

# L'ACME COM A EINA EN L'AVALUACIÓ CONTINUADA EN LES ASSIGNATURES DE FÍSICA I QUÍMICA DE PRIMER CURS DE LA LLICENCIATURA DE CIÈNCIES AMBIENTALS A LA UNIVERSITAT DE GIRONA (UdG)

Autors: E. Anticó, T. Serra, J. Colomer, M.A. Martínez, J. Duran, J. Poch, F. Prados

Paraules claus: eina informàtica, autoavaluació, avaluació continuada

Resum:

L'ACME (Avaluació Continuada i Millora de l'Ensenyament) és una eina informàtica que proporciona a l'estudiant una via per practicar problemes típics, en aquest cas per a les assignatures de Química i Física de primer curs de Ciències Ambientals. L'estudiant pot aconseguir a l'hora un important percentatge de la nota final de l'assignatura si resol correctament tots els problemes. Aquesta eina també permet a l'estudiant autoavaluar-se a mida que es van treballant els diferents temes del curs, fet que facilita un seguiment continuat de l'assignatura. L'ACME també aconsegueix un increment substancial d'interacció entre el professor i l'alumne.

Objectius:

Els objectius que es perseguien en les dues assignatures, la de Química i la de Física, eren principalment augmentar la pràctica en la realització de problemes per part de l'estudiant, i que a l'hora, aquesta pràctica fos paulatina i continuada en el curs i no eventual i massiva al final de curs com era habitual fins al moment. També es cercava més implicació i interès a entendre els conceptes que s'anaven presentant durant tot el curs i no només un interès final enfocat a l'examen tradicional a final del quadrimestre.

Descripció:

Estem immersos en el procés de convergència dels diversos sistemes educatius vigents a Europa, és a dir en la creació d'un espai europeu d'educació superior. Això té diverses implicacions, com ara la definició d'una estructura de dos cicles pels ensenyaments, i també l'adopció del sistema de crèdits ECTS (European Credit Transfer System). Aquest model de crèdits ECTS implica un sèrie de canvis: d'entrada ara el protagonista és l'estudiant i, el que és més important, hem de definir què volem que aprenguin els estudiants i com podem garantir que ho aprendran. Per això, en el disseny de les assignatures segons aquest model parlem de competències que s'han d'assolir, d'activitats per tal d'assolir les competències i d'avaluació continuada per garantir l'aprenentatge. Dit en altres paraules, l'avaluació continuada realitzada a través d'una sèrie d'activitats d'avaluació o avaluable, ha de substituir el sistema d'avaluació tradicional mitjançant un examen a final de curs o de semestre.

La qüestió és com es realitza aquesta avaluació continuada i de quines eines disposem. Evidentment això depèn molt de la tipologia de les assignatures: per exemple, no és el mateix una assignatura descriptiva com ara Biologia Animal o Geologia, on es pot pensar en la realització de treballs en grup com a activitats d'avaluació, que assignatures com Física o Canvi i Equilibri Químic on s'ensenyen uns principis o lleis que

s'apliquen en la resolució de problemes. Per tant el model d'avaluació continuada en aquestes dues darreres s'ha de basar justament en avaluar la capacitat de resoldre els diferents problemes proposats ja sigui en grups de treball com de forma individual.

El Departament d'Informàtica i Matemàtica Aplicada de la Universitat de Girona va desenvolupar una plataforma d'e-learning anomenada ACME (Avaluació Continuada i Millora de l'Ensenyament) amb l'objectiu d'implementar de manera real i via internet un sistema d'avaluació continuada i un sistema d'ajuda a la resolució de problemes que serveixi per estimular els alumnes. A més permet oferir als alumnes un sistema d'ajuda en la resolució dels problemes i fer el seguiment dels alumnes que fan ús del sistema.

El projecte ACME consta de diferents mòduls a partir dels quals es configuren el que s'anomena Sistema d'Avaluació Continuada i el Sistema d'Ajuda a la Resolució de Problemes. Els principals mòduls que conformen l'ACME són:

- **El quadern de problemes.** Sistema d'emmagatzematge i classificació de problemes. Disposa de sistemes de cerca i selecció dels problemes que s'han classificat prèviament per temes per incorporar-los a una assignatura. Cada problema pot constar de diversos enunciats alternatius, un conjunt de paràmetres, un codi de resolució i la informació necessària per a la seva classificació, com ara el títol del problema, les paraules clau i també el nivell de dificultat.
- **El generador de dossiers personalitzats.** El dossier de problemes és un conjunt de problemes classificats per temes. Seleccionat un conjunt de problemes del quadern, el generador de dossiers personalitzats construeix els problemes que s'aniran incorporant al dossier de l'alumne. Per sorteig escull un dels enunciats i un conjunt de valors dels paràmetres per construir l'enunciat del problema que passarà a formar part del dossier de l'alumne.
- **El mòdul de correcció automàtica.** Aquest mòdul recull la solució enviada per l'estudiant a un problema concret i el codi de correcció, i fent ús del software pertinent verifica si la solució és correcta o no. Les respostes es classifiquen en *correctes*, *sintàcticament incorrectes* (si no es poden interpretar) o *incorrectes* (si són sintàcticament correctes però no són la solució del problema).
- **Les vies de comunicació.** El sistema disposa de tres vies de comunicació: correu electrònic, "incidències" i fòrums. El correu electrònic funciona en els dos sentits, del professor o tutor a l'alumne i de l'alumne al professor o tutor. Les incidències dels problemes les anuncia únicament el professor. Aquestes incidències poden ser ajudes o bé aclariments del problema. Addicionalment, durant aquest curs (2005-2006) s'ha afegit l'agenda de l'estudiant. En aquesta agenda hi figuren totes les dates d'obertura i tancament dels problemes d'ACME de cada assignatura. És una manera més còmoda i ràpida per a què l'estudiant pugui recordar les dates límit d'entrega dels avaluables d'ACME.

El sistema d'avaluació continuada consisteix en una col·lecció personalitzada de problemes per a cada un dels alumnes donats d'alta, generada de forma automàtica a partir d'una selecció de problemes del quadern feta pel professor. L'alumne pot accedir al sistema mitjançant la Meva UdG que és el portal d'internet que ofereix la UdG a

l'estudiant i és on hi ha detallada tota la informació de totes les assignatures que cursa l'alumne.

### **Aplicació a l'assignatura de canvi i equilibri químic (1er CCAA)**

L'avaluació continuada a l'assignatura de Canvi i Equilibri Químic s'ha platejat de la següent manera: Es considera que per fer un seguiment de l'aprenentatge dels estudiants, aquests han de realitzar durant les hores de classe unes activitats (resolució de problemes) avaluable i que constitueixen un 25% de la nota de l'assignatura. Aquests problemes són similars als que el professor ha resolt durant les hores de classe presencials amb professor i poden consultar els apunts de classe per solucionar-los. D'altra banda s'ha creat a través de la plataforma ACME un quadern de problemes corresponent a la temàtica Química, al qual hi ha emmagatzemats actualment 115 problemes, a partir dels quals es crea un dossier personalitzat per cada alumne. Els estudiants han d'anar resolent durant tot el curs els problemes que corresponen al seu dossier, però en temps marcats pel professor segons el progrés paral·lel dels conceptes teòrics introduïts en les classes presencials. Els problemes, una vegada corregits i avaluats, constitueixen un 25% de la nota de l'assignatura. Globalment, la nota final de l'estudiant es completa en un 10% amb la nota corresponent a l'avaluació de les pràctiques de laboratori i el 40% restant, amb una prova d'examen final.

La utilització de la plataforma ACME en aquesta assignatura ha suposat un repte important, ja que es pretén augmentar l'estímul de l'estudiant de Ciències Ambientals cap a una assignatura bàsica de continguts fonamentals.

A nivell organitzatiu, calia en primer lloc crear el quadern de problemes, escollint exercicis d'un determinada tipologia. Es va pensar en problemes senzills, la resposta dels quals fos numèrica, és a dir que la resposta que haurien d'introduir els estudiants seria un número, tot i que l'ACME permet introduir molts altres tipus de problemes. Alguns problemes consten de diferents apartats, amb la qual cosa s'ha d'introduir una resposta per cada apartat. Seguidament cal escollir per cada problema uns paràmetres que puguin variar i a més cal donar un interval de variació del paràmetre de tal manera que en el sorteig es generi un enunciat diferent per cada alumne. Un exemple podria ser (figura 1):

ACME - Microsoft Internet Explorer

ACME > Fitxa

### Fitxa d'informació

<b>Títol:</b>	Càlcul estequiomètrics
<b>Explicació:</b>	Càlcul estequiomètrics per una determinada reacció química
<b>Tipus de problema:</b>	Problema d'avaluació continuada
<b>Temàtica:</b>	Química
<b>Categories:</b>	Estequiometria
<b>Àmbits:</b>	Fonaments Químics -> Fàcil
<b>Núm. enunciats:</b>	1
<b>Núm. paràmetres:</b>	20
<b>Idioma:</b>	Català

**Enunciat d'exemple:**

**Redacció 1:**

Les reaccions principals que es produeixen en l'obtenció del ferro en una indústria siderúrgia són:

$$O_2 + 2C \rightarrow 2CO$$

$$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$$

Calculeu les tones d'oxigen que caldrà introduir diàriament en el forn si s'obtenen **P1** tones de ferro (55.85) i se sap que s'utilitza el 50% de l'oxigen (32) que s'introdueix.

**Nota:** Cal entrar els resultats amb 2 decimals. Exemple: 1.23

**Paràmetres:**

Paràmetre 1:

10 # 11 # 11 # 12 # 12 # 13 # 13 # 14 # 14 # 15 # 15 # 16 # 16 # 17 # 17 # 18 # 18 #

**Fitxer:** [Veure el fitxer del problema](#)

Els problemes estan perfectament identificats i es classifiquen en categories. El dossier personalitzat es crea a partir de seleccionar uns problemes de les diferents categories i assignar-los a cadascun dels temes prèviament creats. Els temes s'estructuren segons el contingut de l'assignatura i són:

Tema 0. Càlculs estequiomètrics i de concentracions

Tema 1. Termodinàmica química

Tema 2. Equilibri químic

Tema 3. Equilibris àcid-base

Tema 4. Equilibris de solubilitat i formació de complexos

Tema 5. Equilibris redox

Els sorteigs es fan per temes que contenen uns 3 o 4 problemes, i es deixa un període de dues setmanes aproximadament per tal que l'estudiant els resolgui.

El problema mostrat anteriorment correspon al Tema 0. En aquest tema 0 es poden trobar diferents exemples introduïts amb l'objectiu de practicar els càlculs segons les relacions estequiomètriques de les reaccions químiques i també les diferents maneres d'expressar les concentracions de les substàncies. En aquest cas hi ha únicament un paràmetre variable P1, que pot prendre els valors indicats a la darrera línia.

És important pensar en un redactat que no sigui confús, i si hi surten constants, o com a l'exemple anterior, cal utilitzar pesos atòmics o pesos moleculars, llavors és aconsellable incloure el seu valor en el text, així l'alumne no pot dubtar sobre si ha de prendre més o menys xifres decimals per exemple.

Altres exemples de problemes serien el càlcul d'entalpies de reacció a partir de les entalpies de formació, el càlcul de la constant d'equilibri a partir de l'energia lliure de Gibbs estàndard i la temperatura, el càlcul del pH per una solució d'àcid fort o àcid dèbil, càlcul del pH d'una solució amortidora o el càlcul del pH en una valoració àcid base. També hi ha exemples que fan referència a càlculs de solubilitat de sòlids poc solubles o de concentracions de metall lliure quan es forma un complex. En tots els casos cal escollir amb cura quin són els paràmetres que es volen variar i l'interval de valors que poden prendre de tal manera que no s'arribi a una equació que no es pot solucionar, per exemple. Aquesta és una feina important, que realitza el professor que està utilitzant l'ACME com a eina d'avaluació continuada o com a sistema d'autoavaluació. Després ve la feina de programació, que la pot realitzar el mateix professor o una altra persona amb els coneixements necessaris. I finalment abans del sorteig que donarà lloc al dossier personalitzat, cal testejar els problemes per assegurar que no hi ha cap error.

En l'avaluació es tenen en compte els problemes resolts de forma correcta i també els intents que l'estudiant ha fet abans no ha arribat a la resposta correcta. Es va comprovar, tant en aquesta assignatura com en d'altres, que funciona millor crear temes amb pocs problemes i espaiats temporalment una o dues setmanes, que no temes amb molts problemes (més de deu), que es poden resoldre en períodes de temps més llargs. El motiu és simplement que els estudiants esperen generalment el darrer dia per entrar les solucions de tal manera que no s'aconsegueix un treball més continuat, que és justament al que es pretén. Com s'ha dit al començament, la nota de l'ACME representa un 25% de la nota final de l'assignatura.

Durant el primer any que es va utilitzar l'ACME vàrem poder observar diferents fets:

- 1) Inicialment, la resposta dels alumnes va ser d'un cert rebuig, per diferents motius: era un sistema nou al qual no estaven acostumats; el fet que sortís el missatge d'INCORRECTE una i altra vegada, els donava un cert desànim.
- 2) Com que els problemes fets a través de la plataforma ACME eren una part important de la nota de l'assignatura, els alumnes acudien al professor quan tenien dubtes en algun exercici (cosa que abans succeïa molt menys freqüentment).
- 3) D'altra banda, donat que els alumnes poden llegir l'enunciat totes les vegades que volen i poden imprimir-lo per resoldre el problema en un altre moment, es va detectar el cas d'alumnes que buscaven ajuda fora de l'entorn de la universitat per resoldre els problemes (la qual cosa no és negativa) o fins i tot que no resolien ells mateixos els problemes (la qual cosa sí és negativa).

Tot això ens referma en la idea que l'ACME ha de representar un percentatge important de la nota final, però no pot ser el sistema d'avaluació únic, almenys tal i com s'ha plantejat aquesta assignatura.

Dues últimes reflexions. Primer, pensant en termes de competències que ha d'assolir l'alumne que cursa aquesta assignatura, creiem que l'ACME és una bona eina tant per ajudar a assolir-les com per avaluar en quin grau les han assolides.

Segon, pels que fa a resultats, no només de l'ACME sinó del canvi en el sistema d'avaluació que ha suposat el fet que s'implantés un pla pilot en la Llicenciatura de Ciències Ambientals a la Universitat de Girona durant el curs 2004/2005: si avaluem els resultats més a curt termini, estudiant les estadístiques de nombre d'alumnes que han

aprovat, s'obtenen les següents dades: des del curs 2001-2002 el nombre d'aprovat en l'assignatura s'ha mantingut al voltant del 50%; el curs 2003-2004 (abans d'implementar-se l'avaluació continuada) es va donar un màxim, amb un nombre d'aprovat del 65%, per a continuació tornar a disminuir fins a un 57%. Pel que fa a la qualitat, tampoc s'observa una variació significativa, en contraposició al que es comentarà més endavant a l'assignatura de Física. Aquestes dades les considerem positives en el sentit que es manté un nivell tant pel que fa a qualitat com quantitat. Pesem que els resultats es podran avaluar amb més fonament quan portem una experiència de més anys aplicant aquest sistema.

### **Aplicació a l'assignatura de Física (1er CCAA)**

En l'assignatura de física es va oferir un sistema d'avaluació continuada opcional com a eina per facilitar la comprensió i augmentar l'èxit (tant per cent d'aprovat) de l'assignatura. Es va utilitzar l'ACME com a eina per l'autoaprenentatge i també com a avaluable amb un pes considerable (50%) en el total de l'assignatura. Les pràctiques de laboratori es van quedar amb un 10% del total, i finalment l'examen tenia un pes d'un 40% (amb una nota de tall de 4 sobre 10, necessària per amitjar amb la resta d'avaluables). Es va generar el primer conjunt de 50 problemes de física que es van introduir al sistema ACME. En primer lloc, es va haver de pensar en la tipologia dels problemes que s'havien de resoldre i quina estructura havien de seguir. Igualment com en l'assignatura de Química, els problemes eren amb solució numèrica amb un o més apartats. Dels 50 problemes se'n van triar 30 que es van classificar seguint els temes de l'assignatura de Física de primer curs de Ciències Ambientals. Els temes van ser els següents:

Tema 0: Cinemàtica

Tema 1: Dinàmica

Tema 2: Treball, potència i energia

Tema 3: Fluids I

Tema 4: Fluids II

Tema 5: Termodinàmica

Tema 6: Oscil·lacions i ones

La informació continguda en cada problema es pot veure en el següent exemple (figura 2):



http://www.udg.edu

ACME > Fitxa

# Sistema d'Avaluació Continuada

Departament d'Informàtica i Matemàtica Aplicada



## Fitxa d'informació

<b>Títol:</b>	Forces fictícies2
<b>Explicació:</b>	
<b>Tipus de problema:</b>	Problema d'avaluació continuada
<b>Temàtica:</b>	Física
<b>Categories:</b>	Força de Coriolis, Vent geostrofic
<b>Àmbits:</b>	Física Nivell 2 -> Normal
<b>Núm. enunciats:</b>	1
<b>Núm. paràmetres:</b>	225
<b>Idioma:</b>	Català
<b>Enunciat d'exemple:</b>	
<b>Redacció 1:</b>	
Des d'un vaixell situat a <b>P1</b> de latitud es realitza una lectura del vent de <b>P2</b> . Si les isòbares estan dibuixades en un mapa cada 0.4 kPa, quina distància estan separades aquestes isòbares en el punt de mesura? Considerar la densitat de l'aire igual a $1.21 \text{ kg m}^{-3}$ .	
<b>Paràmetres:</b>	
<u>Paràmetre 1:</u>	
10.0 # 13.0 # 16.0 # 19.0 # 22.0 # 25.0 # 28.0 # 31.0 # 34.0 # 37.0 # 40.0 #	
<u>Paràmetre 2:</u>	
1.00 # 1.60 # 2.20 # 2.80 # 3.40 # 4.00 # 4.60 # 5.20 # 5.80 # 6.40 # 7.00 #	
<b>Fitxer:</b>	<a href="#">Veure el fitxer del problema</a>

[Modificar](#)

[Testejar Enunciat](#)

[Imprimir](#)

[Tancar](#)

Mantingut per: [projei@ima.udg.es](mailto:projei@ima.udg.es)

En concret, en aquest problema hi ha dos paràmetres P1 i P2 i fa referència a un problema del tema 1, on es treballa la força de Coriolis.

Hi havia des de temes en els que solament hi havia un problema (com en el tema 2) fins a temes en els que hi havia 5 problemes (com en el tema 1 o en el 6). Els temes es facilitaven als estudiants de forma pausada seguint el ritme del curs. L'aparició de nous problemes a resoldre es comunicava a classe i també mitjançant un avís al portal la Meva UdG. En el cas de Física els terminis dels avaluable ACME no eren estrictament rígids, fet que en alguns casos va ser una avantatge i en d'altres una desavantatge. Igualment, com que es considerava com una eina d'autoaprenentatge, va semblar oportú no tenir en compte el nombre d'intents en la resolució de problemes, de manera que qualsevol problema resolt comptava igual independentment dels intents efectuats.

En els últims tres cursos, en l'assignatura de física, s'havia detectat una disminució del percentatge d'aprovat, passant del ~71% al ~46% des del curs 2001-02 al curs 2003-04, respectivament. En el curs 2004-05 s'ha millorat lleugerament el percentatge d'aprovat arribant a un ~57%. També s'ha millorat la qualitat (la nota final mitjana) dels estudiants aprovats, passant d'una nota mitjana de 1.18 al curs 2003-04 a una nota mitjana de 1.91 al curs 2004-05. Pensem que aquests percentatges es poden millorar molt més en funció del nombre d'estudiants que realitzin l'avaluació continuada.

Finalment dir que, a nivell global, és a dir sense particularitzar en cap assignatura en concret, la valoració que fan els estudiants de l'ACME és diversa. En general, tots coincideixen que és fàcil aprendre a utilitzar l'ACME, encara que alguns creuen que no és molt agradable. Més de la meitat dels alumnes creu que l'ACME els ajuda a aprendre. En el cas de l'assignatura de física, la major part dels estudiants enquestats creu que la feina està suficientment ben valorada. Finalment, la major part dels estudiants reconeix haver resolt els problemes en grups o sols.

Conclusions: L'ACME ens ha proporcionat una via per avaluar de forma continuada als estudiants i implicar-los a treballar en la resolució de problemes de forma guiada. També ens ha permès detectar si hi ha més dificultats en entendre alguns conceptes i així poder incidir més en aquests punts. També coneixem si les dificultats són generals o bé de caràcter individual. Un altre factor que ha variat considerablement comparant amb l'avaluació tradicional és la interacció entre els alumnes i el professor. En el cas de física, tot i que el tant per cent d'aprovat no ha augmentat de forma substancial, sí que ha augmentat la qualitat, és a dir que la nota final mitjana de l'assignatura entre els aprovats s'ha incrementat en un ~ 80%.

#### Bibliografia:

Boada, I., J. Soler, F. Prados y J. Poch. Entorno virtual de ayuda a la docencia de un curso de programación básica. 3r Congrés Internacional 'Docència Universitaria i Innovació'. 2004.

Barrabés, E., J. Poch, F. Prados, J. Soler, D. Juher i J. Ripoll. Un sistema de evaluación continuada usando la plataforma virtual acme. Congrés XII JAEM Jornadas de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas. 2005.