

# EXPERT: UN RECURS INFORMÀTIC PER A LA INNOVACIÓ DIDÀCTICA A L'ETAPA ESO

Característiques del programa i valoració crítica de  
les experimentacions realitzades.

Pere Marquès Graells

Departament de Pedagogia Aplicada  
Universitat Autònoma de Barcelona

## RESUM

EXPERT és un entorn informàtic de resolució de problemes, obert, multitemàtic i programable, dotat d'un sistema tutorial d'ajuda a l'alumne. El seu objectiu és facilitar l'aprenentatge d'una metodologia general de resolució de problemes.

EXPERT, adreçat a estudiants que tenen entre 12 i 16 anys, constitueix un recurs per a la innovació educativa de provada eficàcia didàctica: proposa problemes als estudiants, els proporciona eines per resoldre'ls i, si cal, els assessora al llarg del procés que segueixen per trobar la solució.

Aquest treball presenta les característiques del programa EXPERT i analitza els resultats de les investigacions realitzades a partir de la seva aplicació a la realitat escolar.

## ABSTRACT

EXPERT is a problem solving environment, open, multithematic and programming with a tutorial system help for the student. Your objective is to provide the apprenticeship of the general methodology to resolve problems.

EXPERT, oriented to learners between 12 and 16 years, is a resource for the educational innovation with proved didactical efficacy: propose problems to students, provide tools to enable your resolution and, if necessary, advise the pupil over the process that make in your work.

This work present the features of the program EXPERT and analyse the results of the research about your projection to scholar reality.

## Presentació

EXPERT és un entorn de resolució de problemes, obert, multitemàtic i programable, dotat d'un sistema tutorial d'ajuda a l'alumne. Proposa pro-

blesmes, proporciona instruments per facilitar-ne la resolució i, si cal, assessora els estudiants durant el procés que segueixen en el seu treball.

En aquest sentit, EXPERT es comporta com un professor: presenta problemes als seus alumnes, observa amb atenció el procés que segueixen per arribar a la solució, els adverteix dels errors en el moment que es produeixen i els ajuda a superar-los, tot reconeixent i respectant la multiplicitat de camins possibles per a la seva resolució.

A més a més, mitjançant els ajuts que ofereix, propicia l'aprenentatge d'una metodologia general per a la resolució de problemes, contribuint així a assolir un important objectiu educatiu que sovint els estudiants tenen mal assumit.

### Característiques generals

- *EXPERT és un entorn obert.* Les col·leccions de problemes que presenta als alumnes poden haver estat creades prèviament pels professors o pels mateixos estudiants. Cada problema pot tenir associat un gràfic.
- *EXPERT és un entorn multitemàtic.* Els problemes poden referir-se a qualsevol matèria, amb la condició que la seva resolució impliqui l'aplicació d'una fórmula explicitada mitjançant una equació de primer grau.
- *Disposa d'un sistema tutorial d'ajuda* que assessora els alumnes en el procés que segueixen per resoldre els problemes. Aquesta és, possiblement, la seva aportació didàctica principal.
- *EXPERT és un entorn programable.* Permet configurar la seqüència de presentació dels problemes: en ordre seqüencial o aleatori, respectant el nivell de dificultat, amb la repetició dels problemes que no s'han sabut resoldre sense ajuda, etc.
- *Hi ha una opció «crono»* que permet fixar un temps màxim per resoldre els problemes.
- *Permet el treball simultani d'un o dos alumnes* i la continuació de sessions iniciades en dies anteriors.
- *L'entorn inclou diverses eines intel·lectuals:* calculadora, diccionari, taules i formularis, etc.
- *Els usuaris poden crear més taules i formularis* i així personalitzar l'entorn amb les seves pròpies eines. A més a més, per a cada col·lecció de problemes poden preparar un diccionari associat.
- *El programa funciona en entorn MS/DOS i és autoexplicatiu.* Disposa d'un sistema de seguiment «on-line» que en tot moment indica el que

es pot fer i inclou una xarxa d'informació complementària accessible amb la tecla F1.

- *Al llarg de les activitats es poden visualitzar informes sobre la marxa de la sessió de treball i al final apareix un informe sintètic.*
- *Pot emmagatzemar-se al disc un resum de l'activitat dels alumnes.* Això permet després obtenir dos tipus d'informes: sobre el treball dels alumnes i sobre el seu comportament global davant de cada problema.

## Objectius

1. *Propiciar l'adquisició d'una estructura organitzada i lògica per al tractament de les dades que s'engloben en l'enunciat dels problemes.*
2. *Facilitar l'aprenentatge d'una metodologia personalitzada vàlida per a la resolució de problemes en general.*
3. *Proporcionar als alumnes un entorn de treball programable, dotat de diverses eines i ajuts, on puguin posar a prova els seus coneixements i habilitats per resoldre els problemes típics de les diverses assignatures.*
4. *Aportar un nou recurs didàctic als professors, que pot facilitar poderosament el tractament individualitzat de la diversitat dels alumnes i la innovació de la seva pràctica docent.*
5. *Captar l'atenció dels alumnes oferint un entorn motivador on poden desenvolupar activitats complementàries de les habituals que es realitzen a l'aula.*

## Continguts

EXPERT és un programa obert i multitemàtic, de manera que els professors i els alumnes poden elaborar les seves col·leccions de problemes i, d'aquesta manera, adequar el programa a les necessitats del seu context educatiu.

Fins ara s'ha utilitzat amb problemes de Geometria (àrees i volums), Càlcul Mercantil (interès simple i descompte), Física (cinemàtica, dinàmica i electricitat), Química (càlcul de mols, molaritat, equació general dels gasos perfectes), etc.

*Característiques dels problemes.* Els problemes que gestiona l'entorn EXPERT s'han de resoldre mitjançant l'aplicació d'una fórmula que inclogui una incògnita i 1, 2 o 3 variables relacionades mitjançant una llei expressable amb una equació de primer grau:

$$y = f(v_1, v_2, v_3)$$

## Destinatari

EXPERT resultarà especialment útil per als *alumnes d'Ensenyament Secundari Obligatori*, a partir de 12 anys. No obstant això, el seu ús pot perllongar-se fins a cursos superiors: Batxillerat i Mòduls Professionals.

Per assegurar l'eficàcia del programa, convé que els usuaris compleixin uns requisits:

- Conèixer els principals conceptes, lleis i fórmules relacionades amb la temàtica escollida.
- Conèixer els components lògics que intervenen en els problemes: incògnites, dades, fórmules, etc.
- Saber reconèixer les magnituds.
- Dominar les operacions aritmètiques bàsiques.
- Comprendre les expressions algebraïques representades en equacions.

## Menú inicial del programa

El programa s'estructura a partir d'un menú inicial que té 3 opcions:

1. *Configurar el programa.* Permet adaptar alguns aspectes funcionals del programa a les necessitats de cada usuari: nombre de participants, seqüenciació i dificultat dels problemes, temps per resoldre'ls, etc.
2. *Resoldre problemes.* Quan elegeixin aquesta opció els participants (1 o 2) es presentaran a l'ordinador i escolliran el tema amb el qual desitgin treballar. A continuació entraran a l'entorn de resolució de problemes on es realitzarà la sessió de treball. Cada vegada que el programa presenti un problema, els alumnes podran:
  - *Demandar una ajuda metodològica*, que els assessorarà sobre un mètode general de resolució de problemes.
  - *Usar les utilitats* del programa: calculadora, diccionari, taules, formularis, etc.
  - *Escriure el resultat a l'ordinador*, sempre que prèviament hagin trobat la solució del problema.
  - *Sol·licitar veure el resultat*, perquè el programa els mostri com s'ha de resoldre el problema.
  - *Activar el sistema d'ajuda*, que els proporcionarà diversos tipus d'ajuda:
    - Per localitzar la incògnita del problema.
    - Per identificar les dades de l'enunciat.
    - Per determinar la fórmula que cal utilitzar.
    - Per aplicar la fórmula i calcular el resultat.
  - *Altres*: canviar la configuració, demanar informes, etc.

3. *Veure informes.* Proporciona dos tipus d'informe:
- *Sobre l'activitat dels alumnes* en interactuar amb el programa: temps invertit, problemes resolts, errors, etc.
  - *Sobre el comportament global dels estudiants* davant cada un dels problemes.

### Creació de materials nous

EXPERT és un entorn obert que permet a professors i alumnes modificar els seus continguts i crear materials nous:

- *Taules i gràfics associats als problemes.* Aquests materials gràfics, sempre accessibles dins de l'entorn EXPERT, proporcionen als alumnes informacions útils per a la resolució dels problemes: fórmules, valors de constants, explicacions generals, etc. Per crear noves taules i gràfics es podrà usar qualsevol *Editor Gràfic*.
- *Col·leccions de problemes i diccionaris.* L'actualització de les col·leccions de problemes existents i la creació de noves col·leccions es realitza utilitzant el programa-utilitat *Gestor*, que resulta totalment autoexplicatiu a l'usuari.

### Suggeriments metodològics

EXPERT és un programa especialment indicat per *reforçar* els coneixements i les tècniques de resolució de problemes sobre temes que hagin estat *prèviament treballats a classe*, facilitant als alumnes la realització d'exercicis d'aplicació, de *recuperació*, d'*autoavaluació* i d'*ampliació* de coneixements. S'ha de considerar, per tant, com un recurs didàctic complementari.

Les seves característiques de programa obert, multitemàtic i programable, donen lloc a un gran ventall de possibilitats educatives: temàtiques variades, interacció d'un o de dos alumnes davant de l'ordinador, seqüenciació dels problemes, possibilitat de limitar el temps dedicat a la seva resolució, etc. D'aquesta manera, *els professors*, o els propis alumnes autodidactes, poden decidir en cada circumstància concreta *la configuració del programa* més acord amb les seves necessitats.

#### *Exemple d'utilització*

Després de treballar a la classe un tema dels que inclou la resolució de diversos tipus de problemes numèrics, el professor pot prepararà una

col·lecció de problemes d'aplicació per a l'entorn EXPERT i, si ho desitja, uns altres materials complementaris: gràfics, taules, formularis, un diccionari associat, etc. Alguns alumnes, degudament dirigits, poden participar en aquestes tasques.

Quan aquest material estigui a punt, es dedicaran una o dues sessions de classe perquè els estudiants, un o dos davant de cada ordinador, practiquin amb el programa. Com a *mètode general de treball* (mètode del «llapis i l'ordinador») es pot suggerir als alumnes que inicialment procurin resoldre els problemes a la seva llibreta, sense usar el Sistema d'Ajuda, i introdueixin la solució al programa a través de l'opció: «Donar el resultat». En cas que el seu resultat no sigui el correcte i no descobreixin l'errada en revisar el treball, llavors és quan utilitzaran el Sistema d'Ajuda que, pas a pas, els conduirà cap a la resolució del problema.

Amb aquest procediment s'aconsegueix que els estudiants s'enfrontin inicialment al problema com ho fan habitualment, sense ajuts, perquè en el cas que no trobin la manera de resoldre'l, el Sistema d'Ajuda els permet comparar immediatament el procés que han seguit en la seva llibreta amb el que haurien d'haver fet, facilitant així la localització i comprensió de les errades comeses.

El *paper del professor* durant les sessions de treball amb EXPERT serà observar l'actuació dels alumnes, assegurarà l'adequació de les parelles que interactuen davant de cada ordinador i, quan sigui necessari, proporcionar assessorament. Posteriorment podrà consultar els informes que li proporcionarà el programa sobre el treball desenvolupat pels estudiants, a fi de realitzar un seguiment més profund del progrés dels seus alumnes i del nivell mitjà de comprensió de cada problema.

### *Altres possibilitats*

La creació de noves col·leccions de problemes per part dels alumnes, recopilant els que considerin més interessants de cada tema tractat a classe, pot ser una rica activitat educativa que generi innovadores dinàmiques curriculars.

## **Experiències realitzades**

En els darrers anys, amb el suport del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya i del Departament de Didàctica i Organització Escolar de la Universitat de Barcelona, s'han realitzat dues investigacions per analitzar la projecció del programa EXPERT a la realitat escolar. En total hi han participat uns 800 estudiants de 25 escoles que han estat selec-

cionades de manera estratificada entre centres ben organitzats, dotats d'aula informàtica i procurant reunir un ampli ventall d'alumnes i de situacions educatives possibles.

Un cop definides unes hipòtesis de partida sobre el programa, a fi d'obtenir informació per validar-les vàrem concretar:

- *Un pla de treball*, que assegurava un assessorament adequat als professors i una àmplia autonomia sobre la forma d'usar el programa en cada context educatiu (volíem facilitar la seva integració en el desenvolupament curricular dels alumnes per evitar fer «experiències descontextualitzades»).
- *Una metodologia i uns instruments de recerca d'informació*. El mètode d'anàlisi va ser bàsicament qualitatiu i la recerca de dades es va realitzar a partir de l'ús de qüestionaris, proves de control, informes, entrevistes i observacions directes.

*Les principals hipòtesis inicials i les conclusions obtingudes a partir de les dades recopilades foren:*

*Hipòtesi-1. El programa EXPERT té una bona qualitat tècnica.* Les dades dels qüestionaris dels alumnes i dels professors van avalar aquesta hipòtesi: la mitjana de les valoracions dels professors respecte als aspectes tècnics del programa va ser del 4.21 (sobre 5), mentre que els qüestionaris dels alumnes van presentar una mitjana del 81 % de respostes a favor en els *items* que es refereixen als aspectes més tècnics del programa.

Aquests resultats manifesten, doncs, un notable grau de satisfacció dels usuaris sobre la construcció del programa (pantalles, gràfics, efectes, comunicació usuari-màquina, etc.) que considerem important per assegurar la motivació inicial dels alumnes i engrescar els professors a utilitzar-lo.

*Hipòtesi-2. El programa EXPERT té bona qualitat didàctica.* Les dades dels qüestionaris dels alumnes i dels professors també van avalar aquesta hipòtesi: la mitjana de les valoracions dels professors respecte als aspectes pedagògics del programa va ser del 4.05 (sobre 5), mentre que els qüestionaris dels alumnes van presentar una mitjana del 93,4 % de respostes a favor en els *items* que es refereixen a aquests aspectes del programa.

La consideració de professors i alumnes sobre els aspectes didàctics del programa (objectius que pretén, continguts, activitat que proposa, etc.) resulta fonamental. Un programa amb uns objectius poc

rellevants pel currículum, o amb uns continguts inadequats, o que proposi unes activitats amb baix potencial didàctic, és millor ignorar-lo i invertir el temps en altres tasques més productives.

*Hipòtesi-3. El programa EXPERT resulta fàcil d'usar als alumnes.* Les dades dels qüestionaris dels alumnes i els seus comentaris directes van corroborar aquesta afirmació. En els qüestionaris els alumnes van donar un 98 % de respostes favorables a aquesta afirmació, mentre que els professors van valorar amb un 4.5 (sobre 5) el fet que el programa es pot utilitzar sense tenir grans coneixements informàtics.

En el món educatiu un programa didàctic que no tingui aquesta característica resulta inadequat. El *software* educatiu ha d'estar al servei dels alumnes per facilitar certs aprenentatges curriculars i no constituir un nou objecte de complex aprenentatge per als alumnes.

*Hipòtesi-4. El programa EXPERT resulta fàcil d'usar als professors.* Les dades dels qüestionaris dels professors i els seus comentaris directes també van corroborar aquesta afirmació. Els professors van valorar amb un 4.5 (sobre 5) el fet que el programa es pot usar sense necessitar grans coneixements informàtics. També van valorar amb un 3,875 (sobre 5) l'afirmació que l'entorn de comunicació del programa resulta clar i auto-explicatiu.

Els professors sovint tenen pocs coneixements informàtics i, avui encara, poca experiència en la utilització dels nous mitjans tecnològics com a eina didàctica. Si els programes no resulten fàcils i intuïtius d'usar, difícilment els aplicaran amb els seus alumnes.

*Hipòtesi-5. El programa-utilitat GESTOR resulta fàcil d'usar als professors.* Les observacions dels professors i el fet que quasi tots elaboressin les seves pròpies col·leccions de problemes van refermar aquesta hipòtesi. Per altra part, en els qüestionaris alguns professors varen manifestar que l'ús del GESTOR no els havia estat difícil.

La possibilitat que els professors puguin adaptar la configuració i els continguts dels programes a les necessitats dels seus alumnes i a la seva metodologia garanteix la seva integració curricular i multiplica la funcionalitat didàctica del programa. Però perquè això resulti factible no n'hi ha prou amb què el programa sigui obert i permeti aquesta adaptació, cal que resulti fàcil fer-ho.

*Hipòtesi-6. Les activitats del programa EXPERT s'adapten a la individualitat de cada alumne i tenen un comportament tutorial.* Les infor-



macions de les enquestes i els comentaris dels avaluadors van constatar aquesta afirmació. Tots els alumnes, tant els que en saben molt com els que necessiten molta ajuda, troben una manera de treballar en el programa EXPERT que s'adapta a les seves característiques. Els professors van valorar amb un 4,25 (sobre 5) l'afirmació que les activitats del programa permeten el treball personalitzat de l'alumne, i amb un 3,625 (sobre 5) l'afirmació que el programa proporciona les ajudes adequades a l'alumne quan s'equivoca o ho sol·licita.

Aquestes són unes característiques molt desitjables en els programes didàctics, ja que asseguren l'adequació de les activitats a les circumstàncies de cada estudiant i assessoren els alumnes quan ho necessiten. Quan més alt sigui el grau d'adaptació als estudiants més elevada serà la seva funcionalitat didàctica.

*Hipòtesi-7. Als alumnes els agrada treballar amb el programa EXPERT.*

L'observació de les respostes dels alumnes en els seus qüestionaris va constatar la correcció d'aquesta afirmació, que també va resultar avalada pels comentaris dels professors-avaluadors i per les nostres observacions directes. Els alumnes van contestar en un 97 % dels casos afirmativament a la pregunta sobre si els va agradar treballar amb el programa, i amb un 92 % dels casos van manifestar que voldrien tornar a treballar-hi. Els professors van valorar amb un 4,625 (sobre 5) la capacitat de motivació del programa.

Potser l'avantatge potencial més gran del *software* educatiu enfront d'altres mitjans didàctics alternatius és, actualment, la seva capacitat de motivació. Si als alumnes els agrada el programa treballen concentrats amb el que fan, estan contínuament actius intel·lectualment (amb molts menys temps morts que quan treballen a classe, per exemple) i, per tant, el seu rendiment és necessàriament més elevat.

*Hipòtesi-8. A l'hora de treballar amb el programa EXPERT els alumnes resolen molts més problemes dels que resoldrien amb els procediments usuals.* Segons les dades proporcionades pels informes dels ordinadors, a l'hora de treballar amb el programa els alumnes resolen una mitjana de 16 problemes en uns 27 minuts de treball efectiu davant de l'ordinador, de manera que tarden 1,7 minuts per problema. Aquest resultat, que és una mitjana de tot tipus d'alumnes, difícilment és pot aconseguir en una sessió convencional de classe.

Com a conseqüència de la interactivitat d'aquests materials, que responen immediatament a les accions dels alumnes i faciliten nous aprenentatges a partir dels errors comesos, reforçada per la seva capacitat

de motivació i d'individualització, els alumnes treballen més intensament que quan utilitzen uns altres mitjans i mètodes didàctics.

*Hipòtesi-9. L'ús del programa EXPERT facilita l'aprenentatge d'una metodologia per a la resolució de problemes i dels conceptes, fórmules i unitats dels temes tractats.* La comparació dels resultats obtinguts pels alumnes en les proves de control previ i posterior a l'ús del programa no ens permet provar aquesta hipòtesi. Malgrat que per terme mitjà pugen quasi un punt la nota (+0,95), la dispersió dels resultats és massa gran perquè puguem considerar significativa la mitjana obtinguda. Atribuïm aquesta manca de fiabilitat de les dades al poc temps que van estar treballant els alumnes amb el programa i al fet que són suficients petites modificacions en la dificultat de les proves de control inicial i final per alterar els resultats.

No obstant això, els professors valoren amb un 4,625 (sobre 5) l'afirmació que el programa facilita l'assoliment dels seus objectius, i amb un 3,875 l'afirmació que ajuda a millorar els rendiments acadèmics. Els alumnes també estan convençuts que han après una mica més a resoldre problemes: un 96 % de les seves respostes són a favor d'aquesta afirmació.

## Conclusions

El programa EXPERT, caracteritzat com un entorn de treball tutorial, programable i multitemàtic, adreçat a facilitar l'aprenentatge d'una metodologia per a la resolució de problemes, és considerat pels seus usuaris un material tècnicament i didàcticament bo, fàcil d'utilitzar, motivador i adaptable a les circumstàncies dels diversos alumnes. No s'han obtingut dades objectives sobre els aprenentatges realitzats pels alumnes en interactuar amb el programa, però sí que s'ha demostrat que treballen amb una alta intensitat i concentració davant dels problemes que els proposa l'ordinador: en sessions d'uns 50 minuts resolen entre 15 i 30 problemes, i si considerem que amb la pràctica l'alumne en va aprenent, podem afirmar, consegüentment, que el programa EXPERT ajuda a aprendre. Igualment, queda clar que el seu ús ha propiciat el desenvolupament d'innovadores dinàmiques curriculars.

EL PROGRAMA EXPERT HA OBTINGUT EL III PREMI NACIONAL DE SOFTWARE EDUCATIU DEL MEC (1991)

I FORMA PART DE LA BIBLIOTECA DE SOFTWARE DIDÀCTIC QUE EL PROGRAMA D'INFORMÀTICA EDUCATIVA REPARTEIX A LES ESCOLES CATALANES DES DE 1990.

Les persones interessades en el programa EXPERT o que vulguin obtenir una informació més detallada de les experiències realitzades, poden adreçar-se a l'autor del programa i director dels projectes de recerca:

Dr. Pere Marquès  
Departament de Pedagogia Aplicada  
Facultat de Ciències de l'Educació (UAB)  
08193-BELLATERRA

