

# **GUIA DOCENT: ELECTROMAGNETISME I TERMODINÀMICA**

## **DADES D'IDENTIFICACIÓ**

Nom de l'assignatura: Electromagnetisme i Termodinàmica

Caràcter: Troncal

Titulació: Enginyeria Tècnica Agrícola (ETA) i Enginyeria Tècnica Forestal (ETF)

Cicle: Primer

Quadrimestre: Segon

Departament: Medi Ambient i Ciències del Sòl

Coordinador: Pedro J. Pérez García

Professorat: Francesc Castellví Sentís  
María Concepción Ramos Martín  
Eugenio Salvatierra Domper

Personal Auxiliar: Encarna Morales Espinosa

## **ÍNDEX**

1. Introducció
2. Objectius
3. Metodologia
4. Temari teòric-pràctic
5. Planificació temporal
6. Bibliografia
  - 6.1. Bibliografia bàsica
  - 6.2. Bibliografia complementària
7. Sistema tutorial
8. Avaluació de l'aprenentatge
9. Volum de treball previst.

## 1. INTRODUCCIÓ

Des de fa molt temps s'han elaborat teories sobre l'aprenentatge, però el procés educatiu és molt complex i no admet solucions úniques o dràstiques com s'ha demostrat al llarg dels anys. Dels resultats de les investigacions en l'ensenyament de les Ciències, algunes contribucions fan referència a les teories sobre l'aprenentatge i unes altres a solucions de problemes concrets. No obstant, l'impacte d'aquestes investigacions en la classe habitual és mínim, malgrat l'esforç realitzat en el disseny d'aquests projectes. Molts suggeriments d'aquestes investigacions són atractius i de sentit comú, però poc concrets i efectius en l'aula real, ja que el nombre d'estudiants pot ser gran, i els que és més important molts d'ells no han tingut l'oportunitat de fixar els *conceptes previs necessaris*, o no tenen suficient *capacitat de raonament* lògic abstracte.

Els cursos de Física s'han centrat en el coneixement de fets, teories científiques i aplicacions tecnològiques. Les noves tendències pedagògiques posen l'èmfasi en la naturalesa, estructura i unitat de la ciència, i en el procés *d'indagació científic*. El problema que es present al docent, és el de transmetre una concepció particular o estructura de coneixement científic a l'estudiantat, de manera que es converteixi en component permanent de la seva pròpia estructura cognoscitiva.

La Física, de la qual l'Electromagnetisme i Termodinàmica n'és una part i les demés ciències de la naturalesa tenen en sí mateixes un elevat valor cultural. Per a la comprensió del món modern desenvolupat tecnològicament, és necessari tenir coneixements de Física. La demanda creixent de coneixement científic per al públic en general, és un indicador del gran impacte social de la revolució científico-tècnica, com ho indica l'existència de revistes de divulgació, articles i llibres escrits per científics importants en un format atractiu i allunyats de l'aridesa dels articles de les revistes científiques.

Tot país que vulgui mantenir-se en els primers llocs, amb indústries competitives, i nivell tecnològic acceptable, ha de potenciar el nivell de *qualitat de l'ensenyament* de les ciències en tots els nivells. Això no ha d'implacar l'abandonament o menyspreu de la formació humanística, necessària per a crear ciutadans lliures i socialment responsables. Al sistema educatiu modern se li planteja el repte de formar persones altament preparades, i amb flexibilitat mental per a adaptar-se als canvis que ocasiona la introducció de tecnologies noves. Estem en un moment en què s'ha perdut la idea de una carrera per a tota la vida. D'aquí es deriva la importància de tenir uns coneixements arrelats, que el subministren les *assignatures bàsiques*, una de les quals és *l'Electromagnetisme i Termodinàmica*.

L'ensenyament és un problema que requereix transformar un sistema, l'estudiant, des d'un estat inicial  $S_i$  fins un estat final  $S_f$ . Per això, és necessari conèixer el seu estat inicial, fer una anàlisi dels objectius finals als quals es pretén arribar, i dissenyar el procés per a dur-los de l'estat inicial al final. Desgraciadament, la majoria dels estudiants considera la Física com a una assignatura abstracta, difícil i àrida, que és necessari aprovar per a passar el primer curs de la carrera universitària. Aquesta opinió, adquirida al llarg de l'ensenyament secundari, és difícil de modificar.

Però a més a més hi ha una *dificultat afegida*, i és que en aquest primer curs universitari tenim estudiants amb expectatives diferents: alguns que volien estudiar una altra carrera, uns altres que no han trobat treball després d'acabar els estudis mitjos, uns altres que simplement

arriben a la universitat esperant passar el temps, etc... i a més molts d'ells amb diversos graus de formació inicial, conseqüència de la promoció automàtica en l'ensenyament secundari implantat en la darrera reforma del sistema educatiu. Tot això fa que, en general, es sentint sobrepassats per la quantitat de treball i la sobrecàrrega dels programes en el primer curs de l'ensenyament universitari.

Per això, la Física en els estudis superiors d'Enginyeria Agrària i de Forest es troba dividida en diverses matèries, distribuïdes al llarg del curs en dues assignatures diferents: per una banda la *Mecànica* i per una altra *l'Electromagnetisme i Termodinàmica*.

## 2. OBJECTIUS

En parlar d'objectius d'un procés educatiu, s'han de recordar els quatre pilars de l'educació (Informe de la UNESCO, 1996): aprendre a conèixer, aprendre a fer, aprendre a conviure i aprendre a ser, com a vies pera a la realització personal i l'activitat en el món laboral. Per tant, els objectius d'aquesta assignatura s'emmarquen en aquest context. L'objectiu bàsic que es pretén que aconseguixin els estudiants al finalitzar el curs és *l'aprenentatge significatiu*: l'habilitat d'interpretar i emprar el coneixement en situacions diferents a aquelles en què va ser adquirit inicialment. En definitiva, aprendre a raonar, a pensar i a aplicar.

Per assolir aquests objectius és necessari ajudar als estudiants a:

1. *Aprendre a conèixer*: per això, al llarg de l'assignatura es desenvolupen i apliquen els conceptes, principis i lleis que expliquen un ampli camp de fenòmens en el domini de l'Electromagnetisme i la Termodinàmica a nivell introductori.
2. *Aprendre a fer*: és quelcom indissociable a aprendre a conèixer. En aquesta assignatura, s'introdueixen els conceptes i fenòmens més importants de l'electromagnetisme i la termodinàmica, que els proporcionen una base sòlida per a aplicacions tècniques posteriors. La resolució de problemes i casos pràctics, els permetrà posar en pràctica els coneixements que van adquirint. Tot això, en definitiva, permetrà a l'estudiant aprendre tècniques i adquirir hàbits o maneres de pensar, raonar i aplicar.
3. *Aprendre a ser*: un altre objectiu és intentar que els estudiants modifiquin les seves actituds, inculcant-los progressivament la idea de què sense esforç no hi ha resultats, de manera que arribin a ser responsables del seu propi procés d'aprenentatge. Això els permetrà assolir una actitud positiva envers la ciència en general i envers l'Electromagnetisme i la Termodinàmica en particular. Per a això s'ha de fomentar el pensament autònom i crític. En aquest sentit, es proposarà a l'estudiant la lectura d'articles de divulgació sobre aplicacions tecnològiques actuals de l'electromagnetisme i la termodinàmica, que contribueixin a que es vagi forjant el seu propi criteri i a saber com actuar en diferents circumstàncies.
4. *Aprendre a conviure*: l'activitat pràctica en el laboratori, a més de l'afiançament de coneixements que el treball pràctic suposa per a l'estudiant, representa una forma de desenvolupament de les seves habilitats per al treball en equip i en investigació. Aquesta activitat en grup, en base a l'estudi d'un problema concret, servirà per a fomentar el seu comportament social, la seva aptitud per a treballar coordinadament i en equip, i la seva habilitat per a la presa de decisions.

S'ha plantejat un conjunt ampli d'objectius educatius, amb la idea de que l'estudiant prengui

consciència de que ell és l'actor de l'activitat i del canvi que suposa l'adaptació a la nova normativa europea, dels quals el professor és simplement el facilitador.

### **3. METODOLOGIA**

Per assolir aquests objectius s'ha d'emprar una nova metodologia docent que, si bé segueix estant basada en els mètodes tradicionals d'ensenyament, encara que presenta un enfocament molt més pràctic i participatiu. Com a complement important, i tenint en compte que l'ordinador està ja present en tots els àmbits de l'educació, l'ensenyament de l'Electromagnetisme i Termodinàmica es pot beneficiar del seu ús a través de diverses vies: la utilització de programes interactius, el càlcul numèric i la programació i, finalment, les expectatives que obre Internet. En aquesta assignatura en concret, es farà ús de programes interactius d'ordinador.

#### *Classes de Teoria*

L'assignatura es desenvoluparà en primer lloc en base a classes teòriques d'aula, que permetin una introducció i explicació equilibrada dels conceptes i fenòmens més importants de l'electricitat, el magnetisme, la termodinàmica i la transferència de calor. Aquestes classes de tipus magistral, en permetre exposar la física de manera lògica i coherent, per tal que sigui atractiva i accessible per tothom, reflectirà la seva importància i al mateix temps proporcionarà una base sòlida per a estudis posteriors. Al començament del quadrimestre es subministrarà un document-guia amb el contingut resumit de tots 3ls aspectes teòrics que s'analitzaran al llarg de l'assignatura.

#### *Classes de Problemes*

En segon lloc, la resolució de problemes i casos pràctics es durà a terme en les classes pràctiques d'aula. En aquestes es resoldran els problemes tipus necessaris per a consolidar els conceptes teòrics i estimular als alumnes mitjançant l'exposició de múltiples aplicacions de la física en la vida quotidiana i en la tecnologia actual.

#### *Seminaris-classe participatius*

Serà no gemenys en els seminaris de classes pràctiques en grups reduïts on es durà a terme, d'una forma molt més intensiva, la realització d'activitats de resolució de casos pràctics, d'aplicació i de discussió. És en aquest tipus de classe participativa on es pretén que l'estudiant participi directa i activament en la resolució d'aplicacions, a través d'una major interacció amb el professor que actuarà com a guia, tutor i facilitador.

Aquesta major participació permetrà que l'estudiant guanyi confiança en la seva comprensió de la física i en la seva destresa per a resoldre els problemes. En definitiva, que incrementi la seva habilitat per emprar i interpretar les conceptes teòrics en situacions diferents a aquelles en què se'ls ha subministrat, amb l'objectiu darrer de què aprengui a pensar, raonar i aplicar. L'elaboració per grups d'un treball dirigit de resolució d'un cas pràctic, completarà la seva formació.

#### *Pràctiques de laboratori*

Resulta difícil arribar a una comprensió clara dels conceptes i lleis físiques i del caràcter experimental de la Física sense dur a terme pràctiques o experiments simulats. Aquesta activitat permetrà mostrar la relació entre els conceptes teòrics i la realitat experimental,

basada en la mesura, presa de dades i la seva posterior anàlisi i tractament. L'organització de les Pràctiques de Laboratori vindrà condicionada pel nombre d'estudiants de l'assignatura i per la capacitat física dels laboratoris. Tanmateix, aquesta activitat de laboratori permetrà desenvolupar un ensenyament més individualitzat ja que es durà a terme en grups reduïts.

Després del treball del muntatge experimental i presa de mesures en cada pràctica, cada grup d'estudiants ha de lliurar una memòria del treball desenvolupat i dels resultats trobats. A més de l'afiançament de coneixements que el treball en el laboratori suposa per a l'estudiant, representa una forma de desenvolupament de les seves habilitats per al treball en investigació i en equip. Per últim, com a part del treball en el Laboratori, es farà ús de programes interactius d'ordinador, ja que actualment la simulació per ordinador permet la visualització i tractament de determinats fenòmens d'una manera ràpida i senzilla.

Tota aquesta metodologia a desenvolupar es resumeix de la manera següent:

<b>Activitat</b>	<b>Requeriments</b>
Classes de Teoria	Assistència a classes recomanada
Classes pràctiques d'aula	Assistència a classes recomanada
Seminaris de classes pràctiques	Assistència a classes recomanada amb presentació d'un treball dirigit
Pràctiques de Laboratori	Assistència obligatòria amb presentació i defensa de la memòria de pràctiques

## **4.- TEMARI TEÒRICO-PRÀCTIC**

### **4.1. Temari de Teoria**

#### **CAPÍTOL 1.- INTRODUCCIÓ A L'ELECTROMAGNETISME. CAMP I POTENCIAL ELECTROSTÀTIC**

- 1.1.- Les interaccions fonamentals de la naturalesa.
- 1.2.- Camps electromagnètics: perspectiva general.
- 1.3.- Camps escalars i vectorials. Representació.
- 1.4.- Gradient d'un camp escalar. Flux d'un camp vectorial.
- 1.5.- Camp i potencial electrostàtic.
- 1.6.- Llei de Gauss. Aplicacions.
- 1.7.- Problemes.

#### **CAPÍTOL 2.- CONDUCTORS EN EQUILIBRI. DIELECTRICS**

- 2.1.- Electrostatica d'un conductor.
- 2.2.- Condensadors. Capacitat. Associació de condensadors.
- 2.3.- Energia d'un condensador.
- 2.4.- Polarització. Dielèctrics.
- 2.5.- Problemes.

#### **CAPÍTOL 3.- CORRENT ELÈCTRIC. CIRCUITS DE CORRENT CONTINUA**

- 3.1.- Comportament d'un circuit. Bateria i força electromotriu.
- 3.2.- Intensitat y densitat de corrent.
- 3.3.- Corrents estacionàries. Llei de Ohm.

- 3.4.- Circuits filiformes: Llei d'Ohm. Diferències de potencial.
- 3.5.- Intercanvis de energia: potencia elèctrica.
- 3.6.- Redes elèctriques: Leyes de Kirchoff.
- 3.7.- Amidaments elèctrics.
- 3.8.- Problemes.

#### **CAPÍTOL 4.- CAMP MAGNÈTIC I INDUCCIÓ ELECTROMAGNÈTICA**

- 4.1.- Introducció al camp magnètic.
- 4.2.- Força magnètica. Efecte Hall.
- 4.3.- Llei de Biot i Savart. Aplicacions.
- 4.4.- Llei de la circulació d'Ampère.
- 4.5.- Moment dipolar magnètic i Flux magnètic.
- 4.6.- Inducció electromagnètica: Llei de Faraday-Lenz.
- 4.7.- Coeficient d'autoinducció d'un circuit aïllat.
- 4.8.- Generadors i motors elèctrics.
- 4.9.- Establiment d'una corrent en un circuit RL
- 4.10.- Problemes.

#### **CAPÍTOL 5.- CORRENT ALTERNA. CIRCUITS MONOFÀSICS**

- 5.1.- Generador de corrent alterna.
- 5.2.- Aplicació als diversos tipus de circuits.
- 5.3.- Aplicació del càlcul complex en corrent alterna.
- 5.4.- Impedància complexa. Llei d'Ohm. Associació.
- 5.5.- Lleis de Kirchoff.
- 5.6.- Fenòmens de ressonància.
- 5.7.- Valors medis i eficaços en corrent alterna.
- 5.8.- Potencia en un circuit de corrent alterna.
- 5.9.- Potencia activa, reactiva i aparent.
- 5.10.- La potencia en magnituds complexes.
- 5.11.- Problemes.

#### **CAPÍTOL 6.- CIRCUITS TRIFÀSICS**

- 6.1.- Sistema trifàsic: Generador.
- 6.2.- Sistemes trifàsics en estrella. Propietats.
- 6.3.- Sistemes trifàsics en triangle. Propietats.
- 6.4.- Resolució de circuits trifàsics.
- 6.5.- Potències en sistemes trifàsics.
- 6.6.- Mesura de la potencia.
- 6.7.- Problemes.

#### **CAPÍTOL 7.- TERMODINÀMICA: CONCEPTES BÀSICS**

- 7.1.- Conceptes generals. Equilibri.
- 7.2.- Temperatura: escales termomètriques.
- 7.3.- Expansió tèrmica.
- 7.4.- Equació d'estat dels gasos ideals.
- 7.5.- Problemes.

## **CAPÍTOL 8.- PRIMER PRINCIPI DE LA TERMODINÀMICA**

- 8.1.- Calor i la seva mesura.
- 8.2.- Capacitat calorífica, calor específic i calor latent.
- 8.3.- Treball.
- 8.4.- Primer principi de la Termodinàmica.
- 8.5.- Aplicacions a diferents processos. Gas ideal.
- 8.6.- Problemes.

## **CAPÍTOL 9.- SEGON PRINCIPI DE LA TERMODINÀMICA**

- 9.1.- Màquines tèrmiques i Segon principi: refrigeradors i bombes de calor.
- 9.2.- La màquina de Carnot. Cicle de Carnot.
- 9.3.- Motors: rendiment i eficiència.
- 9.4.- L'entropia i la segona Llei. Processos reversibles i irreversibles.
- 9.5.- Problemes.

## **CAPÍTOL 10.- TRANSMISSIÓ CALORÍFICA**

- 10.1.- Conducció. Llei de Fourier. Analogia elèctrica.
- 10.2.- Radiació tèrmica. Llei de Stefan-Boltzmann. Llei de Wien.
- 10.3.- Llei de refredament de Newton.
- 10.4.- Problemes.

### **4.2. Temari de Pràctiques de Laboratori**

S'ha estructurat d'acord amb els blocs temàtics que s' imparteixen en l'assignatura:

#### *Calor i Termodinàmica.*

1. Calorímetre adiabàtic: calor específic de sòlids.
2. Llei de Newton del refredament.
3. Equivalent mecànic de la calor.

#### *Electromagnetisme.*

4. Mesura de resistències: pont de Wheatstone.
5. Circuits de corrent contínua.
6. Paràmetres elèctrics d'un generador.
7. Inducció electromagnètica.
8. Impedància complexa.

## 5.- PLANIFICACIÓ TEMPORAL

Planificació temporal en hores per tema, per a cada tipus d'activitat al llarg del quadrimestre:

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Total (h)	%
- Teoria	4	3	3	3	4	3	1	4	3	1	29	48
- Problemes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	17
- Casos pràctics	2	1	2	2	2	2	-	2	2	-	15	25
- Pràctiques de Laboratori											6	10
Total											60	
% Teoria												48
% Pràctica												52

## 6. BIBLIOGRAFIA

### 6.1. Bibliografia bàsica (\*: recomanats)

*Gettys, W.E., F. J. Keller y M.J. Skove, 1991: Física clásica y moderna. Ed. McGraw-Hill.*

*Ibañez, J.A. y M.R. Ortega, 1989: Lecciones de Física: Termología. Ed. Univ. de Córdoba.*

*\*Lea, S.M. y J.R. Burke, 2001: Física: la naturaleza de las cosas, Vol 2. Ed. Paraninfo-Thomson Learning.*

*\*Rosell, J.R., 2000: Circuitos eléctricos monofásicos y trifásicos. Colección Eines. Ediciones UdL.*

*\*Serway, R.A., 2003: Física. Vols. 1 y 2. Ed. Thomson.*

*\*Tipler, P.A., 1994: Física. Tomos I y II. 3ª ed. Ed. Reverté.*

### 6.2. Bibliografia complementària

*Aguilar, J., 1981: Cuestiones de Física. Ed. Reverté.*

*Alonso, M. y E.J. Finn, 1995: Física. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana.*

*Burbano, S. y E. Burbano, 1995: Problemas de Física. Ed. Librería General.*

*Dias de Deus, J., M. Pimenta, A. Noronha, T. Peña y P. Brogueira, 2001: Introducción a la Física. Ed. McGraw-Hill. (Pag. web: <http://www.mcgraw-hill.pt>).*

*Eisberg, M. y L. Lerner, 1983: Física: fundamentos y aplicaciones. Ed. McGraw-Hill.*

*Gonzalez, F.A., 1981: La Física en problemas. Ed. Tebar Flores.*

*Gullón, E. y M. López, 1979: Problemas de Física. Vol. 1,2 y 3. Ed. Librería Internacional de Romo.*

### **6.3. Bibliografia per a Pràctiques de Laboratori**

*Castellví, F., P.J. Pérez, M.C.Ramos y J.I. Rosell, 1993: Pràctiques de Física. Ed. PPU - UdL.*

## **7. SISTEMA TUTORIAL**

Les tutories són l'únic moment del procés educatiu en què es realitza l'ideal de l'ensenyament individualitzat mitjançant el diàleg directe alumne-professor. Per a l'estudiant, les tutories li permeten consultar els seus dubtes respecte als conceptes explicats a classe, en la forma de resoldre els diferents problemes, així com comunicar els seus punts de vista pel que fa als diferents aspectes de l'assignatura. Per al professor, és una font d'informació de primer ordre, per conèixer la dificultat de les diverses parts de l'assignatura i el grau d'assimilació de les mateixes.

L'heterogeneïtat de l'estudiantat i el seu diferent grau de comprensió de la matèria, fa que la importància de la tutoria radiqui en el diàleg directe professor-alumne. Això permetrà al professor diagnosticar l'origen de les seves carències, de les dificultats que té amb la matèria i de proporcionar-li el tractament adequat. En els estudiants de primer curs, la manca d'ensinistrament, de capacitat de raonament i de comprensió del llenguatge propi de la Física, fa necessàries les tutories, que no es feina d'un sol professor, sinó de l'equip coordinat dels professors de primer curs, que haurà de tenir continuïtat en cursos posteriors.

El sistema tutorial presentarà les modalitats següents:

1. Tutoria activa: és la que es durà a terme en els seminaris de classes participatives, dirigides a activitats de resolució de casos pràctics.
2. Tutories a la demanda de l'estudiantat: tutories de tipus presencial.

## **8. AVALUACIÓ DE L'APRENTATGE**

L'avaluació global ECTS inclou el conjunt d'activitats següents:

1. El sistema d'avaluació serà de tipus semicontinuitat (amb caràcter voluntari) amb una prova intermèdia al llarg del quadrimestre. Els alumnes que la superin alliberaran matèria en la convocatòria de juny.
2. Avaluació per grups del treball pràctic dirigit (amb caràcter voluntari)
3. Avaluació de les pràctiques de laboratori.
4. Avaluació de control final de l'assignatura, basat en la resolució d'exercicis i problemes.

## 9.- VOLUM DE TREBALL PREVIST

### TAULA 1. DISTRIBUCIÓ DEL VOLUM DE TREBALL PREVIST

**ASSIGNATURA: Electromagnetisme i Termodinàmica**

**Crèdits ECTS: 5**

	Descripció Tècnica	Activitat presencial Alumne		Activitat no presencial Alumne		Avaluació			Temps total (hores)	ECTS
		Objectius	Hores dedicació	Treball alumne	Hores dedicació	Procediment	Temps (hores)	Pes qualificació (%)		
Teoria	Classe magistral (Aula)	Explicació dels principals conceptes	29	Estudi: Conèixer, comprendre i sintetitzar coneixements	40	Proves escrites sobre la teoria del programa de l'assignatura	1		70	2.3
Problemes i casos	Classe participativa (Aula)	Resolució de problemes i casos	10	Aprendre a resoldre problemes i casos	14	Proves escrites sobre problemes i casos explicats a l'Aula	3		27	0.9
Seminari	Classe participativa (Grups reduïts)	Realització d' activitats de discussió o aplicació	15	Resoldre problemes i casos. Discussions	26	Proves escrites o orals	1		42	1.4
Laboratori	Pràctica de Laboratori (Grups reduïts)	Execució de la pràctica: com prendre fenòmens, mesurar	6	Realitzar memòria	4	Lliurament de memòries. Proves escrites o orals	1		11	0.4
Aula d' informàtica	Pràctica d'aula d'informàtica (Grups reduïts)	Execució de la pràctica: com- prendre fenòmens, mesurar		Realitzar memòria		Lliurament de memòries. Proves escrites o orals				
Pràctiques de camp	Pràctica de camp	Execució de la pràctica: com- prendre fenòmens, mesurar		Realitzar memòria		Lliurament de memòries. Proves escrites o orals				
Visites	Visita a explotacions o indústries	Realització de la visita		Realitzar memòria		Lliurament de memòries. Proves escrites o orals				
Activitats dirigides	Treball de l'alumne (individual)	Orientar a l'alumne en el treball (en horari de tutories)		Realitzar un treball bibliogràfic, pràctic, etc.		Lliurament del treball				
Totals			60		84				150	5