graduado en Ingeniería Marítima de 2010 no había ninguna asignatura de Estadística.

Es una *anomalía* porque casi todos los planes de estudios de casi todas las Ingenierías tienen una asignatura de Estadística.

Por tanto, decidimos ofertar una asignatura optativa

Al no haber una asignatura obligatoria en el plan de estudios:

- Pude elegir el temario y el funcionamiento con mucha más libertad.
- Tenía que hacerla atractiva para los estudiantes.
- Tenía que *justificar que era útil*.

Lo que nos lleva a la pregunta:

¿Qué Probabilidad y qué Estadística necesitan los ingenieros navales?

Todos los caminos llevan a la probabilidad

- Teoría de la medida
- Teorema de Cox
- Axiomas de Teoría de la Decisión de von Neumann-Morgenstern
- Teorema de de Finetti
- Combina con Análisis, Geometría, Álgebra, etc

Pero la estadística es un campo mucho más controvertido

Fred Savage, *Foundations of Statistics*

"It is unanimously agreed that statistics depends somehow on probability. But, as to what probability is and how it is connected with statistics, there has seldom been such complete disagreement and breakdown of communication since the Tower of Babel. Doubtless, much of the disagreement is merely terminological and would disappear under sufficiently sharp analysis."

¿Qué Estadística necesitan los ingenieros?

Al diseñar el temario, busqué una aplicación para cada epígrafe:

Mixed Integer Linear Programming (MILP) Dieta óptima, mochila, viajante, horarios,

Proceso de Poisson / Survival theory Fiabilidad, vida útil.

Inferencia paramétrica Estadísticas a largo plazo de viento, oleaje, mareas, corrientes marinas, etc.

Normal multivariante Allanamos el camino para el análisis probabilístico del oleaje a corto plazo, con procesos gaussianos.

Modelización de procesos Simulaciones de tráfico marítimo, movimientos dentro del barco, situaciones de emergencia...

- inferencia paramétrica
- trabajo con muestras aleatorias y ordenador

Data crunching Trabajar con datos reales descargados de páginas web (eurostats, INE, puertos del estado...)

Visualización de datos Detección de outliers, comparación con modelos de probabilidad, gráficas para informes

Regresión simple y múltiple Modelos econométricos, modelos semi-empíricos (predicción de resistencia de una embarcación), correlación y causalidad.

¿Y la estadística clásica?

Para decidir si incluimos un contenido en el temario, hay que compaginar:

- el valor que aporta un conocimiento
- el esfuerzo medio que cuesta aprenderlo
- la probabilidad, y las consecuencias, de un mal aprendizaje

Contrastes de hipótesis e intervalos de confianza en Ingeniería

- Han aprendido probabilidad, ahora tienen que aprender *otra forma diferente de trabajar con incertidumbre*.
- Posible aplicación a **control de calidad**, pero
 - no se puede enseñar en unas semanas
 - es una asignatura optativa en muchas ingenierías, si es que existe
 - a menudo la calidad se enseña sin estas técnicas estadísticas
- Imprescindible para leer artículos científicos de ciencias médicas y sociales, *pero*
 - No es imprescindible
 - No hay tiempo de hacerlo bien

La Crisis de Replicabilidad

Gran cantidad de resultados científicos no son repetibles

Causas citadas frecuentemente:

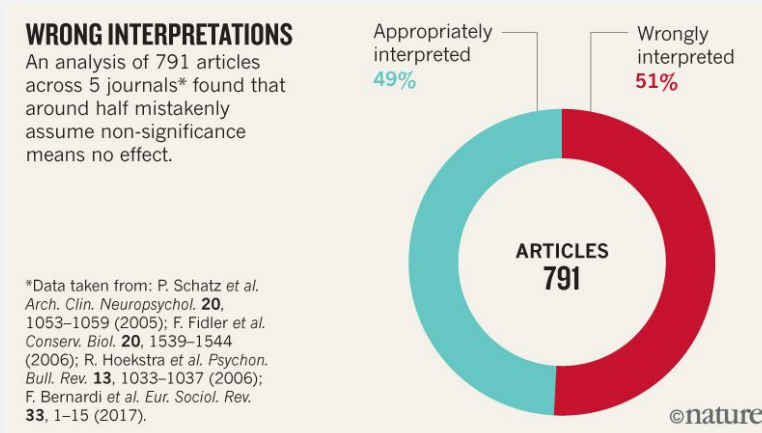
- Presión por publicar
- Conocimientos de estadística insuficientes
- “Tortura de datos”

Cuestionamiento de las prácticas habituales en Estadística

- Nature: “*Scientists rise up against statistical significance*”
- American Statistical Association “*The ASA’s Statement on p-Values*”.
- Número especial ASA “*Moving to a World Beyond $p < 0.05$* ”.

Una nueva Estadística es necesaria

Errores demasiado habituales al usar p-valores



Pero la mayoría de los errores son invisibles:

El problema de *p-hacking* (aka *garden of forking paths*) es aún más grave, y seguramente aún más prevalente.

Hablamos de equipos de investigadores profesionales, que pasan su vida profesional leyendo estudios basados en estadísticas.

Cuando una puerta se cierra se abre una ventana

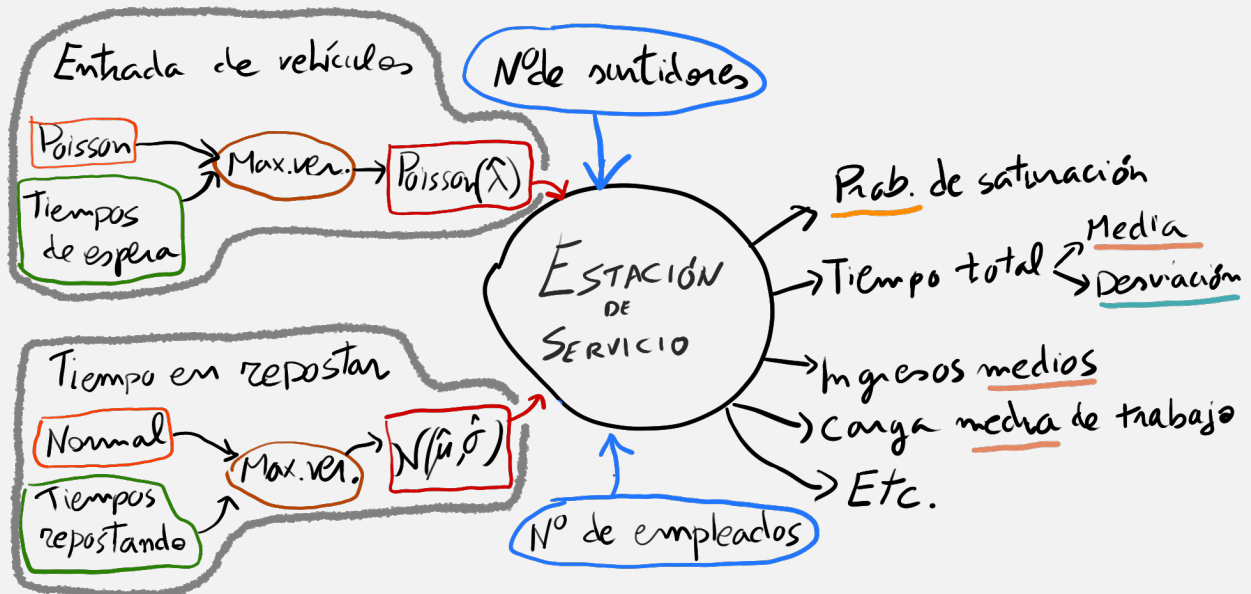
Es una pena no cubrir ese contenido, pero

- Podemos ofertar asignaturas optativas.
- Podemos profundizar en otros temas.

Simulaciones de fenómenos complejos del mundo real

- 1 Modelizo el problema identificando los elementos y las formas en que se combinan.
- 2 Identifico la distribución de cada fenómeno aleatorio individual.
- 3 Inferencia paramétrica para obtener los parámetros (máxima verosimilitud, inferencia bayesiana objetiva).
- 4 Simulaciones para combinar fenómenos aleatorios de forma arbitraria.

Modelo estocástico para una estación de servicio



Hay que programar: ¿en qué lenguaje?

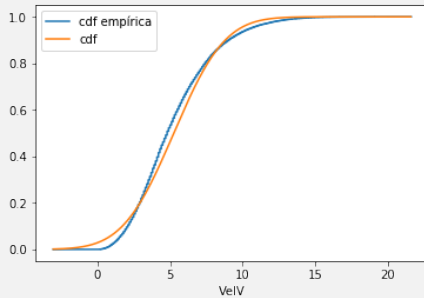
Así que necesitan programar simulaciones, cargar datos y crear gráficas.

En Ingeniería suele haber al menos una asignatura de informática antes de la asignatura de Estadística.

¿Qué lenguaje usamos? Yo elegí **python** (+**numpy**, **scipy**, **matplotlib**, **pandas**)

- Código abierto.
- Junto con **R**, uno de los favoritos para *data science*.
- Uno de los lenguajes de propósito general más populares.
- Junto con **matlab**, uno de los favoritos para *cálculo numérico* (útil para los *ingenieros*).

Librerías python para Preparación y visualización de datos



scipy.stats Distribuciones habituales, extracciones aleatorias, funciones de masa, densidad, distribución, media, varianza.

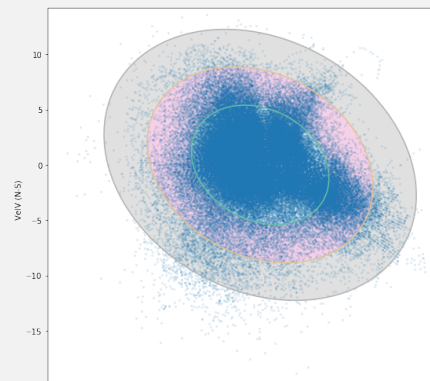
pandas Importar archivos csv, ods que podemos encontrar en internet

matplotlib Gráficos de dispersión, histograma, función de distribución empírica, violinplot, ...

Analizamos algunos datasets de origen diverso

- Viento y oleaje de una boya de puertos del estado
- Hielo polar
- Resistencia al avance de embarcaciones
- Ventas contra inversión en publicidad (capítulo 3 del *Introduction to Statistical Learning*)
- Consumo de varios modelos de coche
- ...

Componentes NS-EW del viento



Librerías python para MILP

pyomo Profesional (por ejemplo, *Airbus*), trabaja LP y MILP, *pero* sintaxis engorrosa.

cvxopt Profesional, sintaxis estupenda, incluye optimización convexa, *pero* no trabaja MILP.

optlang Sintaxis estupenda, trabaja LP y MILP, menos potente.

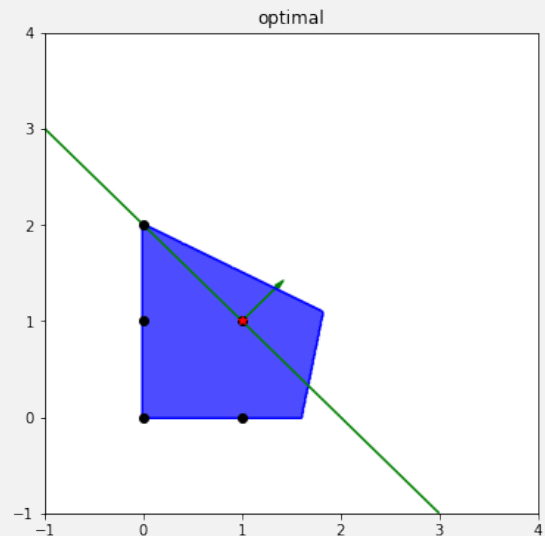
```
##### optlang #####
# lb: "lower bound"; ub : "upper bound"
x = Variable('x', lb=0, type='integer')
y = Variable('y', lb=0, type='integer')

constraints = [
    Constraint(x + 2*y, ub=4),
    Constraint(5*x - y, ub=8)
]
obj = Objective(x+y, direction='max')

model = Model(name='Simple 2D example')
model.objective = obj
model.add(constraints)

status = model.optimize()

plot_LP(model, (x, xleft, xright),
         (y, ybottom, ytop))
```



Librerías python para regresión

scikit-learn Profesional, muy general, sintaxis estupenda.

statsmodels Específica para regresión, imita a R.

```
##### pandas #####
import pandas as pd

advertising = pd.read_csv('ads.csv')

##### statsmodels #####
import statsmodels.formula.api as smf

est = smf.ols('Sales ~ TV + Radio +
              Newspaper', advertising).fit()
est.summary()

##### scikit-learn #####
import sklearn.linear_model as skl_lm
regr = skl_lm.LinearRegression()

X = advertising[['TV', 'Radio', '
                 Newspaper']]
y = advertising['Sales']

regr.fit(X,y)
```

OLS Regression Results

Dep. Variable:	Sales	R-squared:	0.897
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.896
Method:	Least Squares	F-statistic:	570.3
Date:	Tue, 09 Apr 2019	Prob (F-statistic):	1.58e-96
Time:	12:31:14	Log-Likelihood:	-386.18
No. Observations:	200	AIC:	780.4
Df Residuals:	196	BIC:	793.6
Df Model:	3		
Covariance Type:	nonrobust		

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
Intercept	2.9389	0.312	9.422	0.000	2.324	3.554
TV	0.0458	0.001	32.809	0.000	0.043	0.049
Radio	0.1885	0.009	21.893	0.000	0.172	0.206
Newspaper	-0.0010	0.006	-0.177	0.860	-0.013	0.011

jupyter, jupyterhub, jupyterlab

jupyter Cuadernos que se abren en el navegador, combinan comentarios, código, y la salida de ese código.

jupyterhub Ofrece jupyter a múltiples usuarios

jupyterlab Interfaz intuitiva, editor de texto, terminales...

jupyterhub y **jupyterlab** son opcionales: se puede trabajar en local

The screenshot shows a JupyterLab interface. On the left is a file browser showing a directory structure with files like 'practica_c_preco_ca...', 'regression-completo.i...', 'regression-multiple-C...', 'regression-multiple.ip...', 'regression-multiple.v0...', 'regression-no-lineal_o...', 'regression-no-lineal_...', 'regression-no-lineal-gr...', 'regression-no-lineal.ip...', 'regression-simple.ipynb', 'results.yml', 'scratch-datasets.ipynb', 'scratch.ipynb', 'sealce.csv', 'ship_repair_v.0.7_04...', 'ship_repair.ipynb', 'stats_utils.py', 'tips.csv', and 'untitled.txt'. The main area shows a code editor with the following content:

Ejercicio 1

Repite el ejemplo del principio de la clase, pero añadiendo nuevas restricciones. Por ejemplo, añada:

$$\begin{aligned} \text{Max: } & x + 2y - 2 \\ \text{Such that: } & x + 2y \leq 4 \\ & 5x - y \leq 8 \\ & y \leq 1.5 \\ & x, y \geq 0 \end{aligned}$$

Funcionamiento

Día a día

- Formato moodle semanal: avisar de exámenes o clases canceladas, panorámica del curso, diario
- Primera clase con pizarra y proyector: teoría, ejercicios en papel por grupo...
- Segunda clase de laboratorio: cuadernos jupyter con ejemplos funcionales y ejercicios, donde el código es de corta-pega-y-modifica, aunque se trate de aplicaciones muy diferentes

Evaluación

- 50 % Exámenes en papel (acepto código que genera el resultado, si es un número)
- 50 % Resolver los ejercicios de los cuadernos
 - 1 Un comando distribuye el cuaderno
 - 2 Otro comando recoge sus cuadernos en una carpeta
 - 3 Evalúo los cuadernos uno por uno, incluyo feedback
 - 4 Otro comando devuelve los cuadernos corregidos a los alumnos

Muchas gracias por vuestra atención

Contacto pablo.angulo@upm.es

Detalles [https://dcain.etsin.upm.es/
~pablo/optimizacion_y_estadistica.html](https://dcain.etsin.upm.es/~pablo/optimizacion_y_estadistica.html)