



# Guia docent

## 340095 - PRFA-D5002 - Processos de Fabricació

Última modificació: 03/04/2024

**Unitat responsable:** Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú  
**Unitat que imparteix:** 702 - CEM - Departament de Ciència i Enginyeria de Materials.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA DE DISSENY INDUSTRIAL I DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE (Pla 2009).  
(Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** ENRIQUE MARTIN FUENTES

**Altres:** ENRIC MARTIN - TEO MUNIATEGUI

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Específiques:

- D50. Coneixements dels fonaments dels processos de fabricació per a la transformació de metalls, polímers i ceràmiques.
- D51. Capacitat per a identificar la maquinària utilitzada i els paràmetres a controlar en els diferents processos
- D52. Capacitat per a seleccionar, dissenyar i optimitzar els processos de fabricació més adequats en funció del disseny, material, ús de la peça i impacte ambiental.
- D53. Capacitat per a associar les possibilitats de disseny a cada procés de fabricació

#### Transversals:

- APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
- COMUNICACIÓ EFICAC ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.
- TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

- Sessions presencials d'exposició de continguts.
- Sessions presencials de treball pràctic (resolució d'exercicis).
- Sessions presencials de treball pràctic en grups de treball (pràctiques de laboratori). Les activitats programades estan supeditades a la disponibilitat d'espais i de material.

En les sessions d'exposició dels continguts el professor introduirà les bases teòriques de la matèria dels processos de fabricació.  
En les sessions de resolució d'exercicis el professor guiarà a l'estudiant en la comprensió dels conceptes teòrics, així mateix, es treballarà la comunicació oral mitjançant la presentació i resolució en públic dels problemes proposats.  
En les sessions de laboratori es desenvoluparà la competència de treball en equip.

A les activitats no presencials el professor supervisa el treball de l'alumne mitjançant l'anàlisi de la seva evolució a través dels actes avaluatius i de les activitats dirigides.



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

1. Conèixer els fonaments dels processos de fabricació per a la transformació de metalls, polímers i ceràmics.
2. Conèixer els fonaments de la metrologia dimensional i superficial la seva relació en la validació verificació dels diferents processos de fabricació.
3. Identificar la maquinària utilitzada i els paràmetres a controlar en els diferents processos.
4. Seleccionar, dissenyar i optimitzar els processos de fabricació més adients en funció del disseny, material, us de la peça i impacte ambiental.
5. Associar les possibilitats de disseny a cada procés de fabricació.
6. Conèixer i dissenyar la gestió de qualitat de processos i productes.
7. Adquirir els coneixements sobre propietats físiques que li permeten definir les especificacions.
8. Aplicar la metodologia de selecció de materials i els seus processos.

## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	45,0	30.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	15,0	10.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### 1: Metrologia i qualitat en els processos de fabricació

#### Descripció:

- 1.1 La metrologia i els sistemes de mesura. Incerteses en les mesures. Sistemes de gestió de les mesures.
- 1.2. Disseny de productes i selecció dels processos.

#### Activitats vinculades:

- Activitat 1: classe expositiva  
Activitat 2: Exercicis del contingut 1  
Activitat 3: Pràctica de capacitat de producte i de procés.  
Activitat 12: Prova parcial 1  
Activitat 25: Prova final

#### Competències relacionades:

- . D50. Coneixements dels fonaments dels processos de fabricació per a la transformació de metalls, polímers i ceràmiques.
  - . D51. Capacitat per a identificar la maquinària utilitzada i els paràmetres a controlar en els diferents processos
  - . D52. Capacitat per a seleccionar, dissenyar i optimitzar els processos de fabricació més adequats en funció del disseny, material, ús de la peça i impacte ambiental.
  - . D53. Capacitat per a associar les possibilitats de disseny a cada procés de fabricació
- 07 AAT N2. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
- 04 COE N2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.
- 05 TEQ N2. TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.

#### Dedicació: 13h

- Grup gran/Teoria: 4h  
Grup petit/Laboratori: 2h  
Activitats dirigides: 0h 30m  
Aprentatge autònom: 6h 30m



## 2: Processos de conformat per foneria i emmotllament

### Descripció:

2.1 Mecanismes de solidificació. 2.2 Materials per a l'emmotllament. 2.3 Disseny de productes per al conformat per emmotllament: disseny de peces i disseny de motlles. 2.4 Principals tècniques d'emmotllament. 2.5 Foneria injectada. 2.6 Conformació en estat semisòlid.

### Activitats vinculades:

Activitat 4: classe expositiva

Activitat 5: Exercicis del contingut 2

Activitat 6: Pràctica de Fusió i emmotllament de peces d'alumini

Activitat 7: Pràctica de metal·lografia de microestructures de solidificació.

Activitat 12: Prova parcial 1

Activitat 25: Prova final

### Competències relacionades:

. D50. Coneixements dels fonaments dels processos de fabricació per a la transformació de metalls, polímers i ceràmiques.

. D51. Capacitat per a identificar la maquinària utilitzada i els paràmetres a controlar en els diferents processos

. D52. Capacitat per a seleccionar, dissenyar i optimitzar els processos de fabricació més adequats en funció del disseny, material, ús de la peça i impacte ambiental.

. D53. Capacitat per a associar les possibilitats de disseny a cada procés de fabricació

07 AAT N2. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.

04 COE N2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.

05 TEQ N2. TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.

### Dedicació: 19h

Grup gran/Teoria: 5h

Grup petit/Laboratori: 3h

Activitats dirigides: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 10h 30m



### 3: Processos de unió i soldadura

#### Descripció:

- 3.1. Processos de unió: soldeig de metalls.
- 3.2. Fenòmens metal·lúrgics: soldabilitat dels metalls.
- 3.3. Processos de soldeig.
- 3.4. Unions adhesives i unions mecàniques

#### Activitats vinculades:

- Activitat 8: classe expositiva
- Activitat 9: Exercicis del contingut 3
- Activitat 10: Pràctica de soldadura
- Activitat 11: Pràctica de metal·lografia d'unions soldades
- Activitat 12: Prova parcial 1
- Activitat 25: Prova final

#### Competències relacionades:

- . D50. Coneixements dels fonaments dels processos de fabricació per a la transformació de metalls, polímers i ceràmiques.
  - . D51. Capacitat per a identificar la maquinària utilitzada i els paràmetres a controlar en els diferents processos
  - . D52. Capacitat per a seleccionar, dissenyar i optimitzar els processos de fabricació més adequats en funció del disseny, material, ús de la peça i impacte ambiental.
  - . D53. Capacitat per a associar les possibilitats de disseny a cada procés de fabricació
- 07 AAT N2. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
- 04 COE N2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.
- 05 TEQ N2. TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.

#### Dedicació: 25h

Grup gran/Teoria: 7h

Grup petit/Laboratori: 3h

Activitats dirigides: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 14h 30m



#### 4: Processos de conformat per deformació plàstica

##### Descripció:

- 4.1. Estudi de les diferents fases de la deformació plàstica.
- 4.2. Temperatures i processos. Deformabilitat dels materials.
- 4.3. Laminació. Extrusió. Forja. Plegat. Embotició. Conformació superplàstica.

##### Activitats vinculades:

- Activitat 13: classe expositiva
- Activitat 14: exercicis del contingut 4
- Activitat 15: Pràctica de deformació de planxes
- Activitat 24: Prova parcial 2
- Activitat 25: Prova final

##### Competències relacionades:

- . D50. Coneixements dels fonaments dels processos de fabricació per a la transformació de metalls, polímers i ceràmiques.
  - . D51. Capacitat per a identificar la maquinària utilitzada i els paràmetres a controlar en els diferents processos
  - . D52. Capacitat per a seleccionar, dissenyar i optimitzar els processos de fabricació més adequats en funció del disseny, material, ús de la peça i impacte ambiental.
  - . D53. Capacitat per a associar les possibilitats de disseny a cada procés de fabricació
- 07 AAT N2. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
- 04 COE N2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.
- 05 TEQ N2. TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.

##### Dedicació: 24h

Grup gran/Teoria: 8h

Grup petit/Laboratori: 2h

Activitats dirigides: 0h 40m

Aprenentatge autònom: 13h 20m



## 5: Processos de conformat per mecanitzat

### Descripció:

- 5.1. Bases teòriques i sistemes operacionals per a la conformació amb arrencament de ferritja.
- 5.2. Maquinabilitat.
- 5.3. Mecanitzat a alta velocitat i processos no convencionals.
- 5.4. Fabricació assistida per ordinador.

### Activitats vinculades:

- Activitat 16: classe expositiva
- Activitat 17: exercicis del contingut 5
- Activitat 18: Pràctica de programació en control numèric
- Activitat 24: Prova parcial 2
- Activitat 25: Prova final

### Competències relacionades:

- . D50. Coneixements dels fonaments dels processos de fabricació per a la transformació de metalls, polímers i ceràmiques.
  - . D51. Capacitat per a identificar la maquinària utilitzada i els paràmetres a controlar en els diferents processos
  - . D52. Capacitat per a seleccionar, dissenyar i optimitzar els processos de fabricació més adequats en funció del disseny, material, ús de la peça i impacte ambiental.
  - . D53. Capacitat per a associar les possibilitats de disseny a cada procés de fabricació
- 07 AAT N2. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
- 04 COE N2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.

### Dedicació: 13h

- Grup gran/Teoria: 3h 30m
- Grup petit/Laboratori: 2h
- Activitats dirigides: 0h 30m
- Aprenentatge autònom: 7h



## 6: Polvorimetal·lúrgia y Processos de Superfícies

### Descripció:

6.1 Processos de conformació per medi de pólvores.

6.2 Enginyeria de superfícies.

6.2.1. Tractaments superficials que no alteren la composició química del substrat.

6.2.2. Tractaments superficials que alteren la composició química de les regions properes a la superfície del substrat.

6.2.3. Addició de capes de material sobre la superfície del substrat.

### Activitats vinculades:

Activitat 19: classe expositiva

Activitat 20: Exercicis del contingut 6

Activitat 24: Prova parcial 2

Activitat 25: Prova final

### Competències relacionades:

. D50. Coneixements dels fonaments dels processos de fabricació per a la transformació de metalls, polímers i ceràmiques.

. D51. Capacitat per a identificar la maquinària utilitzada i els paràmetres a controlar en els diferents processos

. D52. Capacitat per a seleccionar, dissenyar i optimitzar els processos de fabricació més adequats en funció del disseny, material, ús de la peça i impacte ambiental.

. D53. Capacitat per a associar les possibilitats de disseny a cada procés de fabricació

07 AAT N2. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.

### Dedicació: 11h

Grup gran/Teoria: 6h

Activitats dirigides: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 4h 30m



## 7: Processat de materials plàstics i compòsits

### Descripció:

- 7.1. Injecció.
- 7.2. Extrusió.
- 7.3. Bufat.
- 7.4. Compressió.
- 7.5. Termoconformat.
- 7.6. Processat de materials compòsits

### Activitats vinculades:

- Activitat 21: classe expositiva
- Activitat 22: Exercicis del contingut 7
- Activitat 23: Pràctica de metal·litzat de plàstics
- Activitat 24: Prova parcial 2
- Activitat 25: Prova final

### Competències relacionades:

- . D50. Coneixements dels fonaments dels processos de fabricació per a la transformació de metalls, polímers i ceràmiques.
  - . D51. Capacitat per a identificar la maquinària utilitzada i els paràmetres a controlar en els diferents processos
  - . D52. Capacitat per a seleccionar, dissenyar i optimitzar els processos de fabricació més adequats en funció del disseny, material, ús de la peça i impacte ambiental.
  - . D53. Capacitat per a associar les possibilitats de disseny a cada procés de fabricació
- 07 AAT N2. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
- 04 COE N2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.
- 05 TEQ N2. TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.

### Dedicació: 24h

Grup gran/Teoria: 6h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h

Activitats dirigides: 0h 45m

Aprenentatge autònom: 14h 45m

## 8: Fabricació additiva

### Descripció:

Aplicacions. Tècniques

### Objectius específics:

Conèixer les diferents tecnologies de fabricació additiva

### Competències relacionades:

- . D51. Capacitat per a identificar la maquinària utilitzada i els paràmetres a controlar en els diferents processos

### Dedicació: 1h

Grup gran/Teoria: 1h



## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

Proves escrites individuals (T): 70%. Hi haurà un examen parcial (EP1) i un examen final (EF).

Informes de desenvolupament de les pràctiques de laboratori (L): 20%

Presentació i valoració de la resolució de problemes o qüestionaris plantejats de forma individual o en grup (Q): 10%

L'avaluació de l'assignatura es farà d'acord amb els següents indicadors:

- Si  $EP1 > 5$  aleshores en EF únicament s'examina de la segona part de l'assignatura (EP2).

I la nota fina, NF, serà:

Si  $EP2 > EP1$ :  $NF = 70\% EP2 + 20\% L + 10\% Q$

Si  $EP2 < EP1$ :  $NF = 40\% EP2 + 30\% EP1 + 20\% L + 10\% Q$

- Si  $EP1 < 5$ :  $NF = 70\% EF + 20\% L + 10\% Q$

En la reavaluació la fórmula serà

$NF = 70\% ER + 20\% L + 10\% Q$

Serà condició necessària per a l'aprovació de l'assignatura la realització i presentació dels informes corresponents de, com a mínim, el 75% de les pràctiques de laboratori. En cas contrari, la nota màxima de l'assignatura serà de suspensa, amb un 4,9 (UPC, Normativa acadèmica dels estudis de Grau i Màster).

No seran re-avaluables les pràctiques de laboratori, els tests realitzats via Campus Digital ni les activitats realitzades a l'aula en el període ordinari de classes (problemes i/o presentacions de treballs). Únicament es considera re-avaluable la part de (T).

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

---

Totes les activitats previstes en aquesta assignatura tenen una part presencial i una part d'aprenentatge autònom. Abans de les classes de problemes, els estudiants discutiran individualment o en grups petits els problemes proposats i hauran de presentar-ne la solució. La valoració de la seva tasca influirà en l'avaluació.

Per a les classes pràctiques al laboratori, els alumnes han de conèixer prèviament els fonaments de cada una i saber quins resultats es poden obtenir de cada assaig. Es podrà exigir un informe previ per a accedir al laboratori per a determinades pràctiques.

Les proves individuals per escrit es faran d'acord amb el calendari lectiu del curs.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Kalpakjian, Serop; Schmid, Steven R. Manufacturing engineering and technology. 8th ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2023. ISBN 9781292422244.

- Groover, Mikell P. Fundamentals of modern manufacturing : materials, processes, and systems, SI version [en línia]. 7th ed. New York: John Wiley & Sons, Incorporated, 2021 [Consulta: 19/03/2024]. Disponible a: [https://search-ebshost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=nlebk&AN=3756146&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp\\_C1](https://search-ebshost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=nlebk&AN=3756146&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_C1). ISBN 9781119767022.

- Ashby, Mike; Johnson, Kara. Materials and design : the art and science of material selection in product design [en línia]. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2014 [Consulta: 20/02/2024]. Disponible a: <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9781856174978/materials-and-design>. ISBN 9780080982052.

- Youssef, Helmi A.; El-Hofy, Hassan A.; Ahmed, Mahmoud H. Manufacturing technology : materials, processes and equipment [en línia]. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2023 [Consulta: 20/02/2024]. Disponible a: <https://www.taylorfrancis-com.recursos.biblioteca.upc.edu/books/mono/10.1201/9781003373209/manufacturing-technology-helmi-youssef-mahmoud-ahmed-hassan-el-hofy>. ISBN 9781003373209.

- El Wakil, Sherif D. Processes and design for manufacturing. 3rd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2019. ISBN 9781138581081.

### Complementària:

- Lesko, Jim. Industrial design materials and manufacturing guide [en línia]. New York: John Wiley & Sons, 2008 [Consulta: 14/02/2024]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=818988>. ISBN 9780470055380.

- Seider, Warren D. Product and process design principles : synthesis, analysis, and evaluation [en línia]. 4th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2017 [Consulta: 21/03/2024]. Disponible a:



[https://search-ebsohost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=nlebk&AN=1639416&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp\\_C1](https://search-ebsohost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=nlebk&AN=1639416&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_C1). ISBN 9781119588009.

- Singh, Mrityunjay; Ohji, Tatsuki; Asthana, Rajiv. Green and sustainable manufacturing of advanced material [en línia]. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science, 2016 [Consulta: 20/02/2024]. Disponible a: <https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780124114975/green-and-sustainable-manufacturing-of-advanced-material>. ISBN 0-12-411526-8.

- Gupta, Kapil. Advanced manufacturing technologies : modern machining, advanced joining, sustainable manufacturing [en línia]. Cham, Switzerland: Springer, 2017 [Consulta: 13/02/2024]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=4851844>. ISBN 9783319560991.

- Li, Wen. Efficiency of Manufacturing Processes [electronic resource] : Energy and Ecological Perspectives [en línia]. Cham: Springer International Publishing, 2015 [Consulta: 23/11/2023]. Disponible a: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-17365-8>. ISBN 3319173650.

## RECURSOS

---

### Enllaç web:

- [http://www.mit.tut.fi/dictionary/Dic\\_FrameSet.html](http://www.mit.tut.fi/dictionary/Dic_FrameSet.html). Multilingual dictionary of basic and general terms in metrology
- <http://www.efunda.com/home.cfm>. Online Reference for Engineers
- [http://www.sme.org/cgi-bin/getsmepg.pl?/communities/education/edu\\_community\\_hp.htm&&SME&](http://www.sme.org/cgi-bin/getsmepg.pl?/communities/education/edu_community_hp.htm&&SME&). Manufacturing Education & Research Community
- <http://iate.europa.eu/iatediff/switchLang.do?success=mainPage&lang=es>. IATE, Inter-Active Terminology for Europe, is the EU inter-institutional terminology database.