

Proyecto E-MATH

"Uso de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas"

<http://hdl.handle.net/10609/93786>



Autors/Autores/Authors

Guillem Bautista Pérez	Universitat Oberta de Catalunya (UOC);
Josep María Duart Montoliu	Universitat Oberta de Catalunya (UOC);
Ángel Alejandro Juan Pérez	Universitat Oberta de Catalunya (UOC);

Resum/Resumen/Abstract

El projecte e-Math pretén fomentar i difondre la utilització i integració de les eines tecnològiques actuals (Internet i programari especialitzat) en els curricula de diverses assignatures quantitatives aplicades pertanyents a diferents titulacions universitàries. Els resultats del projecte (material docent, articles, conclusions, etc.) són de difusió general, ja que es pretén que puguin ser d'utilitat per a qualsevol universitat (presencial o virtual) interessada a fer ús dels recursos tecnològics en honor d'obtenir una millora substancial en la qualitat docent de les seves assignatures quantitatives aplicades..

El proyecto e-Math pretende fomentar y difundir la utilización e integración de las herramientas tecnológicas actuales (Internet y software especializado) en los curricula de varias asignaturas cuantitativas aplicadas pertenecientes a diferentes titulaciones universitarias. Los resultados del proyecto (material docente, artículos, conclusiones, etc.) son de difusión general, ya que se pretende que puedan ser de utilidad para cualquier universidad (presencial o virtual) interesada en hacer uso de

los recursos tecnológicos en aras de obtener una mejora sustancial en la calidad docente de sus asignaturas cuantitativas aplicadas..

The project e-Math pretends to boost and spread the utilisation and integration of the current technological tools (Internet and skilled software) in the curricula of several quantitative subjects applied pertaining to different university degrees. The results of the project (educational material, articles, conclusions, etc.) are of general diffusion, since it pretends that they can be of utility for any university (face-to-face or virtual) interested in doing use of the technological resources in plough to obtain a substantial improvement in the educational quality of his quantitative subjects applied.

Paraules clau/Palabras clave/Keywords

Programari especialitzat, Internet, Estadística, Econometria, Investigació Operativa, Anàlisi Matemàtica, Àlgebra Lineal.

Software especializado, Internet, Estadística, Econometría, Investigación Operativa, Análisis Matemático, Álgebra Lineal.

Specialized software, Internet, Statistics, Econometrics, Operational Research, Mathematical Analysis, Linear Algebra.

Citació/Citación/Citation

Bautista Pérez, Guillem; Duart Montoliu, Josep María; Juan Pérez, Ángel Alejandro (Coord.) (2003). Proyecto E-MATH: Uso de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas. Universitat Oberta de Catalunya.



ATENCIÓN

Este manual contiene enlaces a ficheros adjuntos. Estos contenidos pueden ser visualizados, directamente, si tienes instalado en tu ordenador el sistema operativo Windows y un visualizador de PDF de Adobe Acrobat. En el caso de utilizar otro sistema operativo, encontrarás los materiales en la sección de archivos adjuntos de tu visualizador PDF.

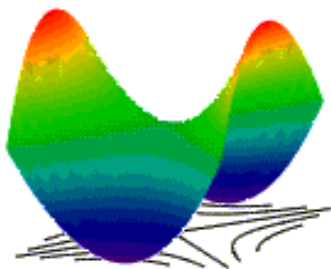
Proyecto E-MATH

"Uso de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas"

Nota informativa: Este trabajo ha sido subvencionado por el Programa de Estudios y Análisis (Convocatoria de 2002) de la Dirección General de Universidades del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Introducción

PRESENTACIÓN



La aparición y difusión de Internet, junto con la evolución que ha experimentado el software estadístico y matemático en general -especialmente en la última década-, nos ofrecen nuevas formas de enseñar, aprender y aplicar conceptos y técnicas cuantitativas.

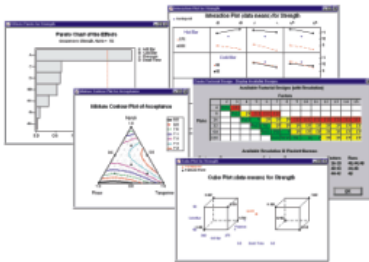
Sorprendentemente, en muchas de nuestras universidades estas nuevas posibilidades no han supuesto cambios significativos en la didáctica de muchas asignaturas cuantitativas. Para ello sería necesario un proceso de innovación metodológica que todavía no se ha producido, al menos al nivel que muchos de nosotros deseáramos (Bautista, G. & Juan, A. (2001)). En este sentido, el proyecto e-Math pretende fomentar y difundir la utilización e integración de las herramientas tecnológicas actuales (Internet y software especializado) en los currícula de varias asignaturas cuantitativas aplicadas pertenecientes a diferentes titulaciones universitarias. Los resultados del proyecto (material docente, artículos, conclusiones, etc.) son de difusión general, ya que se pretende que puedan ser de utilidad para cualquier universidad (presencial o virtual) interesada en hacer uso de los recursos tecnológicos en aras de obtener una mejora sustancial en la calidad docente de sus asignaturas cuantitativas aplicadas.

OBJETIVOS INICIALES

Los objetivos iniciales del proyecto fueron los siguientes:

- Definir pautas genéricas que posibilitasen integrar con éxito el uso de software especializado y de Internet en el diseño y desarrollo de asignaturas cuantitativas universitarias aplicadas a los ámbitos de conocimiento siguientes: Economía y Empresa, Informática, y Ciencias de la Información.
- Construir y recopilar los elementos básicos (materiales didácticos, actividades y metodologías) que, haciendo uso de las tecnologías y recursos citados, permitiesen mejorar el diseño y desarrollo de asignaturas cuantitativas encuadradas dentro de las cinco áreas que abarca el proyecto: Estadística, Econometría, Investigación Operativa, Análisis Matemático y Álgebra Lineal.

PUNTO DE PARTIDA



Para llevar a cabo los objetivos anteriores, tomamos como punto de partida:

- La experiencia propia de la UOC (Universitat Oberta de Catalunya - La Universidad Virtual), donde en los últimos años hemos venido apostando por el uso de las tecnologías en el diseño curricular de las asignaturas (cuantitativas o no).
- La experiencia de profesores de varias universidades nacionales y de otros especialistas que han venido colaborando activamente con la UOC en el diseño de asignaturas, materiales, y actividades docentes del área cuantitativa - pertenecientes a diferentes titulaciones-, en las cuales se ha ido haciendo un cada vez mayor uso de estas tecnologías.

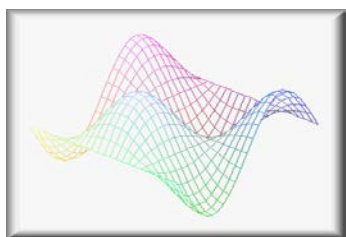
OBJETIVOS CONCRETOS



Los objetivos generales anteriormente citados pueden desglosarse (siguiendo un orden temporal) en:

- Obtener, mediante exploración documental, información sobre otros proyectos similares, tanto a nivel nacional como internacional.
- Recopilar y seleccionar recursos docentes y/o de investigación, disponibles en Internet, que aporten valor añadido al proceso de aprendizaje de asignaturas cuantitativas en los ámbitos matemáticos que se contemplan.
- Para cada uno de los ámbitos matemáticos de acción, elaborar material didáctico que, con ayuda del software específico asociado,
 - Facilite el aprendizaje de conceptos y técnicas clave.
 - Motive al estudiante por ser materiales con un alto grado de interactividad y de aplicabilidad a casos reales en diferentes ámbitos profesionales.
 - Sea fácilmente accesible, adaptable y actualizable vía Internet.
 - Contemple diferentes niveles de profundización en los contenidos.
 - Se pueda integrar en diferentes planes de estudio.
- Crear pautas y modelos para el diseño curricular de asignaturas cuantitativas, de nivel universitario, en las que se contemple la inclusión de este tipo de materiales.
- Difundir y compartir con otras universidades los materiales, experiencias y resultados del proyecto.

RESULTADOS DEL PROYECTO Y CONCLUSIONES



Pensamos que este proyecto ha contribuido a crear un marco de referencia teórico y práctico que puede ser de utilidad para cualquier equipo de profesores responsable del diseño de asignaturas cuantitativas en la enseñanza universitaria, en especial cuando éstas tengan un carácter netamente aplicado.

Cabe destacar la gran cantidad de material didáctico generado -el cual se puede consultar en la sección Materiales-, tanto en los llamados *math-blocks* -unidades didácticas en formato pdf, altamente autocontenidas y en las que se potencia el uso de Internet (vía la selección y recomendación de recursos de la web) y de software

especializado (mediante el estudio de casos y ejemplos resueltos)-, como en los materiales asociados de carácter interactivo o complementario (ficheros xls, avi, mcd, mtw, etc.). A nuestro entender, este espacio constituye un paso muy importante hacia la consecución de una excelente base de datos documental, accesible vía Internet, abierta a colaboraciones con otras universidades, y que responda a las inquietudes que originan el proyecto.

Por otro lado, y fruto del proceso de documentación y análisis de recursos web, hemos construido la sección de Enlaces destacados. En dicha sección, tratamos de recopilar los que a nuestro entender podrían ser los "top 10" enlaces asociados a cada área de conocimiento trabajada en el proyecto.

El proyecto ha servido también para crear y consolidar una *sharing network* virtual, formada por expertos y profesores -pertenecientes a diversas universidades españolas-, los cuales comparten un interés manifiesto por el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en la formación de los estudiantes universitarios. Como consecuencia de la configuración de esta red, han aparecido ya publicados dos artículos de corte divulgativo en la revista Fórum Tecnológico (ISSN: 1579-3818), los cuales pueden obtenerse también en formato digital:

- [¿Cómo aprender estadística en un entorno virtual?](#)
- [Matemáticas, software y e-learning](#)



En base a nuestra experiencia docente en la UOC, estamos convencidos de que es posible diseñar y estructurar -a partir del material didáctico generado en este proyecto- una gran cantidad de cursos formativos diversos e interdisciplinarios en los que las tecnologías de la información y la comunicación faciliten la adquisición de conceptos y técnicas cuantitativas y permitan al estudiante, convenientemente orientado por su profesor, disponer tanto de un arsenal de recursos de aprendizaje como de un auténtico laboratorio de simulación estadístico-matemático en su ordenador personal.

Fundamentos

PRÓLOGO

Profesores y maestros han utilizado durante muchos años la tecnología en los procesos educativos en la medida en la que ésta se ponía a su alcance. El valor añadido que ofrece a la formación la utilización de medios tecnológicos como, en este caso, Internet y el *software* científico, debe ser la justificación para utilizarlos. La aparición y difusión de las tecnologías de la información y la comunicación, junto a la evolución que ha

experimentado el *software* matemático -especialmente en la última década-, ofrecen nuevas formas de enseñar y aprender matemáticas y materias afines, así como nuevas aplicaciones de los conceptos y métodos matemáticos. Aun así, los contenidos que forman parte del currículum de estas asignaturas se vienen enseñando de la misma forma, utilizando en su planificación los mismos recursos y metodologías de enseñanza y aprendizaje de hace varias décadas. E-Math nace con el espíritu de iniciar un proceso de innovación, que consideramos necesario, en el ámbito de la didáctica específica de las materias cuantitativas en la enseñanza superior.

La utilización de recursos de *software* o de comunicación y acceso a la información por medio de redes informáticas no debe ser sustitutorio de otros medios que son necesarios y que han dado resultados positivos en el planteamiento de procesos de enseñanza y aprendizaje. Los recursos utilizados para la formación deben, por principio estar planteados como complementarios a los existentes. Si unas sencillas figuras de cartón, unas tablas estadísticas de papel o una calculadora científica nos dan excelentes resultados no debemos sustituirlos por que si, hasta encontrar elementos que den valor añadido y mejoren la eficiencia del aprendizaje que conseguimos con estos. De hecho, la propia dinámica y la puesta en práctica harán que, si se considera conveniente, unos recursos dejen de utilizarse y otros se utilicen más intensamente. Por ejemplo, es bastante impensable, hoy por hoy, afrontar el aprendizaje de algunas materias sin utilizar un formato de presentación de los contenidos clásico como es el papel, sin embargo, esto no excluye que parte del proceso para el aprendizaje de estas materias se realice utilizando otros medios, como por ejemplo el *software* o la comunicación entre estudiantes mediante redes telemáticas de ordenadores (básicamente Internet).

FUNDAMENTACIÓN PEDAGÓGICA

El proyecto e-Math, en su primera fase, intenta desarrollar unidades didácticas (*math-blocks*¹), por lo que básicamente se centra en uno de los aspectos más importantes de cualquier planteamiento didáctico: los recursos para enseñar y aprender. Es evidente que cuando se planifica una acción formativa, los recursos de los que se dispone o los que se plantea utilizar, condicionarán en parte la metodología que se utiliza. En este sentido, en el contexto del e-Math, el cambio de metodología para la enseñanza y el aprendizaje de las materias cuantitativas en niveles educativos superiores es un objetivo al que se llegará como consecuencia de la inclusión de los recursos que este proyecto desarrolla y también de la utilización de *software* especializado como uno de los elementos que facilitará el aprendizaje de los alumnos.

Sin embargo, no creemos que el medio² en el que se desarrolla la formación condicione la práctica docente y la tarea del alumno en igual medida que los recursos directamente relacionados con el aprendizaje utilizados en la acción formativa. Nos estamos refiriendo a la diferenciación que suele hacerse entre medio presencial y medio digital (o virtual) cuando se trata de plantear metodologías y a cómo muchas veces, por error o desconocimiento, se atribuyen necesariamente a uno y otro medio. A pesar de que cada uno de los entornos (físicos y virtuales) presenta sus particularidades, defendemos la

¹ Hemos denominado *math-blocks* a unidades didácticas u objetos de aprendizaje que desarrollan de forma completa un concepto o un tema de diferentes materias. Se caracterizan por incluir todo aquello que el estudiante necesitará para alcanzar los objetivos planteados, además de ofrece la posibilidad de profundizar y recurrir a otras fuentes de información (documentación y recursos electrónicos seleccionados de Internet), que pueden ayudar en el aprendizaje, así como propuestas prácticas con *software* especializado, lo que le da un enfoque eminentemente aplicado a lo que se propone aprender.

² Denominamos medio a los recursos o espacios (físicos o virtuales) que posibilitan la interacción entre profesores y alumnos (aula presencial, tutorías, correo electrónico, aula virtual, foros digitales de discusión, etc).

idea de que el entorno que media la interacción profesor-alumno, alumno-alumno, no debe actuar como factor determinante a la hora de plantearse una u otra metodología para el proceso formativo. Contrariamente a lo que se podría pensar, tampoco atribuimos el uso de unos determinados recursos a la formación mediada por un entorno virtual (por ejemplo unos materiales didácticos multimedia) y el uso de otros más tradicionales a la formación llevada a cabo con presencia física de los protagonistas (en este caso es habitual asignar a este tipo de formación un material en soportes más tradicionales, como es el papel). Defendemos la idea de que cualquier material y recurso puede ser usado en uno u otro entorno y que su utilización no debe estar supeditada al medio, sino al planteamiento metodológico y a las posibilidades reales de que, tanto alumnos como profesor, dispongan de él y puedan utilizarlo con garantías de un buen uso. Los materiales generados a partir de este proyecto son tan válidos para unas propuestas formativas mediadas por un entorno presencial tradicional como por un entorno virtual o en el que la comunicación se realiza mediante redes de ordenadores (*e-learning*³).

Pero, ¿qué teorías de la enseñanza y el aprendizaje subyacen en la elaboración y planteamiento de este proyecto?. El punto de partida de la fundamentación pedagógica del e-Math surge de la idea de que un buen proceso de enseñanza y aprendizaje de materias del ámbito cuantitativo en enseñanza superior debe basarse fundamentalmente en **el cambio conceptual y debe promover/facilitar el aprendizaje significativo**⁴. Esta idea se vincula tanto a la metodología planteada como a los recursos utilizados.

Lo primero que cabe aclarar es qué entendemos el aprendizaje significativo como todo un proceso en el que basar el planteamiento pedagógico de una acción formativa, y no como únicamente el resultado de la formación, acepción que con frecuencia se le atribuye al concepto.

LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los *math-blocks* desarrollados en este proyecto parten del primer elemento que debe tener la estructura y la planificación de una acción formativa: los objetivos de

³ ¿Por qué hemos utilizado el término e-learning? Es importante que desde el inicio de este artículo, aclaremos cuál es la definición que damos al concepto de e-learning y por qué utilizamos este anglicismo. Nos parece que actualmente, el término e-learning es el que mejor representa la modalidad educativa en la que se engloba el aprendizaje colaborativo en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. La definición que hacemos de e-learning es la siguiente: proceso de enseñanza-aprendizaje mediado, en parte o por completo, por ordenadores conectados a una red telemática (generalmente Internet) que permiten la comunicación e interacción frecuente entre los protagonistas del proceso: estudiante, profesor y recursos sin que estos tengan que coincidir en el espacio ni en el tiempo.

Con este concepto evitamos también aquellas críticas que suscita el concepto "virtual" acompañado por los términos aprendizaje (virtual), enseñanza (virtual), docencia (virtual), universidad (virtual). Es evidente que el aprendizaje, la enseñanza, la docencia y las universidades no pueden ser virtuales, sino reales. Es el medio el que es virtual, como sinónimo de digital y electrónico, y entendiendo lo virtual como aquello que intenta, por medios técnico-electrónicos, imitar y asemejarse al medio real, ofreciendo el máximo de posibilidades y ventajas que tiene éste y a su vez presentando características propias, que hacen que con lo virtual puedan definirse aspectos y características propios de sí mismo (Guillermo Bautista, 2001).

⁴ La definición del "aprendizaje significativo" y las ideas que subyacen en él han sido utilizadas por diferentes autores como Piaget, Vygotsky, Kelly, etc, así como por otros planteamientos teóricos, además de por el propio Ausubel, que puede ser considerado como padre de esta teoría. En nuestro caso es en este autor y en autores continuadores de su obra como Novak, Hanesian, etc. del que recogemos las principales ideas sobre el término. Según Moreira (2000) la teoría de Ausubel entiende el aprendizaje significativo como el proceso a través del cual una misma información se relaciona, de manera no arbitraria y sustantiva (literal), con un aspecto relevante de la estructura cognitiva del individuo. Es decir, en este proceso la nueva información interacciona con una estructura que Ausubel llama "concepto subsumidor" o, simplemente, "subsumidor", existente en la estructura cognitiva de quien aprende. El subsumidor es, por tanto, un concepto, una idea, una proposición ya existente en la estructura cognitiva capaz de servir de "anclaje" para la nueva información de modo que esta adquiera, de esta manera, significados para el individuo.... En contraposición, Ausubel define el aprendizaje mecánico (o automático) como aquel en el que nuevas informaciones se aprenden prácticamente sin interacción con conceptos relevantes existentes en la estructura cognitiva, sin ligarse a conceptos subsumidores existentes. Ausubel (1976) defendía el aprendizaje significativo por resultar "el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas e informaciones representadas por cualquier campo del conocimiento".

aprendizaje. En cada *math-block* están especificados estos objetivos específicos, que deben enmarcarse en una definición de objetivos genérica de cada materia.

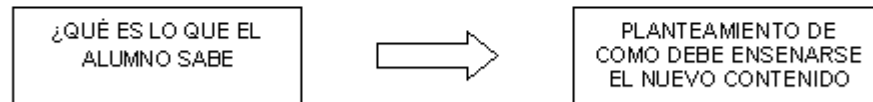
Otro elemento básico, que en este caso afecta también al diseño didáctico de los *math-blocks*, se refiere a la primera acción propia de un proceso formativo desde la óptica de la teoría del aprendizaje significativo: averiguar y considerar qué saben los estudiantes o qué necesitan saber (requerimientos de la estructura cognitiva) para afrontar con garantías el aprendizaje de nuevos contenidos. Según Ausubel (1978), averiguar los **conocimientos previos**, que el alumno presenta antes de iniciar el aprendizaje y que son potencialmente relacionables con los nuevos contenidos a aprender, es uno de los factores fundamentales que influyen en el progreso de los alumnos. Esto deberá tenerse en cuenta por los docentes que se dispongan a utilizar los recursos generados en este proyecto.

Los *math-blocks* son en su conjunto objetos de aprendizaje interrelacionables y que pueden, directa o indirectamente a través de referencias externas, utilizarse como recurso para adquirir los conocimientos previos que se requieren para aprender los contenidos que cada uno de ellos presenta. Escapa de una propuesta metodológica razonable para una formación de nivel superior que los profesores averigüen de forma individualizada cual es la organización cognitiva de cada uno de los estudiantes, por este motivo es sensato esperar -en lo referente a los conocimientos previos- que el estudiante sea tratado de una forma genérica (en relación a la totalidad de estudiantes-grupo clase). De hecho, el docente quizás deberá fijar más sus esfuerzos en plantear los requisitos para afrontar el aprendizaje de los nuevos contenidos que en averiguar lo que los estudiantes conocen y cómo lo conocen. De todos modos, es necesario tener presente que, para que la estructura cognitiva preexistente influya y sea facilitadora del aprendizaje, es preciso que los conocimientos previos que el estudiante presente en relación al tema hayan sido adquiridos de una forma significativa y no arbitraria o literal (Moreira, 2000). Aunque esto influirá en el resultado final del proceso, tampoco será habitual que, en los niveles educativos en los que se enmarca este proyecto, el docente pueda averiguar y considerar este hecho de una forma muy afinada, pero es necesario que, por lo menos, se tenga en cuenta en el momento de plantear la metodología haciendo uso de los *math-blocks* y de *software* especializado.

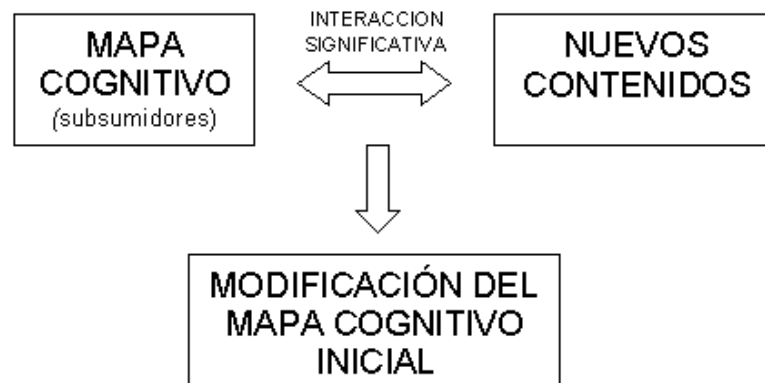
El proyecto ha considerado que se pueden realizar tres cosas al respecto.

- En primer lugar, dentro de cada unidad didáctica o *math-block* deberán referenciarse con detalle los conocimientos previos necesarios para afrontar los contenidos presentados.
- Por otro lado, los *math-blocks* han sido clasificados por materias y niveles de dificultad, por lo que, como norma general, se deberán estudiar primero los de un nivel de dificultad inferior.
- Por último, se recomienda que los profesores reflexionen también sobre qué capacidades y conocimientos deberá disponer el estudiante y averigüen cuál es el nivel del que parten éstos con algún tipo de actividad para averiguar el nivel de conocimientos previos y de significatividad de éstos.

La propuesta de la teoría del aprendizaje significativo es que el proceso de enseñanza debe plantearse a partir del conocimiento de lo que el alumno ya sabe y de cómo lo ha aprendido.



Desde este punto de vista, el aprendizaje significativo se producirá cuando el estudiante sea capaz de relacionar los conceptos, ideas, leyes, proposiciones, etc. de las que dispone en su mapa cognitivo, con las que se le están presentando como nuevas.



Veamos un ejemplo de este hecho. Revisemos uno de los *math blocks* confeccionados en este proyecto, concretamente el que trata sobre los métodos de Simulación de Montecarlo. En él se prevé que los alumnos/as conozcan algunos conceptos estadísticos, como por ejemplo el de muestreo aleatorio, el de variable aleatoria discreta, variable aleatoria continua, etc. (subsumidores). Estos conceptos, relacionados con otros nuevos para el estudiante (que deben ser presentados de forma significativa), como la capacidad de los ordenadores para generar números pseudo-aleatorios y automatizar cálculos y, en definitiva, un concepto más genérico como es el principal del *math-block* (la Simulación de Monte Carlo), harán modificar la estructura inicial de conocimiento. El proceso integrará y relacionará los nuevos conocimientos con los que ya poseía el estudiante, y todo ello desembocará en la formación de un nuevo mapa cognitivo a partir del que el estudiante será capaz de extraer sus propias conclusiones, usando un modelo matemático que simula la realidad⁵.

El profesor podrá observar hasta aquí que el éxito del proceso formativo y de la efectividad de las unidades de aprendizaje planteadas en e-Math dependerán en igual medida, del correcto planteamiento en la estructura didáctica que las unidades presentan, como de la gestión que el docente haga del nivel y tipo de conocimientos del

⁵ Obsérvese que a partir de este tipo de actividades se logra fomentar la creatividad del estudiante, su capacidad de análisis y reflexión, modelando matemáticamente un proceso o situación real.

que parten los estudiantes. Para ello deberá disponer de recursos, entre ellos los propios *math-blocks*, para trazar una estrategia que le posibilite dotar a los estudiantes de unos organizadores previos⁶ si el nivel de conocimientos de los estudiantes no fuera suficiente para afrontar los nuevos aprendizajes. Proponemos en este sentido, que se diseñen actividades de discusión, de análisis de casos o problemas resueltos, lectura de textos o actividades que contemplen el uso intensivo de la red Internet, por ejemplo, con la búsqueda en la red de documentos y referencias a recursos electrónicos o publicaciones digitales sobre los temas o conceptos que puedan servir como organizadores previos a los temas que se deben aprender.

LABORATORIOS DE APRENDIZAJE

Hasta aquí hemos considerado lo que se refiere a la importancia de los conocimientos previos. Pero e-Math resalta también la importancia de la significatividad misma de los nuevos contenidos a aprender y destaca que, la utilización de *software* especializado en diferentes materias del ámbito cuantitativo servirá para que el estudiante observe y experimente las leyes, conceptos y teorías que habrá aprendido de forma teórica. La estructura de los *math-blocks* desarrollados en el proyecto presenta dos partes bien diferenciadas.

En la primera se realiza una presentación de los contenidos teóricos, con el objetivo claro de que el estudiante realice un aprendizaje por recepción. El aprendizaje por recepción, según Ausubel, es aquel en el que lo que debe aprenderse se presenta al estudiante en su forma final. Optamos por un aprendizaje por recepción significativo porque creemos que es el más eficaz en el nivel educativo⁷ para el que se destinan los materiales en el que prima sobre todo la adquisición de contenido cognitivo.

Posteriormente esta presentación se refuerza y complementa con una propuesta de una utilización significativa de los contenidos teóricos. Esto último constituye la segunda parte de la estructura de los *math-blocks*. En ella se proponen una serie de ejemplos prácticos que el estudiante puede realizar utilizando *software* especializado. La utilización de estos recursos no debe confundir al docente, que podría pensar que se plantea un aprendizaje por descubrimiento⁸. Lo que se pretende es que los estudiantes utilicen el *software* como **laboratorios digitales**, en los que podrá experimentar, demostrar, comprobar, a un bajo coste de medios, tiempo y esfuerzo, todo aquello que anteriormente se le ha presentado.



⁶ Según Ausubel (1978), la principal función del organizador previo es la de servir de puente entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que precisa saber para que pueda aprender significativamente la tarea frente a la que se encuentra.

⁷ Nivel educativo en el que los estudiantes presentan un estadio evolutivo avanzado de madurez cognitiva.

⁸ Según Ausubel, el aprendizaje por descubrimiento es aquel en el que el alumno debe descubrir durante el proceso por el mismo aquellos contenidos que se pretende que aprenda. De todos modos, según el mismo autor, el aprendizaje por descubrimiento sólo será significativo si el contenido descubierto establece ligazones a conceptos subsumidores relevantes ya existentes en la estructura cognitiva (Moreiras, 2000).

El proceso de experimentación guiada que se propone en los materiales, sin duda, también facilitará algunas situaciones de aprendizaje por descubrimiento, puesto que las demostraciones prácticas y ejemplos de utilización que se proponen al estudiante, junto a la posibilidad que tendrá éste de interactuar con las herramientas posteriormente y hacer él sus propias pruebas, harán que consolide y perciba a un nivel de mayor profundización sobre lo que habrá trabajado anteriormente de una forma teórica, descubriendo así aspectos que quizás, con el sólo aprendizaje receptivo, no habían llegado a un nivel de significatividad suficiente.

Véase que para la consecución de un proceso de aprendizaje significativo es muy importante que el material en sí también lo sea: el material ha de ser potencialmente significativo y tener una lógica interna que permita relacionar los conceptos, ideas, procedimientos, etc, en él expuestos. En definitiva, según Moreiras (2000), que lo sitúen dentro del dominio de la capacidad humana de aprender.

Evidentemente, el significado psicológico del material es una situación idiosincrásica que dependerá de cada uno de los estudiantes, de su aptitud y su actitud frente al proceso. Como ya se ha comentado antes, el proyecto contempla el hecho de que un grupo de estudiantes del mismo nivel presenta un cierta cultura similar con relación a los conceptos y proposiciones de una materia, como para esperar un nivel bastante equiparable en todos ellos. También se ha apuntado anteriormente que será tarea del docente averiguar este nivel general y cuál es la naturaleza de los conocimientos que se poseen (significativos o no).


BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. y Hanesian, H. (1978) (2nd. Ed). Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). Psicología educativa: un punto de vista cognitivo. México, Editorial Trillas.
- Bautista, G.; Teixidó, R. (2002). Enseñar a los demás y aprender de los demás. El aprendizaje colaborativo en el e-learning. International Conference on Information and communication Technologies in Education (ICTE 2002), Badajoz (Spain), November 2002.
- Carretero, M. (1985). El desarrollo cognitivo en la adolescencia y la juventud: Las operaciones formales. En M.Carretero; A.Marchesi y J.Palacios (Eds.) Psicología Evolutiva 3. Adolescencia, madurez y senectud. Madrid: Alianza Psicologa.
- Duart, J.M.; Sangrà, A (compiladores)(2000). Aprender en la virtualidad. Barcelona: Gedisa Editorial.
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo: teoría y práctica. Visor Aprendizaje.
- Novak, J.D.; Gowin, D. B. (1988). Aprendiendo a aprender. Barcelona: Martínez Roca.
- Pozo, J.I. (1989) Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.
- Pozo, J.I. (1996) Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza.






- Pozo, J.I.; Gómez Crespo, M.A.; Limón, M. y Sanz, A. (1991) Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia. Madrid: Servicio de Publicaciones del M.E.C.
- Pozo, J.I (1997): La psicología cognitiva y la educación científica.
<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N2/pozo.htm>
- Vygotsky, L. I. (1988) El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Aprendizaje, Visor. Madrid
















Materiales

INTRODUCCIÓN A LAS MATEMÁTICAS



Código	Nombre del <i>math-block</i>	Fecha de publicación	Adjuntos
MAT-I01	Límites y continuidad de funciones reales	10ene03	
MAT-I02	Números	14ene03	
MAT-I03	Sistemas de ecuaciones lineales	22ene03	
MAT-I04	Ecuaciones	22ene03	
MAT-I05	Matrices y determinantes	28ene03	
MAT-I06	Polinomios	03feb03	
MAT-I07	Aplicaciones de la derivada	18feb03	
MAT-I08	Inecuaciones	21feb03	
MAT-I09	Integrales	25feb03	
MAT-I10	Derivadas	26feb03	
MAT-I11	Asíntotas	03mar03	
MAT-I12	Teoría de conjuntos	11mar03	
MAT-I13	Aritmética de números enteros	21mar03	
MAT-I14	Principio de inducción	31mar03	
MAT-I15	Funciones booleanas	28abr03	
MAT-I16	Representación gráfica de funciones	22may03	







ESTADÍSTICA BÁSICA

Código	Nombre del <i>math-block</i>	Fecha de publicación	Adjuntos
EST-I01	Distribuciones muestrales	16oct02	
EST-I02	Distribución normal	16oct02	
EST-I03	Estadística descriptiva	15jul03	
EST-I04	Estimación por intervalos de confianza	16oct02	
EST-I05	Introducción al Minitab	16oct02	









EST-I06	Distribuciones continuas (I)	21oct02	
EST-I07	Distribuciones continuas (II)	21oct02	
EST-I08	Distribuciones discretas	21oct02	
EST-I09	Actividades (I): Estadística descriptiva + distrib. Binomial	24oct02	
EST-I10	Actividades (II): La distribución Normal	24oct02	
EST-I11	Actividades (III): IC para 1 población	24oct02	
EST-I12	Actividades (IV): IC y CH para 1 y 2 poblaciones	24oct02	
EST-I13	Actividades (V): Correlación y regresión lineal simple	24oct02	
EST-I14	Regresión lineal simple	05feb03	
EST-I15	Contraste de hipótesis para 1 población	21feb03	
EST-I16	Contraste de hipótesis para 2 poblaciones	03mar03	
EST-I17	Modelos de probabilidad	21mar03	
EST-M01	Ajuste de datos	16oct02	
EST-M02	Análisis de conglomerados (cluster analysis)	11nov02	
EST-M03	Análisis de componentes principales	11nov02	
EST-M04	Series temporales	11nov02	
EST-M05	Tests Chi-Cuadrado (bondad ajuste, independencia y homogeneidad)	11nov02	
EST-M06	Análisis de la varianza (ANOVA)	08may03	

ECONOMETRIA



Código	Nombre del <i>math-block</i>	Fecha de publicación	Adjuntos
ECO-M01	Modelo Regresión Lineal Múltiple	16oct02	
ECO-M02	Restricciones Lineales	16oct02	
ECO-A01	Introducción al MRLG	02oct02	








ECO-A02	Heteroscedasticidad	02oct02	
ECO-A03	Autocorrelación	02oct02	
ECO-A05	Modelos multiecuacionales	02oct02	
ECO-A06	Regresión logística	02oct02	
ECO-M03	Multicolinealidad y Observaciones atípicas	24oct02	
ECO-M04	Modelos de regresión dinámica	08nov02	
ECO-M05	Análisis de especificación	31mar03	

INVESTIGACIÓN OPERATIVA















Código	Nombre del <i>math-block</i>	Fecha de publicación	Adjuntos
IOP-I01	Introducción a la IO	02oct02	
IOP-I02	PL y PLE con Excel y Lindo	02oct02	
IOP-I03	Dualidad	16oct02	
IOP-M01	Simulación de Monte Carlo	16oct02	
IOP-I04	Stocks: modelos deterministas	24oct02	
IOP-I05	Planificación Agregada	24oct02	
IOP-I06	Aplicaciones de la PL	28oct02	
IOP-I07	Análisis de sensibilidad	26may02	



ALGEBRA LINEAL

Código	Nombre del <i>math-block</i>	Fecha de publicación	Adjuntos
ALG-I01	Álgebra de matrices	16oct02	
ALG-I03	Determinantes	16oct02	









ALG-I04	Ecuaciones con Word y Álgebra Lineal con Excel	16oct02	
ALG-I05	Matriz inversa	16oct02	
ALG-I06	Uso básico del Mathcad	18oct02	
ALG-I07	Modelos matemáticos	18oct02	
ALG-I08	Resolución de Sistemas de Ec. Lineales	18oct02	
ALG-I09	Discusión de Sistemas de Ec. Lineales	18oct02	
ALG-I10	Diagonalización de matrices	21oct02	

ANÁLISIS MATEMÁTICO




Código	Nombre del <i>math-block</i>	Fecha de publicación	Adjuntos
ANA-I01	Integral definida	16oct02	
ANA-I02	Aplicaciones de las derivadas	28oct02	
ANA-I03	Representación de funciones en 2D	28oct02	
ANA-I04	Integral indefinida	28oct02	
ANA-I05	Derivación de funciones	05nov02	
ANA-I06	Funciones reales de variable real	05nov02	
ANA-I08	Series de números reales	05nov02	
ANA-I07	Sucesiones de números reales	05nov02	
ANA-I09	Uso básico del Mathcad en Análisis (I)	12nov02	
ANA-I09	Uso básico del Mathcad en Análisis (II)	7nov02	
ANA-I10	Límites de funciones	08nov02	
ANA-I11	Continuidad de funciones	08nov02	
ANA-I12	Introducción a Maple	04dic02	
ANA-I13	Integración analítica y numérica con Maple	04dic02	




ANA-M01	Funciones de varias variables (I)	28oct02	
ANA-M02	Funciones de varias variables (II)	28oct02	
ANA-M03	Números Complejos	05nov02	
ANA-M04	Series de potencias	05nov02	
ANA-A01	Vuelos de Lévy	07nov02	
ANA-A01-E	Lévy flights	07nov02	

CONFIABILIDAD ESTADÍSTICA

Código	Nombre del <i>math-block</i>	Fecha de publicación	Adjuntos
FIA-A01	Conceptos básicos de confiabilidad estadística	18oct02	
FIA-A02	Identificación y descripción gráfica de los datos	18oct02	
FIA-A03	Análisis paramétrico de los tiempos de fallo	18oct02	
FIA-A04	Análisis no paramétrico de los tiempos de fallo	18oct02	
FIA-A05	Comparación no paramétrica de muestras	23oct02	
FIA-A06	Tests de vida acelerada	23oct02	
FIA-A07	Modelos de regresión para observaciones censuradas	23oct02	
FIA-A08	Análisis probit (éxito/fracaso)	23oct02	

CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

Código	Nombre del <i>math-block</i>	Fecha de publicación	Adjuntos
SPC-A01	Herramientas para la planificación de la calidad	03feb03	
SPC-A02	Análisis de stmas. de medición	03feb03	
SPC-A03	Gráficos de control por variables 1	03feb03	

SPC-A04	Gráficos de control por atributos	03feb03	
SPC-A05	Gráficos de control por variables 2	03feb03	
SPC-A06	Capacidad de procesos	03feb03	

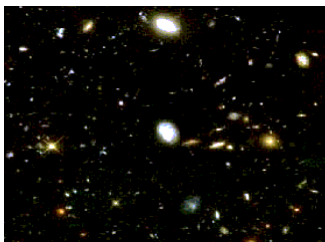
Líneas futuras

AUMENTAR LA BASE DE DATOS DOCUMENTAL



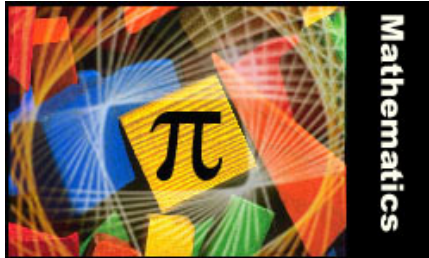
En su fase actual, el proyecto e-Math cuenta ya con una excelente colección de documentos asociados a diferentes asignaturas cuantitativas de carácter aplicado. Uno de nuestros principales desafíos de futuro es seguir enriqueciendo los fondos documentales propios mediante la actualización de documentos ya existentes y, sobre todo, a través de la incorporación de nuevos materiales docentes -fruto de nuestra experiencia académica en la UOC.

CREAR UNA SHARING-NETWORK INTERUNIVERSITARIA



Los miembros de este proyecto forman un cluster de conocimiento, un nodo de lo que puede llegar a ser una red virtual de conocimiento -explícito y tácito- centrado en el uso intensivo de Internet y de software especializado en la docencia de las asignaturas cuantitativas. Nuestra apuesta por ser parte de una *sharing-network* es total y, por tal motivo, estamos abiertos a colaboraciones con cualquier otro cluster de profesores y/o profesionales que compartan la filosofía del e-Math.

DIFUNDIR LA FILOSOFÍA Y RESULTADOS DEL PROYECTO



La difusión de la filosofía y los resultados del proyecto resulta una actividad clave en aras de profundizar en las líneas anteriormente citadas. No hay que olvidar, además, que estamos ante un nuevo paradigma docente en el ámbito cuantitativo y que, como tal, es fundamental saber transmitir el gran abanico de posibilidades que las TIC posibilitan en un mundo tan habitualmente tradicional como es la docencia de las matemáticas y la estadística.

MEDIR EL IMPACTO DEL USO DE LAS TIC



Tal vez el reto más difícil -y, probablemente uno de los más importantes- sea el contrastar cualitativa y cuantitativamente los esperados efectos positivos que proporciona la integración de las TIC en los currícula de las asignaturas universitarias. Nuestra experiencia en la UOC nos hace pensar que los resultados de tales mediciones y análisis serán de sumo interés para la comunidad universitaria.

Enlaces

SHARING-NETWORK

Web "Invitación a las matemáticas"	http://wmatem.eis.uva.es/~matpag/
Web "Proyecto Descartes" (MECD)	www.pntic.mec.es/Dcartes/index.html
E-books de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)	www.edicionsupc.es/virtuals/fmatcat.htm
Web de Salvador Vera Ballesteros (Univ. Málaga).	http://batllo.informatica.uma.es/matap/svera/index.html

Web "El paraíso de las Matemáticas"	www.matematicas.net/php/main.php
Método interactivo para estudiar Matemáticas	www.aprendes.com

ENLACES DE INTERÉS GENERAL

Principal distribuidor en España de software científico	www.addlink.es
Web oficial del paquete estadístico Minitab	www.minitab.com
Recursos de MS Excel	www.mathtools.net/Excel/
Web oficial del programa Lindo (Programación Lineal)	www.lindo.com
Web de recursos on-line sobre matemáticas	www.mathematics.com

11 ENLACES DE ESTADÍSTICA

www.ine.es	Página oficial del Instituto Nacional de Estadística
www.seeingstatistics.com	Teoría, ejemplos y applets de conceptos estadísticos tanto básicos como avanzados
http://huizen.dds.nl/~berrie	Applets de Java asociados a conceptos estadísticos
www.kuleuven.ac.be/ucs/java/index.htm	Applets de Java asociados a conceptos estadísticos
www.udc.es/dep/mate/recursos.html	Selección de recursos en Internet para la enseñanza-aprendizaje de la Estadística
http://members.aol.com/johnp71/javastat.html	Recursos generales para la enseñanza y aprendizaje de la Estadística
www.ucm.es/BUCM/est/05.htm	Biblioteca de Ciencias Políticas y Sociología. Enlaces nacionales e internacionales a datos estadísticos de carácter general
http://fc.udg.es/~caegb/material_esp.html	Enlaces generales a recursos de Estadística
www.statistics.com	Enlaces generales a recursos de Estadística

www.stat.ufl.edu/vlib/statistics.html	The World Wide Web Virtual Library: Statistics
http://ima.udg.es/Docencia/02-03/3105100015/Dossier_Rev.pdf	Colección de ejercicios resueltos con Minitab (Universidad de Girona, en Catalán)

7 ENLACES DE ECONOMETRÍA

http://www.feweb.vu.nl/econometriclinks/index.html	The Econometrics Journal On-Line
http://www.elsevier.com/hes/books/02/menu02.htm	Libro on-line: Handbook of Econometrics Vols. 1-5
http://www.oswego.edu/~kane/econometrics/stud_resources.htm	Online Resources for Econometric Students
http://www.econ.uiuc.edu/~morillo/links.html	Econometric Sources: a collection of links in econometrics and computing. University of Illinois
http://www.econometrics.net/	Econometrics, Statistics, Mathematics, and Forecasting
http://ideas.uqam.ca/EDIRC/ectrix.html	Economics Departments, Institutes and Research Centers in the World: Econometrics, Mathematical Economics
http://elsa.berkeley.edu/users/mcfadden/discrete.html	Libro on-line: Structural Analysis of Discrete Data and Econometric Applications

10 ENLACES DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA

www.math.niu.edu/~rusin/known-math/index/90-	Web con recursos sobre
--	------------------------

XX.html	programación lineal
www.personal.psu.edu/faculty/t/m/tmc7/tmclinks.html	Web con recursos sobre programación lineal
www.rpi.edu/~mitchj/sites_or.html	Enlaces a webs sobre investigación operativa
http://lionhrtpub.com/ORMS.html	ORMS Journal
www.informs.org/	Página de INFORMS, la Sociedad Americana de Investigación Operativa
http://carbon.cudenver.edu/~hgreenbe/courseware/LPshort/intro.html	Curso sobre Programación Lineal
www.statslab.cam.ac.uk/~rrw1/opt/diet_history.html	Historia del problema de la dieta
www.e-optimization.com/directory/trailblazers/dantzig/interview_dietg.cfm	Cómo George Dantzig resolvió el problema de la dieta
www.maths.abdn.ac.uk/~igc/tch/index/mx3503/notes/node14.html	Curso básico de Programación Lineal y temas afines de la Universidad de Aberdeen
www.pitt.edu/~jrclass/or/or-intro.doc	Artículo introductorio a la Investigación Operativa y sus aplicaciones

11 ENLACES DE ÁLGEBRA

www.planetmath.org/encyclopedia/LinearAlgebra.html	Enciclopedia de PlanetMath.org sobre álgebra lineal.
www.math.miami.edu/~ec/book/	Libro on-line sobre álgebra con especial énfasis en álgebra lineal: "Elements of Abstract and Linear Algebra" escrito por Edwin H. Connell.
www.math.gatech.edu/~carlen/1502S/cnotes.html	Libro on-line sobre álgebra: "Beginning with Linear Algebra", escrito por Eric Carlen y Conceicao

	Carvalho.
http://joshua.smcvt.edu/linalg.html	Libro on-line: "Linear Algebra" escrito por Jim Hefferon.
www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/Indexes/Algebra.html	Web de la School of Mathematics and Statistics (University of St Andrews, Scotland).
www.math.unl.edu/~tshores/linalgtext.html	Libro on-line sobre álgebra lineal y sus aplicaciones.
www.numbertheory.org/book/	Libro on-line sobre álgebra lineal.
www.math.technion.ac.il/iic/ILAS.html	Web de "The International Linear Algebra Society".
www.tu-chemnitz.de/iic/ela/	Web de "The Electronic Journal of Linear Algebra".
www.netlib.org/utk/people/JackDongarra/la-sw.html	Información relacionada con el software disponible gratuitamente en la red para la resolución de problemas de álgebra lineal.
http://ist.uwaterloo.ca/ic/mathcad/videos/linalg	Web de la Universidad de Waterloo, con gran cantidad de recursos para mathcad; entre éstos son destacables los videos (ficheros AVI) que muestran el funcionamiento del programa.

10 ENLACES DE ANÁLISIS MATEMÁTICO

www.dma.fi.upm.es/docencia/primer ciclo/calculo/grupo15t/	Teoría, ejercicios, problemas y enunciados de exámenes de cálculo.
www.lafacu.com/apuntes/matematica/	Resumen sobre la teoría del cálculo infinitesimal.
www.unizar.es/analisis_matematico/analisis1/	Problemas y ejercicios de cálculo.

www.ciudadfutura.com/matematicas/analisis/	Temas de Análisis Matemático.
www.monografias.com/Matematicas/index.shtml	Monografías sobre distintos temas de Análisis Matemático.
www.xtec.es/~jlagares/manualwinfun.cat/extractemanualfuncionsperawindows.htm	Programa "funciones para windows". Este programa es capaz de representar funciones, calcular los puntos de corte entre ellas, hallar el área que encierran, etc. Un programa muy completo, interesante y fácil de manejar.
www.sectormatematica.cl	Dos enlaces muy interesantes. El primer enlace se llama central de apuntes (apuntes sobre todos los campos de las matemáticas ordenados alfabéticamente). El segundo enlace contiene ejercicios y apuntes sobre todos los aspectos que abarca el análisis matemático. La página está estructurada en: una guía de ejercicios, un enlace para resolver integrales en línea (INTEGRATOR) y contenidos varios.
http://cariari.ucr.ac.cr/~cimm/calculo.html	Curso de cálculo diferencial. Empieza introduciendo las razones del cambio y las derivadas, para terminar hablando de las funciones de varias variables. Hay teoría y ejercicios.
www.uco.es/organiza/departamentos/quimica-fisica/quimica-fisica/CD/CDO.htm	Curso de aprendizaje de Mathcad. Hay ejemplos sobre matemáticas, estadística, química, física, etc. De hecho, es un resumen del libro

	electrónico "Curso de aprendizaje del Mathcad"
www.terra.es/personal/jftjft/Home.htm	Biografías de matemáticos famosos y aplicaciones de las matemáticas a diversos campos.

Miembros

PRÓLOGO

El proyecto e-Math, impulsado y coordinado desde la **Universitat Oberta de Catalunya** (UOC), ha contado con la inestimable colaboración de un equipo docente compuesto por profesores expertos en formación virtual. El equipo está formado tanto por profesores pertenecientes a los **Estudios de Informática y Multimedia**, **Estudios de Psicopedagogía** y **Estudios de Documentación** de la propia UOC, como por profesores colaboradores que desarrollan sus actividades académicas en universidades y centros educativos de toda España. La enorme ilusión y dedicación que todos ellos han puesto en este proyecto ha posibilitado la obtención de importantes resultados en el breve período temporal de seis meses que ha durado el proyecto.

COORDINADORES DEL PROYECTO

Bautista Pérez, Guillem	uoc.edu
Duart Montoliu, Josep María	uoc.edu
Juan Pérez, Ángel Alejandro	uoc.edu

PROFESORES COLABORADORES

Álvarez Mouvet, Mar	uoc.edu
Arratia García, Óscar	wmatem.eis.uva.es
Bargueño Fariñas, Vicente	ind.uned.es
Faulín Fajardo, Fco. Javier	uoc.edu
García Martín, Rafael	uoc.edu
Kizys, Renatas	uoc.edu

López Ratera, Anna	uoc.edu
Manzanedo Del Hoyo, Luis María	uoc.edu
Martínez Boscá, Jose Fco.	uoc.edu
Molinàs Mata, Patrici	uoc.edu
Monge Ivars, Juan Fco.	uoc.edu
Pérez Rodríguez, M ^a Teresa	wmatem.eis.uva.es
Renobell Santarén, Víctor	uoc.edu
Rodríguez Velázquez, Juan Alberto	uoc.edu
Sedano Hoyuelos, Máximo	uoc.edu
Stegmann Pascual, Cristina	uoc.edu
Terradez Gurrea, Manuel	uoc.edu
Vázquez Pascual, Oscar	uoc.edu
Vila Grifo, Alicia	uoc.edu