

**JORNADA DE PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA
2007****aCTeX: AUTOAPRENTATGE CIENTÍFICO-TÈCNIC EN
XARXA**

Antoni Guillamon, Albert Ferrer

(en col.laboració amb M. Bruguera, M. Mitjana, F. Panyella, J.J. Rodríguez, C. Serrat)

**Departament de Matemàtica Aplicada I – EPSEB
Universitat Politècnica de Catalunya.
Avda. Dr. Marañón, 44-50, 08028 Barcelona**

antoni.guillamon@upc.edu

Ajut rebut: UPC_2004

Resum

aCTeX és una aplicació *web* que genera dinàmicament llistats de preguntes tipus test, amb la particularitat que admet expressions matemàtiques introduïdes en llenguatge LaTeX a la base de dades. L'aplicació executa la conversió de LaTeX a HTML i ho presenta de manera integrada en qualsevol navegador. *aCTeX* permet a l'usuari (alumne) de fixar certes característiques del test (dificultat, temes). Un cop generada la llista de preguntes, l'alumne pot resoldre-la *on-line* i obtenir resultats i explicacions sobre les seves respostes. També pot imprimir el document per solucionar-lo *off-line*, respondre'l en un altre moment i recuperar de nou les explicacions. En lloc de limitar-se a informar de la veracitat de la resposta, la base de dades d'*aCTeX* està dissenyada per associar a cada resposta errònia un suggeriment a l'estudiant que l'apropi a la resposta correcta. *aCTeX* també facilita estadístiques per al seguiment global de l'alumnat.

Paraules clau

Autoavaluació, autoaprenentatge i LaTeX->HTML

EL PROJECTE**1. Introducció**

El projecte *aCTeX* (acrònim d'"*Autoavaluació Científico-Tècnica En Xarxa*") neix de la voluntat de simplificar algunes tasques d'autoavaluació als nostres estudiants. El resultat final ha transcendit l'àmbit departamental inicial i el programa *aCTeX* ha esdevingut una eina adaptable a qualsevol matèria, tot i que té en compte l'especificitat de les disciplines científico-tècniques i, en especial, el problema de la representació d'expressions matemàtiques.

En el marc comú europeu d'adaptació de les estructures educatives per col·laborar en la construcció de l'Espai Europeu d'Educació Superior, i tenint en compte criteris innovadors pel que fa tant a noves formes d'ensenyament com als canvis que s'estan produint en el procés d'aprenentatge, es va considerar la necessitat de poder disposar d'una aplicació que facilités als estudiants material per a l'aprenentatge no presencial i per a l'autoavaluació, partint d'un programari que havíem desenvolupat anys enrere per a elaborar proves tipus test en LaTeX.

Com hem esmentat més amunt, *aCTeX* genera formularis tipus test. Per potenciar-ne la component d'autoaprenentatge, cada resposta va il·lustrada amb un comentari que en confirmi la validesa i que convidi a una reflexió posterior o, en cas de resposta no correcta, que doni les indicacions necessàries per a l'estudi i obtenció del resultat adequat. En qualsevol cas, l'aplicació ha d'estimular l'aprofundiment en el coneixement de la matèria, proposar noves qüestions i potenciar la consulta bibliogràfica. Al mateix temps, es valora la conveniència que cada test es pugui generar tenint en compte diferents criteris: totes les preguntes sobre un tema concret dels continguts dels curs, preguntes d'una dificultat concreta (baixa, mitjana, alta), o bé completament a l'atzar. En definitiva, que l'alumne pugui configurar el test segons les seves necessitats.

Pel que fa a l'aspecte d'autoavaluació, a banda de la informació immediata que rep l'estudiant en acabar de respondre el test, es considera rellevant la possibilitat de permetre que el professor conegui la interacció dels estudiants amb el programa de forma que pugui fer un seguiment del seu ús, controlar les errades més freqüents i, en definitiva, detectar els aspectes millorables.

Insistent encara en els aspectes tant d'aprenentatge no presencial com d'autoavaluació, hem cregut que el més adequat és treballar amb una aplicació en xarxa mitjançant l'ús d'Internet. D'aquesta manera es pot facilitar l'accés a informació relacionada amb el temari, la seva adaptació i manteniment i la gestió d'usuaris. D'altra banda, el programari s'adapta a totes les assignatures per a les quals es pugui disposar d'una base de dades de preguntes tipus test, tot i que, com hem esmentat més amunt, vol tenir en compte l'especificitat de les disciplines científico-tècniques i, en particular, el problema de la representació d'expressions matemàtiques. La visualització correcta de fórmules i expressions matemàtiques en pàgines HTML és un problema important; el programari *aCTeX* integra adequadament, amb un conversor elaborat *ad hoc*, el processament en llenguatge LaTeX, l'estàndard en la generació de documents científico-tècnics, dins la tecnologia de preguntes test en pàgines web generades dinàmicament.

2. Descripció i resultats

El programa està concebut per ser una eina *on-line* que pugui ser utilitzada des de qualsevol ordinador que tingui accés a Internet. S'ha aplicat en algunes sessions explicatives a l'aula informàtica, però es fonamenta en l'ús

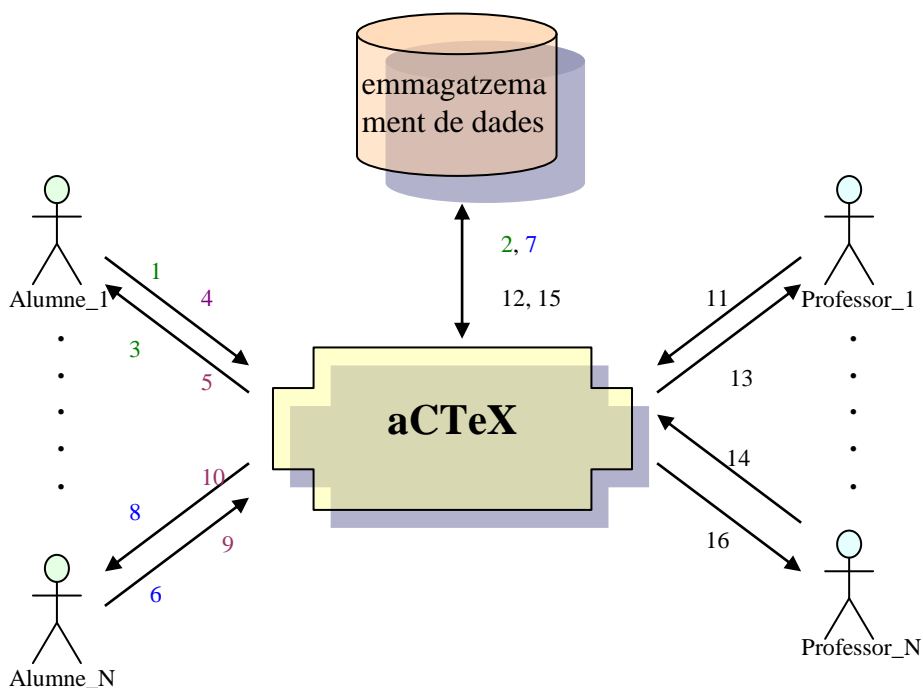
individual/no presencial per part de l'estudiant. A continuació, descrivim el seu funcionament i característiques principals.

Un cop inicialitzat el navegador, cal inserir l'adreça on es troba disponible el programa (vegeu les referències al final del document) i llavors es troba la pantalla de benvinguda d'aCTeX. Prement sobre el símbol del programa, apareix la finestra de control d'usuari que dona accés al programa.

S'han creat diferents tipus d'usuari per treballar amb la base de dades, segons la utilització que hagi de fer del programa:

- Usuari alumne per a realitzar consultes a la base de dades. Aquest és un usuari que només té drets de lectura de la base de dades i permet tenir un major control de seguretat.
- Usuari professor per a realitzar consultes i modificacions a part de la base de dades.
- Usuari coordinador per a realitzar consultes i modificacions a la base de dades. Aquest usuari té drets de lectura, escriptura i modificació sobre la base de dades.
- Usuari administrador, que pot realitzar qualsevol tasca.

Un cop el sistema identifica l'usuari registrat, apareix el menú principal corresponent, a partir del qual es poden escollir les diferents funcions del programa, que es resumeixen en el següent esquema, junt amb les possibilitats de cada usuari:



- | | |
|--------------------|-----------------------------|
| 1. Generar Test | 9. Solucionar Test |
| 2. Obtenir Dades | 10. Test Solucionat |
| 3. Test Generat | 11. Consultar Estadístiques |
| 4. Solucionar Test | 12. Obtenir Dades |
| 5. Test Solucionat | 13. Estadístiques d'Ús |

- | | |
|-------------------|--------------------------------------|
| 6. Recuperar Test | 14. Modificar Dades del Temari |
| 7. Obtenir Dades | 15. Realitzar Modificacions |
| 8. Test Recuperat | 16. Notificació de les Modificacions |

Figura 1. Funcions del programa

Per fer-nos una idea més propera de les capacitats del programa, detallem com funciona les tasques més importants:

Generació d'un test

El professor pot generar tests igual que l'alumne, però té la possibilitat de definir més característiques (vegeu Figura 2):

- El número de parcial que apareixerà en la capçalera del test.
- El nombre de permutacions del mateix test.
- El nombre de preguntes que compondran el test.
- Mostrar o no les respostes, és a dir, generar el test amb les respostes correctes assenyalades prèviament.
- Escollir preguntes del test. En aquest cas el programa mostrarà un llistat de les preguntes disponibles per tal de generar un test amb les preguntes que el professor desitgi utilitzar. Per defecte, les preguntes s'escullen aleatòriament sense la intervenció de l'usuari.

The screenshot shows a web-based form titled "Generació d'un Test". At the top left is an icon of a pencil and eraser. The form contains several input fields and dropdown menus. The top row includes "# Parcial" (0), "# Preguntes" (10), and "Data" (1 / 3 / 2006). The second row includes "# Permutacions" (1) and "Mostrar Respostes" (No). Below this is a section for "Assignatura" with a dropdown menu showing "Ampliació de Calcul". To the right is "Nivell Dificultat" with radio buttons for "Fàcil", "Mig", "Dificil", and "Aleatori" (which is selected). Below that is "Tema" with a list box containing items like "* Ampliació d'Integració", "* Superfícies Diferenciables", "* Equacions diferencials" (highlighted), "* Variable complexa i Fourier", "* Algorismes de camí més curt", and "* (Tots els temes)". To the right of the list box is "Escollir preguntes del test?" with radio buttons for "Sí" and "No" (which is selected). A "Generar" button is located at the bottom right of the form.

Figura 2. Menú de generació d'un test

Una mostra parcial, per qüestions d'espai, del resultat de la generació del test es pot veure en la Figura 3:

- Donada S una superfície regular de R^3 parametritzada per Φ , i el punt $P = \Phi(u_0, v_0)$ de S , si l'angle que formen les corbes coordenades en aquest punt és $\alpha = \frac{\pi}{3}$, la relació entre els coeficients E, F, G de la IFQF en P és
- ✗ A) $F - EG = 0$.
 - B) $EG - F^2 = 0$.
 - C) $EG - 4F^2 = 0$.


Fals. Utilitza la fórmula de $\cos \alpha$ emprant els vectors $(u'_1, v'_1) = (1, 0)$ i $(u'_2, v'_2) = (0, 1)$.

4. Quina de les tres respostes següents és certa?
- ✓ A) La curvatura (en els punts regulars) de tots els meridians d'una esfera és igual a la seva curvatura normal.
 - B) Tota corba sobre una esfera té curvatura geodèsica nul·la en tots els seus punts regulars.
 - C) La curvatura normal a tots els punts regulars d'una esfera de radi R és R .


Figura 3. Fragment d'un test respost. A la pregunta no. 4 (no encertada!) s'aprecia el missatge que apareix quan es falla una resposta.

Modificació de la base de dades

L'usuari professor o coordinador pot afegir i/o modificar temes i preguntes a la base de dades (vegeu Figura 4). L'opció d'eliminar aquest contingut és exclusiva del coordinador de l'assignatura.



Modificació d'una Pregunta



Assignatura :

Tema :

Codi Pregunta :

Enunciat :

Resum :

Dificultat : 0 1 2

Resposta A :

Resposta B :

Figura 4. Menú de modificació d'una pregunta

En el cas que un professor vulgui modificar alguna dada del temari d'una assignatura, aquest interactua amb l'aplicació per informar de les modificacions a realitzar. aCTeX accedeix a la base de dades per a realitzar les modificacions sol·licitades i notifica al professor l'èxit o fracàs d'aquesta operació.

El programa reconeix les sentències del llenguatge LaTeX, per la qual cosa l'usuari, tant per afegir com per modificar preguntes de test, ha d'omplir els camps de text utilitzant aquest llenguatge en els casos que sigui necessari. En el supòsit que el contingut d'un camp de text no inclogui expressions matemàtiques, l'usuari pot complimentar el camp com si es tractés d'un camp de text estàndard.

Un cop omplerts tots els camps, cal prémer el botó 'Afegir' per tal que el programa realitzi la compilació de la pregunta i mostri el resultat a l'usuari per tal que aquest verifiqui la correcció de les dades i, si és el cas, confirmi la inserció de la nova pregunta a la base de dades. Si l'usuari ha inserit alguna sentència incorrecta, el programa indicarà de l'error i l'usuari podrà corregir-lo. Un cop efectuada la inserció, el programa mostrarà novament la pantalla de gestió de preguntes la qual contindrà la nova pregunta.

Com que el nombre de preguntes que conté la base de dades és força elevat, el llistat de preguntes (vegeu Figura 5) ofereix les dades més significatives de cada pregunta. Segons les necessitats de l'usuari, el llistat de preguntes disponibles pot oferir informació massa limitada. En el cas que es desitgi conèixer en detall el contingut de qualsevol pregunta del llistat de preguntes disponibles només cal que pressioni sobre la imatge de l'ull que es troba a la zona esquerra de cada pregunta, el programa mostrarà en pantalla el contingut de la pregunta seleccionada.



Figura 5. Menú de gestió de preguntes

Estadístiques

Un professor pot conèixer les estadístiques d'ús de l'aplicació per part dels alumnes basant-se en les possibilitats reflectides a l'esquema següent:

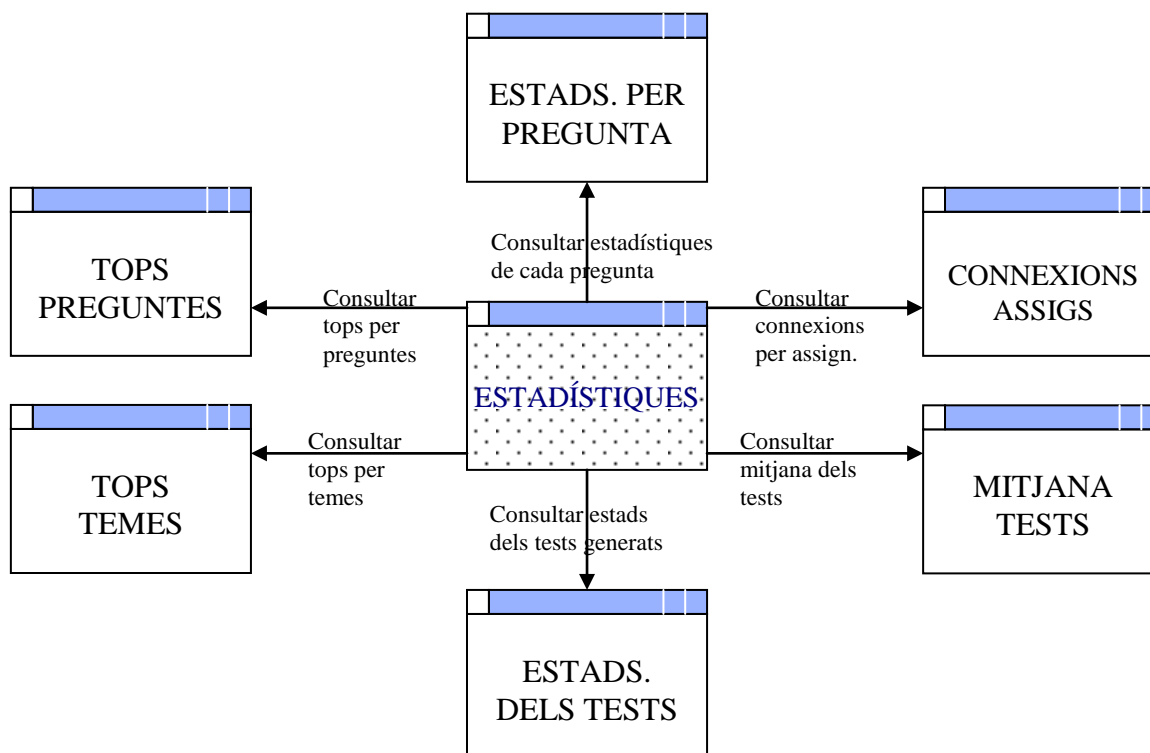


Fig. 6. Estadístiques d'ús

Els paràmetres que pot configurar el coordinador segons les necessitats específiques del curs i l'assignatura gestionada són:

- Nombre de preguntes que contindrà el test generat per l'alumne: El valor d'aquest camp de text indica el nombre de preguntes que contindran els tests generats pels alumnes a partir del moment de modificació.
- Període de temps en què els tests s'emmagatzemaran a la base de dades: El programa esborra automàticament els tests que han estat generats un nombre determinat de dies abans.
- Interval de temps en el qual el programa realitzarà una còpia de seguretat de la base de dades. És imprescindible comptar amb còpies de seguretat del contingut de la base de dades per afrontar possibles pèrdues d'informació. Si el coordinador desitja realitzar una còpia de seguretat en un moment concret pot utilitzar l'opció 'Fer una còpia ara!'.

La tasca d'afegir nous coordinadors en el sistema serà exclusiva de l'administrador, mentre que s'ha considerat alliberar a l'administrador de conèixer la informació de les assignatures a afegir en la base de dades. Conseqüentment, l'administrador afegirà nous coordinadors en el sistema i seran aquests coordinadors els encarregats de donar d'alta les seves assignatures i tota la informació corresponent d'aquestes.

L'administrador del sistema és també la persona encarregada del correcte funcionament de l'aplicació i de revisar periòdicament les qüestions de seguretat i integritat del sistema. Les seves funcions són:

- Afegir coordinadors a la base de dades.
- Eliminar assignatures de la base de dades.
- Obtenir estadístiques de les connexions dels usuaris.
- Rebre els correus electrònics enviats pels usuaris sobre incidències del sistema.
- Implantació/desinstal·lació del sistema.
- Còpies de seguretat de la base de dades.
- Controlar la integritat de les dades.

En el cas d'eliminar una assignatura, al ser aquesta una operació irreversible que comporta l'eliminació dels temes i les preguntes corresponents a l'assignatura, s'ha decidit que aquesta tasca sigui exclusiva de l'administrador del sistema.

3. Conclusions

Creiem que una de les principals virtuts d'*aCTeX* és que es faciliti explicacions a les respostes i es donguin estadístiques. Aquests trets comporten una sèrie d'avantatges didàctics ja que al construir la base de dades, les explicacions forcen més claredat en els objectius de les preguntes, permetent emfasitzar més en la detecció d'errades conceptuals i no pas en errors de "concentració". També permet l'adaptació de les preguntes a les carències més comunes dels estudiants (*feedback*). Finalment, les estadístiques faciliten un ajustament dinàmic del nivell de dificultat.

Els alumnes també troben una motivació addicional per usar *aCTeX* ja que es presenta en el mateix format que part de l'avaluació. Altres avantatges són que el control absolut del programari permet simplificar la incorporació al campus docent ATENEA. D'altra banda, la preparació de la base de dades suposa un esforç no obviat per als professors/coordinadors, tot i que el manteniment és elemental i poc costós.

aCTeX és d'utilitat en múltiples aspectes. Tot seguit presentem un sumari de les avantatges que considerem més significatives d'aquest programari:

Espai europeu d'educació superior: L'adopció del crèdit europeu (ECTS) com a unitat de mesura de la feina feta per l'estudiant crea la necessitat de

desenvolupar eines que facilitin aquesta feina i l'articulin al voltant d'uns continguts, a l'hora que permetin al professor fer-ne un seguiment.

Autoaprenentatge: El procés d'aprenentatge sovint comença pel plantejament de preguntes sobre un cert tema. L'aprenentatge consisteix a buscar la resposta. Seguint aquesta idea, s'ha desenvolupat una aplicació que facilita aquest procés proporcionant les preguntes i guiant el camí per buscar la resposta adequada. En aquest sentit, l'aplicació ha d'actuar com a incentiu per consultar bibliografia i resoldre exercicis.

Autoavaluació: Disposar d'un sistema d'autoavaluació permet a l'estudiant comprovar l'estat del seu procés d'aprenentatge.

Manteniment: L'aplicació permet el manteniment de la base de dades de preguntes, la qual cosa permet garantir l'actualitat del sistema.

Semipresencialitat: L'aplicació es fa servir via Internet i, per tant, des de qualsevol lloc i a qualsevol hora. Aquesta característica ha de col·laborar a desenvolupar la vessant no presencial de les assignatures.

Transferibilitat: El programa s'adapta a qualsevol tipus d'assignatura sense restricció de formats o continguts.

Matemàtiques a la xarxa: L'aplicació utilitza el processador de textos LaTeX per escriure expressions matemàtiques, la qual cosa l'allibera de les limitacions i inconvenients que suposa haver d'utilitzar imatges per escriure llenguatge matemàtic a una web.

Seguiment: Un aspecte de l'aplicació d'utilitat per al professor és la possibilitat de fer estadístiques sobre l'ús que es fa en una assignatura. Això ha de permetre detectar dificultats i, per tant, afinar més en les preguntes i els comentaris o modificar la incidència en certs conceptes en les classes presencials.

Generador d'exàmens: L'aplicació permet generar exàmens tipus test amb preguntes de la base de dades i amb diferents permutacions en l'ordre de les preguntes i les respostes. L'automatització d'aquest procés és una garantia de la seva imparcialitat.

Finalment, voldríem comentar que un futur proper, ens proposem que aCTeX es converteixi en un repositori de referència per a preguntes test, obert i compartit, així com poder-lo aplicar massivament per obtenir conclusions quantitatives de la seva utilitat.

4. Referències

Es pot accedir a l'aplicació *aCTeX* a través de <http://apocalipsis9.upc.es/aCTeX/index.htm>. Demaneu la clau d'accés enviant un correu-e a antoni.guillamon@upc.edu.

5. Agraïments

Volem agrair a Omer Giménez, professor del Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics de la UPC, la seva ajuda i assessorament en la consolidació d'*aCTeX*. Així mateix, cal agrair la dedicació al projecte, en diferents fases, dels becaris Ricard Pérez i Damià Ferrer.