

# SOSTENIBILITAT APLICADA

---

JORDI SEGALÀS

## 8.1. L'assignatura

L'assignatura Sostenibilitat Aplicada és una assignatura optativa que forma part de l'itinerari social que s'ofereix a tots els graus que s'imparteixen a l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú. Aquest itinerari té en compte que la feina de les enginyeries, a més a més de resoldre problemes tecnològics i proposar avenços, ha de considerar sempre les implicacions socials i ambientals que la seva tasca comporta i fer-se'n responsable: com afecten al nostre entorn les nostres decisions de disseny? Com afecten a la societat? Les nostres propostes ens acosten al món que desitgem o ens n'allunyen?

En aquest itinerari, els estudiants desenvolupen projectes en escenaris reals per comprendre com la tecnologia pot contribuir a solucionar els nombrosos problemes generats per un desenvolupament mal gestionat. Aquest aprenentatge

gira al voltant de tres reptes decisius. El primer, la influència positiva de la tecnologia, tant en el medi ambient com en la societat, per mitjà del disseny sostenible i de les tecnologies sostenibles. El segon, la inclusió, fonamentada en l'equitat, la participació i l'accessibilitat de les persones en la interacció amb l'entorn. I, finalment, la convivència beneficiosa amb robots, amb el disseny dels seus comportaments socials.

L'assignatura de Sostenibilitat Aplicada adopta la perspectiva de la tecnologia socialment responsable. L'enginy, la creativitat i la tècnica tenen un poder enorme per configurar el futur de l'entorn natural i de les relacions humanes. Té una càrrega lectiva de 6 ECTS i s'imparteix en anglès durant el quadrimestre de primavera al vuitè quadrimestre, moment en què la majoria de participants estan realitzant el seu treball de fi de grau.

L'objectiu de l'assignatura és que l'estudiantat es familiaritzi amb el disseny d'un projecte amb valor sostenible i els diferents enfocaments i estratègies que se centren en els aspectes ambientals i socials de les tecnologies sostenibles existents. Al final de l'assignatura, s'espera que els estudiants siguin capaços de dissenyar d'estratègies de sostenibilitat i avaluar-ne l'eficàcia i l'eficiència, i sàpiguen avaluar l'impacte mediambiental i la comprensió de les implicacions socials de solucions tecnològiques.

L'assignatura s'organitza entorn de la realització d'un projecte real que es treballa al llarg de tot el quadrimestre i que es desenvolupa en paral·lel a sessions teoricopràctiques en les quals es van introduint els conceptes necessaris (disseny sostenible, *cradle to cradle*, biomimetisme, disseny sistèmic, sistemes producte-servei, disseny responsable) en format de microcasos i classes magistrals. El projecte s'articula aplicant la metodologia desenvolupada conjuntament amb la Universitat de Cambridge, *Materials and Sustainability* (Ashby, 2022).

L'assignatura fomenta el treball en equip, ja que els projectes es realitzen en grups de 3 o 4 membres. La metodologia aplicada requereix que els grups facin 5 presentacions (definició del problema i articulació de la solució, anàlisi d'actors rellevants, *fact-finding*, integració i reflexió), en les quals el professorat dona retroalimentació i l'estudiantat pot veure l'evolució dels diferents projectes i pot aportar en la millora de tot el procés d'aprenentatge.

## 8.2. Justificació del treball per reptes

L'aprenentatge per reptes és una metodologia educativa innovadora que es basa en la resolució de problemes reals i complexos, i promou un enfocament actiu i col·laboratiu de l'estudiantat. En l'àmbit de la sostenibilitat aplicada, aquesta metodologia ofereix múltiples avantatges:

- Foment de l'aprenentatge significatiu: els reptes reals permeten als estudiants entendre i aplicar conceptes teòrics en situacions pràctiques, fet que genera un aprenentatge més profund i durador. Segons Yew i Goh (2016), aquest enfocament vincula la teoria amb la pràctica, i augmenta la motivació i l'interès dels estudiants. Això és especialment rellevant en l'àmbit de la sostenibilitat, on cal entendre la complexitat dels problemes reals per trobar solucions efectives (Sterling, 2001).
- Desenvolupament de competències transversals: en abordar reptes de sostenibilitat, els estudiants desenvolupen habilitats clau com el pensament crític, la resolució de problemes i el treball en equip. Barron i Darling-Hammond (2008) argumenten que l'aprenentatge basat en reptes potencia aquestes competències, considerades essencials per abordar problemes globals com el canvi climàtic i la desigualtat social.
- Promoció d'un enfocament sistèmic: els problemes de sostenibilitat són complexos i multidimensionals. L'aprenentatge per reptes fomenta una comprensió de les interconnexions entre factors socials, econòmics i ambientals, la qual cosa ajuda a formar un pensament sistèmic (Meadows, 2008). Aquest enfocament és fonamental per desenvolupar solucions sostenibles que vagin més enllà de les respostes simplistes.
- Preparació per a situacions reals: treballar en reptes plantejats per organitzacions externes permet als estudiants experimentar situacions professionals reals. Segons Kolb (1984), l'aprenentatge experiencial prepara millor els estudiants per a l'entorn laboral, i els dona una visió pràctica de com implementar principis de sostenibilitat. A més, aquest enfocament facilita la col·laboració amb actors externs i reforça les relacions entre la universitat i la societat (Brundiens et al., 2010).
- Impuls de la creativitat i la innovació: l'aprenentatge per reptes anima els estudiants a pensar de manera creativa i a buscar solucions innovadores

per a problemes complexos. Garcia et al. (2019) destaquen que aquest mètode fomenta la generació de noves idees i estratègies i contribueix a la formació de futurs líders capaços de promoure el canvi cap a la sostenibilitat.

- Compromís amb la sostenibilitat: treballar amb reptes reals relacionats amb els objectius de desenvolupament sostenible (ODS) reforça la consciència dels estudiants sobre la importància d'aquests objectius i els inspira a assumir responsabilitats socials i ambientals (Wiek et al., 2011). Aquest enfocament ajuda a formar professionals amb un fort compromís ètic i una visió a llarg termini.

Aquest marc teòric reforça la importància d'introduir l'aprenentatge per reptes en assignatures de sostenibilitat aplicada a l'educació superior.

### 8.3. Empreses i reptes

Durant el curs 2023/24, en el context d'aquesta assignatura, es va treballar amb els reptes plantejats per dues empreses: Fundació Formació i Treball i el Gabinet d'Innovació i Comunitat de la UPC conjuntament amb la Fundació Rezero. A continuació es descriuen breument les organitzacions participants així com els reptes proposats.

#### ***8.3.1. Disseny d'un servei de carmanyola retornable per a la cafeteria de l'EEBE i la residència Xior Diagonal Besòs (Lunchbox)***

La Fundació Formació i Treball (FIT), fundada el 1992, va ser promoguda per Càritas Diocesana de Barcelona i té com a objectiu principal la formació i inserció laboral de persones amb especials dificultats personals i sociolaborals per incorporar-se al mercat ordinari. Al servei d'aquest objectiu s'emmarca tant l'oferta de formació ocupacional com la realització d'activitats econòmiques per afavorir la inserció laboral.

##### *a) Descripció del repte*

El Reial decret d'envasos i residus d'envasos defineix la reutilització d'envasos com una de les estratègies per reduir els plàstics d'un sol ús. Atès el model

actual de comercialització de menús al Campus UPC Diagonal Besòs es proposa analitzar alternatives per reduir la quantitat de residus plàstics d'un sol ús i promoure un model basat en la reutilització. A la Figura 8.1 es mostra com a exemple el got retornable que es va dissenyar per la UPC.



*Figura 8.1. Got retornable de la UPC que serveix de model per al projecte*

#### *b) Identificació de les necessitats*

L'any 2024 s'han posat en marxa diferents mesures per reduir el consum de plàstics d'un sol ús en els serveis de restauració de la UPC. La cafeteria de l'EEBE és l'establiment pilot on es va testar inicialment el servei de got retornable. No obstant això, el menú de migdia que se serveix en aquest mateix establiment és distribuït en envasos de plàstic d'un sol ús. Alhora molts dels estudiants residents a l'edifici Xior del Campus fan ús d'envasos de plàstic per endur-se el seu menú i aliments. En aquest context es proposa fer un canvi de model en el consum personal d'aquest col·lectiu. La necessitat consisteix a identificar alternatives al model actual de distribució del menú de migdia amb l'objectiu de reduir el plàstic d'un sol ús mantenint el model d'elaboració de plats en la cuina pròpia de les instal·lacions de la Fundació Formació i Treball, situada a un quilòmetre del Campus. L'opció preferent és la proposta d'un servei d'envasos retornables, tot i que es poden aportar altres solucions.

#### *c) Resultat esperat*

El resultat esperat del treball és el disseny d'un sistema que permeti distribuir el menú de la cafeteria generant menys residus. En el marc del projecte caldrà analitzar les barreres així com les singularitats del model per poder dur a terme una proposta viable des del punt de vista econòmic, social i ambiental.

### ***8.3.2. Promoure i facilitar l'ús de productes menstruals reutilitzables entre la comunitat UPC (Menstrual Products)***

Aquest projecte és proposat pel Gabinet d'Innovació i Comunitat de la UPC (GIC-UPC) i la Fundació Rezero. El GIC-UPC és una unitat d'administració i serveis que té com a funció assessorar i donar suport tècnic en l'elaboració de propostes de disseny de polítiques i de l'execució dels plans d'acció en l'àmbit de la responsabilitat social de la UPC (Alumni, cooperació i desenvolupament, igualtat de gènere, inclusió/discapacitat, sostenibilitat, col·laboració i innovació en la gestió, etc.), d'acord amb les directrius, els objectius de la institució i la legislació i la normativa vigent, amb la finalitat de fer de la UPC una comunitat compromesa socialment, preparada per abordar els canvis i connectada amb l'entorn i els seus reptes i fer emergir un model de treball col·laboratiu en la gestió de la universitat. Per la seva banda, la Fundació Rezero és una fundació independent sense ànim de lucre que promou una societat més justa, saludable i lliure de residus i tòxics. Ho fa a través de la generació de coneixement, la incidència política, l'execució de projectes pioners i l'assessorament a agents socials, econòmics i administracions.

#### *a) Descripció del repte*

La UPC s'ha adherit recentment a la xarxa de “Lavabos amics de la menstruació”, que promou la presència d'espais adequats en les universitats perquè totes les persones menstruants de la comunitat universitària puguin dur a terme els seus hàbits menstruals amb comoditat i naturalitat. A banda de contribuir a la normalització de la menstruació i als drets de les persones menstruants, la iniciativa també dona visibilitat als productes menstruals reutilitzables, com ara copes, calces absorbents o compreses de roba.

#### *b) Identificació de les necessitats*

Tot i que a la UPC no es disposa d'un càlcul sobre la generació de residus derivats de l'ús de productes menstruals, entre els residus plàstics d'un sol ús més presents en els ecosistemes marins s'inclouen els tampons i compreses d'un sol ús. La necessitat se centra a analitzar els hàbits de la comunitat menstruante de la universitat, identificar propostes per promoure l'ús de productes reutilitzables i facilitar l'adequació dels lavabos dels edificis per fer-los compatibles amb el canvi d'hàbits.

c) *Resultat esperat*

El resultat esperat és fer una estimació dels residus derivats de l'ús de productes menstruals i identificar propostes per promoure'n l'ús d'acord amb el projecte “Lavabos amics de la menstruació” (veure Figura 8.2).



*Figura 8.2. Projecte Lavabo amic de Rezero per a la gestió de productes menstruals reutilitzables*

## 8.4. Desenvolupament

L'assignatura es divideix en sessions de teoria i de pràctiques. Els reptes es van treballar a les sessions de pràctiques. Per fer-ho, els alumnes es van organitzar en equips. Com que es tracta d'una assignatura optativa, el nombre d'estudiants es reduït: 12. Es van formar varis equips i es van treballar diversos reptes. En els cas dels reptes aquí presentats, aquest estaven formats per dos equips de 3 alumnes i es va permetre que fossin els mateixos estudiants qui escollissin el seu grup.

A les sessions de teoria es va introduir l'estudiantat a la metodologia de treball (Ashby, 2022), a estratègies de disseny sostenible com *cradle to cradle*, disseny sistèmic, disseny responsable, disseny per al canvi de comportament, ecodisseny i disseny producte-servei; finalment, en les sessions de teoria es va introduir l'eina d'avaluació de la petjada de carboni de producte Eco-audit del programari Ansys Granta EduPack.

A les sessions pràctiques es va aplicar la metodologia *materials and sustainable development*, que s'estructura en cinc passos, il·lustrada a la Figura 8.3, per a l'avaluació de la sostenibilitat d'un disseny o projecte (articulació) que afirma que contribueix al desenvolupament sostenible i que s'estructura en cinc passos, tal com es resumeix a continuació. S'inclou també el detall amb els cinc passos per guiar-ne la implementació.

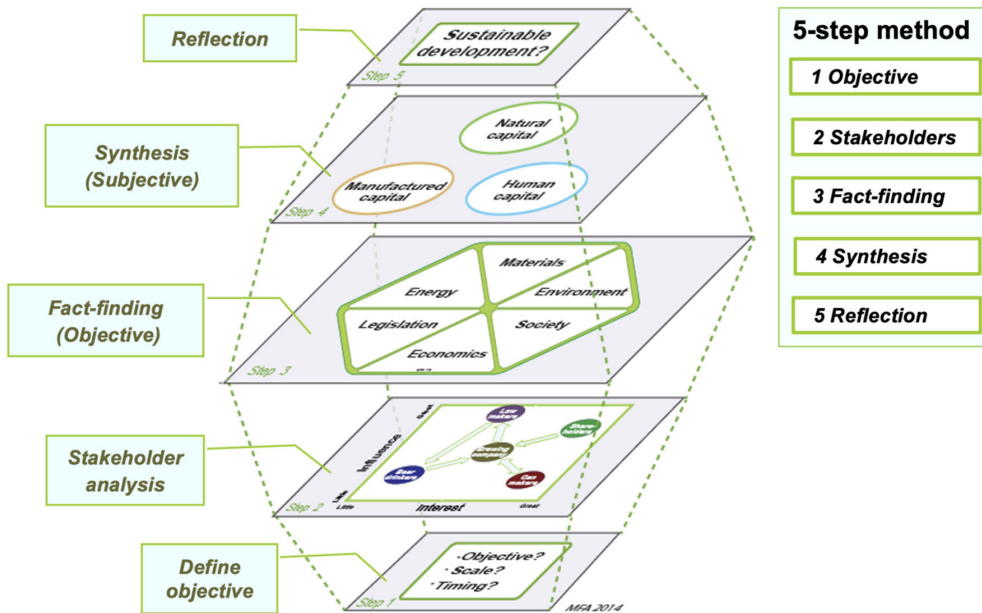


Figura 8.3. Esquema de la metodologia utilitzada per a la resolució dels reptes

### 8.4.1. Pas 1: Aclarir els objectius principals

Les articulacions de la sostenibilitat tenen un motiu subjacent i una escala associada. Aquesta escala, habitualment, és gran. És àmpliament acceptat que l'estil de vida actual no és sostenible de manera indefinida. Per aconseguir que ho sigui, la tecnologia necessària s'haurà d'implementar a una escala significativa, fet que pot posar pressió a la cadena de subministrament de materials i tenir implicacions polítiques, socials i econòmiques. Per tant, el primer pas és aclarir l'objectiu principal i les seves escales física i temporal.



### 8.4.2. Pas 2: Identificar els grups d'interès i les seves preocupacions

Els grups d'interès hi estan implicats. Si les seves preocupacions no són abordades, l'articulació pot trobar oposició i no aconseguir l'acceptació necessària. El segon pas, per tant, consisteix a identificar els grups d'interès i les seves preocupacions, ja que aquestes estableixen el context en què es realitza l'avaluació.

### 8.4.3. Pas 3: Recerca de fets

El tercer pas és una recerca de fets. Pel que fa a les preguntes plantejades pels sis encapçalaments del diagrama circular de la Figura 8.4, cadascuna es pot investigar, recopilant informació rellevant de llibres i bases de dades científiques disponibles generalment, guiats per les llistes de control. A partir d'aquesta informació, s'extreuen conclusions objectives.

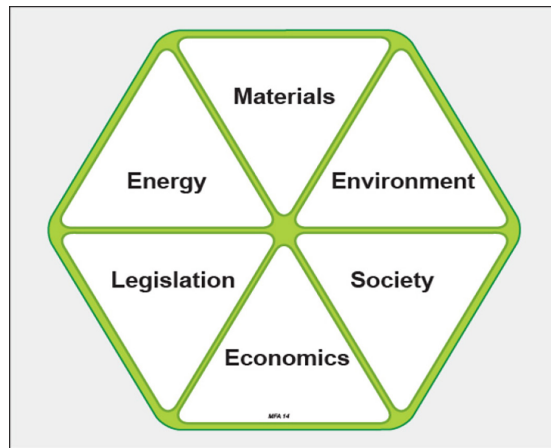


Figura 8.4. Aspectes clau per a la recerca de fets

### 8.4.4. Pas 4: Integració informada

El quart pas, la integració, implica un debat informat que uneixi els sis blocs d'informació del pas 3 per formar un judici equilibrat sobre els seus impactes en els tres capitals (natural, humà i manufacturat). Cada capital té un valor base. La tecnologia, si s'implementa, modificarà aquests valors. Si els canvis

augmenten el capital humà i el manufacturat i redueixen la pressió sobre el capital natural de manera significativa, la tecnologia contribueix a una societat més sostenible. Si un canvi positiu en un capital comporta un augment de la pressió sobre un altre, caldrà examinar més detalladament els mèrits relatius. Per a la integració cal tenir en compte els paràmetres següents:

- Objectius principals: L'articulació aconseguix l'objectiu principal?
- Capital humà (persones): Promou el benestar i la igualtat?
- Capital natural (planeta): És eficient en recursos? Afecta la biodiversitat?
- Capital manufacturat (prosperitat): Quin cost té? Genera ocupació i innovació?
- Grups d'interès: S'han abordat les seves preocupacions?

#### ***8.4.5. Pas 5: Reflexió sobre alternatives***

El cinquè i últim pas és una reflexió sobre les alternatives. S'assoleix l'objectiu principal? Ho fa a una escala que marqui una diferència significativa? Els impactes negatius sobre els tres capitals superen els beneficis? S'han tingut en compte les preocupacions dels grups d'interès? L'anàlisi pot suggerir una nova manera, menys perjudicial, d'assolir l'objectiu principal?

Aquest pas permet considerar solucions alternatives que puguin evitar obstacles o problemes identificats i equilibrar millor els impactes i beneficis per assolir una sostenibilitat més robusta. No existeix una resposta completament correcta a les qüestions de sostenibilitat. En lloc d'això, cal oferir una resposta reflexiva i ben documentada que reconegui les múltiples facetes en conflicte i busqui el compromís més productiu possible.

El desenvolupament del projecte es va iniciar el 10 de febrer amb la presentació dels reptes a càrrec de representants de les entitats col·laboradores, GIC-UPC i FFiT. En aquesta sessió inicial, es va exposar el context, la problemàtica i els requeriments específics per a les solucions buscades. Els grups dels reptes es van fer en funció de la titulació de l'estudiantat i la seva motivació per participar en el repte.

Per garantir un acompanyament adequat, després de cada pas, l'estudiantat feia una presentació al professorat i a l'empresa amb l'objectiu de rebre retroalimentació regularment en el avenços del projecte. A les sessions teòriques

es va introduir l'estudiantat a estratègies de disseny que podien aplicar al seu projecte. Finalment, el darrer dia de classe va tenir lloc la presentació final, amb la presència de representants de les empreses.




## 8.5. Resultats

Per valorar aquesta experiència docent s'han considerat dos tipus d'evidències: els resultats acadèmics de l'estudiantat i la seva satisfacció amb l'assignatura.

### 8.5.1. Resultats acadèmics

Les solucions als reptes van ser avaluades per l'equip docent i el representant de cada empresa, seguint una rúbrica de valoració (Taula 8.1) per garantir criteris homogenis. Aquesta rúbrica, que també orientava l'alumnat sobre els criteris d'avaluació, inclou dues dimensions principals (continguts i comunicació) amb els seus ítems respectius, en una escala del 0 al 10, com indica la rúbrica. La Taula 8.2 en mostra el pes a la nota.

Taula 8.1. Rúbrica de valoració del procés de solucionar els reptes

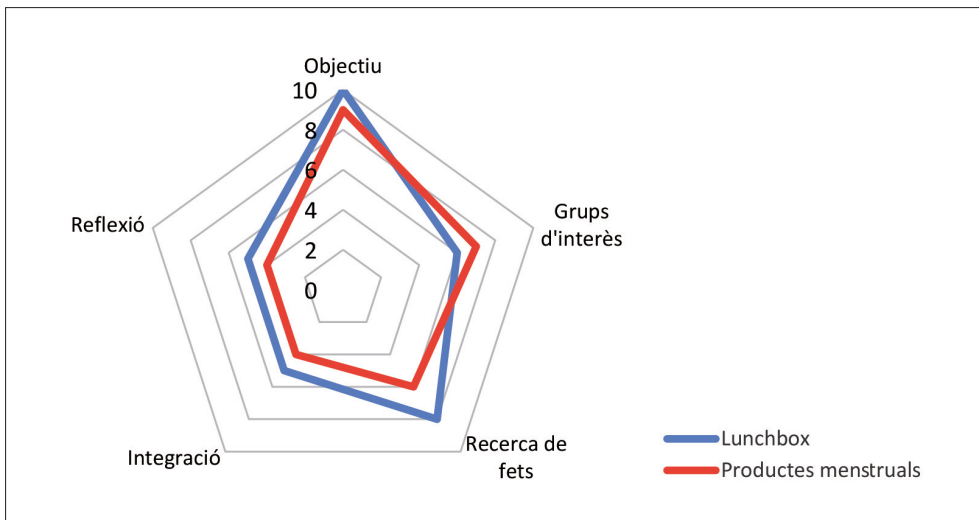
Step	 (7.5 – 10)	 (5 – 7,5)	 (0-5)
<b>Prime Objective</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ The prime objective is well defined.</li> <li>✓ The time scale is explicitly stated</li> <li>✓ The physical scale is explicitly stated</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ The prime objective is well defined.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ The prime objective is NOT well defined.</li> </ul>
<b>Stakeholders</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ All relevant stakeholders are identified</li> <li>✓ Stakeholder concerns are identified from sound sources</li> <li>✓ Stakeholders are classified according their interest and influence/power.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ All relevant stakeholders are identified</li> <li>✓ Stakeholder concerns are identified from sound sources</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Relevant stakeholders are missing</li> <li>OR</li> <li>✓ Stakeholder concerns are identified from NO sound sources</li> </ul>
<b>Fact-finding</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facts are found in all areas (Materials/manufacture, Environment, Design, Regulation, Society)</li> <li>✓ Areas are organized in sub-areas</li> <li>✓ All facts are scientifically referenced</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facts are found in all areas (Materials/manufacture, Environment, Design, Regulation, Society)</li> <li>✓ All facts are scientifically referenced</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facts are NOT found in all areas (Materials/manufacture, Environment, Design, Regulation, Society)</li> <li>OR</li> <li>✓ All facts are NOT scientifically referenced</li> </ul>
<b>Integration</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The impacts of the five areas are:</li> <li>✓ Evaluated and justified for the three capitals (if any)</li> <li>✓ Balanced and ranked for the three capitals.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The impacts of the five areas are:</li> <li>✓ Evaluated and justified for the three capitals (if any)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The impacts of the five areas are:</li> <li>✓ Evaluated for the three capitals (if any)</li> <li>✓ NO justified</li> <li>OR</li> <li>✓ NO balanced</li> </ul>
<b>Reflexion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reflexions are made considering the:</li> <li>✓ Balance on the three capitals (Do benefits outweigh the negative impacts?)</li> <li>✓ Prime objective (its achievement, to which extent, ...)</li> <li>✓ Fulfilment / integration of stakeholder concerns</li> <li>Design alternatives are proposed in order to:</li> <li>✓ Achieve the prime objective overcoming negative impacts...</li> <li>✓ Balance the three capitals</li> <li>✓ Other innovative issues for sustainability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reflexions are made considering the:</li> <li>✓ Balance on the three capitals (Do benefits outweigh the negative impacts?)</li> <li>AND</li> <li>✓ Prime objective (its achievement, to which extent, ...)</li> <li>OR</li> <li>✓ Fulfilment / integration of stakeholder concerns</li> <li>Design alternatives are proposed in order to:</li> <li>✓ Achieve the prime objective overcoming negative impacts...</li> <li>✓ Balance the three capitals</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reflexions are made considering the:</li> <li>✓ Balance on the three capitals (Do benefits outweigh the negative impacts?)</li> <li>Design alternatives are proposed in order to:</li> <li>✓ Balance the three capitals</li> </ul>

Taula 8.2. Pes a la nota de cada pas de la metodologia de resolució dels reptes

Objectiu	Grups d'interès	Recerca de fets	Integració	Reflexió
5 %	20 %	25 %	25 %	25 %

Respecte a la nota final de l'assignatura, aquesta tenia un pes del 80 %. La resta consistia en petits casos treballats a les sessions de teoria (20 %).

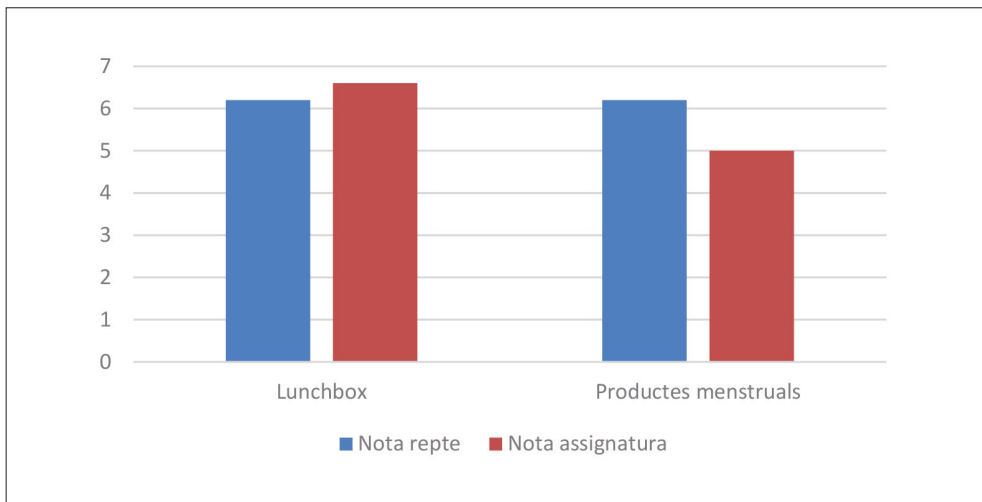
Els Gràfic 8.1 mostra els resultats de les notes obtingudes en els reptes pels dos grups en cadascun dels ítems descrits a la Taula 8.1. Tal com es pot observar, en ambdós grups la part més ben valorada és la definició de l'objectiu. Així mateix, la part d'integració i reflexió és la que té una puntuació més baixa. Això pot ser degut al fet que l'estudiantat d'enginyeria no està habituat a fer una reflexió qualitativa crítica dels resultats dels projectes.



Gràfic 8.1. Avaluació dels reptes

Pel que fa a la diferència entre la nota parcial, basada en el treball en reptes, i la nota global de l'assignatura (vegeu el Gràfic 8.2), aquesta es justifica pel fet que la qualificació global integra una avaluació més completa i equilibrada de l'aprenentatge. Els reptes se centren a valorar competències específiques com

la resolució de problemes i el treball en equip, mentre que la nota global també inclou altres dimensions, com el coneixement teòric i el rendiment en proves individuals. Aquesta combinació de diverses eines d'avaluació garanteix una valoració més equitativa, ja que considera diferents estratègies d'aprenentatge i minimitza l'impacte de factors externs, com les dinàmiques de grup, que poden influir de manera desproporcionada en la qualificació final. Aquesta aproximació assegura una visió integral del progrés de les habilitats adquirides per l'estudiantat.



Gràfic 8.2. Comparativa de la nota del repte i la nota mitjana obtinguda a l'assignatura

### 8.5.2. Satisfacció dels estudiants

Per analitzar la satisfacció dels estudiants s'han tingut en compte les enquestes de satisfacció oficials de la mateixa universitat. La Taula 8.3 inclou els ítems que aporten informació relativa a la introducció de reptes dins de l'assignatura (participació del 8 % dels estudiants matriculats).

Els resultats de l'enquesta de satisfacció dels estudiants sobre l'assignatura mostren una valoració globalment positiva, amb una mitjana que oscil·la entre 3,57 i 3,8 sobre 5 en els diferents ítems. Els aspectes més ben valorats són l'interès dels continguts de l'assignatura (3,8) i la planificació i programació de les activitats (3,76), la qual cosa indica que els estudiants consideren que

l'organització i els continguts són adequats. En canvi, els aspectes amb una valoració lleugerament més baixa són la satisfacció global amb l'assignatura (3,59) i la dedicació exigida (3,57), fet que podria suggerir una percepció de desequilibri en la càrrega de treball o altres aspectes que condicionen l'experiència general. Tot i així, les puntuacions es mantenen dins d'un marge positiu, la qual cosa indica que l'assignatura compleix amb les expectatives generals dels estudiants. Aquests resultats podrien guiar futures millores, especialment en la distribució de la dedicació i la percepció global de satisfacció.

*Taula 8.3. Resultats de l'enquesta de satisfacció dels estudiants sobre l'assignatura*

<b>Pregunta</b>	<b>Mitjana</b>
Els continguts de l'assignatura m'han semblat interessants	3,8
En conjunt, estic satisfet/a amb aquesta assignatura	3,59
L'avaluació es correspon amb els objectius i el nivell de l'assignatura	3,71
Les activitats de l'assignatura estan ben planificades i programades en el temps	3,76
Els materials del curs són de fàcil accés i resulten útils per a l'aprenentatge	3,66
La dedicació exigida és adequada, està ben dimensionada i distribuïda al llarg del curs	3,57

## Referències

- Ashby, M.F. (2022). *Materials and sustainable development*. Butterworth-Heinemann.
- Barron, B., Darling-Hammond, L. (2008). *Teaching for Meaningful Learning: A Review of Research on Inquiry-Based and Cooperative Learning*. Book Excerpt. George Lucas Educational Foundation.
- Boud, D., Feletti, G. (1997). *The challenge of problem-based learning*. Routledge.

- Brundiers, K., Wiek, A., Redman, C. L. (2010). Real-world learning opportunities in sustainability: from classroom into the real world. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(4), 308-324. <https://doi.org/10.1108/14676371011077540>
- García-Aranda, C., Molina García, A., Pérez Rodríguez, J., Rodríguez-Chueca, J. (2023). "Sustainability in Engineering Education: Experiences of Educational Innovation". In *Handbook of Sustainability Science in the Future: Policies, Technologies and Education by 2050* (p. 679-698). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-04560-8\\_153](https://doi.org/10.1007/978-3-031-04560-8_153)
- Kolb, D.A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
- Meadows, D.H. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Sustainability Institute.
- Sterling, S., Orr, D. (2001). *Sustainable education: Re-visioning learning and change* (Vol. 6). Totnes: Green Books for the Schumacher Society..
- Wiek, A., Withycombe, L., Redman, C.L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6, 203-218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
- Yew, E.H., Goh, K. (2016). Problem-based learning: An overview of its process and impact on learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75-79. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>