

# Innovació docent en matemàtiques per a l'arquitectura

PIEDAD GUIJARRO, PERE CRUELLS  
Secció de Matemàtiques i Informàtica  
Departament d'Estructures a l'Arquitectura  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Av. Diagonal, 649 – 08028 Barcelona  
[piedad.guijarro@upc.edu](mailto:piedad.guijarro@upc.edu), [pere.cruells@upc.edu](mailto:pere.cruells@upc.edu)

*Resum:* En aquest article es mostren diversos materials per a la docència de les matemàtiques dels estudis d'arquitectura. Es presenten recursos web, lliçons i qüestionaris en format Moodle tots ells incloent-hi imatges, vídeos, gràfics, calculadora i editor Wiris, etc. amb un enfocament geomètric i visual que fa més pràctics i atractius aquests continguts a l'estudiantat d'arquitectura. Bàsicament s'han fet servir les eines que proporciona la plataforma Atenea, intranet docent de la UPC basada en Moodle.

*Paraules clau:* matemàtiques, arquitectura, Moodle, Atenea, Wiris, lliçons, qüestionaris.

*Abstract:* In this paper, various materials focused on the teaching of mathematics for the studies of architecture are shown. We present web resources, lessons and quizzes in Moodle format including images, videos, graphics, Wiris editor and calculator, etc. with a geometrical and visual approach which makes the contents more attractive and practical to students of architecture. Basically the tools provided by the platform Atenea, which is the UPC on-line teaching campus based on Moodle, have been used.

*Key-Words:* mathematics, architecture, Moodle, Atenea, Wiris, lessons, quizzes.

## 1 Introducció

Arran de la implantació del pla d'estudis 2010 a l'ETSAB i l'adaptació dels estudis a l'EEES, ens vam plantejar la creació de recursos i activitats docents per a les assignatures de matemàtiques per a l'arquitectura que ajudessin a millorar l'aprenentatge dels estudiants i que afavoreixen la tasca docent del professorat.

El material que s'ha creat es basa en les eines que ofereix el campus virtual Atenea (Moodle) i la incorporació d'algunes aplicacions i programes informàtics que permeten una millor visualització d'objectes en 2D i 3D, la comprensió del temari de forma activa i amena, la pràctica d'exercicis, l'autoavaluació i l'avaluació, etc.

Les eines de Moodle que s'han fet servir són lliçons, qüestionaris i pàgines web. En aquestes eines s'hi han incorporat aplicacions fetes en Flash, Geogebra, Wiris (calculadora, editor i Wiris Quizzes), vídeos i documents PDF en 3D.

## 2 Lliçons Moodle

El format lliçó de Moodle [1,2,3] inclou explicacions teòriques, exemples i preguntes que permeten a l'alumne valorar si ha adquirit els coneixements d'un tema. Les lliçons estan

formades per pàgines web i qüestionaris, que s'interrelacionen amb un control de flux que permet recórrer tota la lliçó en un ordre preestablert pel professor que pot dependre de l'assoliment dels coneixements que l'alumne va adquirint, i que són avaluats amb les preguntes de la mateixa lliçó.

L'esquema adjunt (Fig.1) mostra el control de flux de les pàgines i qüestionaris d'una lliçó.

Cada una de les pàgines de la lliçó està feta com una pàgina web que permet inserir imatges, vídeos, objectes creats en flash, wiris, geogebra, etc.

Al final de cada pàgina l'alumne pot triar com continua l'estudi, si passant a l'apartat següent o responen un qüestionari de la part estudiada. També es pot mantenir visible el "menú de la lliçó" que permet saltar a qualsevol pàgina.

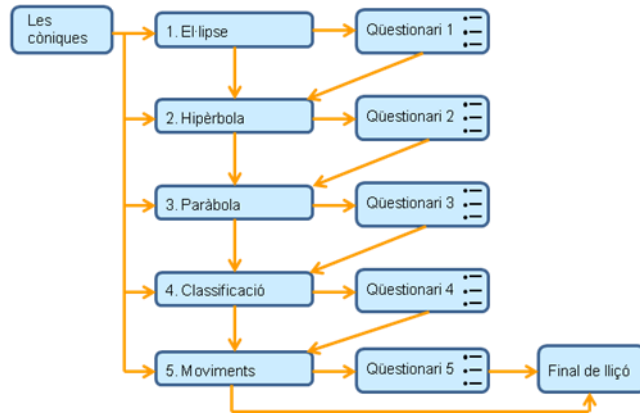


Fig. 1: Control de flux d'una lliçó



Fig. 2: Exemple de pàgina de lliçó on es pot veure el menú de la lliçó i figures fetes en flash

### 3 Qüestionaris (Wiris Quizzes)

Atenea permet crear qüestionaris [4] amb tipus de preguntes molt diverses: opcions múltiples, resposta breu, vertader/fals i aparellaments entre d'altres.

Per poder fer qüestionaris amb preguntes molt variades ens vam veure obligats a crear centenars de preguntes que es triaven aleatòriament en cada intent. La recent incorporació de Wiris Quizzes a Atenea, ens ha permès que amb un número molt més reduït de preguntes aconseguim una gran varietat de qüestionaris gràcies a la aleatorietat incorporada en cada enunciat i també en les possibles respostes.

Ara les preguntes també poden incorporar gràfics i fórmules que s'adapten a l'aleatorietat programada.

**Qüestionari d'autoavaluació d'aplicacions de la integració simple**

**Navegació pel qüestionari**

1 2 3 4 5

Acaba l'intent ...

Temps restant 0:39:27

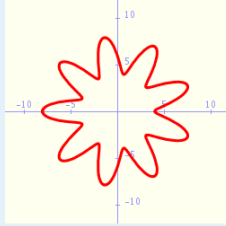
**Pregunta 5**

No s'ha respost encara

Puntuat sobre 2,00

Marca la pregunta

Quina de les expressions següents dona l'àrea delimitada per la corba que en coordenades polars ve donada per

$$r(\alpha) = -6 - 2\cos(-9\alpha)$$


Triu-ne una:

$\int_0^{2\pi} -6 - 2\cos(-9\alpha) d\alpha$

$\int_0^{2\pi} (-6 - 2\cos(-9\alpha))^2 d\alpha$

$\frac{1}{2} \int_0^{2\pi} (-6 - 2\cos(-9\alpha))^2 d\alpha$

$\frac{1}{2} \int_0^{2\pi} (-18\sin(-9t))^2 d\alpha$

Següent

Fig. 3: Exemple de pregunta de qüestionari amb Wiris

Hem fet tant qüestionaris d'autoavaluació com d'avaluació continuada. Respecte a l'autoavaluació, els qüestionaris s'han mostrat com una eina molt útil per a l'autoaprenentatge i la preparació d'exàmens. Els qüestionaris d'avaluació, que formen part de l'avaluació continuada del curs, obliguen a l'estudiant a portar l'assignatura al dia i fan que les seves qualificacions millorin.

Els qüestionaris en Atenea tenen l'avantatge que l'estudiant veu al seva nota immediatament després de finalitzar la prova, pot veure els seus errors, la resposta correcta i la retroacció que li indica com hauria hagut de resoldre l'exercici o d'altres comentaris que el professor hagi programat en cada pregunta.

**Navegació pel qüestionari**

1 2 3 4 5

Mostra totes les preguntes en una pàgina

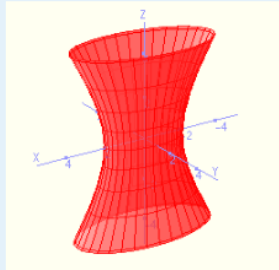
Acaba la revisió

**Pregunta 5**

Correcte

Puntuació 2,00 sobre 2,00

Quina de les equacions següents es correspon amb la gràfica d'aquesta quàdrica?



Triu-ne una:

$\frac{1}{4}x^2 + y^2 - \frac{1}{9}z^2 = 1$  ✓

Correcte! Es tracta d'un hiperboloide d'una fulla i el seu eix és OZ

$\frac{1}{4}x^2 - y^2 + \frac{1}{9}z^2 = 1$

$\frac{1}{4}x^2 - y^2 - \frac{1}{9}z^2 = 1$

$-\frac{1}{4}x^2 - y^2 + \frac{1}{9}z^2 = 1$

Recordeu que:

$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$  correspon a un hiperboloide d'una fulla d'eix OY

$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$  correspon a un hiperboloide d'una fulla d'eix OZ

$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$  correspon a un hiperboloide de dues fulles d'eix OX

$-\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$  correspon a un hiperboloide de dues fulles d'eix OZ

La resposta correcta és:  $\frac{1}{4}x^2 + y^2 - \frac{1}{9}z^2 = 1$ .

Fig. 4: Exemple de resposta on es pot veure la retroacció

## 4 Pàgines web en Moodle

Un altre dels recursos que ofereix Atenea són les pàgines web. Es tracta de pàgines simples, que només són accessibles per a participants de l'assignatura. Es creen amb un editor on-line que no requereix cap coneixement de html, però que permet incloure de forma fàcil imatges, taules, vincles, etc. i que també incorpora l'editor Wiris i la calculadora Wiris [5].

Hem completat aquestes pàgines incrustant imatges en moviment fetes en flash, vídeos [6,7,...,13] i applets de Geogebra, que permeten una millor visualització dels continguts matemàtics que tractem en les nostres assignatures.

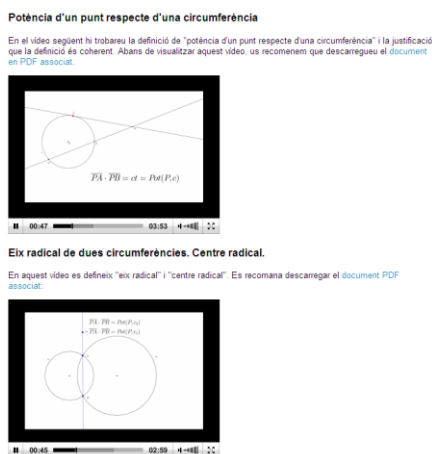


Fig. 5: Pàgina web que inclou vídeos

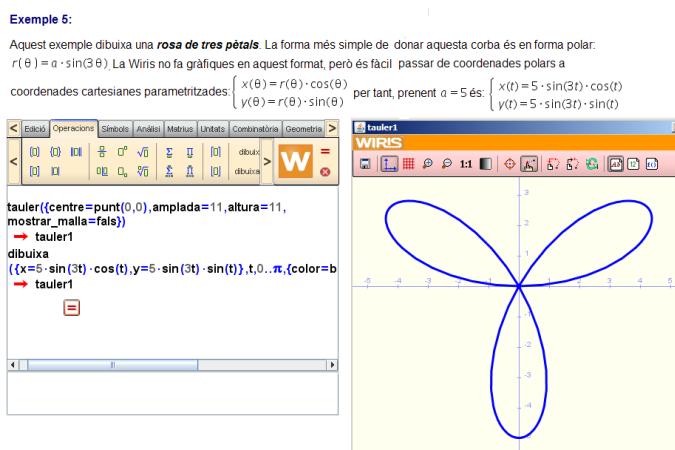
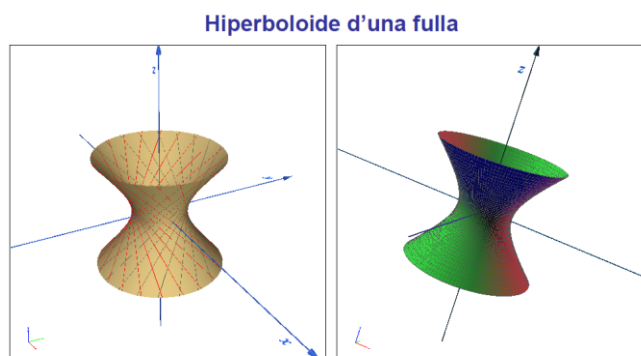


Fig. 6: Pàgina web que inclou calculadora Wiris

## 5 PDF en 3D

Des de qualsevol programa que generi imatges en 3D es pot obtenir un document PDF en 3D. Aquest document, que s'obra com qualsevol altre PDF, conserva la tridimensionalitat de les imatges amb una alta qualitat. Té l'avantatge que no cal tenir el programari amb el que s'ha creat la imatge per visualitzar-lo i manipular-lo. L'usuari pot moure, girar, ampliar, reduir, modificar llums, etc de les imatges del document PDF per tal de tenir-ne una bona visió i n'apreciï correctament la seva forma.



l'hiperboloide d'una fulla és una superfície doblement reglada

Fig. 7: Exemple de PDF en 3D

## 6 Conclusions

L'inici del Grau en Arquitectura va comportar l'adaptació de les assignatures a l'EEES. Això ens va motivar la creació de material docent tant per a l'autoaprenentatge com per a l'avaluació de l'estudiantat.

En aquesta article s'han presentat diversos recursos i activitats de les assignatures de matemàtiques per a l'arquitectura fent ús de la plataforma Atenea on hi hem incorporat material multimèdia, com ara imatges en flash, vídeos, imatges en 3D, calculadora Wiris, etc. aconseguint un material intuïtiu i atractiu per a un estudiantat que ja està acostumat a l'ús de les noves tecnologies.

El material s'ha anat avaluant a mesura que s'ha incorporat a Atenea amb enquestes al professorat i a l'estudiantat amb valoracions molt positives per part dels dos col·lectius.

### Referencias:

- [1] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, Lliçons Moodle en matemàtiques per a l'arquitectura. *Jornada d'innovació docent UPC: JID-RIMA 2012*. *UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099/12664>
- [2] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, Lliçons Moodle, una bona eina per a l'adaptació a l'EEES. Exemple d'una lliçó sobre teoria de la simetria en arquitectura. *Jornada Dia d'Atenea. 2011*. *UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099/10671>
- [3] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, Un exemple de lliçó a Atenea: Teoria de la simetria. *Jornada Dia d'Atenea 2012*.
- [4] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, Qüestionaris Moodle com a formació, autoavaluació i avaluació en una assignatura de Matemàtiques. *Jornada Dia d'Atenea. 2009*. *UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099/8688>
- [5] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, Ús de la Wiris a l'Atenea en assignatures de matemàtiques. *Jornada Dia d'Atenea 2010*. *UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099/9083>
- [6] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, P., Potència d'un punt respecte d'una circumferència. *UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099.2/2920>
- [7] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, P., Eix radical de dues circumferències. Centre radical. *UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099.2/2904>
- [8] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, P., Resolució d'un exercici de tangències: circumferència tangent a dues rectes que passi per un punt donat. *UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099.2/2922>
- [9] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, P., Resolució d'un exercici de tangències: Circumferència tangent a una altra circumferència i a una recta en un punt donat d'aquesta recta. *UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099.2/2921>
- [10] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, P., Resolució d'un exercici de tangències: Circumferència tangent a una altra de donada que passi per dos punts. *UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099.2/2923>
- [11] Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, P., Exercicis. Diagonalització d'endomorfismes. *UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099.2/2914>; <http://hdl.handle.net/2099.2/2915>; <http://hdl.handle.net/2099.2/2919>

### Bibliografia:

Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, P., Matemàtiques per a l'arquitectura. Problemes resoltos. *Aula d'Arquitectura / ETSAB. Edicions UPC. 3a.edició*. Juny 2007  
Alsina, C., Jacas, J., Tomás, M.S., Geometria en arquitectura. *Edicions UPC*. 2007.

Alsina, C., Casabó, J., Jacas, J., Monreal, A., Tomás, M.S., Càlcul per a l'arquitectura. *Edicions UPC*. 2008.

Guijarro Carranza, P. i Cruells Pagès, Elaboració i disseny de material docent per a l'autoaprenentatge i suport a la docència de matemàtiques per a l'arquitectura. *Jornada d'innovació docent UPC: presentació de resultats dels projectes de millora de la docència. 2012 UPCommons*: <http://hdl.handle.net/2099/11799>