

NUEVAS TECNOLOGÍAS EN ENSEÑANZA

Generación automática de pruebas de evaluación con problemas de enunciado aleatorio

En esta revista escribí sobre el programa Scientific Notebook 3.0 (Nº2, 1999) y sobre su utilización en la UNED (Nº3, 2000), remarcándolo como elemento común de intercambio científico entre alumnos y profesores. Esta vez insistiré en el mismo asunto aunque corra el peligro de que alguien pueda creer que sólo trato este tema y me catalogue de *marea programas*. Prometo al lector que cambiaré en futuras colaboraciones, aunque ya exista la versión 3.5, y que trataré cuestiones matemáticas.

En este artículo resaltaré la utilidad del programa en la generación de pruebas de evaluación y explicaré cómo hacer un uso adecuado de ella para mantener en un valor óptimo la relación entre la economía del esfuerzo y la utilidad del medio. Debo recomendar a cualquier profesor no usuario que lea el libro **Introducción al Scientific Notebook** (ed. UNED, 1999), en especial, el quinto capítulo.

Quizás éste sea el momento de aclarar al profesor usuario, tanto de un área científica o técnica como de un área de humanidades, que siga leyendo el artículo y que no se precipite al suponer que sólo se tratará de exámenes tipo test. En este escrito se le indicará la forma redactar las preguntas; sus enunciados, para que varíen de un examen a otro y la manera de agrupar preguntas unas tras otras y clasificarlas. Espero que este artículo le permita descubrir al lector cómo escribir un libro de problemas, o prácticas, una vez que ha acumulado unos cuantos problemas.

Para cualquiera de nosotros, un examen es un conjunto de preguntas o cuestiones, situaciones prácticas y problemas, pero para el usuario del programa, es un archivo TeX que contiene esas preguntas y que

se generó a partir de un archivo base TeX que posee cierta apariencia estructural descrita en términos de bloques de texto.

Existen múltiples programas y utilidades que pueden generar exámenes de este tipo, pero suelen tratar con enunciados de texto plano y no permiten la redacción de expresiones matemáticas, por ejemplo la utilidad de generación de pruebas del servidor WebCT con el que se desarrolla la asistencia telemática a los alumnos de la UNED.

Tratar con Scientific Notebook este tipo de ficheros nos permite redactar enunciados en los cuales puede aparecer cualquier expresión matemática o gráfica y cualquier imagen. Además, tanto las expresiones matemáticas como las gráficas pueden ser escritas como simple texto matemático o en función de variables que tomarán valor a la hora de generar el examen. Esta posibilidad es la que me hizo escribir sobre este tema.

Como primer contacto con un archivo base de exámenes se le recomienda al lector que abra un documento nuevo (opción File, subopción New) y elija la opción Exam en las cajas Shell Directories y Shell Files que aparecen.

El nuevo documento es un ejemplo de fichero base, y recomiendo al lector que observe la estructura de párrafos. Comprobará que el primero es de tipo Heading1 con su única palabra Exam, y que existen otros párrafos del mismo tipo con su única palabra Question. Estos párrafos se muestran en tipo Heading1 para que se distingan mejor, pero basta que sean de cualquier tipo Heading.

Al guardar este archivo (opción File, subopción Save as) como archivo de extensión qiz, cerrarlo y volver a abrirlo aparecerá una prueba o examen en la pantalla generada a partir de ese archivo qiz. Cada vez que se abre ese mismo aparece una prueba distinta.

En esencia, un archivo base para la generación de exámenes es un documento en el cual su primer párrafo es Heading y contiene la palabra Exam.

Está constituido por un bloque inicial donde se establecen las características de los exámenes que se generarán (párrafos desde Exam al primer Question), seguido de un conjunto de bloques de preguntas de examen (párrafos desde un Question a otro Question o al final).

Es el momento de recordar la regla no escrita "copia, pega y modifica" para editar distintas preguntas, sabiendo que cualquier bloque de pregunta está constituido por un conjunto de secciones que comienzan con un párrafo de algún tipo Heading (nosotros elegimos Heading 2) seguido de párrafos Body text o algún tipo de List.

¿Cuántas preguntas tendrán mis exámenes? Al confeccionar el documento base se pueden insertar tantos bloques de preguntas como se desee. Esto implica que los exámenes que se generen con él contendrán una cuestión por cada bloque existente como mínimo.

Un documento base de cinco bloques de preguntas generará exámenes de cinco preguntas, aunque puede generar exámenes de más dependiendo del tipo de bloque de pregunta que contenga, es decir, si el documento base contiene bloques de preguntas con enunciados alternativos (bloque de tipo Variant y con variable Select con valor mayor que uno).

¿Qué es un problema en un archivo base? Simplificando, podemos decir que un problema es un enunciado y una forma de responder asociada a ese enunciado, así pues existen varios tipos de problemas dependiendo de estos dos elementos.

El enunciado de un bloque de problema puede ser único (existe una única sección Statement) o tener varios enunciados alternativos (existen varias secciones Variant), si al generar un examen reproduce el mismo enunciado siempre o si elige alguno de los enunciados propuestos dentro del mismo bloque de pregunta.

Si sólo se observan los componentes de un enunciado; texto simple, texto matemático, variables, fórmulas, representaciones gráficas

e imágenes, el enunciado se cataloga como fijo o variable. El enunciado de un bloque de pregunta que contiene elementos como variables, formulas o representaciones gráficas, genera enunciados de examen distintos, dependiendo de los valores que tomen esos elementos al generar el examen.

Las formas de responder a un problema son: Respuesta libre, respuesta de elección única y respuesta de elección múltiple.

Por establecer una respuesta libre se entiende insertar una caja de texto vacía de cierto tamaño dentro del bloque de pregunta para que el examinado disponga de espacio adecuado al redactar su respuesta en un examen generado (sección Response, variable Text Area).

La respuesta de elección consiste en disponer de una lista de posibles soluciones (sección Choices) de manera que quien se examina deberá determinar la única opción correcta (sección Setup con la variable Choices tomando el valor Radio) o aquellas opciones que son correctas (sección Setup con la variable Choices tomando el valor Check).

Si tenemos en cuenta que en la redacción de cada respuesta propuesta se pueden incluir los mismos elementos que en los enunciados, el número de tipos distintos de problemas aumenta.

¿Cómo se examina? Simplificando nuevamente, un examen generado es un conjunto de problemas y una forma de presentar estos problemas al examinando. Los problemas de un examen pueden ser de distinto tipo según sus enunciados o su forma de contestar, pero sólo hay dos formas de contestar: sobre el ordenador o sobre el papel.

Examinar sobre el ordenador requiere abrir el archivo base que se guardó como archivo de extensión qiz, en ese instante se genera un examen. Cada vez que se abre ese archivo, se genera un examen "distinto". Esta forma de contestar permite descargar el examen por Internet y que el ordenador evalúe automáticamente los problemas con respuesta de elección para conocimiento del examinado. Este forma de examinar es muy útil para proponer al alumno pruebas de autoevaluación de lo estudiado.

La forma tradicional de examinar consiste en presentar el examen sobre papel, por ello, bastaría imprimir uno de los exámenes generados sobre el ordenador. Esto no es ningún problema si los problemas son de respuesta libre. Al tratar con problemas de elección obliga a confeccionar una plantilla con las marcas sobre los círculos o cuadrados que corresponde a las respuestas correctas. En este caso conviene cambiar todos los círculos o cuadrados por letras o número de opción, por ejemplo, A, B, C, ... ó 1, 2, 3, ...

Para generar un examen que se imprimirá, conviene utilizar el programa Exam Builder (archivo ExamBld2.exe) que acompaña al Scientific Notebook. Al utilizar un archivo base con este programa y compilar, se genera el archivo tex del examen con las respuestas posibles renombradas con letras o números según se le indique en el archivo base. Además, se puede optar por crear al mismo tiempo un archivo tex que contiene únicamente las letras correctas de las soluciones del examen. Esos archivos tex son los que deben ser impresos.

Cada vez que se compila el mismo archivo base, se genera un nuevo modelo de examen para imprimir, así pues, se puede disponer de distintos modelos del mismo examen con sólo pulsar una botón; examen tipo A, tipo B,...

Sin duda dar una imagen de las posibilidades del programa en un espacio tan breve me ha conducido a redactar de forma excesivamente compacta los últimos párrafos y puede que estos desalienten al lector no usuario que intuye gran complejidad en el diseño de exámenes y de preguntas. Es mi deber mostrar que la intuición de ese posible lector es errónea, para lo cual presentaré algunos casos:

1. Si se redactan tres preguntas de enunciado fijo y respuesta libre con espacio para contestar de cinco líneas de 50 caracteres, se utilizan los siguientes bloques de pregunta. (Una es de texto "Enuncia el Teorema Fundamental del Cálculo", la otra contiene una expresión matemática "Determinar los ceros de la función $f(x)=x^2+3x+1$ " y la otra con un gráfico fijo.)

Question (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

Enuncie el Teorema Fundamental del Cálculo

Response (como párrafo Heading2)

Text Area:(50,5)

Question (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

Determine los ceros de la función $f(x)=x^2+3x+1$

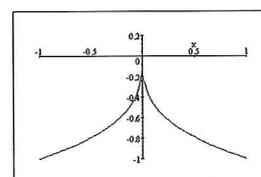
Response (como párrafo Heading2)

Text Area:(50,5)

Question (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

Estudie la derivabilidad de la función cuya gráfica es



Response (como párrafo Heading2)

Text Area:(50,5)

En cada examen generado con un archivo base que contenga a estos dos bloques de pregunta, aparecen esos dos enunciados.

2. Si redacta dos preguntas de enunciado fijo y respuesta libre, de forma que puedan darse tres enunciados alternativos, se utilizan los siguientes bloques de pregunta. (Una es de texto "Enuncie el Teorema Fundamental del Cálculo", "Defina el concepto de función primitiva" o "Enuncie el teorema de Bolzano sobre funciones continuas", y otra contiene una expresión matemática "Determine los ceros de la función

$f(x)=x^2+3x+1$ ”, “Calcule los puntos de inflexión de la función $f(x)=x^3+3x+1$ ” o “Estudie los máximos y mínimos relativos de la función $f(x)=x^4-3x^2+2$ ”.)

Question (como párrafo Heading1)

Variant (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

Enuncie el Teorema Fundamental del Calculo

Response (como párrafo Heading2)

Text Area:(50,5)

Variant (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

Defina el concepto de función primitiva

Response (como párrafo Heading2)

Text Area:(50,3)

Variant (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

Enuncie el teorema de Bolzano sobre funciones continuas

Response (como párrafo Heading2)

Text Area:(50,3)

Question (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

Determine los ceros de la función $f(x)=x^2+3x+1$

Response (como párrafo Heading2)

Text Area:(50,10)

Variant (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

Calcule los puntos de inflexión de la función $f(x)=x^3+3x+1$

Response (como párrafo Heading2)

Text Area:(50,10)

Variant (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

Estudie los máximos y mínimos relativos de la función $f(x)=x^4-3x^2+2$

Response (como párrafo Heading2)

Text Area:(50,10)

Los exámenes generados con un archivo base que contenga a estos dos bloques de pregunta, contienen dos cuestiones con un único enunciado elegido al azar entre los enunciados alternativos de cada bloque. Además, al insertar a continuación de cada párrafo con la palabra Question los párrafos:

Setup (como párrafo Heading2)

Select: 2

se consigue que aparezcan dos de los enunciados alternativos de cada bloque elegidos al azar.

Supongo que el profesor lector ha empezado a considerar la posibilidad de almacenar por bloques de pre-

guntas en enunciados alternativos distintos los diferentes problemas tipo que suele utilizar para confeccionar sus exámenes.

3. Si redacta dos preguntas de enunciado fijo que presentan respuestas fijas opcionales con sólo una verdadera (Radio), se utilizan los siguientes bloques de pregunta. (Una es de texto de enunciado “*Toda función cuadrática es*” y de respuestas “*una función par*” o “*una función continua*”, y otra contiene expresiones matemáticas “*La función $f(x)=x^2+3x+1$* ”, con respuestas “*Tiene un único cero real*” o “*Tiene dos ceros reales*”, “*2 es un cero de la función*” y “*Ninguna de las anteriores respuestas*”.)

Question (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

Toda función cuadrática es

Choices (como párrafo Heading2)

- Una función par (como párrafo Bullet List Item)
- Una función continua **Correct Choice** (como párrafo Bullet List Item)

Question (como párrafo Heading1)

Statement (como párrafo Heading2)

La función $f(x)=x^2+3x+1$

Choices (como párrafo Heading2)

- Tiene un único cero real (como párrafo Bullet List Item)
- Tiene dos ceros reales **Correct Choice** (como párrafo Bullet List Item)
- 2 es un cero de la función (como párrafo Bullet List Item)
- Ninguna de las anteriores respuestas (como párrafo Bullet List Item)

Al generar un examen utilizando un archivo base que contenga estos dos bloques de pregunta, aparecerá una cuestión con dos posibles respuestas en una misma línea de escritura y otra con cuatro, de las cuales sólo una es la respuesta correcta. Además, el orden en el que aparecen las posibles respuestas es el de redacción. Si estuviese definida la variable Choices tomará los valores Permute y Break, dentro de la sección Setup del bloque inicio o de cada bloque de pregunta, entonces las respuestas aparecerían en líneas diferentes y ordenadas al aleatoriamente.

Setup (como párrafo Heading2)

Choices: Break, Permute, Radio

Dentro de la aleatoriedad, si se desea que alguna de las respuestas redactadas aparezca siempre en la misma posición en la que escribió, entonces se debe eliminar el tipo de párrafo Bullet List Item y cambiarlo el tipo de párrafo a Description List Item.

Debo indicar que el elemento **Correct Choice** es un fragmento predefinido por el programa.

4. Si redacta una pregunta de enunciado fijo que presenten respuestas fijas opcionales de las cuales algunas son verdaderas (Check), se utilizan los siguientes bloques de pregunta. (El enunciado es “*La función $f(x) = x^4 - 5x^2 + 4$ y las respuestas son “Es una función par”, “Es una función continua”, “Tiene un único cero real”, “Tiene dos máximos relativos”, “Tiene dos puntos de inflexión” y “Ninguna de las anteriores respuestas”.*”.)

Question (como párrafo Heading1)

Setup (como párrafo Heading2)

Choices: Break, Permute, Check

Statement (como párrafo Heading2)

La función $f(x) = x^4 - 5x^2 + 4$

Choices (como párrafo Heading2)

1. Es una función par (como párrafo Bullet List Item)
1. Es una función continua (como párrafo Bullet List Item)
- 1. Tiene un único cero real (como párrafo Bullet List Item)
 - Tiene dos máximos relativos (como párrafo Bullet List Item)
 - Tiene dos puntos de inflexión (como párrafo Bullet List Item)
- 1. Ninguna de las anteriores (como párrafo Description List Item)

Un examen generado al utilizar un archivo base que contenga a este bloque de pregunta, contiene un problema con seis posibles respuestas, de las cuales las dos verdaderas se denotan cambiando la etiqueta del punto de Bullet List Item por un 1. Las otras respuestas son erróneas, pero sólo las marcadas con -1 restarían punto en un supuesto examen sobre el ordenador.

5. Si se redacta una pregunta de enunciado variable y respuesta libre con espacio para contestar de cinco líneas de 50 caracteres, se utilizan los siguientes bloques de pregunta. (El enunciado es “*Describe las propiedades de la función ...*” y las funciones son “ $\ln(x)$ ” o “ $\sin(x)$ ” o “ $\tan(x)$ ”.)

Question (como párrafo Heading1)

Setup (como párrafo Heading2)

$a := \text{rand}(0,1)$

$b := \text{rand}(0,1)$

$c := \text{rand}(0,1)$

Condition: $(ab \neq 1) \wedge (ac \neq 1) \wedge (cb \neq 1)$

Statement (como párrafo Heading2)

Describe las propiedades de la función

$a \cdot \ln(x) + b \cdot \sin(x) + c \cdot \tan(x)$

Response (como párrafo Heading2)

Text Area:(50,5)

Al generar un examen usando un archivo base que contenga a este bloque de pregunta, se realizan algunos cálculos. Inicialmente se determinan los valores al azar de las variables a, b y c (cero o uno) para que se cumpla condición lógica escrita en la sección Setup, sólo una de las tres variables vale uno y se establece la expresión del elemento $a \cdot \ln(x) + b \cdot \sin(x) + c \cdot \tan(x)$ del enunciado. Éste no es una simple expresión matemática, si no que es una fórmula (opción Insert, subopción Field, subopción Formula). Ésta se evalúa conociendo los valores de a, b y c, con ello se consigue que en el enunciado se trate o la función logaritmo o el seno o la tangente.

6. Si redacta una pregunta de enunciado variable que presenten respuestas textuales variables opcionales con sólo una verdadera (Radio), se utilizan los siguientes bloques de pregunta. (El enunciado es “*La función $f(x) = \dots x^2 + \dots x + \dots$ ”, con las respuestas “Tiene un único cero real” o “Tiene a ... como uno de sus ceros”, “Toma el valor ... para el punto medio de sus ceros” y “Ninguna de las anteriores respuestas”.*”.)

Question (como párrafo Heading1)

Setup (como párrafo Heading2)

Choices: Break, Permute, Radio

$a := \text{rand}(-3,3)$

$b := \text{rand}(-5,5)$

$c := \text{rand}(-6,6)$

Condition: $(4ac < b^2)$

Statement (como párrafo Heading2)

La función $f(x) = ax^2 + bx + c$

Choices (como párrafo Heading2)

- Tiene un único cero real (como párrafo Bullet List Item)
- Tiene en $x = -b/2a$ una recta tangente de pendiente nula **Correct Choice** (como párrafo Bullet List Item)
- Toma el valor $a^2 - 4b \cdot c$ para el punto medio de sus ceros (como párrafo Bullet List Item)
- Ninguna de las anteriores (como párrafo Bullet List Item)

Al generar un examen usando un archivo base que contenga a este bloque de pregunta, se determinan los valores al azar de las variables a, b y las fórmulas del enunciado y de las respuestas se evalúan.

7. Si se redacta una pregunta de enunciado gráfico variable y respuesta variable opcionales de las cuales algunas son verdaderas (Check), se utilizan los siguientes bloques de pregunta. (El enunciado es “*Describe las propiedades de la función ...*” y las funciones son “ $\ln(x)$ ” o “ $\sin(x)$ ” o “ $\tan(x)$ ”.)

Question (como párrafo Heading1)

Setup (como párrafo Heading2)

Choices: Break, Permute, Radio

$a:=\text{rand}(0,1)$

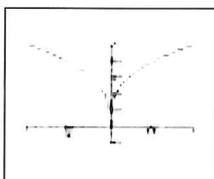
$b:=\text{rand}(0,1)$

$c:=\text{rand}(0,1)$

Condition: $(a+b+c=1)$

Statement (como párrafo Heading2)

La gráfica



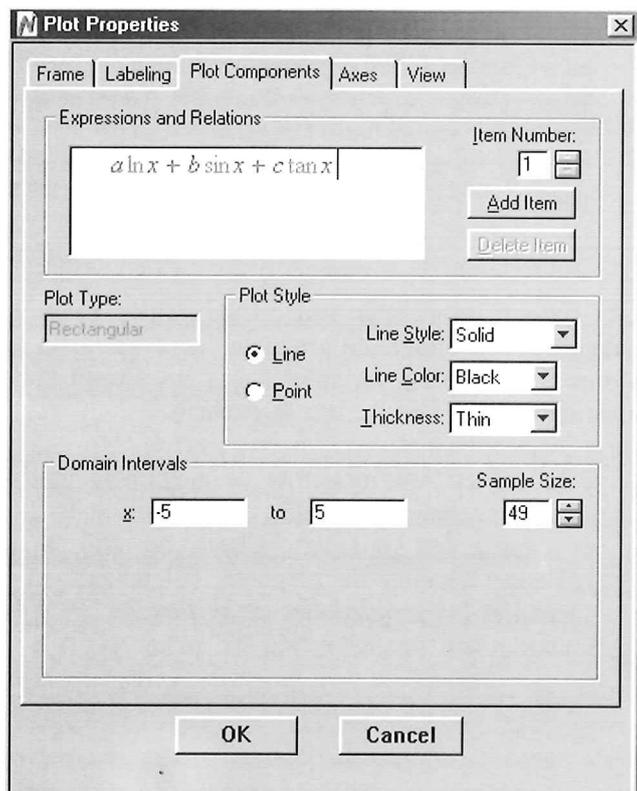
corresponde a la función

Choices (como párrafo Heading2)

- 1. $a \cdot \ln(x) + b \cdot \sin(x) + c \cdot \tan(x)$ (como párrafo Bullet List Item)
- 1. e^x (como párrafo Bullet List Item)
 - $a \cdot \ln(x) - b \cdot \sin(x) - c \cdot \tan(x)$ (como párrafo Bullet List Item)
 - $a \cdot \ln(x) + b \cdot \sin(x) + c \cdot \tan(x) - 1$ (como párrafo Bullet List Item)
- 1. Ninguna de las anteriores (como párrafo Bullet List Item)

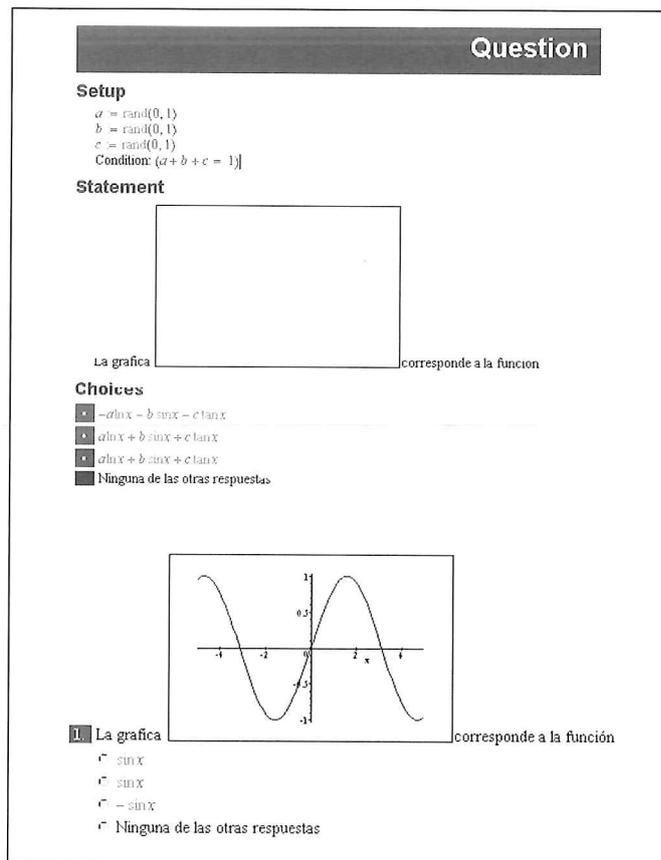
La caja gráfica aparece vacía en el archivo base debido a que las variables a , b y c no toman valores en él. Además, para insertar el gráfico se escribe una función cualquiera y dibuja su gráfica.

Una vez dibujada se selecciona ésta y se modifican sus propiedades (opción Edit, subopción Properties) en la ventana Plot Properties que se abre.



Dentro de esta ventana y en la ficha Plot Components se cambia la función dibujada por la expresión $a \cdot \ln(x) + b \cdot \sin(x) + c \cdot \tan(x)$ y se pulsa el botón.

Al generar un examen usando un archivo base que contenga a este bloque de pregunta, se determinan los valores al azar de las variables a , b y c la expresión de la función $a \cdot \ln(x) + b \cdot \sin(x) + c \cdot \tan(x)$ que se utiliza en el gráfico, construyéndose éste, así como los demás elementos variables contenidos en las respuestas opcionales.



El lector es consciente de que quedan muchos casos más y de que las expresiones pueden ser más complejas conteniendo cálculos matemáticos de mayor nivel. También yo soy consciente de que la paciencia del lector es limitada y no deseo agotarla.

Concluyo esta presentación con la esperanza de que cuatro de cada diez lectores se sientan motivados para intentar confeccionar un examen con este programa y el deseo de recibir las actuaciones del lector por correo electrónico. Parfraseando una conocida expresión termino diciendo: "No me des un programa (*pez*), enséñame a utilizarlo (*pescarlo*)".

Miguel Delgado Pineda

miguel@mat.uned.es

Dpto. de Matemáticas Fundamentales

www.mat.uned.es