



**PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA
2006-2007**

**TÍTOL DEL PROJECTE: INTRODUCCIÓ A L'EXPERIMENTACIÓ
(PRÀCTICA 0)**

*Professor responsable: JOAN M^a MERCADÉ CAPELLADES
mercade@epsem.upc.edu, Física Aplicada, EPSEM de Manresa*

*Professorat que ha intervingut: Laura Conangla Triviño, Joan Jorge Sánchez,
Enriqueta Ferreres Soler*

*Estudiants becats que han intervingut: Raquel Muntaner Torrecilla
i personal Factoria de Recursos Docents de la UPC*

Tipus d'ajut rebut: UPC_2006_2007

Data de la comunicació de resultats: 15 d'octubre 2008

Resum

La connexió dels alumnes, que s'integren a la universitat, amb el món de l'experimentació (física, electrònica, biologia,...), sempre ha estat una tasca complicada: per no conèixer els estudiants el nou espai de treball, haver de manipular aparells normalment desconeguts, haver d'interioritzar la filosofia de l'experimentació, la dificultat de prendre mesures correctament, procedir a estimar les incerteses en les mesures o representar les dades gràficament, així com presentar els resultats de forma correcta, calcular l'error comès respecte al valor teòric i treure'n conclusions.

Pensant en l'EEES i la necessitat d'adquirir competències transversals per parts dels estudiants, en particular els del nostre centre, s'ha volgut establir un protocol de treball, en allò referit a l'entorn de les pràctiques de laboratori, per tal que els estudiants calculin i expressin els resultats experimentals (càlcul d'incerteses, rectes de regressió, representacions gràfiques, etc.) de manera que ho facin seguint uns criteris adequats. Per això, a la vegada s'ha aprofitat per acostar, estudiants i professors implicats, a les normes de la "International Standardisation Organisation" (ISO) i de la "International Electrotechnical Commission" (IEC) en els coneixements teòrics de l'experimentació en el laboratori.

Per tal d'aconseguir els objectius, s'ha elaborat una "pràctica zero" amb material multimèdia que la fa interactiva, amb implicació i autonomia de l'estudiant.

Paraules clau

Mesuratge, incertesa, laboratori.

Catalogació

Aquest projecte ha rebut suport econòmic de la UPC, i ha tingut com a finalitat principal impulsar un aprenentatge més efectiu, contribuint a millorar el rendiment acadèmic de l'estudiantat, en el marc de la millora global de la docència i de l'aprenentatge a la UPC, amb un horitzó d'aproximació als elements que conformen l'Espai Europeu d'Educació Superior.

El projecte ha estat principalment referit als següents aspectes d'actuació docent:

- planificació orientada a resultats d'aprenentatge
- atenció a la progressió de l'estudiantat
- ús de metodologies docents actives
- diversificació dels mètodes d'avaluació
- desenvolupament de competències
- implantació de sistemes d'assegurament de la qualitat de la docència
- foment de la coordinació entre el PDI i del treball en equips multidisciplinaris
- valoració de la pròpia pràctica docent (observació entre iguals, avaluació de la docència, elaboració de portafolis docents)
- integració de les competències transversals definides per la UPC: emprenedoria i innovació, sostenibilitat i compromís social, tercera llengua, comunicació eficaç oral i escrita treball en equip, ús solvent dels recursos d'informació, aprenentatge autònom.

Àmbit o matèria

Els beneficiaris principals del projecte es troben en l'àmbit de totes les ciències experimentals i enginyeries amb continguts a desenvolupar en el laboratori: física, química, electrònica, elèctric, mines, telecomunicacions, biologia,....

Destinataris

Se'n beneficiaran tots els alumnes que es matriculin en aquest centre ja que han de superar les assignatures obligatòries de Fonaments Físics de l'Enginyeria I (codis 40098, 40132, 40173, 40065, 40208) i Fonaments Físics de l'Enginyeria II (codis 40101, 40136, 40178, 40068) que s'imparteixen als estudis d'Enginyeria Tècnica Industrial i Enginyeria Tècnica de Mines.

També l'assignatura de lliure elecció "Nocions de Meteorologia i Climatologia" (codi 51089) aprofitarà els recursos docents generats.

En un futur immediat, a l'EPSEM, i degut als plans d'estudi elaborats per a les noves titulacions de grau, la situació canviarà degut al fet que no només es mantenen les dues assignatures de física, sinó que a la vegada s'afegeixen altres assignatures a la matèria de Física (Resistència de materials, Termodinàmica i mecànica de fluids).

Resultat

Els resultats d'aquest projecte anomenat "pràctica zero" es troben a la pàgina web de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (EPSEM), i han estat elaborats pràcticament fins el dia d'emetre aquest informe, la qual cosa fa que resti pendent la presentació en públic (jornades d'innovació educativa, congressos en matèria docent,...) com estava previst en la proposta.

Al web, a més d'altres productes resultants d'altres projectes d'innovació educativa finançats per altres entitats, es poden diferenciar en relació a aquest projecte, els dos primers apartats:

- El laboratori de física
- Presentació
 - Informació generalitzada del que és un laboratori de física i material docent disponible per als alumnes.
- Vídeo del laboratori
 - Un passeig en vídeo pel laboratori de física de l'EPSEM.
- Normes
 - Normes generals per a la realització de les pràctiques.
 - Preparació de la pràctica.
 - Utilització del material de laboratori.
 - Finalització de la pràctica incloent un model de full de dades.

- Normes generals per a la presentació de les pràctiques.
 - Portada i peu de pàgina.
 - Introducció.
 - Realització experimental.
 - Elaboració de resultats.
 - Anàlisi de resultats.
 - Conclusions.
 - Bibliografia amb una pàgina web que explica les pautes de citació bibliogràfica.

- Pràctiques

Aquí hi ha els guions de totes les pràctiques de Física que podeu fer al Laboratori de Física de l'EPSEM i informació de com treballar les dades, i que s'han reagrupat en cinc grans blocs:

- Introducció
- Mecànica
- Termodinàmica
- Electromagnetisme
- Oscil·lacions i Ones

- Enllaços relacionats

- Aquí es troben alguns enllaços que poden ajudar a entendre millor les pràctiques de laboratori i a elaborar els informes.
- Pràctica 0 “pràctica zero” que conté els quatre apartats següents, amb els subapartats que s'indiquen:

- Presentació.

- Algunes orientacions i consells.

- Tractament de dades.

- Mesures i xifres significatives: teoria, exemples resolts i test d'autoavaluació.
- Errors i incerteses: teoria, exemples resolts i test d'autoavaluació. S'ha plantejat l'estudi de càlcul d'errors en dos nivells:

- Nivell elemental, per als alumnes que inicien el curs (Fonaments Físics de l'Enginyeria I) els quals han d'aplicar tots els coneixements que es donen exceptuant els continguts amb trama rosa.
 - Nivell superior, per als alumnes amb més experiència de laboratori (Fonaments Físics de l'Enginyeria II) els quals han d'aplicar tots els coneixements incloent la trama rosa.
 - Gràfiques: teoria, exemples resolts i test d'autoavaluació.
- Unitats i taules.
 - Es disposen les unitats de les magnituds físiques més utilitzades donant prioritat a les unitats del Sistema Internacional (SI).
 - Anàlisi dimensional.
 - Taules de constants universals i constants físiques, i taules de propietats. Activitat d'un applet.
- Aparells de mesura.
 - Presentació de tots els aparells de mesura que disposem en el nostre laboratori de física.

L'alumne podrà activar alguns applets per entrenar-se en la determinació d'algunes mesures com per exemple la determinació de la longitud (peu de rei), de la massa (balança),....

Aquest projecte docent es pot trobar en l'enllaç:

<http://www.epsem.upc.edu/~practiquesfisica/>



Aquesta web està optimitzada per a una resolució de 800x600 píxels i necessita Adobe Flash® per funcionar



Aquesta web està optimitzada per a una resolució de 800x600 pixels i necessita Adobe Flash® per funcionar

El laboratori de física
Presentació

- Presentació
- Video del laboratori
- Normes
- Pràctiques
- Enllaços relacionats

El laboratori de física és el lloc que permet apropar la Física i la seva realitat quotidiana als estudiants, mitjançant experiències i demostracions motivadores. Els professors del departament de Física Aplicada de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa sempre hem considerat cabdal aquesta aproximació de l'estudiant al laboratori. L'objectiu d'aquest portal és proporcionar un conjunt d'eines i informacions que facilitin aquesta tasca.

En aquest web hi trobareu pràctiques reals, simulacions, vídeos i altres eines. Les pràctiques, encara que no necessàriament, se solen realitzar per parelles propiciant un treball en equip. Disposeu d'un material innovador, com són els vídeos, que permet realitzar les pràctiques de manera virtual, fent-vos seguir la pràctica com si ho féssiu directament en el laboratori.

En aquest apartat disposeu de la informació necessària per emprendre les pràctiques: un primer passeig pel laboratori, normes generals per realitzar les pràctiques, normes generals per a la presentació de les pràctiques, els guions de les pràctiques de laboratori i els muntatges a fer, i enllaços web relacionats amb la física que us poden ser útils.

J. Mercadé, L. Conangla, E. Ferreres, J. Jorge
Produït a:

Optimitzat per a visualització en 800x600

El laboratori de física
 Normes - Normes generals per a la presentació de les pràctiques

[Presentació](#)
[Vídeo del laboratori](#)
[Normes](#)
[Pràctiques](#)
[Enllaços relacionats](#)

NORMES GENERALS PER A LA PRESENTACIÓ DE LES PRÀCTIQUES

De cada sessió de pràctiques de laboratori cal lliurar un informe científic-tècnic el dia i hora que fixi el professor; en cap cas el lliurament podrà ser posterior.

L'objectiu d'aquest informe és transmetre de forma clara i rigorosa tota aquella informació que s'extreu de l'experiment realitzat. Un informe científic-tècnic correcte ha de permetre que una altra persona pugui reproduir totalment l'experiment.

L'informe ha de constar de les següents parts:

1. Portada i peu de pàgina

L'informe comença amb una portada feta amb cura i dissenyada amb bon gust, distribuïda de la següent forma:

1. A la part superior de la portada hi ha d'haver el nom de la institució i el del departament.
2. A la part central, hi constarà el títol del treball: número i títol de la pràctica.
3. Tot seguit hi ha d'haver el nom complet de l'autor o autors, el nom de la titulació i l'especialitat, el nom de l'assignatura, el curs i el grup (si escau), la data de realització de la pràctica, la data màxima de lliurament del treball i el temps real dedicat per elaborar l'informe, en minuts i de cadascun dels autors per separat.

En totes les pàgines de l'informe (excepte en la portada) hi ha d'haver un peu de pàgina on figurin: la versió del document, un títol o codi identificador del treball (per ex. número i títol de la pràctica), nom de l'autor o autors i número de pàgines a més del número total de pàgines.

Per exemple:

PORTADA



FÍSICA EN EL LABORATORI
 Departament de física aplicada





 Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
 
 LA FACTORIA

Aquesta web està optimitzada per a una resolució de 800x600 píxels i necessita Adobe Flash® per funcionar

Pràctica 0
Tractament de dades - Mesures i xifres significatives

Presentació
Tractament dades
Unitats i taules
Aparells de mesura

MESURES I XIFRES SIGNIFICATIVES

- Mesuratge, mesura i mesurand
- Valor representatiu, xifres significatives i notació científica
- Arrodoniment
- Operacions

La **Física** és una ciència basada en l'estudi dels fenòmens naturals que succeeixen en el nostre univers. És una ciència que es recolza en les observacions experimentals i en les mesures quantitatives. Tenir un bon coneixement dels fonaments de la física ha de permetre entendre millor la tecnologia que ens envolta.

El **mesuratge** és una tècnica amb la qual assignem un número (**mesura**) a una propietat física (**mesurand**) mitjançant comparació amb la unitat patró. Ja que els aparells de mesura que utilitzem, les circumstàncies en què es realitza la mesura o les nostres pròpies habilitats mai són "ideals", ens trobarem que el resultat de la mesura, per molt acurada que hagi estat, és un nombre aproximat i caldrà estimar la seva incertesa.

Per exemple:

Mesurem la massa d'un objecte amb una balança ordinària amb divisions de 5 en 5 g. Si la massa ens dona **125 g**, podem assegurar que està compresa entre 120 g i 130 g. En canvi, si la balança apreciés mg i ens donés **126.203 g**, podríem dir que la seva massa estaria entre 126.202 g i 126.204 g.

Següent

J. Mercadé, L. Conanqala, E. Ferreres, J. Jorja Produït a

Pràctica 0
Tractament de dades - Errors i incerteses

Presentació
Tractament dades
Unitats i taules
Aparells de mesura

ERRORS I INCERTESES

- Error respecte al valor real
- Tipus d'errors
- Incertesa: tipus A i tipus B
- N mesures - Incertesa de tipus A - Càlcul d'estadístics
- Incertesa estàndard associada a la resolució de l'aparell - Incertesa de tipus B
- Determinació indirecta d'incerteses estàndard
- Incertesa expandida i nivell de confiança

En una experiència qualsevol, les mesures experimentals d'una magnitud física, sempre estan sotmeses a errors. Nosaltres, com a molt, serem capaços d'obtenir una estimació del **valor vertader**.

Error respecte al valor real

En la vida quotidiana, el terme "error" l'utilitzem com a equivocació o desencert. En el context del mesuratge, l'error es defineix com la diferència entre el valor mesurat i el valor real (o valor teòric).

$$\text{Error} = \text{valor mesurat} - \text{valor real}$$

Si coneixem el valor real (valor teòric) de la mesura, s'admet com a:

- Error absolut respecte al valor real**, la diferència entre la mesura experimental i el valor real,
- Error relatiu respecte al valor real**, el quocient entre l'error absolut respecte al valor real d'aquesta mesura i el valor real. El resultat es multiplica per cent per donar l'error en percentatge.

Una mesura és **acurada** quan el valor mesurat és molt proper al valor real. Les mesures d'una mateixa quantitat són **precises**, quan els valors obtinguts tenen poca variabilitat o dispersió.

Pràctica 0
Tractament de dades - Gràfiques

Presentació
Tractament dades
Unitats i taules
Aparells de mesura

GRÀFIQUES

- Representacions gràfiques. Escales.
- Recta de regressió
- Linealització
- Interpolació i extrapolació

Representacions gràfiques. Escales.

En un experiment de laboratori sovint mesurem diverses variables. Un dels possibles objectius de l'experiment és el de trobar quines relacions existeixen entre les variables analitzades. Per trobar aquesta relació moltes vegades és convenient representar els valors experimentals en una gràfica. Per fer-ho, cal tenir en compte les següents precaucions:

- Dibuixar la **variable independent** a l'eix horitzontal (**abscisses**) i la **dependent** al vertical (**ordenades**), mentre no s'indiqui el contrari.

Per exemple:
En aplicar varies forces F sobre una molla, aquesta mostrarà diferents deformacions x . La relació entre F i x ve donada per l'expressió $F = k \cdot x$; on x és la variable independent i F la variable dependent. Així, en una representació gràfica on es vulgui mostrar la relació entre F i x es dibuixarà F en ordenades i x en abscisses.

Pràctica 0
Unitats, constants i taules

Presentació
Tractament dades
Unitats i taules
Aparells de mesura

UNITATS, CONSTANTS I TAULES

- Unitats fonamentals i suplementàries del SI
- Unitats derivades del SI
- Prefixos
- Anàlisi dimensional
- Constants universals i constants físiques
- Taules

Unitats

A mecànica, els sistemes d'unitats més utilitzats són:

- l'Internacional (MKS, SI)
- el Cegesimal (CGS)
- i el Tècnic.

El sistema d'unitats que usualment utilitzarem serà el **sistema internacional** amb el quadre d'unitats fonamentals que exposarem a continuació. A partir d'aquestes i d'algunes de suplementàries s'obtenen totes les unitats de les magnituds que es poden utilitzar.

Les **unitats fonamentals** del SI són:

Magnituds fonamentals	Unitats fonamentals	Símbol
longitud	metre	m
massa	quilogram	kg
temps	segon	s
intensitat de corrent	Amper	A
temperatura termodinàmica	Kelvin ($^{\circ}\text{C}=\text{K} - 273.15$)	K
intensitat lluminosa	candela	cd
quantitat de substància	mol	mol

Pràctica 0
Aparells de Mesura

Presentació
Tractament dades
Unitats i taules
Aparells de mesura

APARELLS DE MESURA

Explicar tots els instruments de mesura i els diferents tipus pot ser una tasca inabastable per exposar-ho aquí. Nosaltres només ens limitarem a presentar els instruments que utilitzem en el laboratori de Física de l'EPSEM.

[Longitud](#)
[Massa](#)
[Temps](#)
[Força](#)
[Temperatura](#)
[Pressió](#)
[Intensitat de corrent elèctric, tensió i resistència](#)
[Camp magnètic](#)
[Oscil·loscopi](#)
[Espectroscopi de prisma](#)

LONGITUD

Per mesurar la distància entre dos punts, la longitud d'una peça, la profunditat d'un tub, el diàmetre d'un fil, ... és important saber escollir l'instrument de mesura de longituds més adequat per a cada cas.

La **cinta mètrica** metàl·lica té una sensibilitat o resolució d'un mil·límetre.

Per experimentar amb la cinta mètrica cliqueu [aquí](#).



Avaluació del projecte

Aspectes com l'assimilació de coneixements per part dels estudiants i l'adquisició de determinades competències transversals, són importants. Però també té una importància cabdal l'establiment d'un paradigma nou envers l'experimentació al laboratori, objectiu principal d'aquest projecte.

La tendència pragmàtica de treballar amb taules i informacions tecnològiques, per determinar paràmetres de treball de màquines, mecanismes, instruments, equipaments, eines, etc.; sense penetrar en l'essència de com s'obtenen aquestes dades (els límits de tolerància, les seves indeterminacions, etc.), fa que les habilitats necessàries per a l'enginyer per dissenyar, explotar, fer prospecció, instal·lar, processar informació i altres habilitats professionals que apareixen definides en els models dels titulats, unides de forma indissoluble a la de realitzar mesures, resten poc formades. Aquesta darrera deixa de ser una necessitat per a l'estudiant, que perd la motivació pel seu aprenentatge.

L'hàbit de mesurar amb exactitud i precisió, forma part de la formació científica de l'individu. Només així se li dóna veritable importància al procés de mesuratge. Si no importa quant lluny o propers estiguin els valors obtinguts dels valors veritables, el subjecte no es responsabilitza de la transcendència que pugui tenir aquest fet i no prestarà atenció ni cura a aquest procés. Fer-ho de forma exacta i precisa, no provoca especial recàrrec a la tasca pràctica o experimental que, en cada disciplina del pla d'estudis, ha de contribuir a

aquesta capacició. El problema està en que, cada disciplina, assignatura i docent, tinguin clara la importància de treballar amb rigor.

Del projecte encara, com s'ha pogut esbrinar anteriorment, no es pot fer una valoració completa, ja que tot just el producte elaborat s'ha començat a aplicar en aquest curs 2008-2009, tant per part del professorat i els alumnes de l'assignatura de Fonaments físics de l'Enginyeria I, com del professorat i els alumnes de l'assignatura de Fonaments físics de l'Enginyeria II. Actualment s'estan acabant de perfilar els tests d'opinió que es dirigiran als alumnes per tal d'obtenir el seu grau de satisfacció amb la nova metodologia desenvolupada en aquest projecte.

Cal remarcar la total satisfacció dels professors que han utilitzat la pràctica zero. És de destacar la funcionalitat de l'aplicació tant per al professor quan ho explica a classe, com per a l'alumne en el seu treball individual. Aquests professors han constatat una gran millora en els resultats de l'aprenentatge dels alumnes.

Ja que les competències que s'assoleixen a partir d'aquest projecte són totalment transversals, i transferibles a totes les matèries de caire experimental, s'han rebut comentaris per part de professors d'altres matèries manifestant el seu interès per seguir la metodologia desenvolupada en aquest projecte.

Conclusions

Com be s'ha comentat anteriorment, aquest projecte docent té moltes possibilitats de transferibilitat, no solament cap als departaments de física aplicada, sinó també cap a d'altres matèries on es donin pràctiques de laboratori, com poden ser les de química, mecànica, electricitat,

Es porten pocs dies de classes i s'està en una fase inicial d'aplicació del projecte i falta completar els tests d'avaluació i enquestes d'opinió per tal d'obtenir una valoració concreta del projecte. Però es disposa d'una valoració força acurada per part dels professors, els quals han constatat una gran millora en els resultats de l'aprenentatge dels alumnes.

Es considera que aquest projecte s'hauria d'actualitzar any rere any, a través de, per exemple, un seminari dirigit a professors interessats en millorar i, sobretot, en unificar criteris en les activitats que tenen lloc en un laboratori d'experimentació. Això milloraria una activitat interdisciplinària entre departaments que es considera de vital importància en el món de la docència, i que de retruc incidiria en la recerca pedagògica de molts professors interessats per aquesta temàtica.

Referències/més informació

- Bohigas, X.; Estradé, S.; Madrueño, M.; Porquer, Ll. (2008). *Què pensen el professorat i l'alumnat de primer curs universitari sobre la física de batxillerat?* Revista de Física. Barcelona: Societat Catalana de Física (IEC).
- Carrascal Arranz, U. *Estadística descriptiva con Microsoft Excel 2007*. Madrid: RAMA Editorial, 2007.
- Gómez, L.; Zubía, J. *Advances on remote laboratories and e-learning experiences*. Bilbao: University of Deusto, 2007.
- Kirkup, L. ; Frenkel, B. *An introduction to Uncertainty in Measurement*. Cambridge: University Press, 2006.
- Mercadé, J.; Ferreres, E; Conangla, L.. *Fonaments físics de l'enginyeria: Pràctiques de laboratori*. Manresa 'EPSEM, 2008.
- PHYWE, *Seminari "PHYWE-Laboratory Experiments Physics"*. Göttingen: PHYWE SYSTEME GmbH & Co. KG, 2007.
- Sánchez, A.M. *Fundamentos de Metrología*. Madrid: Sección de publicaciones de la ETSII (UPM), 1999.
- Tipler, P.A. ; Mosca, G. *Física para la Ciencia y la Tecnología (2 vol.)*. Barcelona: Editorial Reverté, 2005.
- Experiencias de Física. Demostraciones y prácticas de laboratorio. http://dfists.ua.es/experiencias_de_fisica/index1.html
- Innovació educativa a la Física <http://baldufa.upc.es>
- Web del projecte <http://www.epsem.upc.edu/~practiquesfisica/>