

UNA EXPERIENCIA EN EL USO DE UN ASISTENTE MATEMÁTICO

PEDRO CAMPILLO Y ANTONIO DEVESA

El artículo hace referencia a una experiencia relacionada con el uso de un asistente matemático, en la docencia de las matemáticas. A través de la discusión de algunos ejemplos se argumenta que es posible utilizar el asistente matemático¹ de forma adecuada o inadecuada. Se concluye que se debe utilizar con precaución la innovación que el asistente matemático puede proporcionar revisando sus posibilidades y teniendo en cuenta los propósitos de la enseñanza.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico de nuestros días con la incorporación de los ordenadores a todos los ámbitos, también tiene su reflejo en la educación y principalmente en la educación de las matemáticas, por ser la comunidad de educadores matemáticos una de las más ligadas al uso de la informática.

En estos años han aparecido programas informáticos como Derive, Mathematica o Matlab, considerados como asistentes matemáticos, ya que permiten realizar infinidad de cálculos habituales en los ejercicios de matemáticas. También ha existido una revolución con la aparición del CD multimedia, que ha proporcionado aplicaciones interactivas que permiten implementar programas de educación apoyados en la tecnología informática.

¿Es en realidad un avance educativo el que se está produciendo? Esta pregunta lleva a pensar si esto es cierto o si más bien estamos ante un cambio de soporte, donde sólo tratamos de amoldarnos a estas nuevas tecnologías, haciendo en muchos casos un mal uso de las mismas y entorpeciendo y complicando la educación. En este artículo queremos ofrecer nuestra experiencia con el uso de Derive en la resolución de problemas y presentar algunas de las conclusiones y reflexiones que pueden tener en cuenta educadores que estén pensando introducir este tipo de tecnología en el salón de clase. El artículo se desarrolla de la siguiente manera: primero se presenta el contexto en el que se dio la experiencia; luego se alude a dos tipos de enseñanza a partir de los cuales se intenta delinear la clase de práctica que caracterizaba nuestra enseñanza antes de la introducción de los asistentes; posteriormente,

1. El asistente matemático que fue utilizado en la experiencia que se relata en este artículo es el programa Derive, versión 3.0 para ordenadores PC.

se mencionan algunos antecedentes de la experiencia para luego presentar los ejemplos con base en los cuales se discuten los buenos y malos usos que se le puede dar al asistente matemático y para terminar se presenta una sección de reflexiones finales que se derivan de la experiencia.

CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA

Los autores impartimos docencia en España en la Universidad Miguel Hernández de Elche, en la titulación de Ingenieros Técnicos Agrícolas. El plan de estudios recoge la asignatura Matemáticas y una segunda asignatura complementaria de Ampliación de Matemáticas donde se ha llevado a cabo la experiencia.

La materia

La asignatura Ampliación de Matemáticas aborda la resolución de ecuaciones diferenciales y el estudio de la integración doble. Aunque esta materia aparenta ser ardua, en realidad no contiene ningún conocimiento, que desde el punto de vista procedimental, sea de difícil comprensión; las posibles dificultades residen básicamente en saber utilizar para cada caso la forma o método de resolución adecuado. Por ejemplo, el proceso usual de resolución de una ecuación diferencial consta de los siguientes pasos: primero plantearla, posteriormente identificar la clase de ecuación y luego aplicar el método para resolverla. Un aspecto que pone de manifiesto la falta de motivación para el aprendizaje de la materia es su aspereza. Es tedioso definir cada tipo de ecuación y dar el método correspondiente de resolución de las mismas y también es relativamente fácil equivocarse en los cálculos a medida que el ejercicio se hace más extenso. Otro ejemplo es el proceso de integración de una integral doble, en el cual usualmente se deben seguir los siguientes pasos: plantear el recinto de integración, definir los límites de integración, elegir los sub-recintos y a lo máximo recurrir a un cambio de variable, antes de abordar la resolución de dos integrales de una variable. Su principal dificultad radica en la interpretación correcta del recinto y en la elección de los sub-recintos adecuados.

El alumnado

Tras varios años de utilizar una educación habitual basada en la clase magistral, decidimos innovar en la asignatura Ampliación de Matemáticas introduciendo la utilización de un asistente matemático. Disponíamos en esta asignatura de un grupo de cuarenta alumnos y de otro de más de cien alumnos. Esto posibilitó innovar en el grupo menos numeroso, mientras seguíamos con una docencia habitual en el grupo numeroso, con la ventaja

adicional de que se podían comparar los resultados de las dos formas de enseñanza.

Debe anotarse que la asignatura es opcional y que por ello el alumno que la elige, suele tener un mayor interés por ella que el estudiante promedio que sigue otros cursos de matemáticas en la Universidad; además, los estudiantes vienen de tomar en el cuatrimestre anterior, la asignatura Matemáticas, donde se abordan nociones de cálculo y álgebra, por ello el grupo era bastante homogéneo en cuanto a sus conocimientos de matemáticas.

La elección del asistente

Entre los diferentes asistentes matemáticos que hay en el mercado elegimos el programa Derive pues funciona en cualquier ordenador sin necesidad de otros programas, es de fácil manejo y tiene la capacidad de realizar todos los cálculos que necesitamos, así como representaciones gráficas. Hemos de resaltar que, en nuestro caso, buscábamos un asistente que nos permitiera realizar las representaciones gráficas y calcular primitivas.

ASPECTOS DE LA ENSEÑANZA

Para caracterizar el tipo de enseñanza que habitualmente impartíamos vamos por un lado, a hacer una distinción entre dos tipos opuestos de enseñanza y por otro lado, a aludir a algunas características que serían deseables en una nueva propuesta curricular.

En primer lugar, como lo hacen notar, Negro y Benedicto (1993), se puede hacer una distinción entre dos tipos opuestos de enseñanza: la expositiva basada en clases magistrales, exposiciones orales o en estudio dirigido; y la enseñanza por descubrimiento, en la que se puede abordar el diseño de soluciones a problemas, la realización de investigaciones por parte de los alumnos, etc. y en la que usualmente se promueve el aprendizaje cooperativo.

Por otro lado, el Informe Cockcroft (Cockcroft, 1985, p. 88) elaborado hace algunos años en Inglaterra sugiere que la enseñanza de las matemáticas a cualquier nivel debe incluir la posibilidad de realizar:

- exposiciones del profesor,
- discusiones de los alumnos tanto con el profesor como entre ellos,
- trabajo práctico adecuado,
- consolidación y práctica de los conocimientos y las rutinas fundamentales,

- resolución de problemas, incluida la aplicación de las matemáticas a la vida cotidiana,
- trabajo de investigación.

En el Informe Cockcroft, se puede reconocer la intención de integrar las enseñanzas expositiva y por descubrimiento. En este orden de ideas reconocemos que en la asignatura donde luego se implementó el uso del asistente matemático, el método de enseñanza que seguíamos se basaba en dos tipos de clases: teóricas y prácticas. En las clases teóricas se explicaba la materia necesaria para poder resolver los problemas, es decir, se desarrollaban los teoremas y propiedades en los que se basaba su resolución. Para ello, se utilizaba principalmente el método de la clase magistral intentando que el alumno tomara parte de forma activa y no pasiva. Las clases prácticas estaban dedicadas a la resolución por parte del profesor de los problemas planteados y se intentaba que el alumnado siguiera sus explicaciones y fuera comprendiendo cada uno de los pasos realizados. Estas sesiones de clase se desarrollaban bajo el supuesto de que el alumno había intentado realizar los ejercicios propuestos con antelación.

En general, las dificultades que se plantean con este método en las clases prácticas son:

- el número de problemas que pueden ser resueltos en clase es muy pequeño,
- gran parte del problema está dedicado a cálculos rutinarios que no aportan nada nuevo al alumno,
- el alumno puede asumir una actitud pasiva y no participar en la resolución de problemas por sí mismo.

Además, al seguir esta metodología, cuando el alumno se enfrenta por sí solo ante un problema de la asignatura, se encuentra con dificultades de falta de práctica y de seguridad. Por un lado, el estudiante no tiene la práctica necesaria en la resolución de problemas, ya que en pocas ocasiones, o en ninguna, se ha enfrentado a problemas de este tipo, pues los resuelve siempre el profesor, y por otro lado, para los estudiantes los problemas son demasiado extensos y asumen que se equivocarán en alguno de los múltiples pasos que son necesarios en la parte de los cálculos rutinarios.

Así pues, nos pareció razonable la propuesta de introducir la utilización de un asistente matemático en las clases prácticas para aumentar las experiencias del alumno. Vimos que con el recurso del asistente matemático se podía propiciar una mejora en la habilidad procedimental del alumno para

resolver problemas y que se podían disminuir los errores y miedos del estudiante al enfrentarse a cálculos tediosos.

UTILIZACIÓN DEL ASISTENTE

Antes de la experiencia que relatamos en el artículo, apareció en el plan de estudios de 1994 una asignatura denominada Laboratorio de Matemáticas, donde abordamos el estudio de las matemáticas con el uso del ordenador. Al utilizar el programa Derive observamos que los alumnos convertían los ejercicios habitualmente propuestos para la asignatura Matemáticas (cálculo y álgebra), en una lista de ejercicios triviales, que solamente tenían que introducir en el ordenador para obtener su resultado. Entonces, nos preguntamos si el alumno podía resolver en cinco minutos, con un asistente matemático, todos los ejercicios que le propusiéramos en un examen habitual de la asignatura Matemáticas. Si esto era así, estaríamos equivocados en nuestros objetivos de enseñanza y preparando a los alumnos para que emularan a una potente calculadora. Parecía lastimoso esperar de nuestros alumnos como máximo, la inteligencia de una calculadora, por muy completa que ésta fuera.

La experiencia que presentamos a continuación pretende ilustrar la evolución o el cambio de enfoque que le dimos al uso del asistente matemático en nuestra práctica de enseñanza. Para dar cuenta de la misma vamos a exponer algunos ejemplos de las situaciones que se llevaron a cabo con los estudiantes en las clases prácticas. Los ejemplos se han elegido deliberadamente simples para que el lector pueda seguir los comentarios. Además, con dichos ejemplos se quiere ilustrar y contrastar dos formas diferentes de involucrar al estudiante en la resolución de un mismo tipo de ejercicio, al darle un uso diferente al asistente matemático.

Situaciones relativas a ecuaciones diferenciales

Con frecuencia se encuentran ejercicios de ecuaciones diferenciales del siguiente tipo: “Resuelve la ecuación diferencial $yd x + xdy = 0$ ”. En general, los pasos que debe seguir el alumno para resolver un ejercicio del estilo anterior son:

- clasificar la ecuación diferencial en una determinada categoría de ecuaciones diferenciales (en este caso se trata de una ecuación diferencial de variables separables);
- identificar un método de resolución apropiado para el tipo de ecuación diferencial identificado en el paso anterior;

- aplicar el método de solución (en este caso un método apropiado probablemente lo llevará a tener que resolver dos integrales de una variable para obtener la solución buscada).

En general, ninguno de los pasos demanda un alto nivel de razonamiento matemático. El primer paso es una actividad de clasificación, el segundo es una actividad de asociación entre el tipo de ecuación diferencial identificado y los métodos disponibles para resolverla y el tercero demanda del estudiante destrezas de cálculo tales como el manejo algebraico de las ecuaciones y la integración de funciones. Así pues, el estudiante necesita tener claridad para clasificar una ecuación diferencial en una determinada categoría, poder asociar a la categoría identificada al menos un método de solución y haber desarrollado ciertas destrezas de cálculo.

Ejemplo 1

El primer año de utilización del programa Derive, proponíamos a los alumnos la carga del archivo ODE1.MTH que permite la resolución directa de ecuaciones diferenciales, si se introduce la expresión de la ecuación de una forma determinada según el tipo de ecuación diferencial de que se trate.

Entonces la resolución del ejercicio quedaba reducida a los siguientes pasos:

- identificar una categoría en la que se pudiera clasificar la ecuación diferencial pensando en las posibilidades del programa;
- introducir la ecuación diferencial en el ordenador, según el tipo de ecuación identificado y esperar la aparición del resultado.

Notamos entonces que en este proceso se estaban desvirtuando el segundo y el tercer paso referidos al comienzo de esta página, es decir, el paso de asociación con un método de solución y el paso que alude a las destrezas de cálculo. Además, observamos que el proceso se desvirtuaba totalmente cuando el alumno optaba por no preocuparse en tener en cuenta el tipo de ecuación diferencial ante la que se encontraba, sino que iba probando con todas las formas de introducir la ecuación diferencial, hasta que mágicamente el programa le produjera alguna solución.

Ejemplo 2

En el segundo año de docencia con el programa Derive y debido a los resultados observados el año anterior, descartamos la utilización del archivo ODE1.MTH y por tanto le quitamos al programa las posibilidades de resolver ecuaciones diferenciales de forma directa.

Los pasos de clasificación de la ecuación diferencial y de identificación del método de resolución para estas ecuaciones quedaban, por tanto, igual a como se expuso más atrás en las páginas 174 y 175, y solamente es en el paso de aplicación del método en donde se utiliza el asistente matemático para resolver las integrales simples de una variable. Como consecuencia de esta modificación se evita que se desvirtúe todo el proceso que hay detrás de la resolución del ejercicio, y sólo se hace intervenir al asistente para resolver problemas de cálculo puntuales.

Situaciones sobre integración doble

Ejemplo 3

Un ejemplo de un ejercicio típico de integración doble puede ser planteado de la siguiente forma:

$$\text{“Calcular } \int_0^4 \int_0^4 e^{(x+y)} dx dy \text{”},$$

donde la utilización directa de un asistente matemático deja sin sentido el ejercicio, ya que solamente introduciendo en el ordenador la integral obtendremos el resultado. Por tanto, para el estudiante los pasos de resolución del ejercicio se quedan en la simple introducción de la integral en el ordenador para esperar la obtención del resultado. Entonces la actividad matemática que representa el ejercicio se vuelve casi tan elemental como la actividad de sumar dos números utilizando una calculadora.

Realmente, lo único que se requiere es una destreza para traducir o interpretar los términos de la representación simbólica de la integral, a los códigos o parámetros de manejo del programa.

Ejemplo 4

El ejemplo anterior evidencia que en términos de los procedimientos que se ponen en juego, es preferible presentar problemas de integración como el siguiente:

“Calcular la integral de $f(x,y)=3xy$ sobre la región limitada por las rectas $x-2y=0$, $x-2y=4$, $x+y=1$ y $x+y=4$ ”.

Para resolver este tipo de problemas se han de seguir los siguientes pasos:

- dibujar el recinto de integración,
- calcular los puntos de corte de las gráficas,
- elegir los sub-recintos de integración,
- plantear las integrales,

- resolver las integrales de una variable.

El papel que ahora juega la utilización del asistente es diferente. En este caso, ayuda a realizar el primer paso, pues gracias a las posibilidades del programa se puede representar de manera gráfica el recinto de integración; así mismo, se puede utilizar para el segundo paso en la búsqueda de las intersecciones de las rectas, pero se deja al alumno la parte matemática más interesante: elegir los sub-recintos adecuados y los límites de integración que se requieren precisar para plantear las integrales; por último, el estudiante de nuevo se puede apoyar en el asistente para resolver las integrales de una variable involucradas en el proceso.

En resumen, el ejercicio anterior hace que se ponga en juego el conocimiento procedimental del estudiante asociado a este tipo de ejercicios, pero el asistente matemático le evita la sobrecarga puntual de destreza de cálculo que le implica a su vez la realización de cada paso en particular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN ACERCA DE LOS EJEMPLOS

Hemos observado dos ejemplos —los ejemplos 1 y 3— donde la utilización del asistente produce un resultado desastroso en la enseñanza de las matemáticas. Veamos por qué.

En el caso del ejemplo 1, la resolución de la ecuación diferencial se complica en gran medida debido a que tenemos que adaptar nuestra clasificación de las ecuaciones diferenciales a las características del programa que estamos utilizando, y entonces, sustituimos una forma lógica de resolver ecuaciones diferenciales, en la que se busca ir reduciendo la ecuación hacia ecuaciones diferenciales más simples de resolver, por un procedimiento en el que se enfatiza el aprender unos métodos muy especiales de introducción de la ecuación diferencial en el ordenador. Esto hace que se pierda todo el sentido del ejercicio y, como consecuencia, que se promueva la repetición de un proceso de clasificación incoherente y el seguimiento de unos pasos sin lógica en el que lo que más cuenta es el ensayo de prueba y error hasta lograr que al fin uno de los ensayos funcione.

En el ejemplo 3 se presenta el caso extremo de un ejercicio en donde solamente se solicita realizar un cálculo; pedir que este ejercicio se resuelva con la ayuda de un asistente matemático, hace que se elimine cualquier aspecto de razonamiento matemático que pudiera tener el mismo. En realidad debe anotarse que aunque el ejercicio se resuelva sin el uso del asistente, sólo es utilizado para practicar las destrezas de resolución de integrales de una variable, por lo que el ejercicio que de por sí tenía un objetivo pobre, con el uso del asistente se queda sin objetivo matemático.

En cambio en los ejemplos 2 y 4 observamos la utilidad que puede tener el asistente matemático, al hacer más explícitos los pasos del procedimiento asociado al ejercicio y poniendo más en juego, destrezas del conocimiento procedimental.

En el ejemplo 2, además de observar las variaciones que ya habíamos comentado antes, con respecto al conocimiento procedimental que se ponía en juego en contraste con lo que sucedía en el ejemplo 1, se observó un fenómeno actitudinal muy interesante. El estudiante, al tener el ordenador cerca mostraba un mayor sentimiento de seguridad. Esto es algo similar a lo que muchos docentes hemos observado que ocurre cuando impartimos docencia a grupos muy reducidos: cuando el alumno realiza un ejercicio con el profesor cerca, observándolo y detallándole los fallos, el alumno va afrontando ejercicios y resolviéndolos, pero sin dicha presencia no se atreve a acometerlos y casi siempre le parece imposible realizarlos, o está seguro de que cometerá un error que le llevará a equivocarse. En otras palabras, lo que observamos parece sugerir que el ordenador le genera al estudiante una sensación de seguridad, ya que si apareciera cualquier cálculo el asistente matemático se lo resolvería. Por ejemplo, se observó que en el caso del ejemplo 2, había estudiantes que recurrían al asistente para resolver una integral que para el nivel de los estudiantes se podría considerar como trivial²; y por contraste en el grupo que no usó el asistente matemático, había alumnos que no comenzaban el ejercicio por miedo a las integrales que pudieran aparecer. En conclusión, la experiencia nos sugiere que la resolución de una ecuación diferencial a la que le hemos quitado el cálculo de las integrales de una variable, pasa de ser un ejercicio pesado por los cálculos, a ser un ejercicio agradable. Se ha reducido la aspereza del ejercicio, y por tanto se fomenta la participación del alumno. Contribuye a fortalecer esta conclusión el hecho de que en el grupo donde no se utilizaba el ordenador se observara que los alumnos tomaban una actitud mucho menos participativa.

El ejercicio presentado en el ejemplo 4 es temido por los alumnos por su extensión. El alumno debe preocuparse en seguir cada uno de los pasos y la extensión del problema le hace difícil verlo como un ejercicio completo. Usualmente, cada paso lo ve como un ejercicio aislado para cuya realización tiene grandes dificultades. Lo que un matemático observaría como: “hay que representar las rectas que forman el recinto”, el alumno lo ve como: “hay que representar las rectas, debo calcular puntos, cómo busco el eje de las x y el de las y , cómo se ponen los pares ordenados, cuántos puntos pongo para representar las rectas, etc.”.

2. Se está hablando de la integral que resulta al separar las variables en la ecuación diferencial $yx+xdy = 0$.

En síntesis, en el tipo de ejercicios como los que se han presentado en los ejemplos 2 y 4, el asistente matemático apoya el conocimiento procedimental básico que el estudiante debe tener asociado al problema, pero no lo sustituye. Por ejemplo, en el caso de los procesos de integración, por medio de las representaciones gráficas que genera el asistente, el alumno puede centrarse en la elección de los sub-recintos y la elección de los límites de integración. En la forma como finalmente se ha implementado el asistente, no se elimina ninguno de los pasos necesarios para realizar el ejercicio, más bien, el alumno debe estar observando los resultados de cada paso, interpretándolos e introduciéndolos en el siguiente paso, quedando reservada la parte más interesante del ejercicio para ser realizada por el alumno. Finalmente, el asistente le genera al estudiante un sentimiento de seguridad para realizar cálculos cuya destreza se supone que se debe practicar con más énfasis en cursos anteriores y en las cuales no se quiere reenfatizar de nuevo. Con lo anterior se permite al alumno centrarse en el problema de forma más cercana a la forma o capacidad de trabajo de un matemático: el matemático dispone de su experiencia en el cálculo, y el alumno la emula en cierta medida apoyándose en el ordenador a través del asistente matemático.

REFLEXIONES FINALES

En resumen, con los ejemplos presentados hemos visto maneras más apropiadas y no tan apropiadas de utilizar el asistente matemático Derive en la práctica de resolución de problemas para promover aprendizajes en donde hay que poner en juego conocimientos de tipo procedimental. Por otra parte, aunque en la experiencia no se abordaron directamente problemas de comprensión del estudiante, sí se alcanzan a entrever algunos resultados, que desde el punto de vista del conocimiento procedimental, tienden a favorecer la comprensión del estudiante. Por un lado, es explícita la intención de no querer desvirtuar los procesos y el razonamiento que hay detrás de la resolución de este tipo de problemas, y por otro lado, se está posibilitando la resolución de un mayor número de problemas y por tanto de un mayor número de experiencias en pos de permitir una visión más global de los problemas.

Los resultados obtenidos sugieren que la utilización del asistente permite:

- Reducción del tamaño del problema: la parte del problema que tiene que resolver el alumno no incluye los cálculos numéricos y simbólicos, que ahora pueden ser realizados por el asistente matemático; por tanto es más fácil que el alumno consiga una visión completa del problema.

- Seguridad en los cálculos: gracias a la ayuda del asistente, el alumno adquiere seguridad y confianza en los cálculos que obtiene y puede centrarse en los conceptos y razonamientos que nos interesa que comprenda.
- Más práctica: el alumno puede realizar un mayor número de problemas con la ayuda del asistente matemático, ya que el tiempo necesario para realizar cada uno se reduce substancialmente.

Planteamos que la utilización de nuevas herramientas tecnológicas debe provenir de un estudio de sus posibilidades y de los objetivos que queremos alcanzar con las mismas, siempre sin olvidar que somos educadores matemáticos, y que nuestra meta no solamente consiste en que los estudiantes adquieran una serie de conocimientos matemáticos sino que se debe proporcionar una educación que estimule el pensar matemáticamente. Así pues, debemos alejarnos de una carrera tecnológica que no persiga una facilitación de la enseñanza o una mejora de los objetivos educativos. Ante la incorporación de las nuevas tecnologías, debemos comenzar diseñando unos nuevos programas de las materias, preparar nuevos ejercicios y problemas, y por tanto redefinir los objetivos educativos. Para implantar este método se debe además tener en cuenta que:

- El máximo número de alumnos que pueden trabajar es de dos por ordenador, por lo que el método es difícil de aplicar a grupos muy numerosos.
- Los problemas se deben elegir cuidadosamente para que los cálculos puedan ser resueltos sin dificultad por el asistente y para que contengan la parte que nos interesa de razonamiento y destrezas para el alumno.
- El profesor debe tener buen dominio de la informática y del asistente matemático que se va a utilizar.
- El asistente matemático debe ser muy fácil de manejar; no queremos dar una asignatura sobre un asistente matemático, sino utilizar sus prestaciones. El tiempo de docencia que se debe dedicar a la explicación de cómo se utiliza el asistente, debe ser breve.
- El asistente debe realizar exclusivamente los cálculos más extensos, no nos interesa que pueda resolver completamente los problemas; queremos evitar una dependencia absoluta del ordenador.

La incorporación de un asistente matemático puede verse como similar a la incorporación de la calculadora rudimentaria al aula, la cual provocó cambios en los programas tales como la eliminación del cálculo de raíces cuadradas, la eliminación de la búsqueda de valores en tablas de logaritmos y tablas de funciones trigonométricas, etc. También es posible que haya tenido influencia en la actual tendencia a la desaparición de ejercicios que solamente hacen énfasis en los cálculos.

La recomendación después de nuestra experiencia es utilizar el ordenador con el asistente matemático como si fuera una gran calculadora, para realizar algunos cálculos puntuales dentro de la resolución de un problema, sin excedernos en las atribuciones que le damos al asistente matemático.

REFERENCIAS

- Cockcroft, W.H. (1985). *Las matemáticas sí cuentan. Informe Cockcroft*. Madrid: MEC.
- Negro, A. y Benedicto, C. (1993). *Diseño curricular en el área de matemáticas*. Madrid: Síntesis.

Pedro Campillo
Departamento de Estadística y Matemática Aplicada
Escuela Politécnica Superior de Orihuela
Universidad Miguel Hernández
España
E-mail: pcampillo@umh.es

Antonio Devesa
Centro de Formación, Innovación y Recursos Educativos de Elche
Departamento de Estadística y Matemática Aplicada
Escuela Politécnica Superior de Orihuela
Universidad Miguel Hernández,
España