

EXERCICIS AUTOAVALUABLES DE MECÀNICA DEL MEDI CONTINU PER FOMENTAR L'APRENTATGE AUTÒNOM

J. Marcé-Nogué; L. Gil; M.A. Pérez
Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria
Universitat Politècnica de Catalunya
jordi.marce@upc.edu

RESUM

L'objectiu principal és la generació d'un seguit d'exercicis per tal de millorar l'aprenentatge autònom dels continguts de l'assignatura "Mecànica del Medi Continu" (Enginyeria Industrial, ETSEIAT, UPC) a través de la plataforma virtual ATENEA (<http://atenea.upc.edu/moodle/>). L'estudiant haurà de realitzar 4 exercicis de forma autònoma en relació amb el temari desenvolupat a les classes i entregar la resolució de cada problema a ATENEA dins un termini establert. L'estudiant haurà de corregir els exercicis de forma autoavaluativa, assignar-se la nota que li correspongui seguint els criteris d'una rúbrica i penjar el document a ATENEA dins un termini establert

PARAULES CLAU

Aprenentatge autònom, mecànica del medi continu, autoavaluació

INTRODUCCIÓ

En les darreres dècades, l'increment de les capacitats dels ordinadors ha fet que molts dels problemes físics que fins aleshores resultaven inabordables es puguin resoldre mitjançant metodologies computacionals i numèriques. Fins llavors, molts d'aquests problemes només es podien resoldre en casos molt particulars de geometries senzilles o en simplificacions de la formulació. El gràfic de la **Figura 1** mostra la llei de Moore on es pot observar aquest increment exponencial de la potència computacional, sobretot en els darrers anys (font <http://www.sciencephoto.com/media/348724/enlarge>).

La docència universitària ha vist canviar els seus plans d'estudis i el temari de les seves assignatures en funció de l'evolució d'aquestes tecnologies i, actualment, es pot afirmar que la majoria d'escoles universitàries han implementat amb més o menys èxit pràctiques i canvis de temari per poder donar cabuda a les resolucions computacionals. Aquests canvis però, s'han vist en la majoria dels casos en assignatures de final de llicenciatures, on la visió que s'ha aportat ha estat clarament de caràcter pràctic perquè l'alumne tingui les eines suficients per poder relacionar els seus coneixements teòrics vistos prèviament amb les pràctiques ja habituals de càlcul computacional.

Les assignatures de primer cicle, sobretot en les carreres científiques, no han percebut tant aquests canvis ja que la seva finalitat és la de generar processos d'aprenentatge en l'alumne de base teòrica, processos que moltes vegades s'emmarquen dins procediments de resolució en pissarra de problemes i de demostracions de formulacions. Tanmateix necessàries per poder aprendre les lleis científiques.

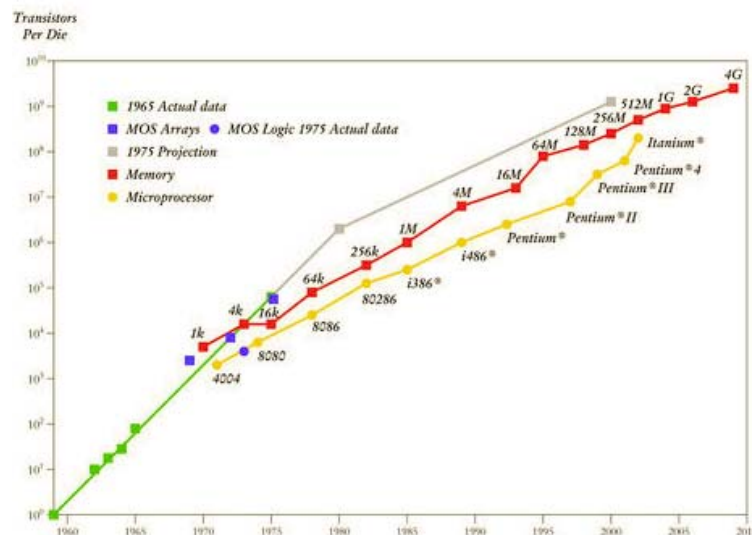


Figura 1 - Llei de Moore sobre la potència computacional

Una de les competències transversals incloses en el pla d'estudis de l'ETSEIAT és la de l'aprenentatge autònom. Segons l'Institut de Ciències de l'Educació de la UPC, "l'aprenentatge autònom és la capacitat de detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement" [1], tot i que tal com remarca la Wikipedia en la seva definició "A una persona que aprèn per si mateixa se l'anomena autodidacta" [2] i, per tant, el disseny de les activitats d'aprenentatge autònom s'han d'emmotllar a unes directrius proporcionades per el professor per tal de que les activitats d'aprenentatge autònom siguin activitats d'autoaprenentatge.

L'Institut de Ciències de l'Educació recomana la implantació de tres nivells d'aprenentatge autònom [1] en funció de la situació de l'assignatura dins el pla d'estudis. El temari de mecànica del medi continu es troba just després de la fase selectiva i, per tant, es proposa unes activitats situades dins el pla d'estudis en un nivell 2 (guiat).

Tot i que part de l'activitat es de naturalesa dirigida (nivell 1) s'intenta que les pautes respecte al temps de la realització de cada tasca i algunes fonts d'informació siguin orientatives i, també, que algunes de les preguntes vagin més enllà de la simple explicació del què s'ha après. D'aquesta manera l'activitat es situï en el nivell 2.

OBJECTIU

L'objectiu principal de l'activitat és la generació d'un seguit d'exercicis per tal de millorar l'autoaprenentatge continu dels continguts de l'assignatura "Mecànica del Medi Continu" (Enginyeria Industrial, ETSEIAT, UPC) a través de la plataforma ATENEA i mitjançant un procés d'autoavaluació per part dels alumnes.

S'utilitzaran formats digitals actualitzats (diapositives de suport pel professor, vídeos docents, sistemes d'autoavaluació de continguts o exercicis per al seguiment de l'avaluació continuada.). Es replantejaran les activitats d'aprenentatge i formatives perquè aquestes augmentin la interactivitat de l'alumne tan en les sessions teòriques com pràctiques de l'assignatura

METODOLOGIA

Per tal de fomentar l'aprenentatge autònom al llarg de l'assignatura, l'alumnat haurà de realitzar 4 problemes de forma autònoma en relació amb el temari desenvolupat a les classes i entregar la resolució de cada problema a la plataforma virtual ATENEA dins un termini establert. Cada exercici disposa de la seva fulla d'entrega on només s'ha d'omplir els espais indicats per a la solució (no es demana el procediment de resolució). Aquests exercicis representen de forma equitativa el 10% de la nota final de l'assignatura tot i que no és obligatòria la seva entrega així com tampoc és obligatori entregar-los tots; un problema no entregat correspon a un 0 a la nota del problema corresponent.

Després de l'entrega, el professor penja a ATENEA un exemplar del problema resolt i una rúbrica per tal de facilitar la correcció. La rúbrica serà un document que l'alumne haurà d'omplir amb la seva correcció. L'estudiant haurà de corregir els exercicis de forma autoavaluativa, assignar-se la nota que li correspongui seguint els criteris de la rúbrica i penjar el document a ATENEA dins un termini establert.

A principi de curs s'entrega als estudiants un calendari amb les dates importants a tenir en compte per la realització dels exercicis per tal de que l'estudiant decideixi quin temps utilitza per a cada tasca a partir dels temps orientatius (*Taula 1*).

El professor no revisarà tots els problemes entregats per cada alumne sinó que en revisarà alguns escollits segons un criteri objectiu. Si en algun exercici es detecta alguna anomalia en el procés d'autoavaluació de l'alumne, a aquest se li assignarà l'etiqueta "alumne en auditoria" i se li revisaran totes les entregues.

Taula 1- Dates per a l'entrega dels exercicis durant el segon quadrimestre del curs 2010/2011

	Data de publicació de l'enunciat	Data d'entrega
Problema 1	10 de març	18 de març a les 14:00
Problema 2	24 de març	1 d'abril a les 14:00
Problema 3	5 de maig	13 de maig a les 14:00
Problema 4	19 de maig	27 de maig a les 14:00
	Data de publicació de la solució	Data d'entrega de la nota
Problema 1	21 de març	25 de març a les 14:00
Problema 2	4 d'abril	8 d'abril a les 14:00
Problema 3	16 de mag	20 de maig a les 14:00
Problema 4	30 de maig	3 de juny a les 14:00

CONTINGUTS ESPECÍFICS

Els exercicis que es proposen combinen les diverses eines que es poden tenir actualment a l'abast via internet amb eines de nova creació.

Exercici 1

Exercici de reforç de les sessions 1, 2 3 i 4 de problemes en el que a partir d'uns estats de tensió definits s'ha de determinar el tensor de deformació (forma analítica) i els cercles de Mohr (forma gràfics) i comparar la coincidència dels resultats analítics i gràfics. A classe s'ha treballat la resolució de problemes similars a la pissarra donant a l'alumne les eines matemàtiques disponibles per resoldre-ho a mà i amb calculadora científica. En aquest exercici se li ofereixen dues eines més: Una aplicació on-line de resolució matemàtica avançada i una aplicació on-line de resolució gràfica per tal de complementar les dues primeres.

Per a la resolució de la part analítica es suggereix la utilització de l'aplicació online <http://www.wolframalpha.com/>. Com que es necessita resoldre un polinomi de tercer ordre, l'alumne ha de seguir les indicacions del manual d'ajuda disponible també on-line:

(<http://www.wolframalpha.com/examples/Polynomials.html>, Figura 2).

Per a la resolució de la part gràfica es proposa l'aplicació web en javascript per obtenir cercles de Mohr de forma interactiva "Mohr's Circles for 3-D Stress Analysis":

(<http://www.engapplets.vt.edu/Mohr/java/nsfapplets/MohrCircles2-3D/Applets/applet.htm>, Figura 2).

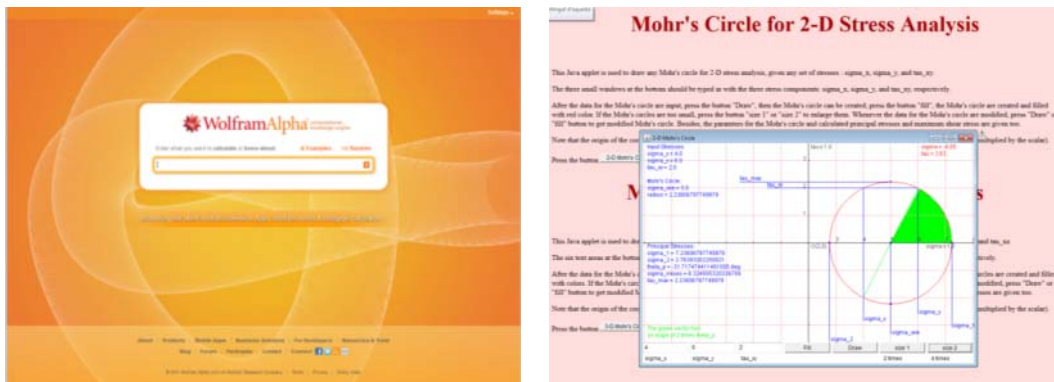


Figura 2 - Interfície de www.wolframalpha.com i de l'applet de java de resolució de Cercles de Mohr

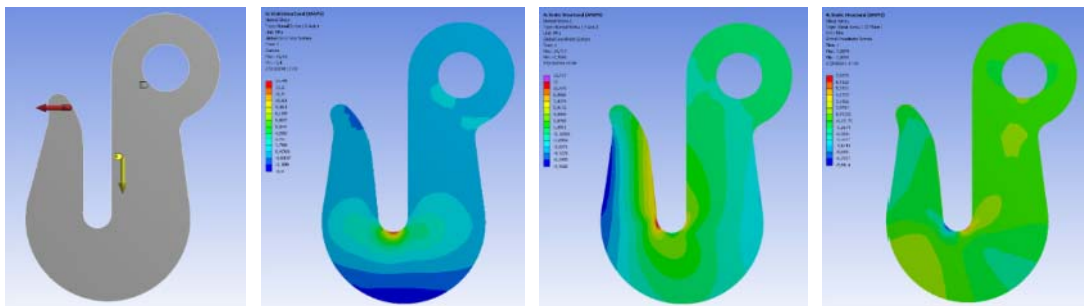


Figura 3 - Geometria complexa i els seus estats tensionals

Finalment, es demana a l'alumne que comenti els resultats obtinguts mitjançant les dues formes de resolució que, a priori, han de ser coincidents.

Exercici 2

Exercici de reforç de les sessions de problemes 4 i 5 en el que s'introdueix les resolucions dels estats de tensió via els mètodes computacionals (l'alumne no ha de conèixer els mètodes computacionals, ja que no formen part del temari, però sí que ha de saber interpretar-ne els resultats en un punt concret (Figura 3) i concloure que els mètodes computacionals són l'alternativa per a geometries complexes dels problemes que s'estan resolent a classe

Exercici 3

Exercici de reforç de les sessions de problemes 6, 7, 8 i 9 en el què es planteja un problema en un geometria senzill a resoldre paral·lelament utilitzant mètodes analítics d'anàlisi tensional (funció d'Airy) i computacionals (Mètode dels Elements Finites).

Com que el Mètode dels Elements Finites (MEF) no entra dins el temari de l'assignatura i la utilització d'algun paquet d'Anàlisi per Elements Finites

(AEF) requeriria un nombre considerable d'hores lectives de formació, en aquest exercici s'ha optat per:

- Guiar a l'alumne amb una cerca a la Wikipèdia sobre la mecànica computacional, el MEF i l'AEF per tal de que en sintetitzi el contingut (Figura 4).
- Donar ja resolta la part computacional en uns vídeos que l'alumne sols hagi de visualitzar (www.youtube.com/watch?v=NDRBvgVab9o) (Figura 4).
- Posar a disposició de l'alumne un vídeo de repàs sobre la metodologia a utilitzar per resoldre un problema amb les funcions d'Airy en una geometria senzilla (www.youtube.com/watch?v=kdQJIBo6m50)

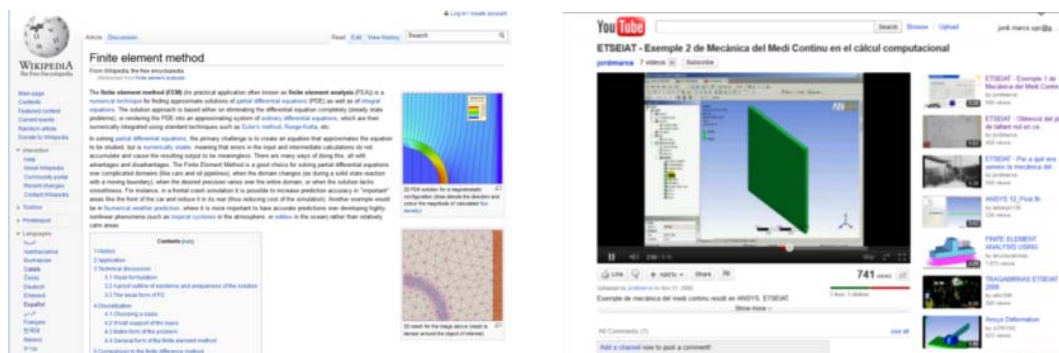


Figura 4 - Interfície de la wikipedia i de youtube

Exercici 4

Exercici de reforç de les sessions 9, 10 i 11. En aquest exercici, de moment, no s'han incorporat eines on-line o vídeos docents.

CONCLUSIONS

S'ha realitzat una enquesta als estudiants per tal de saber el grau de satisfacció de l'activitat i/o detectar possibles mancances en ella. L'enquesta s'ha fet on-line utilitzant els qüestionaris que ofereix Google (<https://docs.google.com/>) ja que gestionen els resultats en una fulla de càlcul i permet encastar el codi "html" a ATENEA facilitant la participació asíncrona dels estudiants.

Les preguntes que es realitzen són les següents:

- 1) Els exercicis plantejats en cada una de les entregues estan d'acord amb el temari de l'assignatura
- 2) El nivell de dificultat dels exercicis és
- 3) El temps de dedicació per cada un dels exercicis és
- 4) El sistema d'autoavaluació fa que es sigui més conscient dels errors i per tant es millori l'aprenentatge que una correcció per part del professor
- 5) El contingut de la rúbrica és entenedor i facilita la correcció de l'exercici.

- 6) El sistema d'avaluació de les entregues és equitatiu i adequat
- 7) El sistema d'entrega de l'exercici via ATENEA és fàcil i còmode
- 8) Amb la realització dels exercicis i la seva posterior correcció he consolidat els continguts

Avaluables en una escala de l'1 al 5 (de totalment en desacord a totalment d'acord) a excepció de les preguntes 2 i 3, on l'escala de l'1 al 5 va de molt poc a molt alt.

Al segon quadrimestre del curs 2010/2011 responen l'enquesta 65 estudiants dels 95 matriculats (un 68%) des del 4 de maig fins al 21 de juny de forma molt repartida i els resultats són els que es mostren a la Figura 5.

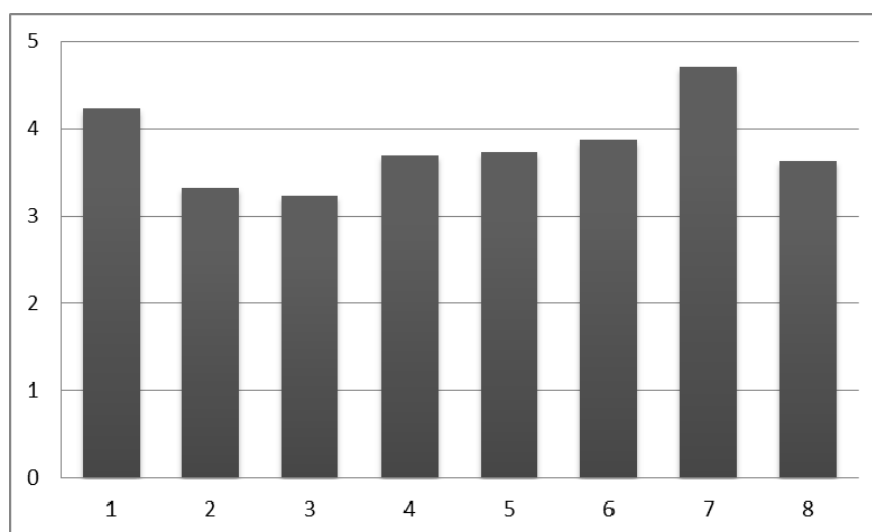


Figura 5 - Mitja obtinguda en els resultats de l'enquesta de satisfacció dels exercicis

Els estudiants avaluen molt favorablement preguntes com: Els exercicis plantejats en cada una de les entregues estan d'acord amb el temari de l'assignatura, el sistema d'autoavaluació fa que es sigui més conscient dels errors i per tant es millori l'aprenentatge que una correcció per part del professor, el contingut de la rúbrica és entenedor i facilita la correcció de l'exercici, el sistema d'avaluació de les entregues és equitatiu i adequat, el sistema d'entrega de l'exercici via ATENEA és fàcil i còmode i que amb la realització dels exercicis i la seva posterior correcció s'han consolidat els continguts. Pel què fa al temps i la dificultat els estudiants consideren totalment adequat el nivell de dificultat dels exercicis i el temps de dedicació per cada un d'ells.

Per part del professorat, el principal benefici de la realització de l'activitat s'ha vist en la reducció del temps de dedicació a la correcció sistemàtica i mecànica dels exercicis. Per part de l'alumnat, s'ha realitzat una enquesta online als alumnes sobre els exercicis d'entrega, tan pel què fa al contingut, la metodologia així com el procés d'autoavaluació.

AGRAÏMENTS

Aquest projecte s'ha dut a terme gràcies a l'ajuda per a projectes per a la millora de la qualitat docent a les universitats catalanes (MQD 2009) de l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR).

REFERÈNCIES

- [1] Quadern per treballar les competències genèriques a les assignatures Aprenentatge autònom , Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Politècnica de Catalunya
(<http://ben.upc.es/documents/eees/196/frameset.html>)
- [2] "Autoaprendizaje" Wikipedia <http://es.wikipedia.org/wiki/Autoaprendizaje>