

## INDEX

	Pàgina
1. Introducció	
1.1 Antecedents del tema objecte del treball .....	3
1.2 Explicació del tema .....	4
1.3 Objectius que es pretenen assolir .....	6
1.4 Hipòtesi inicial de treball. Marc teòric .....	7
2. Treball dut a terme .....	11
3. Resultats obtinguts.....	12
4. Estudis i/o cursos organitzats.....	14
5. Conclusions .....	15
6. Bibliografia .....	19
7. Relació de materials continguts en els annexos	
ANEX 1: Fitxes d'experiments per l'alumnat .....	22
ANEX II: Guia pel professorat .....	73
All-1 Consideracions generals .....	75
All- Els experiments un per un .....	79

## 1.1 Antecedents del tema objecte del treball

El laboratori té un paper fonamental en l'aprenentatge significatiu de les ciències experimentals. La ciència és una matèria molt complexa i abstracta i els alumnes difícilment poden arribar a comprendre conceptes científics bàsics com, per exemple, els de problema científic, hipòtesi, observació, inferència, predicció, conclusió o model, sense el suport d'experiències concretes realitzades al laboratori. A més, òbviament, el laboratori és el lloc idoni per l'aprenentatge de continguts procedimentals com ara l'ús d'aparells, la mesura de magnituds, el tractament, l'organització o la comunicació de resultats, i actitudinals com ara l'honestat, la disponibilitat a admetre el fracàs, l'avaluació crítica dels resultats, la curiositat, el risc de prendre decisions, l'objectivitat, la precisió, la confiança, la constància, la responsabilitat i o la capacitat de col·laboració.

D'una altra banda, l'aprenentatge en el laboratori acostuma a ser menys formal que a l'aula, la qual cosa fomenta la participació de l'alumnat, tant a nivell individual com en el treball de grup. A les sessions del laboratori els professors acostumen a parlar menys que en les classes convencionals mentre que els alumnes parlen més, són més actius, aporten més idees personals i reben, per part del professor, més atenció personalitzada.

Tanmateix, com han demostrat nombrosos estudis duts a terme en els darrers temps en el camp de la didàctica, per treure un rendiment òptim del treball de laboratori cal superar diverses dificultats tant de tipus tècnic com de tipus pedagògic. En concret, quan es tracta de realitzar treballs pràctics quantitatius, el llarg temps requerit per la presa de dades, d'una banda, i la poca fiabilitat de les dades obtingudes deguda, en part, a la minsa habilitat manipulativa dels estudiants, d'una altra, impedeix moltes vegades que els alumnes treguin conclusions significatives. Els equips per la presa, tractament i control de dades com, per exemple, el SADEX (del qual disposen totes les aules de tecnologia dels centres públics de secundària) i el MULTILOG (probablement l'aparell del qual seran dotades les futures aules de ciències), permeten superar aquestes dues dificultats.

Donat que, des de l'inici de la meua llarga carrera docent, m'he interessat per la millora de l'ensenyament de la física i de la química, en especial en el camp dels treballs pràctics, el potencial d'aquestes noves eines de laboratori ha cridat la meua atenció, portant-me a informar-me de les experiències i estudis fets en altres països i a assajar experimentalment les seves possibilitats d'aplicació, animant-me, finalment, a continuar la encomiable tasca iniciada en aquest camp per companys com ara l'Adolf Cortel, l'Anna Aparicio i l'Alonso Palli, amb l'elaboració del present treball que espero sigui d'utilitat al professorat de física de batxillerat.

## 1.2 Explicació del tema

Els equips informàtics de recollida, tractament i control de dades, comercialitzats per la majoria de fabricants de material didàctic de laboratori, consten d'un conjunt de **sensors** i d'una **interfície** que els comunica amb un ordinador. Un sensor és un dispositiu en el qual un estímul físic, químic o biològic origina una senyal elèctrica de tipus analògic que la interfície transforma en digital perquè pugui ser interpretada per l'ordinador. El ampli ventall de sensors que hi ha al mercat permet fer mesures de quasi qualsevol magnitud: voltatge, intensitat de corrent, posició, temperatura, pressió, camp magnètic, conductivitat, pH, nivell d'oxigen, nivell de diòxid de carboni, radioactivitat, etc. Els equips permeten utilitzar com a mínim quatre sensors alhora i la majoria són portàtils i disposen d'una interfície que pot funcionar de manera autònoma, possibilitant el seu ús en treballs de camp. Els equips inclouen, a més, el software adequat per tractar les dades obtingudes.

Les dades captades es poden visualitzar en la pantalla de l'ordinador de maneres molt diferents (valors digitals, taules, gràfics lineals, gràfics de barres), passar d'una presentació a l'altra, o, fins i tot, veure-les de varies maneres alhora. L'obtenció del gràfic d'un experiment mentre aquest té lloc (gràfic en temps real) facilita tant la seva interpretació com a representació d'un fenomen com la del fenomen mateix. Per exemple, en la pantalla de l'ordinador es pot observar com es dibuixa, a temps real, la corba d'escalfament d'un líquid en el que s'ha introduït un sensor de temperatura, o les posicions al llarg del temps d'un objecte que cau enregistrades per un sensor de posició. Si la visualització té lloc mentre succeeix el fenomen, pot ajudar a comprendre'l, observar simultàniament com varien els valors d'una determinada magnitud i com aquesta variació es tradueix en un gràfic temporal. Per exemple, mentre té lloc una neutralització es poden veure simultàniament els successius valors digitals del pH i el gràfic del mateix en funció del temps. A més, els equips fan possible, també, la recollida de dades quan el fenomen és molt ràpid o molt lent.

Les dades enregistrades es poden emmagatzemar en un disquet per a ser tractades amb posterioritat. El software permet canviar l'escala d'un gràfic, afegir títols o comentaris, obtenir les coordenades dels diferents punts, valors mitjans, màxims o mínims, increments, pendents, desviacions estàndard, etc. Per als alumnes de batxillerat pot ser interessant obtenir la derivada del gràfic d'una magnitud com a funció dels temps, el que permet, per exemple, conèixer velocitats i acceleracions a partir de la determinació de les posicions amb un sensor d'ultrasons. Així mateix, és possible destacar i ampliar les porcions més significatives d'un determinat gràfic, trobar la funció matemàtica que millor s'ajusta i determinar-ne les constants. Els gràfics a temps real donen la variació amb el temps de les magnituds mesurades, tanmateix, el software permet obtenir el gràfic d'una magnitud en funció d'una altra. Per exemple, el de la intensitat que circula per un element de circuit en funció del voltatge aplicat.

A totes aquestes qualitats cal afegir-ne una no més interessant: la capacitat per a motivar. Podríem dir que no és tan important augmentar els coneixements dels alumnes com augmentar les seves ganes d'aprendre. Com que el món dels ordinadors és, en general, proper als alumnes ja que molts d'ells estan acostumats al seu ús en el camp dels jocs, acostuma a motivar-los positivament. A més, es tracta d'una eina que amb molta probabilitat, hauran d'utilitzar en estudis posteriors o en el món del treball.

Però, sense cap dubte, on té més utilitat un equip d'aquestes característiques i on, habitualment, és fa més ús del mateix amb resultats realment satisfactoris, és en la realització de treballs de recerca, en particular, en els de batxillerat. Això no té res de sorprenent ja que per les seves característiques constitueix una eina molt adient per a activitats de caire investigatiu en les quals la repetició de observacions i en condicions diferents és fonamental.

Tanmateix, no tot són avantatges en l'ús d'aquests equips com a eines de laboratori. Un dels principals inconvenients és el seu preu elevat, la qual cosa fa difícil disposar d'un equip per a cada grup d'alumnes. Actualment, les aules de Tecnologia dels centres públics de Secundària disposen d'un únic equip (el SADEX) per la recollida tractament i control de dades. Com utilitzar aquesta mínima dotació de manera òptima? Una possibilitat és plantejar els experiments com a demostracions per a tota la classe amb planificació i discussió col·lectives. Els diferents grups de treball poden manipular l'equip en torns successius i els resultats poden ser visualitzats en un monitor de televisió. Els gràfics poden ser impresos i les dades ser emmagatzemades en un disquet per ser treballats després individualment en l'aula d'informàtica. No obstant, sembla ser que el Departament d'Ensenyament té en projecte la creació d'una sèrie d'aules de ciències pilot dotades de quatre ordinadors i quatre equips de captació i tractament de dades.

### 1.3 OBJECTIUS

El material a elaborat pretén ser útil a alumnes i professors en l'ús dels equips informàtics de recollida i tractament de dades.

Quan a l'alumnat pretén:

- Familiaritzar els alumnes en l'ús d'una eina que, amb molta probabilitat, hauran d'utilitzar en estudis posteriors o en el món del treball.
- Augmentar la seva motivació en la realització de treballs pràctics en alleugerar el procés d'adquisició de dades que per altres mètodes pot resultar tediós.
- Aprofitar l'interès d'una gran majoria pel món de la informàtica per estimular la motivació vers el treball de laboratori i l'estudi de la física.
- Facilitar el treball autònom i el treball corporatiu.
- Permetre els alumnes l'adquisició de dades fiables que facilitin la interpretació dels fenòmens, l'elaboració de conceptes i la formulació de conclusions.
- Dotar els alumnes d'una eina útil per a la realització de petites investigacions o/i treballs de recerca.

Quan al professorat:

- Facilitar al professorat la utilització dels recursos informàtics d'adquisició i tractament de dades en el treball de laboratori, des del punt de vista tècnic.
- Facilitar al professorat la utilització dels recursos informàtics d'adquisició i tractament de dades en el treball de laboratori, des del punt de vista didàctic.
- Proporcionar al professorat un conjunt treballs pràctics que abasten pràcticament tots els continguts curriculars de la física de Batxillerat, realitzables amb el material disponible en la majoria de centres.
- Posar a disposició del professorat un conjunt treballs pràctics de diferent nivell de dificultat per poder atendre la diversitat del seu alumnat.

## 1.4 Hipòtesi inicial de treball. Marc teòric.

L'aprofitament real del treball en el laboratori depèn del tipus de tasques assignades i de les oportunitats d'aprendre ofertes als alumnes. La diversitat de possibles objectius a assolir suposa el disseny de diferents tipus de treballs pràctics: experiències per viure un fenomen, experiments per il·lustrar una llei o principi, exercicis per aprendre habilitats pràctiques i petites investigacions o treballs de recerca com activitats de síntesi on els alumnes puguin fer ús dels coneixements adquirits i posar en joc la seva creativitat (Gott i altres, 1988). És un fet comprovat que les oportunitats d'aprenentatge disminueixen quan augmenta el caràcter tancat de l'experiment i els alumnes no tenen la possibilitat de investigar un problema o de col·laborar en el disseny de l'estratègia a seguir.

El tipus de tasques a realitzar en el laboratori permet aplicar les idees constructivistes del procés d'aprenentatge i els models d'ensenyament actuals com, per exemple, el model del **cicle d'aprenentatge**. Aquest model, adaptat a la realització d'una experiència de laboratori, constaria de les següents etapes mostrades amb més detall en l'esquema de la figura 1 de pàgina següent:

**Presentació → Predicció → Realització → Revisió de la predicció → Aplicació a noves situacions del problema**

En la presentació, el professor explica l'objectiu o objectius de l'experiment i, en cas necessari, la utilització del material de laboratori. Els alumnes han de demostrar que han fet seus els objectius del professor, per exemple, explicant amb paraules pròpies el que es pretén fer o aconseguir. Per predir el possible resultat de l'experiment, els alumnes han de fer un recull dels coneixements teòrics que s'hi relacionen amb l'ajut, per exemple, d'un mapa conceptual o una be de Gowin. És en aquesta etapa quan es posen de manifest les idees prèvies dels alumnes i el professor pot detectar els possibles errors conceptuals. La realització suposa el muntatge d'aparells, l'adquisició de dades i la confecció i la interpretació de gràfics. Els resultats obtinguts permeten els alumnes revisar les seves prediccions, i mitjançant, la discussió, treure'n conclusions. És, per tant, en aquest moment quan es poden reestructurar les idees dels alumnes vers les idees correctes, idees que es consolidaran en aplicar-les a noves situacions que poden ser o no ser de caràcter experimental.

Per la seva provada eficàcia en el procés d'aprenentatge, aquest és el model seguit en el disseny del guions de pràctiques contingut en l'ANNEX I d'aquest treball.

D'acord amb aquest model d'aprenentatge, l'aprofitament del laboratori com a eina didàctica depèn en gran part de la quantitat de discussions pre-laboratori i post-laboratori que es realitzen. Donat que el temps d'utilització del laboratori és limitat, la utilització d'eines informàtiques de recollida i interpretació de

dades suposen una optimització del mateix. A més, permet ràpidament variar les condicions de l'experiment per veure els resultats i treure'n les corresponents conclusions. Però, com utilitzar aquest temps "extra" que proporcionen els mètodes informàtics de presa i tractament de dades, de manera profitosa?

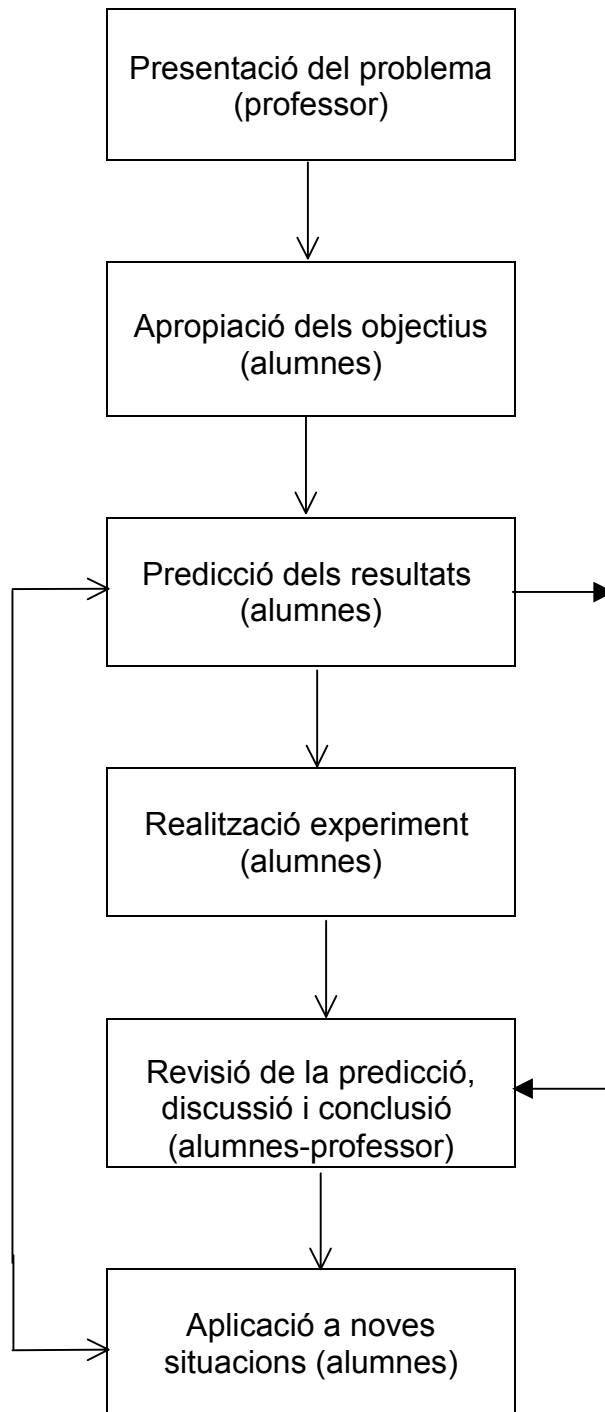


Figura 1: Esquema de les etapes d'un experiment plantejat com un petit cicle d'aprenentatge.

En principi, als estudiants els agrada fer experiments amb equips informàtics de recollida de dades. Tanmateix, inicialment, els experiments han de ser planificats amb cura fins que els alumnes adquireixin prou experiència com per a ser més autònoms. El paper del professor, lluny de perdre importància, la guanya quan es fa ús d'aquests equips. Una qüestió important és animar els alumnes a predir els resultats fent ús dels coneixements previs.

Tant si es tracta d'una pràctica dirigida com d'una investigació oberta, un aspecte bàsic del treball experimental és veure la relació entre les dades obtingudes i els conceptes científics. En aquest procés la confecció de gràfics juga un paper rellevant. En un experiment convencional els alumnes han de recollir les dades i fer els gràfics manualment; amb un equip informàtic les dues coses es fan de manera automàtica. Canvia això la comprensió per part dels alumnes i facilita la deducció del tipus de relació entre les variables implicades?

El fet que a la pantalla de l'ordinador aparegui, en el moment que té lloc un fenomen, el gràfic (gràfic en temps real) que el representa, en principi, ajuda els estudiants a relacionar la imatge gràfica amb el fet experimental. En aquest sentit, uns experiments són més adients que d'altres. Per exemple, els relacionats amb escalfaments o refredaments acostumen a ser els experiments escollits per introduir els alumnes en l'ús d'aquestes tècniques i l'experiència indica que realment resulten profitosos per afavorir l'aprenentatge significatiu. En particular, és important que el professor estigui atent als comentaris dels alumnes mentre el gràfic va sent traçat i els ajudi a utilitzar un vocabulari correcte des del punt de vista científic. Els estudis demostren que gran part dels alumnes són capaços de descriure el que els gràfics representen emprant un llenguatge quotidià però, sense aprofundir en el seu significat. En això, com en altres tantes coses, necessiten l'ajut del professor. El professor ha d'iniciar discussions que portin a ampliar el vocabulari científic dels alumnes i els permetin passar d'una descripció qualitativa a una de quantitativa i a fixar-se en els trets rellevants del gràfic i a copsar-ne el significat.

En un estudi realitzat per Barton (1997) es comparen els resultats obtinguts per tres grups d'alumnes a l'hora d'interpretar els gràfics obtinguts mitjançant equips informàtics, o confeccionats a partir de les dades subministrades per aparells convencionals o, directament pel professor sense realització de treball pràctic. La pràctica seleccionada va ser l'obtenció de corbes característiques de diferents elements de circuit per les següents raons: és pot fer amb material assequible, els seus continguts són rellevants, és fàcil de muntar (tant amb aparells convencionals com amb equips informàtics), i es tracta d'una pràctica en la qual la interpretació de gràfics és fonamental.

En l'estudi es van comparar:

- l'habilitat per predir els gràfics
- l'habilitat per interpretar dades



- l'habilitat per descriure els gràfics qualitativament
- l'habilitat per descriure relacions entre les variables.

Els resultats de l'estudi van portar a una conclusió important: la importància donada a les dades individuals, tant quan s'obtenen amb aparells convencionals com quan són proporcionades pel professor, treu importància a la relació entre les variables implicades cosa que no succeeix amb els gràfics obtinguts amb equips informàtics. Només els alumnes que van usar equips informàtics van relacionar la forma del gràfic  $I$ - $V$  de la bombeta amb la resistència. Per al resistor, ho van fer tots però, només els que van usar equips informàtics van arribar a concloure que la resistència es mantenia constant. Manipular o no els aparells no va suposar cap diferència a l'hora d'interpretar els gràfics.

És cert, que l'ús d'aparells redueix el temps invertit en una pràctica però, no fora important si els resultats foren pitjors.

## 2. Descripció del treball realitzat

Les etapes a considerar en la feina realitzada han estat les següents:

a) La recerca de materials bibliogràfics i de materials i equipament de laboratori per tal de fer una primera selecció dels treballs pràctics de física, en principi, adients per aconseguir els objectius explicitats en el projecte de treball presentat.

b) Realització personal en els laboratoris de CDECT i de l'IES Sta. Eulàlia de l'Hospitalet dels treballs pràctics seleccionats per comprovar-ne la viabilitat i l'interès didàctic i fer-ne la selecció definitiva d'acord amb els resultats. Aquesta realització experimental ha estat més complexa i llarga del previst perquè ha suposat l'estudi comparatiu del funcionament de diversos equips per l'adquisició, tractament i control de dades. En particular he fet un estudi exhaustiu dels equips SADEX, NEBULA i MULTILOG, a més d'un més superficial dels equips PASCO i VTT. Tanmateix, crec que els resultats d'aquesta feina addicional poden ser molt útils alhora de prendre decisions sobre l'equip més idoni.

c) Redacció provisional de les fitxes, per a l'alumne i per al professor, dels treballs seleccionats.

d) Revisió i redacció definitiva de les fitxes, per a l'alumne i per al professor, a la llum dels resultats obtinguts en la seva aplicació amb alumnes i, en particular, en l'intercanvi d'idees amb altres professors, en especial, amb els participants dels cursos "Introducció al SADEX" i "Treballs Pràctics de Física" (organitzats pel Departament d'Ensenyament) i en diferents trobades de caràcter més informal on van ser assajades.

e) Una conseqüència important de la feina feta ha estat la valoració del funcionament i possibilitats dels diferents equips utilitzats en la realització dels treballs pràctics. Aquesta valoració, conjuntament amb la d'altres companys, va ser feta arribar a la secció corresponent del Departament d'Ensenyament, i pot ser important a l'hora de decidir, en un futur pròxim, la selecció de l'equip més convenient per subministrar als centres d'ensenyament públics.

### 3. Resultats obtinguts

La feina feta s'ha materialitzat en dos annexos:

**ANNEX I: “Fitxes d'experiments per a l'alumnat”.** Conté 16 fitxes per a l'alumnat de batxillerat amb treballs pràctics de física. Els treballs seleccionats cobreixen pràcticament la totalitat del currículum de la matèria per aquesta etapa educativa i la seva realització dóna la oportunitat d'utilitzar un ampli ventall de sensors.

Tenint en compte els temes a que corresponen i els sensors utilitzats, aquests treballs pràctics són:

#### Mecànica

1. “Acceleració de caiguda d'una pilota” (sensor de distància).
2. “Acceleració d'un carretó per un pla inclinat” (fotoportes)
3. “Moviment d'un carretó per un pla inclinat” (sensor de llum).
4. “Dissipació d'energia en els bots d'una pilota” (sensor de distància).
5. “Impuls i quantitat de moviment” (sensor de força).
6. “La segona llei de Newton” (sensor de força).
7. “La segona llei de Newton per a sistemes de partícules” (sensor de llum).

#### Oscil·lacions i ones

8. “El moviment harmònic simple” (sensor de distància i sensor de força).
9. “Ones harmòniques. Batecs” (sensor d'ona sonora).
10. “Les qualitats del so: intensitat, to i timbre” (sensor d'ona sonora).

#### Electricitat i magnetisme

11. “Es compleix la llei d'Ohm?” (sensor de voltatge i sensor d'intensitat).
12. “Bombetes i fluorescents” (sensor de llum).
13. “Tensió màxima i tensió eficaç d'un corrent altern” (sensor de voltatge).
14. “Camp magnètic creat per una bobina” (sensor de camp magnètic i sensor d'intensitat).
15. “Força electromotriu induïda” (sensor de voltatge).
16. “Descàrrega d'un condensador” (sensor de voltatge).

A les guies per a l'alumnat hi figuren:

- L'objectiu
- El fonament teòric
- El llistat de material i l'esquema del muntatge
- El procediment de realització
- Qüestions per facilitar l'assoliment dels objectius didàctics

- Proposta d'ampliació.

**ANNEX II: “Guia per al professorat”.** Conté dos apartats: AI-1. “Consideracions generals” que tracta de l'ús dels equips informàtics de presa i tractament de dades i AI-2. “Els experiments un per un” on hi figuren orientacions tècniques i consells didàctics per a la realització de cadascun dels 16 treballs pràctics de les “Fitxes d'experiments per a l'alumnat”.

En les consideracions generals es donen alguns consells sobre la utilització dels equips informàtics en general, i del SADEX i el MULTILOG, en particular.

En les orientacions tècniques es fa esment de les possibles dificultats en l'ús dels equips o/i en els muntatges dels treballs pràctics seleccionats, tant pel que fa al materials convencionals com als equips de captació de dades amb sensors.

En les orientacions didàctiques s'indica a quin alumnes va dirigit i les principals dificultats conceptuals o procedimentals que poden aparèixer.

A més, a cada fitxa per al professorat s'inclouen els gràfics a obtenir en la realització de cada treball pràctic.

#### 4. Estudis i/o cursos organitzats

Durant el període de Llicència he participat, com alumna, en:

- El “Curs d'iniciació al SADEX” (30 hores) organitzat pel CEDECT.
- El “Seminari de treballs Pràctics de Física” (30 hores) organitzat pel Departament d'Ensenyament.

He impartit com a professora:

- 3 sessions (3 hores cadascuna) per introduir al professorat en l'ús dels sistemes informàtics de recollida, tractament i control de dades (una en el Centre de Recursos de Cerdanyola i dues en el CDETC).
- 2 cursos de Treballs Pràctics de Física per al Batxillerat (30 hores cadascun) , organitzats pel Departament d'Ensenyament. En aquests cursos s'inclou l'ús de les noves tecnologies en el laboratori i, en especial, el dels sistemes informàtics de recollida i tractament de dades. (Un va ser impartit al IES Patronat Ribes de Barcelona i l'altre a l'IES Sta Eulàlia de l'Hospitalet).
- 1 “Curs d'iniciació al SADEX” (30 hores) organitzat pel CEDECT i impartit a San Joan Despí.
- Diverses presentacions dels equips a grups de persones del Departament d'Ensenyament interessades en el tema.

Totes aquestes activitats m'han estat útils com a preparació pel meu treball de Llicència, tant pel que fa als coneixements adquirits, com per haver-me permès presentar i discutir amb els companys i companyes, moltes de les experiències dissenyades per ser utilitzades pels alumnes amb els sistemes informàtics de captació i tractament de dades i que hi figuren en aquest treball.

## 5. Conclusions

Com a conclusió del treball realitzat puc afirmar que els equips informàtics de pressa, tractament de dades i control són una nova eina de laboratori d'enormes possibilitats didàctiques.

Diversos autors (Barton, Newton, Rodrigues i d'altres) han demostrat que els gràfics en temps real i la possibilitat de veure ràpidament l'efecte que sobre aquests gràfics produeix un canvi en les condicions de l'experiment que realitzen en el laboratori, permet als alumnes apreciar més detalls del fenomen que representen que no pas els gràfics manuals (malgrat ser aquests un contingut procedimental que no es pot deixar de banda), els quals, a més de requerir molt temps, indueixen a donar més importància a les dades individuals que a la naturalesa contínua de la relació entre les variables implicades.

Sembla, també, que els gràfics obtinguts per mètodes informàtics animen més els alumnes a fer interpretacions i prediccions i els estimulen més a ampliar l'experiment amb noves investigacions. Però, els gràfics en temps real no són profitosos si els alumnes es limiten a observar-los passivament. Cal que facin observacions immediates, considerin característiques, facin prediccions, facin comparacions, cerquin relacions amb altres informacions, es facin preguntes, etc. Han de reflexionar sobre les dades i els professors han d'estimular aquesta reflexió. En aquest sentit, és important parlar amb els alumnes sobre els gràfics per tal que aprenguin a descriure'ls utilitzant el vocabulari científic correcte. Paraules com pendent, ordenada en el origen, punt d'inflexió, etc. no acostumen a ser emprades pels alumnes. No hi ha dubte que l'ús d'equips informàtics de pressa de dades deixa molt més de temps lliure als alumnes per parlar sobre els gràfics tant entre ells com amb el professor però, per què aquest temps sigui profitós, cal preparar la sessió de laboratori amb molta cura, proposant els alumnes qüestions adients que els guien en la interpretació dels trets més importants d'un gràfic i en el seu significat científic.

En qualsevol cas, predir la forma d'un gràfic resulta particularment útil per la posterior interpretació del gràfic real i, en aquest sentit, la rapidesa dels ordinadors és un valor a tenir en compte.

Pels alumnes de batxillerat els nous softwares que acompanyen als equips ofereixen moltes possibilitats a l'hora de tractar quantitativament les dades obtingudes en els experiments realitzats en el laboratori. Aquestes possibilitats constitueix una de les utilitats més importants d'aquests equips que els fa idonis per activitats de caire investigatiu.

En una activitat amb equips informàtics, els gràfics són el punt de partida i no l'objectiu final com succeeix sovint en les pràctiques convencionals. Això proporciona noves oportunitats però també nous reptes. Els alumnes han de conèixer les possibilitats del software, saber-les usar i tenir clara la informació que els pot aportar el seu ús.

Els resultats de l'aprenentatge depenen de cada experiment en particular però, els següents objectius poden ser assolits en la majoria dels casos. Com a resultat del seu aprenentatge, els alumnes haurien de ser capaços de: generals:

- Usar gràfics per descriure les etapes d'un experiment.
- Relacionar les observacions realitzades amb la forma del gràfic.
- Ser conscients de com les variables s'afecten unes a les altres.
- Descriure models i relacions entre les variables.
- Interpretar dades en termes de coneixement previs.
- Comprendre com les teories poden ser constatades a partir de les dades experimentals.
- Fer prediccions a partir de les dades obtingudes.

Per tal d'assolir els anteriors objectius, cal que professor proposi qüestions i estratègies que condueixin els alumnes a respondre preguntes del tipus següent:

- Per a cada part del gràfic que succeeix en l'experiment?
- Quina ha estat la causa del màxim?
- Quin són els valors màxim i mínims?
- S'observa algun canvi important? En cas afirmatiu, què el va provocar? Va ser molt ràpid el canvi?
- Quina relació matemàtica (si és que la hi ha) existeix entre una variable i l'altra?
- Quin model es desprèn dels resultats?

És, també, important que els alumnes adquireixin l'hàbit de plantejar-se preguntes durant la investigació i que intentin trobar connexions entre els coneixements relatius al tema objecte de la investigació. Mitjançant exercicis senzills els alumnes poden ser estimulats a dissenyar un qüestionari adient per tractar les dades amb les eines proporcionades pel software. Per exemple: veure les dades de cada sensor separatament i de maneres diverses (gràfics lineals, taules, gràfics de barres, etc.), observar les similituds i les diferències entre gràfics corresponents al mateix fenomen observat en diferents

condicions, posar una variable en funció de l'altra (gràfics XY), obtenir nous gràfics a partir de l'original (destacant la part més significativa, derivant, integrant, ajustant una corba, etc.) Aquestes estratègies són generals i es poden realitzar amb la majoria de softwares. L'experiència demostra que els alumnes aprenen ràpidament a fer ús de les eines del software.

Els diferents experiments proposats suposen diferents nivells d'interpretació dels gràfics que generen. Fins i tot, en un mateix experiment es poden assolir nivells diferents en funció de la diversitat dels alumnes.

El nivell més elemental en la interpretació d'un gràfic consistiria en una descripció qualitativa del mateix, explicant com és i comentant el trets més notables. Per exemple: Investigació de la corba d'escalfament d'un líquid.

En un segon nivell s'hauria de obtenir informació quantitativa del gràfic, determinant els valors màxim i mínim i mesurant pendents o increments. Per exemple: Investigació de l'oscil·lació d'una massa penjada d'una molla.

En el nivell més alt es tractaria d'identificar models, trets i relacions entre variables. Per exemple: Investigació de la relació entre el corrent i el voltatge en un element de circuit. En el cas aquest últim exemple, el treball de Barton, ja citat, demostra que l'ús, per part dels alumnes, d'aparells informàtics de pressa i tractament de dades contrasta enormement amb els mètodes convencionals pel que fa a la quantitat i qualitat de les dades obtingudes, les oportunitats de manipular les dades i l'ampliació dels possibles objectius d'aprenentatge

De tot ho exposat es dedueix que l'aprofitament del gran potencial dels equips informàtics de pressa, tractament i control de dades, dependrà en gran manera de la feina personal i col·lectiva dels professors que hagin d'utilitzar-les, quan els tinguin a la seva disposició. Com tota eina nova, el seu ús requereix un estudi previ i un entrenament que, com amb d'altres recursos no s'adquireix només que amb la pràctica continuada.

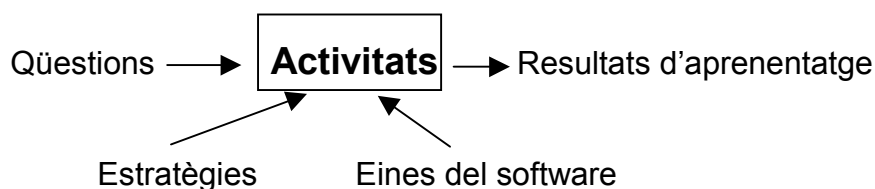


Figura 2. Les qüestions i les estratègies plantejades per el professor més les eines del software determinen els resultats de l'aprenentatge.

El present treball (continuació de la tasca iniciada per altres companys) en qual he tractat de portar en pràctica el model didàctic explicat i sintetitzat a la figura 2, té la pretensió de constituir un ajut útil, tant des del punt de vista pedagògic



com tècnic, per a professors i per a alumnes que s'inicien se en la realització d'experiments de física de batxillerat amb aquests equips, Tanmateix, penso que si bé els treballs i materials sobre aquest tema elaborats fins ara en el nostre país són molt valuosos i han suposat molta dedicació i molta feina feta pels professors que els han realitzat, cal que el Departament d'Ensenyament doni la oportunitat a d'altres professionals per a continuar la tasca començada i alhora, dissenyi cursos de formació per tal que tots el professors puguin ser conscients de com aquesta nova tecnologia els pot ajudar en la tasca docent i la dominin el suficient com per aplicar-la amb èxit.

## 6. Bibliografia

ALLSOP, T i WOOLNOUGH, B. (1985). *Practica York in science*. Cambridge: Cambridge University Press.

BALDRICH, J., FERRES, J. (1990). *Informàtica i vídeo; dues eines per l'ensenyament*. Vic-Barcelona: Eumo, Universitat de Barcelona i Universitat Autònoma de Barcelona.

BARTON, R. (1997). How do computers effect graphical interpretation? *School Science Review* 79(287) pp. 55-60.

BEAUFILS, D. (1991). *Ordinateur outil de laboratoire dans l'enseignement des sciences physiques*. LIREST. Université Paris VII.

BEAUFILS, D. (1992). *Ordinateur outil d'investigation scientifique au lycée. Actes des 5<sup>èmes</sup> journées "Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques"*. Université de Paris.

BROWN, W. & OTHERS (1995). *Avanced Physics Practical Guide*. Harlow: Longman.

COLL, C. (1986). *Marc curricular per l'enssenyament obligatori*. Barcelona: Generalitat de Catalunya.

CORTEL, A. (1999). Utilización de la informàtica en el laboratorio. *Alambique*, nº 19, p.pp. 77-87.

CROSS, T(1985). *Practical Physics at A level*. London: Collins Educacional.

DAISH, C. B., FENDER, D. H. (1980). *Experimental Physics*. London: Hodder & Stoughton.

DRIVER, R., GUESNE, E. TIBERGHIE, A. (1985) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: M.E.C.

FROST, R. (1994). *The IT in Secondary Science Book*. Hatfield Herts: ASE.

FROST, R. (1994). *The IT in Science Book of Datalogging and control*. Hatfield Herts: ASE.

GOTT, R. & OTHERS (1988). *The assessment of practical work*. Oxford: VAP Publishing Services.

FOULDS, K. & OTHERS (1994). *Investigations in Science*. Surrey: Nelson.

- FROST, R. (1999). *Datalogging in practice*. IT in Science.
- FROST, R. (1999). *Datalogging and control*. IT in Science.
- FROST, R. (2000). *The IT in Secondary Science Book*. IT in Science.
- HARTLEY, J.R.L. and MISELL, D.L. (1985). *Physics by experiment*. Leckhampton: Stanley Thornes Ltd.
- HIERREZUELO, J., MONTERO, A. (1988). *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: Editorial Laia.
- IRESO, G (1998). *Physics through investigation*. London: Hodder & Stoughton.
- ISENBERG, C. AND CHOMET, S. (1985). *Physics experiments and projects for students*. London: The Institut of Physics.
- KEMPA, R. (1986). *Assessment in Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LONG, G. (1989). *Real Applications of Electronic Sensors*. London: Macmillan Educacion Ltd.
- MCKITTRICK, (1991). *Physics experiments and student investigations*. Sydney: McGraw-Hill.
- NEWTON, L. (1997). Graph talk: some observations and reflections on the students' data-logging. *School Science Review* 79(287) pp. 49-54.
- NICOLL, J., SWAIN, J. *Graded Assessment in Science Project*. Cheltenham: 1990.
- NOVAK. J. D., GOWIN, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- OGBORN, J. (2000). *Avancing Physics AS*. Bristol & Philadelphia: Institute of Physics Publishing.
- QUIRANTE, A. i GARCIA, D. (1987). Incidència de les noves tecnologies en el material didàctic. *Actas del segundo Congreso Internacional sobre la investigación en la didáctica de las Ciencias y de las matemáticas*. Valencia.
- ROGER, R. (1997). New data-logging tools- new investigations. *School Science Review* 79(287) pp. 61-68.
- RODRIGUES, S. (1997). The rol of IT in secondary school science: an illustrative reiew. *School Science Review* 79(287) pp. 35-40.

SCIENCE EDUCACION GRUP UNIVERSITY OF YORK (1999). *Salters Horners Advanced Physics*. Oxford: Heinemann.

TAMIR, P. (1992) *La singularitat d'aprendre i d'ensenyar al laboratori. (Reflexions sobre l'ensenyament de les ciències Naturals)*. Capellades: Editorial Eumo.

WANG, M. (1995). *Atención a la diversidad del alumnado*. Madrid: Narcea.