

Guia pràctica per implementar l'aprenentatge per projectes a la universitat

Guía práctica para implementar el aprendizaje
por proyectos en la universidad

A practical guide for implementing
project-based learning in universities

Sílvia Espinosa Mirabet
Inés Ferrer Real
Gerusa Giménez Leal
Jaume Puig i Bargués
Marianna Soler i Ortega

X!D APRENENTATGE
PER PROJECTES

Universitat de Girona
Institut de Ciències de
l'Educació Josep Pallach
ICE

Documenta
Universitaria

Espinosa i Mirabet, Sílvia, autor

Guia pràctica per implementar l'aprenentatge per projectes a la universitat = Guía práctica para implementar el aprendizaje por proyectos en la universidad = A practical guide for impementing project-based learning in universities / Sílvia Espinosa, Inés Ferrer Real, Gerusa Giménez Leal, Jaume Puig i Bargaés, Marianna Soler i Ortega. – Girona : Universitat de Girona, Institut de Ciències de l'Educació Josep Pallach : documenta Universitaria, 2020. – 1 recurs en línia (paginació múltiple) : il·lustracions, taules, Quadres. – (X1D Aprenentatge per projectes)
Text en català, anglès i castellà
ISBN 978-84-8458-550-3 (Universitat de Girona). ISBN 978-84-9984-521-0 (Documenta Universitaria)

I. Ferrer Real, Inés, autor II. Giménez Leal, Gerusa, autor
III. Puig Bargaés, Jaume, autor IV. Soler i Ortega, Marianna, autor
V. Universitat de Girona. Institut de Ciències de l'Educació Josep Pallach VI. Guia práctica para implementar el aprendizaje por proyectos en la universidad VII. Practical guide for impementing project-based learning in universities 1. Mètode de projectes
2. Ensenyament universitari – Mètodes actius

CIP 378.14 ESP



Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Text / texto / text: els autors / los autores / the authors

Imatges / imágenes / images: els autors / los autores / the authors

Disseny de la coberta / diseño de la cubierta / cover design: Documenta Universitaria

Edició / edición / publication: Documenta Universitaria

ISBN Universitat de Girona: 978-84-8458-550-3

ISBN Documenta Universitaria: 978-84-9984-521-0

Girona, 2020





Guia pràctica per implementar l'aprenentatge per projectes a la universitat

Silvia Espinosa Mirabet
Inés Ferrer Real
Gerusa Giménez Leal
Jaume Puig i Bargués
Marianna Soler i Ortega




Universitat de Girona
Institut de Ciències de
l'Educació Josep Pallach
ICE

Documenta
Universitaria



Índex

Introducció	9
1. Definició del projecte	11
1.1. Condicionants previs.....	11
1.2. Plantejament del projecte.....	14
2. Objectius i continguts del projecte	19
3. Planificació del projecte	22
4. Activitats	24
4.1. Programació de les activitats.....	24
4.2. Possibles activitats a utilitzar.....	27
5. Recursos per facilitar als estudiants	36
6. Avaluació	38
7. Un pas més. Experiències multidisciplinàries	43
8. Glossari	46
9. Bibliografia	47



Els autors agraeixen el suport incondicional de l'Institut de Ciències de l'Educació Josep Pallach de la Universitat de Girona per promoure, mantenir i finançar les activitats de la Xarxa d'Innovació Docent d'Aprenentatge per Projectes (XID-APP).

També es vol fer extensiu aquest agraïment als antics membres d'aquesta xarxa (Carmen Echazarreta, Lluïsa Escoda i Rafael García) i als estudiants participants en els diferents projectes desenvolupats.

Introducció

L'aprenentatge per projectes (APP) és un mètode docent en el qual les activitats d'aprenentatge s'organitzen al voltant d'un projecte que l'estudiant ha de desenvolupar. D'acord amb les definicions que es troben a la bibliografia, els projectes són tasques complexes, basades en preguntes, reptes a assolir o problemes reals, que involucren els estudiants en el disseny i la resolució d'un encàrrec inicial. Aquestes tasques proporcionen als alumnes l'oportunitat de treballar de forma relativament autònoma durant períodes de temps més o menys llargs, i culminen en productes reals o en presentacions (Jones *et al.*, 1997, Thomas, 2000). La metodologia d'APP té el seu origen en el treball de Kilpatrick (1918). Des de llavors, ha estat aplicada en molts àmbits docents i la seva implementació ha anat evolucionant no només en l'ensenyament bàsic i secundari (Blumenfeld *et al.*, 1991; Krajcik *et al.*, 1994; Barron *et al.*, 1998; Grant, 2002), sinó també a la universitat (de los Ríos-Carmenado *et al.*, 2015; Macias *et al.*, 2006; Biggs, 2005). Tot i que tenen semblances, l'APP és diferent de l'aprenentatge basat en problemes (ABP), en el qual es parteix d'un problema o una situació problemàtica que fa que l'estudiant hagi de desenvolupar hipòtesis explicatives i identificar les necessitats d'aprenentatge que li permeten comprendre el problema i complir els objectius d'aprenentatge fixats (Branda *et al.*, 2009). Així, mentre l'ABP es limita a donar resposta al problema plantejat, en l'APP s'elabora una proposta d'un nou producte o activitat.

Atès el creixent interès per aplicar aquesta metodologia a un nivell universitari, aquesta guia pretén presentar, de forma senzilla, els principals aspectes que el professorat ha de tenir en compte per planificar i desenvolupar un APP.

En el capítol 1 es defineix com el docent planteja el projecte, el presenta als alumnes i s'indiquen quines són les consideracions més importants a tenir en compte en aquest moment inicial de presa de contacte entre l'estudiant i el projecte (mètodes d'arrencada del projecte, materials a facilitar, ...).

En el capítol 2 s'explica, amb exemples pràctics, com definir els objectius competencials i d'aprenentatge del projecte i la seva relació amb els continguts a treballar, en funció del tipus d'alumne participant.

En el capítol 3 es mostra en què consisteix la planificació del projecte a partir de la identificació de les seves etapes.

El capítol 4 exposa com fer la programació del projecte APP partint d'activitats, alhora que es fa un seguit de recomanacions a tenir en compte en aquest moment de la programació. També es presenten alguns exemples de possibles activitats a programar, definint els seus objectius d'aprenentatge, durada i tipus de grup on desenvolupar-la.

Al capítol 5 es proporcionen diversos tipus de recursos o materials que es poden facilitar als alumnes en funció de la tipologia d'APP plantejada.

El capítol 6 es dedica a l'avaluació i es donen exemples de possibles rúbriques a utilitzar.

Per últim, el capítol 7 fa referència a la descripció, planificació i execució d'un projecte interdisciplinari dut a terme a la Universitat de Girona que va posar a treballar alumnes i professors de cinc àmbits de coneixement diferents.

En cada un dels capítols es descriuen exemples de diferents casos pràctics d'APP que s'han desenvolupat per part de professors de la Universitat de Girona, integrants de la Xarxa d'Innovació Docent d'Aprenentatge per Projectes (XID-APP) de l'Institut de Ciències de l'Educació Josep Pallach. Alguns són casos desenvolupats per un sol professor, altres impliquen professors de diferents àmbits que treballen conjuntament o, fins i tot, en alguns casos s'han dut a terme APP amb implicació d'agents externs a la universitat com és el cas de l'ONCE (*Organización Nacional de Ciegos Españoles*).

1. Definició del projecte

1.1. Condicionants previs

Quan un professor o equip de professors es decideixen a aplicar el mètode de l'APP en la seva docència, s'han de plantejar un seguit de preguntes com ara les recollides a la Taula 1, les respostes de les quals conformen aquest subapartat.

Taula 1. Condicionants previs en un APP

PUNT DE PARTIDA
<ul style="list-style-type: none">• Per què vull fer un APP?• Quin tipus de rol hauré de tenir com a professor?• Quin tipus de públic objectiu tindrè? Estaran preparats els meus estudiants?• Quina és la meua expertesa en l'APP?• Com formaré els grups de treball per desenvolupar el projecte?• On realitzaré l'activitat?

Per què vull fer un APP?

Moltes són les raons que poden impulsar a impartir una assignatura totalment o parcialment amb APP, com ara, renovar la forma d'ensenyar, buscar un aprenentatge més actiu per part de l'alumnat o integrar més competències en un aprenentatge. No obstant això, cal tenir present que aquest nou enfocament implica certs canvis o reflexions i un volum de feina addicional tant per al professor com per als alumnes. Aquest fet pot provocar, a vegades, que tant estudiants com professors siguin reticents davant d'aquesta metodologia docent.

Quin tipus de rol hauré de tenir com a professor?

Aquest tipus d'estratègia d'aprenentatge implica un canvi en el rol del professor, que passa de ser el transmissor dels coneixements al facilitador dels recursos per tal que els estudiants adquireixin els coneixements el més autònomament possible. Es pot dir que el professor guia l'alumne durant el seu aprenentatge.

Quin tipus de públic objectiu tindrà? Estaran preparats els meus estudiants?

Cal identificar i reflexionar sobre el tipus de públic objectiu a qui va dirigit l'APP, perquè la forma de planificar-lo i d'enfocar-lo serà diferent en funció d'aquest. Quanta menys experiència tingui l'alumnat en la metodologia APP, més dirigit haurà de ser el projecte que es realitzi.

Segons l'experiència pràctica dels autors de la guia, es poden identificar quatre tipus de públic objectiu clarament diferenciats:

- a) Estudiants de primers cursos, que no tenen cap mena de coneixement relacionat amb l'estudi i que possiblement mai no han treballat amb una estratègia d'aprenentatge per projectes.
- b) Estudiants de primers cursos, que no tenen cap mena de coneixement relacionat amb l'estudi, però que estan habituats a aquest tipus d'estratègies d'aprenentatge perquè les han emprat en ensenyaments preuniversitaris.
- c) Estudiants de cursos avançats, que tenen molts coneixements relacionats amb l'estudi, però que no han treballat mai amb una estratègia d'aprenentatge d'aquests tipus.
- d) Estudiants de cursos avançats, que tenen molts coneixements relacionats amb l'estudi, i que també tenen experiència en aquesta metodologia.

Quina és la meua expertesa en l'APP?

Segons l'expertesa que tingui el professor es poden identificar dues tipologies de professors: els que tenen experiència aplicada en el desenvolupament i implementació d'un APP, i els que només tenen coneixements teòrics sobre APP però que no l'han aplicat mai a l'aula. En aquest darrer cas, és important tenir en compte que passar del disseny teòric

a l'aplicació pràctica a l'aula no és complicat, però sí que requereix una tasca important de planificació prèvia del projecte.

Com formaré els grups de treball per desenvolupar el projecte?

En l'APP els estudiants treballen en grup per afavorir les interdependències positives entre ells. El projecte es pot dissenyar per a ser desenvolupat de manera interdisciplinària implicant diferents assignatures, cursos i fins i tot diferents estudis, o bé, cenyint-se a una sola assignatura. Aquesta darrera modalitat és l'estructura més senzilla i també la més habitual a la universitat.

Pel que fa a la formació dels grups, es poden utilitzar diferents estratègies, com les que s'esmenten tot seguit, emprades en diferents projectes desenvolupats per la XID-APP:

- a) Els grups els crea el professor. En aquest cas, pot fer-los agrupant estudiants amb qualificacions molt diferents, o bé, creant grups d'estudiants amb nivells acadèmics semblants. Cal tenir en compte que aquest és un aspecte difícil de gestionar pel professorat, ja que normalment no disposa d'informació prèvia sobre l'estudiant, com per exemple la nota d'accés o la mitjana de l'expedient acadèmic. Si es pogués accedir a aquesta valuosa informació, el docent podria arribar a fer aquests tipus d'agrupacions. Altres possibilitats serien formar els grups de forma aleatòria, per ordre alfabètic o per procedència geogràfica, entre d'altres.
- b) Els grups els creen els mateixos alumnes en funció de les seves afinitats.

Després, cal fer l'assignació de les **funcions o rols** que tindrà cada estudiant dins del seu grup. Aquests rols poden variar en funció de la tipologia d'APP que s'aborda i estaran relacionats tant amb l'elaboració del projecte com amb la gestió del grup. En un entorn universitari és interessant que siguin els membres mateixos de l'equip els que decideixin aquests rols, després de debatre-ho entre ells. També és convenient definir altres aspectes de funcionament, com per exemple crear unes **regles d'expulsió** d'obligat compliment en el grup, acceptades per tothom, per tal que un equip no hagi d'assumir membres inactius. Aquestes regles les pot establir el professor o bé les poden acordar els membres de cada grup d'estudiants. En ambdós casos, sempre cal justificar degudament una expulsió i cal també que el docent hagi previst aquesta possibilitat i l'hagi definit indicant com s'avalua un alumne que ha estat expulsat d'un grup.

On realitzaré l'activitat?

El lloc on es portarà a terme el projecte hauria de ser versàtil i que presenti prou espai de moviment per tal que els estudiants puguin desplaçar-se i treballar en grup de forma còmoda. Però la realitat és que normalment, a moltes universitats, els projectes d'aquesta tipologia es porten a terme en aules convencionals, on molt sovint les taules són bancs fixos igual que passava al segle XIX. De fet l'espai, com a eix central de la innovació a la universitat, ha estat el lema del Congrés Internacional de Docència Universitària (CIDUI), 2018. Martínez Casanovas i Buil Fabregà (2018) han conclòs, a partir d'un estudi comparatiu entre espais tradicionals i espais informals, que la tipologia d'espai usat influeix en el resultat de l'aprenentatge.

Un altre aspecte important a tenir en compte quan s'apliquen estratègies de treball col·laboratiu és la utilització de plataformes de treball *online* per part dels estudiants. Aquest factor és fonamental en el cas de plantejar un APP on intervenen alumnes de diferents graus o centres docents. En les experiències d'APP aplicades a la Universitat de Girona s'han utilitzat plataformes com ASANA, que ajuden a coordinar el treball de l'equip, però al mercat n'existeixen moltes altres com OpenProject, Wunderlist, Toodledo, o Nozbe entre d'altres. Moltes d'elles es poden integrar també amb altres eines com Google Drive, Dropbox o Evernote.

1.2. Plantejament del projecte

Quan un professor o grup de professors es planteja aplicar l'APP en la seva activitat docent, cal establir l'objectiu del projecte, els coneixements que adquiriran els alumnes, la temàtica o «pregunta» en què es centrarà el projecte i fixar la seva durada en el calendari.

Per tal de poder fer aquesta definició del projecte és important tenir en compte quin és l'abast de l'APP que es vol dur a terme. Si l'APP es planteja per a estudiants d'una mateixa assignatura, tant el procés de definició del projecte com el seu desenvolupament és més simple que en el cas que l'APP es realitzi de manera interdisciplinària però dins d'una mateixa àrea de coneixement o d'un mateix estudi, ja que el nombre de professors implicats és major i requereix més coordinació. La complexitat encara pot créixer més si l'APP afecta alumnes de diferents estudis i/o centres docents.

Per al plantejament de la temàtica del projecte és molt recomanable que aquesta sigui el més real possible per tal d'afavorir la motivació dels estudiants,

i que es vinculi amb temàtiques que familiaritzin a l'alumne amb situacions quotidianes i actuals que probablement formaran part de la seva futura vida professional.

Així doncs, quan el professorat es planteja l'APP ha de reflexionar sobre alguns aspectes clau, entre els quals destaquen els següents:

- a) El projecte implicarà més d'una assignatura?
- b) Seran alumnes del mateix estudi?
- c) Involucrarà estudiants del mateix curs?
- a) Quines competències es volen treballar? Seran transversals i/o específiques?
- b) Quins continguts hauran de treballar els alumnes?
- c) Quantes setmanes durarà el projecte?

Cal que els docents estiguin ben mentalitzats, ja que les primeres aplicacions de la metodologia APP potser no seran del tot exitoses i no es desenvoluparan tal com s'havien previst *a priori*, però d'aquestes experiències és d'on s'obté la informació més útil per solucionar el que no ha funcionat i millorar el disseny del projecte. A més, el docent veurà les necessitats que, sobre la marxa, sorgeixen i aprendrà a tenir capacitat de gestionar-les fent les adaptacions pertinents.

La presentació del projecte als estudiants pot fer-se de diferents maneres. Una opció podria ser el visionat d'algun recurs multimèdia, o la lectura d'algun article, o la xerrada d'una persona externa que plantegi la temàtica, entre d'altres. En tots els casos, un cop feta aquesta primera acció d'arrencada del projecte, és important plantejar la pregunta que determina l'objectiu del projecte i a la qual l'alumne ha de donar resposta. En alguns casos, i sobretot quan els alumnes no estan acostumats a la metodologia de l'APP, pot ser útil, en lloc de formular una única pregunta, afegir subpreguntes que marquin el camí que hauran de seguir els alumnes per començar a treballar.

En aquesta guia es mostraran diferents exemples d'APP que s'han aplicat a la Universitat de Girona per tal de visualitzar la implementació de les diferents fases de l'APP. La Figura 1 representa un diagrama de flux on es mostren les principals fases per desenvolupar i implementar un projecte d'APP des d'una perspectiva pràctica.

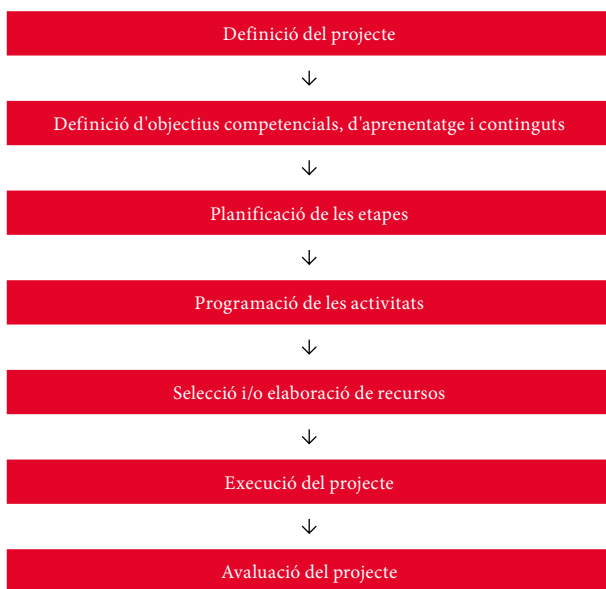


Figura 1. Fases en el desenvolupament d'un projecte APP

La Taula 2 mostra una síntesi dels diferents projectes creats pels membres de la XID-APP i que s'utilitzaran com a exemple en aquesta guia. Tots ells involucraven una única assignatura i els alumnes no tenien coneixements previs de la metodologia.

Taula 2. Projectes d'APP referenciats en aquesta guia

Estudi	Assignatura	Títol del projecte	Curs	Alumnes
Graus Àmbit Industrial Escola Politècnica Superior	Fonaments de física	Quina ciència oculta la cuina?	1r	16
Grau en Enginyeria Agroalimentària	Projectes	Sistemes productius agroalimentaris eficients	2n	30
Grau en Publicitat i Relacions Públiques	Mòdul de comunicació audiovisual II	Ràdio art	2n	80
Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials	Planificació de processos productius	Pròtesis mèdiques <i>low cost</i>	4t	20

Les Taules 3, 4, 5 i 6 mostren com es van presentar als alumnes quatre dels projectes referenciats en la taula 2.

Taula 3. Presentació de l'APP de l'assignatura Fonaments de física

QUINA CIÈNCIA OCULTA LA CUINA?
Introducció
Davant la situació econòmica actual el canal de televisió Antena 3 està fent estudis per tal de reduir al màxim els costos dels seus programes.
Tema
Ens han encomanat fer un estudi energètic dels diferents processos de cocció i conservació dels aliments en el programa de Karlos Arguiñano.
Pregunta
Hi ha alguna manera de reduir els costos del programa de forma significativa?
Subpreguntes
Per respondre aquesta pregunta tan àmplia podem començar per fer-nos preguntes senzilles com: Quina és la quantitat d'energia necessària per poder coure un aliment mitjançant el microones, el forn, la vitroceràmica i la cuina d'inducció? Hi ha algun mètode de cocció significativament menys car que els altres? Aquests mètodes de cocció depenen del material de cuina emprat? Quin procés és més efectiu en la conservació d'aliments?

Taula 4. Presentació de l'APP de l'assignatura de Projectes

SISTEMES PRODUCTIUS AGROALIMENTARIS EFICIENTS
Introducció
Les previsions de Nacions Unides són que la població mundial ha d'augmentar dels 6.000 milions de persones de l'any 2000 als 9.000 l'any 2050.
Tema
És evident que caldrà alimentar més població en un futur immediat però no serà possible disposar de més quantitat de recursos com l'aigua i l'energia o, fins i tot, hi haurà menys disponibilitat d'alguns recursos per efecte del canvi climàtic.
Preguntes
Quina proposta podríem realitzar per incrementar l'eficiència dels sistemes productius agroalimentaris? Quins requeriments serien necessaris per a dur-la a terme? Quant costaria?

Taula 5. Presentació de l'APP del Mòdul comunicació audiovisual II

RÀDIO ART
Introducció
La ràdio és el mitjà de comunicació per excel·lència per generar imatges sonores a partir del seu propi llenguatge, però paradoxalment la seva creativitat sovint no reflecteix aquest poder emotiu o persuasiu que té.
Tema
Per veure si som capaços d'explicar històries creatives per la ràdio tenim l'encàrrec de construir la història d'una emoció o d'una situació sense emprar cap veu narradora. La nostra història serà escoltada per un tribunal de persones cegues que l'hauran d'entendre.
Pregunta
Com pots explicar una història per la ràdio, entenedora per a una persona cega, i sense un locutor-narrador ?

Taula 6. Presentació de l'APP de l'assignatura de Planificació de processos productius

PRÒTESIS MÈDIQUES «LOW COST»
Introducció
La recerca i el desenvolupament de pròtesis mèdiques i d'ortesis per als éssers humans ha evolucionat fortament en els últims anys. Evidentment, no es planteja cap mena de dubte a l'hora de fer una implantació o fer ús d'algun tipus d'ortesis per tal de solucionar alguna patologia o per millorar la qualitat de vida dels éssers humans. No obstant això, en el cas dels éssers animals la situació és una mica diferent. En primer lloc, per l'àmplia varietat d'espècies que hi ha, des de les més comunes (gossos o gats) fins a les més exòtiques (lloros o cocodrils). En segon lloc, pels anys de vida que tenen els animals. I finalment, pels costos que pot implicar la implantació de qualsevol tipus de dispositiu.
Tema
Realment, existeix un ampli ventall de situacions en què els animals necessitarien ajuda per poder sobreviure o per millorar la seva qualitat de vida. Actualment es poden trobar patologies tan comunes com una displàsia de maluc en gossos, o altres menys comunes com la falta de la cua d'un cocodril, la manca de les aletes d'un dofí, o la falta d'un ullal d'un elefant.
Preguntes
Com poden els enginyers ajudar els animals que pateixen deficiències físiques? Quin cost econòmic suposaria aquesta ajuda?

2. Objectius i continguts del projecte

En aquest capítol es mostra, a partir d'exemples pràctics, com es poden definir els objectius competencials i d'aprenentatge d'un APP i la seva relació amb els continguts a treballar. Així doncs, el primer pas és definir aquests conceptes.

Els **objectius competencials** del projecte són aquelles competències (transversals i/o específiques) que l'alumne hauria d'adquirir durant el desenvolupament del projecte. Normalment venen determinades per la memòria de l'estudi.

Un **objectiu d'aprenentatge** es pot definir com la formulació explícita dels coneixements, les actituds i les destreses que ha d'adquirir un alumne mitjançant una activitat educativa. Així, en la metodologia d'APP els objectius d'aprenentatge associats al projecte són allò que l'alumne hauria de saber fer al final del projecte.

Els **continguts**, d'altra banda, engloben tots els coneixements relacionats amb l'assignatura que es pretenen treballar durant el desenvolupament de l'APP.

Pot resultar molt interessant tenir documentats els continguts previs que ha de tenir l'alumne per poder realitzar l'APP. El docent principiant en aquest mètode ha de tenir molt clar que la metodologia APP reforça més les habilitats i les competències transversals que els continguts. Amb els canvis evolutius, especialment tecnològics, que es viuen a la universitat, és molt més important que els estudiants rebin formació vinculada amb competències que els permetin buscar, trobar i generar continguts específics, que no pas rebre només formació en continguts en la línia de la docència tradicional.

A les Taules 7 i 8 es mostren dos exemples de la definició dels objectius tant competencials com d'aprenentatge, en dos APP diferents, així com els continguts que es tractaran a cada un d'ells.

Taula 7. Objectius i continguts de l'APP «Quina ciència oculta la cuina?»

QUINA CIÈNCIA OCULTA LA CUINA?
<p>Objectius competencials</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilitzar els diferents recursos que ofereixen les TIC i Internet com a eines de treball habitual, així com gestionar, de forma correcta i amb seguretat, la informació, els sistemes operatius i el programes informàtics adients per a la resolució del projecte. 2. Contribuir a l'assoliment de la competència de treball en equip. 3. Contribuir a l'assoliment de la competència de comunicar-se oralment i per escrit. 4. Descriure procediments d'observació i mesura i saber-los justificar de forma teòrica. 5. Realitzar les observacions i mesures emprant adequadament els estris corresponents. 6. Dissenyar el protocol d'anàlisi de les dades obtingudes. 7. Aplicar els coneixements de física i matemàtiques. 8. Tenir esperit crític davant de la coherència dels resultats obtinguts.
<p>Objectius d'aprenentatge</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adaptar i aplicar els conceptes característics dels diferents continguts conceptuals del projecte als fenòmens naturals i fer-los extensius a les aplicacions reals sobre els aliments o objectes relacionats en el projecte. 2. Projectar i elaborar hipòtesis i processos científics, tot aplicant, amb autonomia i creativitat, el mètode científic. 3. Valorar de forma crítica els avenços tecnològics tractats en el projecte, la seva influència en el medi ambient, la salut i el benestar, individual i col·lectiu i en la societat en general. 4. Relacionar els avenços tecnològics amb els factors que caracteritzen el desenvolupament econòmic i social tot cercant propostes sostenibles. 5. Expressar i comunicar el contingut de la matèria per mitjà de llenguatges diversos i reflexionar sobre el propi procés d'aprenentatge. 6. Analitzar materials, objectes i sistemes tècnics, relacionats amb el projecte, per comprendre el seu funcionament, conèixer els seus elements i les funcions que realitzen, aprendre la millor forma d'utilitzar-los i controlar-los i entendre les raons que condicionen el seu disseny i la seva construcció.
<p>Continguts</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Termometria i calorimetria (transferència de calor; llei de gasos ideals). 2. Termodinàmica (màquines tèrmiques; rendiment). 3. Propietats tèrmiques dels aliments. 4. Electricitat i magnetisme (corrent elèctric; efecte Joule; inducció). 5. Ones, intercanvi amb la matèria (ressonància; absorció de la matèria). 6. Materials.

Taula 8. Objectius i continguts de l'APP «Pròtesis mèdiques "low cost"»

PRÒTESIS MÈDIQUES «LOW COST»
Objectius competencials
<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar i organitzar propostes i projectes. 2. Coneixement aplicat de sistemes de fabricació.
Objectius d'aprenentatge
<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar i organitzar un projecte. 2. Explorar alternatives per solucionar problemes. 3. Investigar possibles solucions per convertir idees en solucions finals. 4. Solucionar problemes reals, amb solucions reals. 5. Relacionar la fase del disseny amb la fase de fabricació. 6. Planificar el procés de fabricació de diversos components. 7. Prendre decisions en un entorn d'enginyeria real. 8. Avaluació crítica de la feina feta. 9. Treballar de forma cooperativa.
Continguts
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fases per al desenvolupament d'un producte: activitats, seqüència i flux d'informació. 2. Activitats i tècniques per transformar una idea en productes fabricables. 3. Tècniques d'anàlisi, síntesi i selecció en disseny. 4. Mètodes per seleccionar processos de fabricació. 5. Recomanacions per garantir la fabricabilitat de peces dissenyades. 6. Adaptació d'un disseny per a diversos processos de fabricació. 7. Elaboració de fulls de ruta. 8. Seqüenciació de peces d'una planta productiva.

En relació amb la manera com l'alumne identifica els continguts necessaris que es treballaran en un projecte, es plantegen dues possibles maneres de fer-ho:

- a) **APP guiat.** El professor proporciona directament uns continguts bàsics a partir dels quals els alumnes poden anar avançant en coneixement. Aquest mètode és recomanable per a estudiants de primer curs.
- b) **APP lliure.** Aquest tipus d'APP és recomanable per a estudiants de cursos més avançats. En aquest cas sovint són els mateixos estudiants els que detecten la informació i els continguts que necessiten per poder elaborar el projecte. En aquest sentit, poden recórrer al professor/tutor que, actuant com a facilitador, els proporciona fonts acadèmicament contrastades, o bé poden consultar professionals externs, o bé buscar pel seu compte altres fonts.

3. Planificació del projecte

El projecte que es realitzi en forma d'APP ha de tenir una planificació temporal per etapes clarament definida des de l'inici, escrita i posada a l'abast de tots els participants en el projecte. És molt útil definir les activitats o tasques setmanals que faran els estudiants, així com les tutories i especificar clarament quines d'aquestes activitats seran o no avaluades.

Cal tenir el nivell de concreció més alt possible, cosa que implica programar totes i cadascuna de les activitats que es duren a terme, tal com es mostra en el capítol 4 d'aquesta guia. No obstant això, abans de programar les activitats de forma detallada, s'ha de fer una planificació prèvia, identificant les etapes principals amb les quals s'estructurarà el projecte, les setmanes en què es durà a terme i les hores a la setmana que es preveu dedicar a cada etapa del procés.

Les Taules 9 i 10 mostren els exemples de la planificació dels projectes «Pròtesis mèdiques *low cost*» i «Ràdio art», on s'especifiquen setmanalment les etapes del projecte així com les hores lectives que es fan amb professor.

Taula 9. Planificació del projecte «Pròtesis mèdiques "low cost"»

PRÒTESIS MÈDIQUES «LOW COST»		
Setmana	Etape del projecte	Hores amb professor
1	Generar la intenció del projecte	3,0
2	Concretar el projecte	2,25
3	Recerca prèvia	1,0
4	Planificació del projecte	0,75
5-6	Disseny preliminar	1,5
7	Disseny de detall	1,0
8	Full de ruta de fabricació	2,5
9-10	Disseny final	0,5
	TOTAL	12,5

Taula 10. Planificació del projecte «Ràdio art»

RÀDIO ART		
Setmana	Etapa del projecte	Hores amb professor
1	Presentació del projecte	1,5
5	Sessió expositiva	1,5
7-8	Tutoria 1	3,0
10-11	Tutoria 2	3,0
14	Exposició del resultat	6,0
15	Avaluació del resultat	1,5
	TOTAL	16,5

En aquests exemples, les setmanes d'implementació del projecte que estan agrupades en un mateix camp de la taula (per exemple, les setmanes 5-6 o 9-10 de la Taula 9 relativa a l'experiència de les Pròtesis *low cost*) expressen el temps que els alumnes estan treballant de forma autònoma i, per tant, només s'indiquen les sessions de tutoria que tenen amb els professors responsables durant el període. En el cas del projecte del Ràdio art, com que només era una de les activitats de l'assignatura, el projecte es presentava a l'inici de la mateixa (tal com es feia amb la resta d'activitats pràctiques) i fins que els alumnes no començaven a treballar-hi passaven setmanes dedicats a fer altres tasques desvinculades del Ràdio art. És per tant, un exemple d'una activitat curta treballada de forma discontinua (com una pràctica més) programada en una assignatura semestral.

4. Activitats

4.1. Programació de les activitats

Programar les activitats del projecte d'APP requereix un nivell de concreció més alt que en la fase de planificació. Cal tenir en compte que les activitats es poden dur a terme a l'aula o en altres espais, en tutories o de forma autònoma per part de l'alumnat. En aquesta programació és important tenir en compte les hores que s'hi dedicaran amb professor i sense professor. En ambdós casos, les activitats es poden realitzar en grup i/o individualment. És important quantificar aquestes hores d'una manera realista per ajustar la dedicació de l'alumne/professor als crèdits ECTS assignats. En funció de l'objectiu, caldrà definir si l'activitat és avaluable o no, si cal lliurar-la o no, i identificar quins recursos es facilitaran per dur-la a terme.

Cal tenir en compte que és el docent qui decideix quins són els aspectes més importants a programar. Les Taules 11 i 12 mostren dos exemples diferents de la programació dels projectes «Pròtesis mèdiques *low cost*» i «Ràdio art».

Taula 11. Programació del projecte «Pròtesis mèdiques low cost»

PRÒTESIS MÈDIQUES “LOW COST”			AMB PROFESSOR (minuts)		SENSE PROFESSOR (minuts)	
Setmanes	Etapa	Activitat	En grup	Individual	En grup	Individual
1	Generar la intenció	Visionat d'un vídeo i debat	170			
		Exposar objectius i continguts	10			
2	Concretar del projecte	Formació de grups i acta	15		15	
		Concretar projecte	120		30	
3	Recerca prèvia	Recerca individual i en grup	45	15	60	30
4	Planificar el projecte	Planificar projecte	30		25	30
		Tutoria de planificació	15			
5-6	Disseny preliminar	Conceptes teòrics	55		30	15
		Tutoria del disseny preliminar	15			
		Presentació	20		55	
7	Disseny de detall	Desenvolupament	60		240	
8	Full de ruta	Definir full de ruta	30		60	
		Generar el programa assistit per ordinador (CAM)	120		120	
9-10	Disseny final	Presentació del projecte	15		120	
		Lliurament final del projecte	15		120	

Taula 12. Programació del projecte «Ràdio art»

SESSIONS	ACTIVITATS	GRUP	ENCÀRREC
Sessió 1	Presentació de l'assignatura i del sistema d'avaluació (50% a càrrec de l'ONCE).	Grup classe	Pensar tema. Buscar exemples per treballar a les sessions 3 i 4.
Sessió 2	Sessió expositiva i lliurament de material.	Grup classe	Elaborar, en grup, un Ràdio art de prova. 5 min.
Sessió 3	Tutoria grups 1-5 (30 min per grup). Revisió personalitzada del projecte.	Grup 4 pax	Revisar el projecte partint de les correccions.
Sessió 4	Tutoria grups 6-10 (30 min per grup). Revisió personalitzada del projecte.	Grup 4 pax	Revisar el projecte partint de les correccions.
Sessió 5	Tutoria grups 1-5 (30 min per grup). Revisió de la presentació davant membres de l'ONCE.	Grup 4 pax	Aplicar els darrers canvis.
Sessió 6	Tutoria grups 6-10 (30 min per grup). Revisió de la presentació davant membres de l'ONCE.	Grup 4 pax	Aplicar els darrers canvis.
Sessió 7	Presentació a la Sala de Graus del projecte davant d'un tribunal de l'ONCE format per 6 persones invidents.	Grup classe	
Sessió 8	Valoració global de l'experiència.	Grup classe	

Un altre aspecte important a contemplar és que cada cop que els estudiants realitzin un lliurament d'un encàrrec o activitat programada, cal donar-los algun tipus de retroacció, tant si l'activitat és d'avaluació com si no ho és. També es pot permetre que els estudiants millorin el lliurament i el tornin a presentar dins el termini acordat.

De totes les activitats programades, les **tutories** són una peça clau. Aquestes tutories són una activitat independent de l'horari d'atenció als estudiants que té fixat cada docent. En un APP les tutories s'emmarquen dins les hores de docència amb professor que es detallen en la planificació de l'assignatura. Hi ha una àmplia varietat de formes de realitzar la tutoria: tutoria de seguiment dins de l'aula, tutories d'avaluació o seguiment personalitzat d'una part del projecte (que poden ser de forma grupal o individual) o tutories amb més d'un professor alhora (Espinosa *et al.*, 2014).

També cal plantejar-se si les tutories seran obligatòries o lliures. En aquest sentit, l'experiència demostra que els alumnes més madurs acostumen a assistir a les tutories per iniciativa pròpia, ja que ho veuen com una necessitat per al seu aprenentatge, mentre que per als alumnes més novells és recomanable fer-les obligatòries.

Aquestes tutories han d'estar programades i, per tant, s'han de fer en les dates i hores establertes en la planificació de l'APP. Cal deixar clar que els estudiants han de respectar aquest horari i no poden venir sempre que vulguin. És recomanable que de cada tutoria es generi una acta de seguiment del projecte. D'aquesta manera els estudiants tenen una guia que els indica com procedir després de la tutoria i, per tant, com fer evolucionar el projecte i què cal preparar amb vista a la propera tutoria. La Taula 13 mostra un exemple d'acta de tutoria.

Taula 13. Model d'acta de tutoria

MODEL D'ACTA PER A TUTORIES	
Data:	Número de grup :
Acta núm.:	
Alumnes assistents a la tutoria	
Revisió de l'acta de l'última tutoria realitzada	
Preguntes, dubtes, problemes plantejats	
Solucions proposades pel grup	
Opcions proposades per la professora	
Tasques a realitzar fins a la propera tutoria (especificar cada tasca i qui l'ha de fer)	
Altres qüestions a destacar	

4.2. Possibles activitats a utilitzar

En aquest apartat es proporciona un ventall de possibles activitats que es poden utilitzar en el desenvolupament d'un APP.

Totes les activitats han d'ajudar a adquirir tant continguts com competències i és criteri del professor decidir quines són les més indicades per

al projecte plantejat i com es treballaran. Les activitats poden tenir durades variables, des de part d'una sessió a varies sessions.

Així doncs, a criteri de la XID-APP es poden dissenyar:

- a) **Activitats per al grup classe:** són aquelles activitats que es duen a terme amb el grup classe complet.
- b) **Activitats per a grup reduït:** són aquelles activitats que es duen a terme amb el grup d'APP o amb grups reduïts. Acostumen a ser activitats de seguiment o tutories que es poden realitzar a l'aula o en un altre espai amb l'objectiu de donar una retroalimentació a una tasca prèviament programada en la qual els estudiants estan treballant.
- c) **Activitats individuals:** són aquelles activitats que es duen a terme de forma individual. Poden servir per fer un seguiment més personalitzat o per ajudar en el progrés de l'estudiant.

A continuació, es presenten 20 exemples, en forma de fitxa metodològica, de possibles activitats. Cal tenir en compte que aquests exemples són fruit de l'experiència pràctica dels autors i que, per tant, són simplement una mostra d'experiències reals en assignatures dels diferents Graus i Màsters de la Universitat de Girona.

En cada fitxa s'indica el títol de l'activitat, la seva descripció, els objectius d'aprenentatge que es plantegen, la durada proposada de l'activitat i a qui va dirigida.

TÍTOL	Tutoria programada
DESCRIPCIÓ	Els estudiants exposen l'estat en què es troba la tasca encarregada, els problemes detectats, les solucions trobades, els dubtes i els passos a seguir en el futur. El professor els dona un <i>feedback</i> i els orienta.
OBJECTIUS D'APRENTATGE	Explorar alternatives per solucionar problemes. Investigar possibles solucions per convertir idees en solucions finals. Solucionar problemes reals amb solucions reals. Prendre decisions. Avaluació crítica de la feina feta.
DURADA	De 15 minuts a 1 hora.
SUGGERIDA PER	Grup reduït

TÍTOL	Kahoot!
DESCRIPCIÓ	Kahoot! és una aplicació mòbil gratuïta que permet la creació de qüestionaris d'avaluació. Els alumnes contesten a una sèrie de preguntes a través del telèfon mòbil. Finalment guanya qui encerta més respostes i ho fa de manera més ràpida. Aquesta activitat fa que l'experiència d'aprenentatge sigui més motivadora per a l'alumne i desperta el seu instint més competitiu.
OBJECTIUS D'APRENTATGE	Interpretar els continguts (apunts, lectures...). Demostrar que s'han assolit els continguts associats. Escollir la resposta correcta dins les respostes possibles.
DURADA	1 h
SUGGERIDA PER	Grup classe

TÍTOL	Visita a empreses
DESCRIPCIÓ	El grup classe es desplaça a una empresa de l'entorn per tal de viure l'experiència pràctica dels continguts treballats en l'aspecte teòric prèviament a l'aula. Els alumnes han d'assistir amb una pregunta preparada amb anterioritat per plantejar-la durant la visita. Posteriorment, a l'aula es comentaran els aspectes més rellevants o interessants de la visita. Alternativament, també es pot fer presentar <i>a posteriori</i> un resum de la visita i una crítica amb propostes de millora de l'empresa visitada.
OBJECTIUS D'APRENTATGE	Crear una pregunta relacionada amb la visita plantejada prèviament a la visita. Identificar els continguts teòrics treballats en la situació pràctica de la visita. Associar i contrastar les diferents pràctiques observades durant la visita en relació als continguts treballats.
DURADA	3 h: 2,5 h visita + 30 min comentari a l'aula
SUGGERIDA PER	Grup classe

TÍTOL	Joc de preguntes i respostes
DESCRIPCIÓ	El professor prepara un joc (seguint l'estil del Trivial) amb preguntes associades amb els continguts treballats prèviament. Aquesta activitat permet, a banda de formar-se d'una manera lúdica, augmentar la motivació dels alumnes i abordar el treball en equip.
OBJECTIUS D'APRENTATGE	Interpretar els continguts (apunts, lectures...). Debate entre els membres del grup sobre diferents continguts. Argumentar les diferents opcions de resposta. Demostrar que s'han assolit els continguts. Escollir la resposta correcta dins les respostes possibles.
DURADA	1 h
SUGGERIDA PER	Grup classe

TÍTOL	Píndoles de coneixement
DESCRIPCIÓ	El professor proposa un concepte per ser treballat pel grup. Els alumnes han de buscar materials on s'expliqui el contingut i, posteriorment, han d'elaborar un material visual sintètic i clar per utilitzar-lo com a suport visual per explicar el concepte a la resta del grup classe o al professor. Amb aquesta activitat també es treballa el treball en equip i l'expressió oral i escrita.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Identificar la informació sobre els continguts relacionats. Interpretar continguts. Identificar aspectes clau, consensuant-los amb el grup. Elaborar material visual. Exposar i transmetre una idea davant d'un auditori.
DURADA	+1 h: 1 h treball del grup + 10 min presentació oral per cada grup
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït

TÍTOL	Muntatges amb LEGO
DESCRIPCIÓ	Es planteja el repte de dissenyar una línia de producció per a realitzar un muntatge de LEGO (cotxe, moto...). Finalment es porta a la pràctica el sistema productiu dissenyat, fent que els alumnes produeixin el màxim nombre de muntatges en un temps determinat. Al final de la sessió es valoren els resultats i es discuteixen les decisions preses pels diferents equips. En aquesta activitat es treballen tant competències específiques com competències transversals.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Identificar els continguts teòrics treballats en la situació pràctica de la visita. Predir el funcionament de la línia de producció en l'etapa de disseny. Extreure conclusions partint de la producció realitzada pel grup. Treballar en grup.
DURADA	+ 1,5 h: 1 h de planificació de com dissenyar la línia de fabricació + 10 min de muntatge (per grup) + 30 min per a les valoracions.
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït

TÍTOL	Anàlisi del contingut d'un web
DESCRIPCIÓ	El professor proposa al grup l'accés a un determinat web que l'alumne haurà de visionar. Es tracta d'analitzar tant l'estructura del web com els continguts que hi apareixen per tal de poder respondre les qüestions que el professor planteja.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Organitzar la informació consultada. Discriminar el que és rellevant del que no. Elaborar una mapa conceptual dels continguts. Fonamentar respostes a les qüestions plantejades.
DURADA	1 h: 30 min. d'accés al web + 30 minuts d'anàlisi crítica partint d'un qüestions que el professor planteja.
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït / Individual

TÍTOL	Notícia de premsa
DESCRIPCIÓ	El professor selecciona una notícia apareguda en la premsa de continguts relacionats amb els treballs al curs i es demana una comprensió lectora d'aquesta. L'avaluació es fa partint de la resposta a unes preguntes que es plantegen.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Organitzar la informació consultada. Discriminar el que és rellevant del que no. Elaborar una mapa conceptual dels continguts. Fonamentar respostes a les qüestions plantejades.
DURADA	1 h: 20 min de lectura + 40 min resposta a les qüestions plantejades.
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït / Individual

TÍTOL	TEDTalk
DESCRIPCIÓ	El professor selecciona un diàleg/idea d'expert dels disponibles al TEDTalk perquè l'alumne el visioni. Posteriorment, l'alumne ha de contestar unes preguntes que el professor planteja per contrastar si ha entès les principals idees desenvolupades en el vídeo.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Organitzar la informació consultada. Discriminar el que és rellevant del que no. Elaborar un mapa conceptual dels continguts. Fonamentar respostes a les qüestions plantejades.
DURADA	1 h: 10 a 15 min de visionat + 45 min per respondre les qüestions.
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït / Individual

TÍTOL	Xerrada d'expert
DESCRIPCIÓ	Es convida un expert a l'aula (opcionalment també es pot fer una videoconferència a través d'Skype o similar) amb l'objectiu que aquest transmeti la seva experiència pràctica d'un contingut treballat de manera teòrica prèviament a l'aula. Els alumnes han d'assistir amb una pregunta preparada amb anterioritat per fer a l'expert.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Formular una pregunta relacionada amb la xerrada plantejada. Identificar els continguts teòrics treballats en les explicacions de l'expert. Associar i contrastar les diferents explicacions en relació amb els continguts treballats a l'aula prèviament.
DURADA	1 h: 30 min de xerrada + 30 min de col·loqui.
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït / Individual

TÍTOL	Correcció de l'exercici d'un company
DESCRIPCIÓ	El professor proposa un exercici a resoldre que l'alumne ha de lliurar en el format indicat. Posteriorment, entre tots els assistents es proposa la solució correcta i finalment el professor indica una rúbrica per a la seva puntuació. Cada alumne corregeix el treball d'un altre company i li assigna una puntuació final. Finalment, el professor revisa que la puntuació assignada sigui la correcta (podent penalitzar l'alumne corrector en el cas de mala correcció).
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Resoldre un exercici proposat. Comparar els resultats obtinguts per la resta d'estudiants i consensuar la resolució correcta. Contrastar la resposta correcta amb la resolució de l'exercici assignat i assignar una puntuació.
DURADA	2 h: 45 min per la resolució de l'exercici per part de l'alumne + 45 min de resolució conjunta + 30 min de correcció per part de l'alumne.
SUGGERIDA PER	Individual

TÍTOL	Trencaclosques
DESCRIPCIÓ	La tècnica del trencaclosques és una tècnica d'aprenentatge cooperatiu que permet compartir l'aprenentatge de diversos continguts i confrontar-ne diferents punts de vista. En primer lloc, el professor associa els continguts a treballar a un recurs existent. Ha de dividir aquest recurs en diferents parts conformant les peces del trencaclosques. Cal formar grups base i repartir una peça del trencaclosques a cada un dels membres. Cada membre estudia individualment la informació rebuda i posteriorment la contrasta i la comparteix dins del grup d'experts, tot dins dels temps marcats pel professor. Els experts són estudiants que tenen la mateixa peça del trencaclosques i que pertanyen a diferents grups base. Tot seguit, el grup base es reuneix perquè cada membre comparteixi el seu aprenentatge. Com en un trencaclosques, cada peça és essencial per a la finalització i la comprensió completa del recurs.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Millorar l'aprenentatge cooperatiu i el treball en grup. Fomentar la interdependència positiva, ja que l'èxit de l'activitat depèn del l'èxit individual de cada membre. Comunicar de forma assertiva el propi punt de vista. Aprendre a pensar de forma creativa, analitzar i jerarquitzar la informació important.
DURADA	2 h
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït

TÍTOL	Resolució de problemes
DESCRIPCIÓ	El professor proposa un llistat d' exercicis a resoldre de forma individual o en grup. Aquest llistat pot ser donat <i>in situ</i> a l'aula o a <i>priori</i> per tal que els alumnes l'hagin pogut treballar prèviament. Al final de la classe, el problema es resol entre tots a la pissarra i es genera un col·loqui dels errors que han tingut i el perquè d'aquests.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Aplicar els coneixements de la matèria implicada en la resolució de problemes. Tenir esperit crític davant de la coherència dels resultats obtinguts. Contrastar els resultats obtinguts amb la resolució de l'exercici i la resta d'estudiants a través de la posada en comú.
DURADA	Depèn de la quantitat de problemes proposats. La durada però ha de tenir en compte un temps necessari perquè els alumnes contrastin els seus resultats amb els correctes i hi hagi una discussió crítica d'aquests.
SUGGERIDA PER	Grup reduït / Individual

TÍTOL	Encàrrec d'un «client real»
DESCRIPCIÓ	Es convida un professional que com a client real té una necessitat concreta i efectua l'encàrrec al grup d'estudiants que s'han de comportar com una empresa que ha de donar resposta a les seves necessitats.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Obtenir informació fiable. Relacionar les necessitats del client amb els continguts teòrics donats.
DURADA	1,5 h
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït

TÍTOL	Pluja d'idees
DESCRIPCIÓ	Es planteja una pregunta o un tema i a continuació es fa una «pluja d'idees» o <i>brainstorming</i> sobre les possibles respostes o solucions que se'ls ocorren als estudiants. Aquestes idees s'exposen en públic i es discuteix la seva viabilitat o prioritització. El professor orienta els estudiants perquè els continguts vagin apareixent durant la discussió, de forma que al final de la classe s'estableixin els continguts a treballar en el projecte.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Treballar en equip de forma cohesionada. Aprendre a pensar de forma creativa. Jerarquitzar la informació.
DURADA	1,5 h
SUGGERIDA PER	Grup reduït

TÍTOL	Blog/Web
DESCRIPCIÓ	Els estudiants han de construir un blog/web que haurà de servir de contenidor per emmagatzemar de forma creativa peces audiovisuals o escrites que s'aniran configurant durant una assignatura. A les classes només aprenen la construcció del blog/web contenidor. El contingut es genera autònomament.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Aprendre a emprar amb destresa les TIC. Treballar la creativitat. Obtenir informació de fonts fiables. Generar informació veraç i contrastada.
DURADA	3 h (blog) / 12 h (web)
SUGGERIDA PER	Grup reduït

TÍTOL	Presentacions orals
DESCRIPCIÓ	Els estudiants han de fer una presentació oral, prèviament treballada, sobre un tema concret i amb una durada definida, prèviament acordada. La presentació ha de tenir un suport audiovisual creatiu i interessant. Els alumnes tenen com a guia la rúbrica d'avaluació que utilitzarà el professor.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Dominar les eines TIC pròpies d'aquestes presentacions. Dominar les tècniques pròpies de l'expressió oral davant de públic.
DURADA	A definir pel professor (entre 5 i 20 min)
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït

TÍTOL	Simulació de rols
DESCRIPCIÓ	Els estudiants han d'assumir el rol d'un perfil professional vinculat amb l'assignatura i comportar-se com a tal, duent a terme les seves funcions.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Conèixer les diferents funcions professionals de què consta una determinada organització. Entendre com funcionen les relacions entre equips professionals interdependents.
DURADA	1,5 h
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït

TÍTOL	Debat
DESCRIPCIÓ	Enfrontament dialèctic entre dos equips o dues persones, on cadascun d'ells haurà de defensar una posició (a favor o en contra) respecte a un tema de debat d'actualitat.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	<p>Dominar les tècniques pròpies de l'expressió oral.</p> <p>Argumentació lògica de les idees a transmetre.</p> <p>Saber escoltar i rebatre.</p> <p>Obtenir informació de fonts fiables.</p>
DURADA	1,5 h
SUGGERIDA PER	Grup classe / Grup reduït

TÍTOL	Qüestionari Moodle
DESCRIPCIÓ	Els alumnes contesten a una sèrie de preguntes sobre uns continguts facilitats prèviament pel professor. Les preguntes poden ser dels tipus elecció múltiple o veritat o fals. Els alumnes responen a les preguntes i automàticament reben el <i>feedback</i> . Si la resposta és incorrecta poden tornar a intentar respondre fins que la resposta sigui correcta.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	<p>Interpretar els continguts facilitats (apunts, lectures...).</p> <p>Demostrar que s'han assolit els continguts associats.</p> <p>Escollir la resposta correcta dins les respostes possibles.</p>
DURADA	0,5 h
SUGGERIDA PER	Individual

5. Recursos per facilitar als estudiants

En dissenyar el projecte el professorat ha de tenir clar quins recursos o materials són els que es volen proporcionar als estudiants durant el procés i en quin format. És recomanable no sobrecarregar els alumnes principiants amb un volum excessiu d'aquest tipus de materials ja que sovint es veuen desbordats i no saben com emprar-los. No obstant això, el docent haurà de decidir si tria donar tot el material de cop al principi del projecte, el dia de la seva presentació, o proporcionar-lo a mesura que els alumnes l'hagin d'utilitzar.

El grau de llibertat que es doni als alumnes en el seu aprenentatge dins del projecte, així com el nivell de coneixement que aquests tinguin de la metodologia d'APP serà el que determinarà el tipus de material que es proporcionarà. En els casos en què els estudiants estan menys guiats i tenen més coneixement de la metodologia APP, el material és només de caràcter organitzatiu del projecte (objectius, taula de temporització i criteris d'avaluació amb les rúbriques), mentre que si el projecte és més dirigit, el nivell de continguts facilitats augmenta.

Com ja s'ha comentat en el capítol anterior, un dels documents que és recomanable proporcionar als alumnes és un model d'acta de les reunions de treball. En aquesta acta s'hauria d'especificar en quin punt de la realització es troba la tasca, què es deixa de fer per al dia següent i de qui és responsabilitat fer cada feina. L'objectiu és documentar l'assignació de tasques i com es va progressant en l'elaboració del projecte.

En la Taula 14, com a exemple, es detallen els recursos o materials que es van lliurar als alumnes de l'assignatura de Fonaments de física participants en el projecte multidisciplinari «Quina ciència oculta la cuina?». En aquest cas, com que el nivell de coneixement de la metodologia APP i de continguts per part dels alumnes era baix, es va decidir donar força material amb conceptes bàsics. La Taula 14 mostra primer els materials associats amb la metodologia d'APP del projecte plantejat. En segon lloc, es llisten els materials de contingut i finalment s'inclouen tant les enquestes com les rúbriques emprades durant l'APP.

Taula 14. Materials proporcionats als alumnes de Fonaments de física en el projecte multidisciplinari «Quina ciència oculta la cuina?»

MATERIALS DE SUPORT PER DESENVOLUPAR EL PROJECTE
<ul style="list-style-type: none">• Presentació del projecte• Objectius competencials i específics de la matèria• Llistat dels continguts a treballar dins del projecte• Explicació de les tasques a fer, dels rols que pot tenir cadascú dins del desenvolupament del projecte...• Explicació dels criteris d'èxit del treball cooperatiu• Esquema/taula de temporització• Model d'acta de les reunions grupals• Programa de cuina (vídeo a partir del qual es fa la pregunta del projecte)• Llistat de conceptes teòrics previs necessaris• Llistat de problemes grupals.• Llistat de problemes individuals: «Fes-ho tu!»• Bibliografia• Enquesta sobre l'anàlisi del funcionament del grup• Enquesta sobre l'autoavaluació i avaluació dels companys• Enquesta sobre la valoració del projecte i l'acció tutorial del professor• Rúbrica de l'avaluació individual de l'alumne en el treball en grup• Rúbrica de l'avaluable: esquema del treball• Rúbrica de l'avaluable: contingut científic del programa• Rúbrica de l'avaluable: llistat de problemes individuals• Rúbrica de l'avaluable: defensa expositiva del projecte

En altres experiències d'APP es faciliten els materials als grups en una guia docent de l'assignatura. Aquesta inclou, a més de l'explicació del repte que els alumnes hauran d'assolir amb la pregunta inicial, les rúbriques i els criteris d'avaluació, les fonts documentals, la bibliografia de referència, els continguts que es treballaran en el projecte i un calendari detallat. Gràcies a aquest calendari, els estudiants tenen, des del primer dia de classe, el disseny sencer i programat de totes les activitats, les sessions, les visites, les tutories i els lliuraments que impliquen el desenvolupament i la presentació final del projecte.

6. Avaluació

L'avaluació dels estudiants ha de permetre valorar la seva capacitat d'utilitzar i aplicar de manera crítica, responsable i eficient els coneixements assolits i les competències adquirides. Per tant, s'haurà d'avaluar el nivell d'adquisició de les competències treballades.

El docent ha de decidir com ha de ser l'avaluació que vol dur a terme. Hi ha dos grans tipus bàsics d'avaluació segons la literatura referenciada. El primer és l'**avaluació additiva**, la finalitat de la qual és l'assignació d'una nota o qualificació a les diferents activitats d'avaluació per determinar, al final, si l'estudiant supera o no el projecte plantejat. El segon tipus d'avaluació és l'**avaluació formativa**, l'objectiu principal de la qual és determinar el grau d'adquisició de competències per, d'aquesta manera, identificar les que cal treballar de forma més exhaustiva.

En un APP cal que s'avaluïn dos aspectes, inherents a la pròpia essència de treballar amb projectes:

- a) El **procés d'elaboració** del projecte, on es podrà avaluar l'adquisició de determinades competències com, per exemple, el treball en grup, la capacitat de dissenyar propostes creatives o l'expressió oral.
- b) El **producte generat** en el projecte. En aquest cas, s'avalua bàsicament el contingut específic assolit i es fa a partir d'avaluar els diferents lliuraments realitzats pels estudiants com, si així s'ha programat, l'exposició i defensa del projecte desenvolupat. A més, d'aquesta manera, es podran avaluar també competències de coneixement específic i transversals.

L'avaluació d'aquest dos aspectes es podrà realitzar a través del control de diferents materials o de l'ús de rúbriques d'avaluació. A partir de l'experiència dels autors de la guia, poden ser avaluables:

- a) Evidències que aportin els estudiants (com, per exemple, les actes de les reunions realitzades).

- b) L'autoavaluació i coavaluació (en la qual el treball és avaluat pel propi alumne o pels seus companys, respectivament).
- c) L'avaluació dels lliuraments per part del professor.
- d) L'avaluació per part del professor durant les sessions presencials o en les tutories de seguiment, d'alguna competència específica.

En aquest últim cas, a l'hora de realitzar l'avaluació d'una competència específica, el professorat es pot trobar amb la dificultat de voler avaluar en el mateix moment alguna altra competència transversal com, per exemple, l'expressió oral. És difícil. Per experiència pròpia, sabem que el docent tendeix a fixar-se més en els continguts que en l'expressió oral, per la qual cosa, si s'han d'avaluar ambdós aspectes simultàniament, s'aconsella que siguin dos els professors que intervinguin en aquesta avaluació. Si això no fos possible, una opció que es pot recomanar és valorar els continguts en els lliuraments i l'expressió oral en les tutories i les presentacions.

En tots els casos, és imprescindible poder donar un **retorn** a l'estudiant avaluat, de manera que compregui els motius de la seva qualificació, conegui els aspectes que ha de millorar i sàpiga si se li dona l'opció de refer algunes de les activitats per millorar el resultat final.

Amb independència dels aspectes a avaluar i del procediment d'avaluació, cal detallar i publicar amb anterioritat què s'avaluarà i quins criteris d'avaluació se seguiran.

L'avaluació es pot objectivar utilitzant **rúbriques** i **graelles d'avaluació** en què, per a cada element que es vol avaluar s'indica el criteri i, per a cada un, s'atorga una determinada qualificació numèrica.

Malgrat que les rúbriques poden ser en molts casos complicades de definir, permeten als alumnes saber què han de fer per aconseguir la màxima puntuació, cosa que sovint és molt motivadora per a ells. A continuació, la Taula 15 mostra la rúbrica utilitzada en el projecte «Sistemes productius agroalimentaris eficients».

Taula 15. Rúbrica del projecte «Sistemes productius agroalimentaris eficients»

PES	CONCEPTE	MOLT BÉ (9-10)	BÉ (7-8)	NORMAL (5-6)	INSUFICIENT (< 4)
10%	Dificultat i innovació del tema escollit.	El tema escollit és molt complex i/o molt innovador.	El tema escollit és mitjanament complex i/o innovador.	El tema escollit presenta una dificultat normal i amb poca innovació.	El tema escollit és molt simple i la innovació és nul·la.
10%	Anàlisi de les alternatives.	S'identifiquen totes les alternatives possibles. La justificació de l'avaluació de les alternatives és completa i ben raonada en tots els casos.	S'identifiquen moltes de les alternatives possibles. La justificació de l'avaluació de les alternatives és completa i raonada en la majoria de casos.	S'identifica bona part de les alternatives possibles. La justificació de l'avaluació de les alternatives només és completa i raonada en la meitat dels casos.	Les alternatives no estan correctament identificades. No s'efectua una avaluació de la majoria d'alternatives.
10%	Identificació de les necessitats del procés productiu.	S'identifiquen i es justifiquen totes les necessitats del procés productiu.	S'identifiquen totes les necessitats del procés productiu, però no es justifiquen completament.	S'identifiquen moltes de les necessitats. En alguns casos no es justifiquen aquestes necessitats.	Ni s'identifiquen ni es justifiquen la majoria de les necessitats del procés productiu.
10%	Càlculs i dimensionament.	Els dimensionaments són totalment correctes i tots els càlculs estan degudament justificats.	Els dimensionaments són majoritàriament correctes. Hi ha pocs càlculs sense justificar.	Hi ha algunes errades en els dimensionaments. Hi ha alguns càlculs sense justificar.	Hi ha moltes errades en els dimensionaments. La majoria dels càlculs estan sense justificar.
10%	Consulta d'informació.	Es documenta que s'ha consultat informació i totes les fonts consultades són originals i fiables.	Es documenta que es consulta informació i la majoria de les fonts consultades són originals i fiables.	Consta que es consulta informació però part de les fonts consultades no són ni originals ni fiables.	Ni es justifica que s'ha consultat informació ni les fonts consultades són originals ni fiables.
10%	Estructura del document presentat.	El document presenta l'estructura i tots els apartats exigibles en un avantprojecte.	El document presenta l'estructura exigible en un avantprojecte, però hi manquen alguns apartats.	Hi ha alguna incorrecció en l'estructura del document i en els seus apartats.	Ni l'estructura ni els apartats són els exigibles en un avantprojecte.

PES	CONCEPTE	MOLT BÉ (9-10)	BÉ (7-8)	NORMAL (5-6)	INSUFICIENT (< 4)
15%	Característiques formals del document presentat.	El format del document és totalment uniforme, la redacció és correcta i no hi ha faltes d'ortografia.	El format del document és majoritàriament uniforme, la redacció és correcta i hi ha poques faltes d'ortografia.	El format del document és majoritàriament correcte, però hi ha alguna part mal redactada i algunes faltes d'ortografia.	El format del document no és uniforme, hi ha força parts mal redactades i hi ha força faltes d'ortografia.
10%	Exposició del treball.	La presentació està molt ben estructurada i coordinada, tots els aspectes queden molt ben explicats i tots els membres del grup responen adequadament les preguntes formulades. S'han generat preguntes i debat.	La presentació està estructurada i coordinada, tots els aspectes queden explicats i la majoria dels membres del grup responen adequadament les preguntes formulades. S'han esforçat a fer-se comprendre.	Hi ha algun defecte d'estructura i coordinació. Alguns aspectes no queden explicats. Alguns membres del grup no saben respondre les preguntes formulades.	Hi ha força defectes d'estructura i coordinació. Hi ha força aspectes no explicats. La majoria dels membres del grup no saben respondre les preguntes formulades. No s'han esforçat a fer-se comprendre.
10%	Treball en equip.	El grup ha treballat coordinadament i col·laborativa. S'ha sabut resoldre correctament les diferències produïdes entre els membres del grup.	Majoritàriament, el grup ha treballat coordinadament i col·laborativa. La majoria de les diferències produïdes s'han solucionat correctament.	Hi ha hagut problemes de coordinació i col·laboració. Hi ha hagut algunes diferències que no s'han pogut resoldre.	Hi ha hagut problemes manifestos de coordinació i col·laboració, amb moltes diferències entre els membres sense solucionar.
5%	Qüestions formulades als altres grups.	Totes les preguntes han estat formulades correctament i educadament i han tractat aspectes clau.	La majoria de les preguntes han estat formulades correctament i educadament i han tractat aspectes clau.	Hi ha hagut algunes preguntes que no han estat clares o s'han formulat no educadament. Algunes de les preguntes eren d'aspectes no importants.	La majoria de les preguntes no eren clares i el seu to incorrecte. Moltes de les preguntes eren d'aspectes secundaris del treball.

Un altre exemple molt més simplificat pot ser el que es mostra a la Taula 16. Es tracta d'una graella d'avaluació. Serveixin aquests dos exemples per evidenciar les diferències entre rúbrica i graella ja que, molt sovint, s'empren de forma sinònima i no ho són. En una graella, els alumnes no tenen el mateix volum d'informació prèvia sobre la seva futura avaluació.

Taula 16. Graella d'avaluació amb escala d'1 a 5

PES	CONCEPTE	VALORACIÓ 1 (pitjor) / 5 (millor)				
30%	Qualitat dels continguts treballats	1	2	3	4	5
10%	Expressió escrita i ortografia	1	2	3	4	5
10%	Edició del document Informe	1	2	3	4	5
10%	Expressió oral	1	2	3	4	5
20%	Edició material de suport visual de la presentació	1	2	3	4	5
10%	Gestió del temps	1	2	3	4	5
10%	Treball en equip	1	2	3	4	5

Cal tenir en compte que aquests són dos models possibles però se'n poden trobar molts d'altres (Alsina Masmitjà, 2013). A la pràctica, el més recomanable és elaborar una rúbrica o graella pròpia, adaptada a les necessitats de cada projecte, per tal de simplificar al màxim el procés d'avaluació.

Quan es fa un APP és molt aconsellable que el professor també sigui avaluat per a poder millorar en vista a futures experiències. Així doncs, és interessant passar una enquesta per valorar tant el procés de treball en l'APP com la feina feta pel docent responsable. És a dir, que els alumnes valorin l'interès del projecte, el seu desenvolupament, l'acció tutorial i que puguin aportar suggeriments i crítiques.

7. Un pas més. Experiències multidisciplinàries

Un mateix projecte basat en APP, com s'ha comentat amb anterioritat, també pot implicar un nombre important de matèries que pertanyin a un mateix mòdul d'un mateix estudi. En aquest cas, independentment del nombre d'assignatures vinculades, el projecte serveix per aglutinar en una sola peça o proposta un treball que requereix la participació dels diferents elements (matèries) coincidents en el mòdul. El grau de dificultat és superior a treballar dins d'una sola matèria, però és força assequible pel fet que totes les assignatures implicades són del mateix àmbit de coneixement i els estudiants també. És una manera força corrent de treballar assignatures dins d'un mateix mòdul a la universitat i la literatura específica en dona sovint força exemples (Rekalde *et al.*, 2012; Uskola *et al.*, 2015). El que ja no és tan comú, i per això s'ha cregut oportú dedicar-li aquest darrer capítol de la guia, és trobar projectes APP que s'assoleixin després de comunicar entre si matèries gens afins d'estudis que pertanyen a diferents centres docents i àmbits de coneixement. Aquest és el cas del projecte Arguiñano: «Quina ciència oculta la cuina?», la primera experiència multidisciplinària dissenyada per la Xarxa d'Aprenentatge per Projectes de l'Institut de Ciències de l'Educació (ICE) Josep Pallach de la Universitat de Girona que va posar a treballar alumnes i professors de cinc àmbits de coneixement diferents (Espinosa *et al.*, 2012, 2015).

El projecte va aglutinar estudiants voluntaris de diferents estadis de formació (Grau i Màster). Eren alumnes de set professors d'àmbits de coneixement allunyats que impartien docència en Graus d'Enginyeria Agroalimentària, Enginyeria Mecànica, Publicitat i Relacions Públiques i del Màster en Visió per Computador i Robòtica. No obstant això, tots tenien un punt en comú: cap tipus d'experiència amb el model d'aprenentatge per projectes.

El projecte es va dur a terme durant el segon quadrimestre del curs 2011/2012. El seu repte era construir un programa de ràdio que divulgues la ciència oculta dins d'una cuina. Per portar a terme l'experiència es va partir del visionat d'un programa de TV del famós cuiner Karlos Arguiñano. A partir del programa escollit pels professors i presentat als alumnes, els docents van

dissenyar i planificar un APP de set setmanes estructurat en dues parts. La Figura 2 mostra els continguts treballats en aquest projecte interdisciplinari.

La primera part, de caràcter específic, és a dir, d'implicació dels grups d'alumnes dins del seu propi àmbit de coneixement, tenia una durada de quatre setmanes i va consistir en l'extracció de continguts específics de les seves matèries a partir del visionat del programa de cuina. Durant aquestes primeres setmanes els estudiants eren tutoritzats setmanalment pels professors de les seves titulacions. És a dir, i per a posar un exemple, mentre els alumnes de Fonaments de física calculaven la despesa energètica d'una cuina vitroceràmica, els estudiants d'Enginyeria agroalimentària determinaven les característiques dels aliments que es cuinaven en el mateix programa de TV. És el que en termes de comunicació s'anomena «creació de continguts». Continguts que posteriorment serien explicats, en la segona part de l'APP, en forma de programa de ràdio.

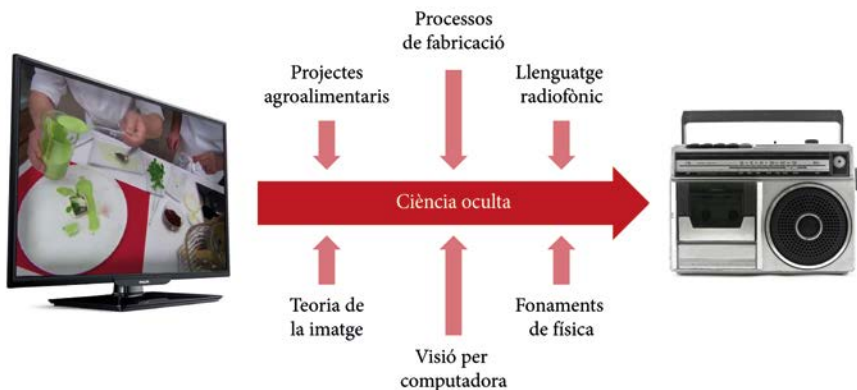


Figura 2. Projecte Arguiñano: «Quina ciència oculta la cuina?»

D'aquesta primera part de projecte específic en van sorgir alumnes experts en cada matèria. Els «experts» van ser repartits, un per grup, per formar nous equips de treball, aquest cop multidisciplinaris, formats per membres de diferents àmbits de coneixement. Així es va encetar la segona part del projecte, en la qual els docents van decidir treballar, a més, la competència transversal de treball en equip.

La segona part del projecte va tenir una durada de tres setmanes, durant les quals els alumnes van haver d'escriure el guió d'un programa de ràdio que

reflectís què passa en una cuina quan es preparen els aliments. A més, van haver de participar en la realització de la maqueta del seu programa-projecte, per la qual cosa van treballar la competència oral d'una forma creativa i molt nova per a la majoria de participants, excepte per als alumnes de l'assignatura Teoria i tècnica del llenguatge radiofònic, que eren els experts en aquesta part final del projecte. Ells no creaven continguts sinó que els distribuïen i els convertien en formats dins la maqueta. El projecte va finalitzar amb la realització d'una maqueta d'un programa de ràdio que, per tant, reflectia coneixements científics testats i els divulgava de manera entenedora a partir del llenguatge radiofònic.

La conclusió més important fou observar com el conjunt d'activitats que van realitzar els alumnes per desenvolupar tot el projecte es fonamentava en promoure la cooperació i no la competència. Els alumnes tenien clar, des del principi del projecte, que la clau del seu èxit era la transferència verbal dels coneixements entre els membres d'un mateix grup, que *a priori* no es coneixien perquè provenien de centres i estudis diferents. El resultat de tot el procés va evidenciar que el desenvolupament de la competència del treball en equip dona, en si mateix, oportunitats per al desenvolupament, de forma simultània, de la competència oral.

Els estudiants van valorar positivament l'experiència i van considerar que la millora assolida en la seva expressió oral la podrien aplicar en un futur, en la seva formació. Per una altra banda, hi va haver un consens positiu en valorar l'experiència per part dels membres de l'equip docent que van voler palesar, però, que no tot el professorat tenia prou formació per avaluar les dues competències treballades en el projecte. Un altre dels problemes detectats va ser la constatació que un projecte d'aquestes característiques requereix una planificació molt més enllà de les set setmanes planejades inicialment, ja que l'experiència es va mostrar massa atapeïda dins dels terminis dissenyats ateses les complicacions associades a la multidisciplinarietat, tot i que es van superar sense cap impediment.

Per ajudar a implementar projectes d'aquestes dimensions cal tenir molt presents els aspectes organitzatius. Els alumnes tenen una dificultat afegida pel fet de provenir d'estudis diferents, ja que tenen horaris no coincidents i la localització dels estudis en campus allunyats. Així, és molt recomanable emprar eines socials *online* per acostar els participants a un espai virtual que els permeti treballar conjuntament minimitzant les pèrdues de temps.

8. Glossari

Acció tutorial: conjunt d'accions educatives que contribueixen al desenvolupament personal i a l'orientació de l'alumnat, per tal de potenciar el seu creixement personal. Així mateix, l'acció tutorial ha de contribuir al desenvolupament d'una dinàmica positiva en el grup classe i a la implicació de l'alumnat en la dinàmica de l'assignatura.

Activitat: acció o tasca que l'estudiant realitza per assolir una determinada competència.

Aprenentatge basat en problemes: metodologia docent en què els estudiants han de buscar, entendre i integrar conceptes per tal de resoldre un problema o cas plantejat.

Aprenentatge per projectes: metodologia docent consistent en què els estudiants treballen per desenvolupar unes tasques complexes anomenades projectes que es traduiran en l'elaboració de productes o serveis reals.

Competència transversal: conjunt de coneixements, capacitats, habilitats i destreses compartides per diferents àmbits de coneixement o professions.

Competència específica: conjunt de coneixements, capacitats, habilitats i destreses pròpies d'un estudi o d'una professió.

Lliurament/entregable: qualsevol producte mesurable i verificable que s'elabora per completar un projecte o una part d'un projecte.

Recurs: material o eina d'utilitat perquè els estudiants puguin assolir els objectius d'aprenentatge plantejats.

Rol: funció que el professor o l'alumne desenvolupen en una determinada situació.

Rúbrica: eina que permet objectivar l'avaluació de les activitats tot explicitant els criteris necessaris per assolir un determinat nivell de la competència avaluada.

Tutoria: conjunt ordenat d'accions sistemàtiques i prèviament planificades amb l'objectiu de guiar, orientar i acompanyar els alumnes en el desenvolupament del projecte d'APP.

9. Bibliografia

- Alsina Masmitjà, J. (coord.) (2013). Rúbriques per a l'avaluació de competències. Dins: *Quaderns per a la Docència Universitària* (vol. 26). Barcelona: ICE de la Universitat de Barcelona i Ediciones Octaedro.
- Barron, B. J., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J. D., i The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1998). Doing with Understanding: Lessons from Research on Problem — and Project-Based Learning. *The Journal of the Learning Sciences: Learning through Problem Solving*, 7, 271-311.
- Biggs, J. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Ediciones Narcea, S. A.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., i Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369-398.
- Branda, L. A. (2009). L'aprenentatge basat en problemes. Consideracions generals. Dins: *L'aprenentatge basat en problemes en l'educació superior* (pp. 11-46). Bellaterra: IDES i Servei de Publicacions de la UAB.
- De los Ríos-Carmenado, I., Rodríguez, F., i Pérez, C. (2005). Promoting Professional Project Management Skills in Engineering Higher Education: Project-Based Learning (PBL) Strategy. *International Journal of Engineering Education*, 31(1B), 184-198.
- Espinosa, S., Puig, J., Ferrer, I., Soler, M., Escoda, L., Echazarreta, C., i García Campos, R. (2012). Cómo adquirir competencias específicas y transversales a partir de los *mass media*: Una aplicación original de APP en la UdG. *Vivat Academia*, 117E, 1473-1499.
- Espinosa, S., Andreu, C., i Jiménez, A. (2014). Nuevo modelo de tutoría cuádruple en una experiencia APP del Grado de Publicidad y Relaciones Públicas de la UdG. *REDU Revista de Docencia Universitaria*, 12(2), 327-349.
- Espinosa, S., Escoda, M. L., Puig, J., Ferrer, I., i Soler, M. (2015). Un modelo para diseñar aprendizajes mediante proyectos multidisciplinares. *REDU Revista de Docencia Universitaria*, 13(3), 73-88.
- Grant, M. M. (2002). Getting a grip on project-based learning: Theories, cases, and recommendations. *Meridian: A Middle Schools Computer Technologies Journal*, 5, 1-17.

- Jones, B. F., Rasmussen, C. M., i Moffitt, M. C. (1997). *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Kilpatrick, W. H. (1918). The Project Method. *Teachers College Record*, 19, 319-334.
- Kilpatrick, W. H. (1921). Dangers and difficulties of the project method and how to overcome them: Introductory statement: Definition of terms. *Teachers College Record*, 22(4), 283-287.
- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., i Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project based instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), 483-497.
- Macias, J., Montero, J. M., San Segundo, R., Araujo, A., i Nieto, O. (2006). A project-based learning approach to design electronic systems curricula. *IEEE Transactions on Education*, 49(3), 389-397.
- Martínez Casanovas, M. i Buil Fabregà, M. (2018). Com els espais d'aprenentatge a l'educació superior ajuden a millorar els resultats acadèmics. *X Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació, CIDUI*. Girona, 4-6 juliol.
- Rekalde, I., Martínez, B., i Marko, J. I. (2012). Los proyectos interdisciplinarios de módulo: Una experiencia innovadora en el Grado de Educación Social de la UPV/EHU. *REDU*, 10(3), 209-237.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. San Rafael, California: The Autodesk Foundation.
- Uskola, A., Madariaga, J. M., Arribillaga, A., Maguregi, G., Romero, A., i Fernández, M. D. (2015). Propuesta e implementación de un plan de tutorización de una tarea interdisciplinar universitaria de carácter modular. *REDU*, 13(2), 207-231.



Guía práctica para implementar el aprendizaje por proyectos en la universidad

Silvia Espinosa Mirabet
Inés Ferrer Real
Gerusa Giménez Leal
Jaume Puig i Bargués
Marianna Soler i Ortega

X!D APRENTATGE
PER PROJECTES


Universitat de Girona
Institut de Ciències de
l'Educació Josep Pallach
ICE

Documenta
Universitaria



Índice

Introducción	9
1. Definición del proyecto	11
1.1. Condicionantes previos.....	11
1.2. Planteamiento del proyecto.....	14
2. Objetivos y contenidos del proyecto	19
3. Planificación del proyecto	22
4. Actividades	24
4.1. Programación de las actividades.....	24
4.2. Posibles actividades a utilizar.....	27
5. Recursos para facilitar a los estudiantes	36
6. Evaluación	38
7. Un paso más. Experiencias multidisciplinares	43
8. Glosario	46
9. Bibliografía	48



Los autores agradecen el apoyo incondicional del Instituto de Ciencias de la Educación Josep Pallach de la Universidad de Girona para promover, mantener y financiar las actividades de la Red de Innovación Docente de Aprendizaje por Proyectos (XID-APP).

También se desea hacer extensivo este agradecimiento a los antiguos miembros de esta red (Carmen Echazarreta, Lluïsa Escoda y Rafael García) y a los estudiantes que han participado en los diferentes proyectos desarrollados.


Introducción

El aprendizaje por proyectos (APP) es un método docente en el cual las actividades de aprendizaje se organizan en torno a un proyecto que el estudiante deberá desarrollar. De acuerdo con las definiciones proporcionadas en la bibliografía, los proyectos constituyen tareas complejas, basadas en preguntas, retos a alcanzar o problemas reales, que implican a los estudiantes en el diseño y la resolución de un encargo inicial. Estas tareas ofrecen a los alumnos la oportunidad de trabajar de forma relativamente autónoma durante períodos de tiempo más o menos largos, y culminan en productos reales o en presentaciones (Jones *et al.*, 1997; Thomas, 2000). La metodología del APP tiene su origen en el trabajo de Kilpatrick (1918). Desde entonces, ha sido aplicada en muchos ámbitos docentes y su implementación ha ido evolucionando no solo en enseñanza básica y secundaria (Blumenfeld *et al.*, 1991; Krajcik *et al.*, 1994; Barron *et al.*, 1998; Grant, 2002), sino también en la universidad (de los Ríos-Carmenado *et al.*, 2015; Macias *et al.*, 2006; Biggs, 2005). Si bien presentan semejanzas, el APP es distinto del aprendizaje basado en problemas (ABP), en el que se parte de un problema o una situación problemática que permite que el estudiante desarrolle hipótesis explicativas e identifique las necesidades de aprendizaje con las que puede comprender el problema y cumplir con los objetivos de aprendizaje (Branda *et al.*, 2009). Así, mientras el ABP se limita a dar respuesta al problema planteado, en el APP se elabora la propuesta de un nuevo producto o actividad.

Dado el creciente interés por aplicar esta metodología a un nivel universitario, esta guía intenta presentar, de forma sencilla, los principales aspectos que el profesorado deberá tener en cuenta para planificar y desarrollar un APP.

En el capítulo 1 se define cómo el docente plantea el proyecto, lo presenta a los alumnos y se indican aquellas consideraciones más importantes a tener en cuenta en el inicio de toma de contacto entre el estudiante y el proyecto (métodos de inicio del proyecto, materiales a facilitar, etc.).

En el capítulo 2 se explica, con ejemplos prácticos, cómo definir los objetivos competenciales y de aprendizaje del proyecto y su relación con los contenidos que trabajar, en función del tipo de alumno participante.



En el capítulo 3 se explica la planificación del proyecto a partir de la identificación de sus etapas.

El capítulo 4 explica cómo realizar la programación del proyecto APP en base a actividades, a la vez que se indica un conjunto de recomendaciones a tener en cuenta en este momento de la programación. También se presentan posibles actividades a programar, definiendo sus objetivos de aprendizaje, duración y tipo de grupo donde desarrollarla.

En el capítulo 5 se proporcionan algunos recursos o materia para facilitar a los alumnos en función de la tipología del APP planteada.

El capítulo 6 se dedica a la evaluación y se muestran ejemplos de posibles rúbricas a utilizar.

Por último, el capítulo 7 se refiere a la descripción, planificación y ejecución de un proyecto interdisciplinar llevado a cabo en la Universidad de Girona que implicó a alumnos y profesorado de cinco ámbitos de conocimiento diferentes.

En cada uno de los capítulos se describen ejemplos prácticos de APP desarrollados por parte de profesores de la Universidad de Girona, integrantes de la Red de Innovación Docente de Aprendizaje por Proyectos (XID-APP) del Instituto de Ciencias de la Educación Josep Pallach. Algunos son casos desarrollados por un solo profesor, otros implican docentes de diferentes ámbitos que trabajan conjuntamente o, incluso, en algunos casos se ha llevado a cabo un APP con implicación de agentes externos a la universidad como es el caso de la ONCE (Organización Nacional de Ciegos Españoles).

1. Definición del proyecto

1.1. Condicionantes previos

Cuando un profesor o un equipo de profesores se deciden por aplicar el método del APP en su docencia, deben plantearse una serie de preguntas, de naturaleza similar a las indicadas en la Tabla 1, las respuestas de las cuales constituyen este subapartado.

Tabla 1. Condicionantes previos en un APP

PUNTO DE PARTIDA
<ul style="list-style-type: none">• ¿Por qué quiero trabajar con APP?• ¿Qué papel tendré como profesor?• ¿Qué tipo de público objetivo tendré? ¿Estarán mis estudiantes preparados?• ¿Qué experiencia tengo con el APP?• ¿Cómo formaré los grupos de trabajo para desarrollar el proyecto?• ¿Dónde realizaré la actividad?

¿Por qué quiero trabajar con APP?

Muchas son las razones que pueden impulsar a impartir una asignatura total o parcialmente con APP como, por ejemplo, renovar la forma de enseñar, buscar un aprendizaje más activo por parte del alumnado o integrar más competencias en un aprendizaje. Sin embargo, se debe tener presente que este nuevo enfoque implica ciertos cambios o reflexiones y un importante volumen de trabajo adicional tanto para el profesor como para los alumnos. Este hecho puede provocar ciertas reticencias entre los implicados en su desarrollo.

¿Qué papel tendré como profesor?

Este tipo de estrategia de aprendizaje implica un cambio en el rol del profesor, que pasa de ser el transmisor de los conocimientos al facilitador de los recursos para que los estudiantes adquieran los conocimientos lo más autónomamente posible. Se puede afirmar que el profesor guía al alumno durante su aprendizaje.

¿Qué tipo de público objetivo tendré? ¿Estarán mis estudiantes preparados?

Se debe identificar y reflexionar sobre el tipo de público objetivo a quien va dirigido el APP, porque la forma de planificarlo y de enfocarlo será diferente en función del mismo. Cuanta menos experiencia tenga el alumnado en la metodología APP, más dirigido deberá ser el proyecto que se realice.

Según la experiencia práctica de los autores de la guía, se pueden identificar cuatro tipos de público objetivo claramente diferenciados:

- a) Estudiantes de primeros cursos, que no tienen ningún tipo de conocimiento relacionado con el estudio y que posiblemente nunca han trabajado con una estrategia de aprendizaje por proyectos.
- b) Estudiantes de primeros cursos, que no tienen ningún tipo de conocimiento relacionado con el estudio, pero que están habituados a este tipo de estrategias de aprendizaje porque las han utilizado en la enseñanza preuniversitaria.
- c) Estudiantes de cursos avanzados, que tienen muchos conocimientos relacionados con el estudio, pero que no han trabajado nunca con una estrategia de aprendizaje de este tipo.
- d) Estudiantes de cursos avanzados, que tienen muchos conocimientos relacionados con el estudio, y que también tienen experiencia con esta metodología.

¿Qué experiencia tengo con el APP?

Según la experiencia del profesor se pueden identificar dos tipologías de profesores: los que tienen experiencia aplicada en el desarrollo e implementación de un APP y los que solo tienen conocimientos teóricos sobre APP pero que no lo han aplicado nunca en el aula. En este último caso, es importante tener en cuenta que pasar del diseño teórico a la aplicación

práctica en el aula no es complicado pero sí que requiere un esfuerzo previo de planificación del proyecto.

¿Cómo formaré los grupos de trabajo para desarrollar el proyecto?

En el APP los estudiantes trabajan en grupo para favorecer las interdependencias positivas entre ellos. El proyecto se puede diseñar para ser desarrollado interdisciplinariamente implicando diferentes asignaturas, cursos e, incluso, distintos estudios, o bien ceñirse a una sola asignatura. Esta última modalidad es la estructura más sencilla y también la más habitual en la universidad.

Por lo que respecta a la formación de los grupos, se pueden utilizar distintas estrategias, como las que se citan a continuación, que han sido utilizadas en diferentes proyectos desarrollados por la XID-APP:

- a) El profesor crea los grupos. Un sistema puede ser agrupando estudiantes con calificaciones muy diferentes, o bien, creando grupos de estudiantes con niveles académicos parecidos. Se debe tener en cuenta que este es un aspecto difícil de gestionar por el profesorado, ya que, normalmente, no dispone de información previa sobre el estudiante, como por ejemplo la nota de acceso o la media del expediente académico. Si se pudiera acceder a esta valiosa información, el docente podría realizar estos tipos de agrupaciones. Otras posibilidades serían formar los grupos de forma aleatoria, por orden alfabético o por procedencia geográfica, entre otras.
- b) Los alumnos crean los grupos en función de sus afinidades.

Después, se deben asignar las funciones o roles que realizará cada estudiante dentro de su grupo. Estos roles pueden variar en función de la tipología del APP que se aborda y estarán relacionados tanto con la elaboración del proyecto como con la gestión del grupo. En un entorno universitario resulta interesante que sean los propios miembros del equipo quienes decidan estos roles, después de debatirlo entre ellos. También es conveniente definir otros aspectos funcionales, como por ejemplo la creación de unas reglas de expulsión de obligado cumplimiento en el grupo, aceptadas por todos los miembros, para que un equipo no tenga que lidiar con miembros inactivos. Dichas reglas pueden ser establecidas por el profesor o bien acordadas por los componentes de cada grupo de estudiantes. En ambos casos, la expulsión será debidamente justificada, siendo necesario que el docente haya contemplado dicha posibilidad definiendo previamente los parámetros de evaluación del alumno expulsado del grupo.

¿Dónde realizaré la actividad?

El lugar donde se llevará a cabo el proyecto debería ser versátil y con espacio suficiente para facilitar el trabajo en grupo de los estudiantes y que los estudiantes puedan moverse y desarrollar la actividad de forma cómoda. Pero la realidad es que, normalmente, en muchas universidades, los proyectos de este tipo se realizan en aulas convencionales, en las que a menudo las mesas consisten en bancos fijos, como se daba en el siglo XIX. De hecho, el espacio como eje central de la innovación en la universidad ha sido el lema del Congreso Internacional de Docencia Universitaria (CIDUI) 2018. Martínez Casanovas y Buil Fabregá (2018) han concluido, a partir de un estudio comparativo entre espacios tradicionales y espacios informales, que el tipo de espacio utilizado influye en el resultado del aprendizaje.

Otro aspecto importante a tener en cuenta cuando se aplican estrategias de trabajo colaborativo es la utilización de plataformas de trabajo en línea por parte de los estudiantes. Este factor es fundamental a la hora de plantear un APP donde intervengan alumnos de diferentes grados o centros docentes. En las experiencias de APP realizadas en la Universidad de Girona se han utilizado plataformas como ASANA, que ayudan a coordinar el trabajo en equipo, pero en el mercado existen muchas más, como OpenProject, Wunderlist, Toodledo, o Nozbe, entre otras. Muchas de ellas se pueden integrar también con otras herramientas como Google Drive, Dropbox o Evernote.

1.2. Planteamiento del proyecto

Cuando un docente o un grupo de docentes se plantea la aplicación de un APP en su actividad, debe establecer el objetivo del proyecto, los conocimientos que adquirirán los alumnos, la temática o «pregunta» en la que se centrará el proyecto y fijar su duración en el calendario.

En lo que atañe a la definición del proyecto es importante calcular el alcance del APP que se quiere llevar a cabo. Si el APP se plantea para estudiantes de una misma asignatura, tanto el proceso de definición del proyecto como su desarrollo será más simple que en el caso de que el APP se realice a nivel interdisciplinar pero dentro de una misma área de conocimiento o de un mismo estudio, ya que el número de profesores implicados es mayor y requiere de más coordinación. La complejidad aún se puede incrementar si el APP afecta a alumnos de diferentes estudios y/o centros docentes.

Se recomienda que la temática o proyecto planteado sean lo más real posible para así favorecer la motivación de los estudiantes, y que estén vinculados a temáticas que resulten familiares a los alumnos, a situaciones cotidianas y actuales que probablemente formarán parte de su futura vida profesional.

Así pues, cuando el profesorado se plantea un APP tiene que reflexionar sobre algunos aspectos clave, entre los que se destacan los siguientes:

- a) ¿El proyecto implicará más de una asignatura?
- b) ¿Serán alumnos del mismo estudio?
- c) ¿Involucrará a estudiantes de un mismo curso?
- d) ¿Qué competencias se quieren trabajar? ¿Serán transversales y/o específicas?
- e) ¿Qué contenidos deberán trabajar los alumnos?
- f) ¿Cuántas semanas durará el proyecto?

Es necesario que los docentes estén bien mentalizados, ya que las primeras experiencias con la metodología APP quizás no serán completamente exitosas y no se desarrollarán tal y como se había previsto *a priori*, pero de estas experiencias es de donde se obtendrá la información más útil para solucionar lo que no ha funcionado y mejorar el diseño del proyecto. Además, el docente verá las necesidades que, sobre la marcha, le surgen y adquirirá la capacidad para gestionarlas haciendo las adaptaciones pertinentes.

La presentación del proyecto a los estudiantes puede realizarse de maneras distintas. Una opción podría ser el visionado de algún recurso multimedia, o la lectura de algún artículo, o la charla de una persona externa que plantee la temática, entre otras. En cualquier caso, una vez efectuada esta primera acción es importante plantear la pregunta que determina el objetivo del proyecto y a la que el alumno tiene que dar respuesta. En algunos casos, y sobre todo cuando los alumnos no están familiarizados con la metodología del APP, puede ser útil, en vez de formular una única pregunta, añadir subpreguntas que marquen el camino que deberán seguir los alumnos para empezar a trabajar.

En esta guía se mostraran diferentes ejemplos de APP aplicados en la Universidad de Girona para poder señalar así las diferentes fases del método. La Figura 1 representa un diagrama de flujo donde se muestran las principales fases a desarrollar en un proyecto de APP desde una perspectiva práctica.

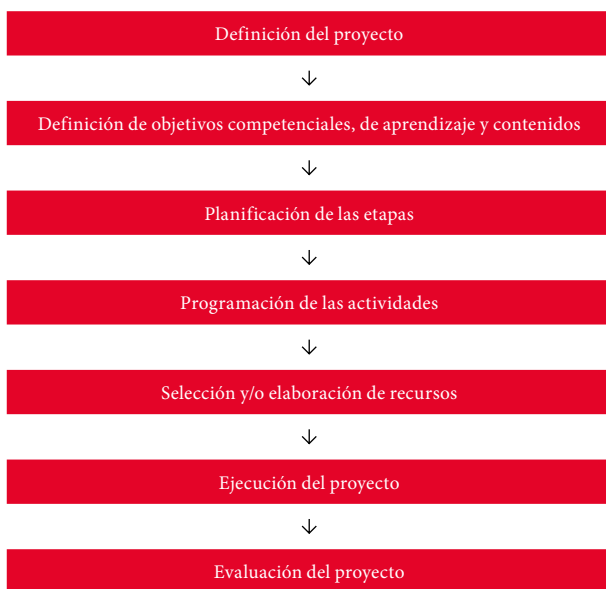


Figura 1. Fases en el desarrollo de un proyecto APP

La Tabla 2 expone una síntesis de los diferentes proyectos creados por los miembros de la Red de APP y que se utilizarán como ejemplo en esta guía. Todos ellos involucraban una única asignatura y alumnos que no tenían conocimientos previos de la metodología.

Tabla 2. Proyectos de APP referenciados en esta guía

Grado	Asignatura	Título del proyecto	Curso	Alumnos
Grados del Ámbito Industrial Escuela Politécnica Superior	Fundamentos de física	¿Qué ciencia oculta la cocina?	1º	16
Grado en Ingeniería Agroalimentaria	Proyectos	Sistemas productivos agroalimentarios eficientes	2º	30
Grado en Publicidad y Relaciones Públicas	Módulo de comunicación audiovisual II	Radio arte	2º	80
Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales	Planificación de procesos productivos	Prótesis médicas <i>low cost</i>	4º	20

Las Tablas 3, 4, 5 y 6 muestran cómo se presentaron a los alumnos cuatro de los proyectos.

Tabla 3. Presentación del APP de la asignatura Fundamentos de física

¿QUÉ CIENCIA OCULTA LA COCINA?
Introducción
Ante la situación económica actual el canal de televisión Antena 3 está haciendo estudios para reducir al máximo los costes de sus programas.
Tema
Tenemos el encargo de realizar un estudio energético de los diferentes procesos de cocción y conservación de los alimentos usados en el programa de cocina de Karlos Arguiñano.
Pregunta
¿Existe alguna forma para reducir los costes del programa de forma significativa?
Subpreguntas
Para responder a esta pregunta tan amplia podemos empezar por hacernos preguntas sencillas como por ejemplo: ¿Cuál es la cantidad de energía necesaria para poder cocer un alimento mediante un microondas, un horno, una vitrocerámica y/o una cocina de inducción? ¿Existe algún método de cocción significativamente menos caro que los otros? Los métodos de cocción, ¿tienen costes diferentes según el material de cocina utilizado? ¿Qué proceso es más efectivo en la conservación de alimentos?

Tabla 4. Presentación del APP de la asignatura Proyectos

SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROALIMENTARIOS EFICIENTES
Introducción
Las previsiones de Naciones Unidas son que la población mundial aumente desde los 6.000 millones de personas del año 2000 a los 9.000 millones en el año 2050.
Tema
Es evidente que habrá que alimentar a más población en un futuro inmediato, pero no será posible disponer de más cantidad de recursos como el agua o la energía, por ejemplo, e incluso habrá menos disponibilidad de algunos recursos por el efecto del cambio climático.
Pregunta
¿Qué propuesta podríamos realizar para incrementar la eficiencia de los sistemas productivos agroalimentarios? ¿Qué requerimientos serían necesarios para llevarla a cabo? ¿Cuánto costaría?

Tabla 5. Presentación del APP del Módulo comunicación audiovisual II

RADIO ARTE
Introducción
La radio es el medio de comunicación por excelencia para generar imágenes sonoras a partir de su propio lenguaje, pero paradójicamente su creatividad a menudo no refleja ese poder emotivo o persuasivo que tiene.
Tema
Para ver si somos capaces de contar historias radiofónicas creativas tenemos el encargo de construir la narración de una emoción o de una situación pero sin emplear ninguna voz narradora. Nuestra historia será escuchada por un tribunal de personas ciegas que la tendrán que entender.
Pregunta
¿Cómo puedes contar una historia a través de la radio, que sea comprensible para una persona ciega, y sin un locutor-narrador?

Tabla 6. Presentación del APP de la asignatura Planificación de procesos productivos

PRÓTESIS MÉDICAS <i>LOW COST</i>
Introducción
La investigación y el desarrollo de prótesis médicas y de ortesis para los seres humanos ha evolucionado considerablemente en los últimos años. Evidentemente, no se plantea ningún tipo de duda para realizar un implante o al tener que usar algún tipo de ortesis para solucionar alguna patología o para mejorar la calidad de vida de los pacientes. Sin embargo, en el caso de los seres animales la situación es algo diferente. En primer lugar, por la amplia variedad de especies que hay, desde las más comunes (perros o gatos) hasta las más exóticas (loros o cocodrilos). En segundo lugar, por los años de vida que tienen los animales. Y, finalmente, por los costes que puede implicar la implantación de cualquier tipo de dispositivo.
Tema
Existe un amplio abanico de situaciones en las que los animales necesitarían ayuda para poder sobrevivir o para mejorar su calidad de vida. Actualmente se pueden encontrar patologías tan comunes como una displasia de cadera en perros, pero también otras patologías menos comunes en otras especies como la falta de cola en cocodrilos, la falta de aletas en delfines o la falta de colmillos en elefantes.
Preguntas
¿Cómo pueden los ingenieros ayudar a los animales que sufren deficiencias físicas? ¿Qué coste económico supondría tal ayuda?

2. Objetivos y contenidos del proyecto

En este capítulo se muestra, a partir de ejemplos prácticos, cómo se pueden definir los objetivos competenciales y de aprendizaje de un APP y su relación con los contenidos a trabajar. Así pues, el primer paso es definir estos conceptos.

Los **objetivos competenciales** del proyecto son aquellas competencias (transversales y/o específicas) que el alumno debería adquirir durante el desarrollo del proyecto. Normalmente vienen determinadas por la memoria académica del estudio.

Un **objetivo de aprendizaje** se puede definir como la formulación explícita de los conocimientos, las actitudes y las destrezas que debe adquirir un alumno a través de una actividad educativa. Así, en la metodología de APP los objetivos de aprendizaje asociados al proyecto son lo que el alumno debería saber hacer al final del proyecto.

Los **contenidos**, por otro lado, engloban todos los conocimientos relacionados con la asignatura que se pretenden trabajar durante el desarrollo del APP.

Puede resultar muy interesante tener documentados los contenidos previos que debe tener el alumno para poder realizar un APP. El docente principiante en este método debe tener muy claro que la metodología APP refuerza más las habilidades y las competencias que los contenidos. Con los cambios evolutivos, especialmente tecnológicos, que se viven en la universidad es mucho más importante que los estudiantes reciban formación vinculada a competencias que les permitan buscar, encontrar y generar contenidos específicos, que no recibir solo formación en contenidos, como suele suceder en la docencia tradicional.

En las Tablas 7 y 8 se muestran dos ejemplos de la definición de los objetivos competenciales y de aprendizaje en dos APP diferentes, así como los contenidos que se tratarán en cada uno de ellos.

Tabla 7. Objetivos y contenidos del APP «¿Qué ciencia oculta la cocina?»

¿QUÉ CIENCIA OCULTA LA COCINA?
Objetivos competenciales
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar los diferentes recursos que ofrecen las TIC e Internet como herramientas de trabajo habitual, así como gestionar, de forma correcta y con seguridad, la información, los sistemas operativos, y los programas informáticos adecuados para la resolución del proyecto. 2. Contribuir al logro de la competencia de trabajo en equipo. 3. Contribuir al logro de la competencia para comunicarse oralmente y por escrito. 4. Describir procedimientos de observación y medida y saber justificarlos de forma teórica. 5. Realizar las observaciones y medidas utilizando adecuadamente los utensilios correspondientes. 6. Diseñar el protocolo de análisis de los datos obtenidos. 7. Aplicar los conocimientos de física y matemáticas. 8. Tener espíritu crítico ante la coherencia de los resultados obtenidos.
Objetivos de aprendizaje
<ol style="list-style-type: none"> 1. Adaptar y aplicar los conceptos característicos de los diferentes contenidos conceptuales del proyecto a los fenómenos naturales y hacerlos extensivos a las aplicaciones reales sobre los alimentos u objetos relacionados en el proyecto. 2. Proyectar y elaborar hipótesis y procesos científicos, aplicando con autonomía y creatividad el método científico. 3. Valorar de forma crítica los avances tecnológicos tratados en el proyecto, su influencia en el medio ambiente, en la salud y el bienestar individual y colectivo y en la sociedad en general. 4. Relacionar los avances tecnológicos con los factores que caracterizan el desarrollo económico y social buscando propuestas sostenibles. 5. Expresar y comunicar el contenido de la materia por medio de lenguajes diversos y reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje. 6. Analizar materiales, objetos y sistemas técnicos relacionados con el proyecto para comprender su funcionamiento, conocer sus elementos y las funciones que realizan, aprender la mejor forma de utilizarlos y controlarlos y entender las razones que condicionan su diseño y construcción.
Contenidos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Termometría y calorimetría (transferencia de calor; ley de gases ideales). 2. Termodinámica (máquinas térmicas; rendimiento). 3. Propiedades térmicas de los alimentos. 4. Electricidad y magnetismo (corriente eléctrica; efecto Joule; inducción). 5. Ondas, intercambio con la materia (resonancia; absorción de la materia). 6. Materiales.

Tabla 8. Objetivos y contenidos del APP «Prótesis médicas "low cost"»

PRÓTESIS MÉDICAS <i>LOW COST</i>
Objetivos competenciales
<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar y organizar propuestas y proyectos. 2. Conocimiento aplicado de sistemas de fabricación.
Objetivos de aprendizaje
<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar y organizar un proyecto. 2. Explorar alternativas para solucionar problemas. 3. Investigar posibles soluciones para convertir ideas en soluciones finales. 4. Solucionar problemas reales con soluciones reales. 5. Relacionar la fase del diseño con la fase de fabricación. 6. Planificar el proceso de fabricación de diversos componentes. 7. Tomar decisiones en un entorno de ingeniería real. 8. Evaluación crítica del trabajo hecho. 9. Trabajar de forma cooperativa.
Contenidos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fases para el desarrollo de un producto: actividades, secuencia y flujo de información. 2. Actividades y técnicas para transformar una idea en un producto fabricable. 3. Técnicas de análisis, síntesis y selección en diseño. 4. Métodos para seleccionar procesos de fabricación. 5. Recomendaciones para garantizar la fabricabilidad de piezas diseñadas. 6. Adaptación de un diseño para varios procesos de fabricación. 7. Elaboración de hojas de ruta. 8. Secuenciación de piezas de una planta productiva.

En relación con cómo el alumno identifica los contenidos necesarios que se trabajarán en un proyecto, hay dos posibles maneras de hacerlo según nuestro entender:

- a) **APP guiado/bajo supervisión.** El profesor proporciona directamente unos contenidos básicos a partir de los cuales los alumnos puedan ir avanzando en conocimiento. Este método es recomendable para estudiantes de primer curso.
- b) **APP libre.** Este tipo de APP es recomendable para estudiantes de cursos más avanzados. En este caso a menudo son los propios estudiantes quienes detectan la información y contenidos que necesitan para poder elaborar el proyecto. En este sentido, pueden recurrir al profesor/tutor que, actuando como facilitador, les proporciona fuentes fidedignas, o bien pueden consultar a profesionales externos o bien buscar por su cuenta fuentes documentales, por ejemplo.

3. Planificación del proyecto

Un proyecto que se realice en forma de APP debe tener una planificación temporal para todas sus etapas claramente definida desde el inicio. Esta planificación debe ser escrita y puesta al alcance de todos los participantes en el proyecto. Resulta de gran utilidad definir las actividades o las tareas semanales que realizarán los estudiantes, así como las tutorías. Además hay que decidir e informar sobre cuáles serán las tareas evaluables y cuáles no.

Para obtener buenos resultados, hay que tener un nivel de concreción lo más posible en esta hoja de ruta inicial, lo que implica programar todas y cada una de las actividades que se llevarán a cabo, tal y como se muestra en el capítulo 4 de esta guía. Sin embargo, antes de programar las actividades de forma detallada, se debe establecer una planificación previa, identificando las etapas principales en las que se estructurará el proyecto, las semanas en las que se llevará a cabo y las horas de la semana que se dedicarán a cada etapa del proceso.

Las Tablas 9 y 10 muestran los ejemplos de la planificación de los proyectos «Prótesis médicas *low cost*» y «Radio arte», donde se especifican semanalmente las etapas del proyecto así como las horas lectivas que se realizan con profesor.

Tabla 9. Planificación del proyecto «Prótesis médicas "low cost"»

PRÓTESIS MÉDICAS «LOW COST»		
Semana	Etapas del proyecto	Horas con profesor
1	Generar la intención del proyecto	3,0
2	Concretar el proyecto	2,25
3	Investigación previa	1,0
4	Planificación del proyecto	0,75
5-6	Diseño preliminar	1,5
7	Diseño de detalle	1,0
8	Hoja de ruta de fabricación	2,5
9-10	Diseño final	0,5
	TOTAL	12,5

Tabla 10. Planificación del proyecto «Radio arte»

RADIO ARTE		
Semana	Etapa del proyecto	Horas con profesor
1	Presentación del proyecto	1,5
5	Sesión expositiva	1,5
7-8	Tutoría 1	3,0
10-11	Tutoría 2	3,0
14	Exposición del resultado	6,0
15	Evaluación del resultado	1,5
	TOTAL	16,5

En estos ejemplos, las semanas de implementación del proyecto que están agrupadas en un mismo campo de la tabla (por ejemplo, las semanas 5-6 o 9-10 de la Tabla 9 relativa a la experiencia de las Prótesis *low cost*) expresan el tiempo que los alumnos están trabajando de forma autónoma y, por lo tanto, sólo se indican las sesiones de tutoría que tienen con los profesores responsables durante el período. En el caso del proyecto Radio arte, puesto que sólo era una de las actividades de la asignatura, el proyecto se presentaba al inicio de la misma (tal y como se hacía con el resto de actividades prácticas) y hasta que los estudiantes no empezaban a trabajar pasaban semanas dedicados a otras tareas desvinculadas del Radio arte. Es por lo tanto, un ejemplo de una actividad corta trabajada de forma discontinua (como una práctica más) programada en una asignatura semestral.

4. Actividades

4.1. Programación de las actividades

Programar las actividades del proyecto de APP requiere un nivel de concreción más elevado que el realizado en la fase de planificación. Hay que tener en cuenta que las actividades se pueden llevar a cabo en el aula o en otros espacios, en tutorías o de modo autónomo por parte del alumnado. En esta programación es importante considerar las horas que se dedicarán con o sin profesor. En ambos casos las actividades se pueden realizar de forma grupal y/o individual. Es importante cuantificar estas horas de una manera realista para ajustar la dedicación del alumno y el profesor a los créditos ECTS asignados. En función del objetivo, se definirá si la actividad es evaluable o no, si se debe entregar o no, e identificar qué recursos se facilitaran para llevarla a cabo.

Hay que tener en cuenta que es el docente el que decide cuáles son los aspectos más importantes que se deben programar. Las Tablas 11 y 12 muestran dos ejemplos de la programación de los proyectos «Prótesis médicas *low cost*» y «Radio arte».

Tabla II. Programación del proyecto «Prótesis médicas “low cost”»

PRÓTESIS MÉDICAS “LOW COST”			CON PROFESOR (minutos)		SIN PROFESOR (minutos)	
Semanas	Etapas	Actividad	Grupal	Individual	Grupal	Individual
1	Generar la intención	Visionado de un vídeo y debate	170			
		Comentar los objetivos y contenidos	10			
2	Concretar del proyecto	Formación de grupos y acta	15		15	
		Concretar proyecto	120		30	
3	Investigación previa	Investigación individual y grupal	45	15	60	30
4	Planificar el proyecto	Planificar proyecto	30		25	30
		Tutoría de planificación	15			
5-6	Diseño preliminar	Conceptos teóricos	55		30	15
		Tutoría: Diseño preliminar	15			
		Presentación	20		55	
7	Diseño de detalle	Desarrollo	60		240	
8	Hoja de ruta	Definir hoja de ruta	30		60	
		Generar el programa asistido por ordenador (CAM)	120		120	
9-10	Diseño final	Presentación del proyecto	15		120	
		Entrega final del proyecto	15		120	

Tabla 12. Programación del proyecto "Radio arte"

SESIONES	ACTIVIDADES	GRUPO	TAREA
Sesión 1	Presentación de la asignatura y del sistema de evaluación (50% a cargo de la ONCE).	Grupo clase	Pensar tema. Buscar ejemplos para trabajar en las sesiones 3 y 4.
Sesión 2	Sesión expositiva y entrega de material.	Grupo clase	Elaborar, en grupo, un Radio Arte de prueba. 5 min.
Sesión 3	Tutoría grupos 1-5 (30 min por grupo). Revisión personalizada del proyecto.	Grupo 4 pax	Revisar el proyecto en base a las correcciones.
Sesión 4	Tutoría grupos 6-10 (30 min por grupo). Revisión personalizada del proyecto.	Grupo 4 pax	Revisar el proyecto en base a las correcciones.
Sesión 5	Tutoría grupos 1-5 (30 min por grupo). Revisión de la presentación ante miembros de la ONCE.	Grupo 4 pax	Aplicar los últimos cambios.
Sesión 6	Tutoría grupos 6-10 (30 min por grupo). Revisión de la presentación ante miembros de la ONCE.	Grupo 4 pax	Aplicar los últimos cambios.
Sesión 7	Presentación en la Sala de Grados del proyecto ante un tribunal de la ONCE formado por 6 personas invidentes.	Grupo clase	
Sesión 8	Valoración global de la experiencia.	Grupo clase	

Otro aspecto importante a contemplar es que cada vez que los estudiantes realicen la entrega de una tarea o actividad programada, hay que darles algún tipo de retroacción, tanto si la actividad tiene carácter evaluativo como si no. También se puede permitir que los estudiantes mejoren la tarea y la vuelvan a presentar dentro del plazo acordado.

De todas las actividades programadas, las tutorías son pieza clave. Estas tutorías son una actividad al margen del horario de atención a los estudiantes que tiene fijado cada docente. En un APP las tutorías se enmarcan dentro de las horas de docencia con profesor que se detallan en la planificación de la asignatura. Existen muchas maneras de realizar la tutoría: tutoría de seguimiento dentro del aula, tutorías de evaluación o seguimiento personalizado de una parte del proyecto (que pueden ser de forma grupal o individual) o tutorías con más de un profesor a la vez (Espinosa *et al.*, 2014).

También hay que plantearse si las tutorías serán obligatorias o libres. En este sentido, la experiencia demuestra que los alumnos más experimentados suelen asistir a las tutorías por iniciativa propia, ya que lo ven como una necesidad para su aprendizaje, mientras que para los alumnos de cursos iniciales es recomendable hacerlas obligatorias.

Estas tutorías deben estar programadas y, por tanto, se deben hacer en las fechas y horas establecidas en la planificación del APP. Hay que dejar claro que los estudiantes deben respetar los horarios y no pueden dirigirse al profesor según su convivencia. Es recomendable que de cada tutoría se genere un acta de seguimiento del proyecto. De esta manera los estudiantes tienen una guía que les indica cómo proceder después de la tutoría y, por lo tanto, cómo debe evolucionar su proyecto y cómo tienen que afrontar la nueva tutoría. La Tabla 13 muestra un ejemplo de acta de tutoría.

Tabla 13. Modelo de acta de tutoría

MODELO DE ACTA DE TUTORÍA	
Fecha:	Número de grupo:
Acta n.º:	
Alumnos asistentes a la tutoría	
Revisión del acta de la última tutoría realizada	
Preguntas, dudas, problemas planteados	
Soluciones propuestas por el grupo	
Opciones propuestas por la profesora	
Tareas a realizar hasta la próxima tutoría (especificar cada tarea y quién la debe realizar)	
Otras cuestiones destacables	

4.2. Posibles actividades a utilizar

En este apartado se proporciona un abanico de posibles actividades a utilizar en el desarrollo de un APP.

Todas las actividades deben ayudar a adquirir tanto contenidos como competencias, y es criterio del profesor el decidir cuáles son las más indicadas para el proyecto planteado y cómo se trabajarán. Las actividades pueden tener

duraciones variadas, desde formar parte de una sesión hasta aglutinar varias sesiones.

Así pues, a criterio de los miembros integrantes de la XID-APP se pueden diseñar:

- a) **Actividades para el grupo clase:** son aquellas actividades que se llevan a cabo con el grupo clase completo.
- b) **Actividades para grupo reducido:** son aquellas actividades que se llevan a cabo con el grupo de APP o con grupos reducidos. Suelen ser actividades de seguimiento o tutorías, que se pueden realizar en el aula o en otro espacio con el objetivo de dar una retroalimentación a una tarea previamente programada en la que los estudiantes estén trabajando.
- c) **Actividades individuales:** son aquellas actividades que se llevan a cabo de forma individual. Pueden servir para hacer un seguimiento más personalizado o para ayudar en el progreso del estudiante.

A continuación, se presentan 20 ejemplos, en forma de ficha metodológica, de posibles actividades. Hay que tener en cuenta que estos ejemplos son fruto de la experiencia práctica de los autores y que, por tanto, son simplemente una muestra de experiencias reales en asignaturas de los diferentes grados y másteres de la Universidad de Girona.

En cada ficha se indica el título de la actividad, su descripción, los objetivos de aprendizaje que se plantean, la duración propuesta de la actividad y a quién va dirigida.

TÍTULO	Tutoría programada
DESCRIPCIÓN	Los estudiantes exponen la situación en que se encuentra la actividad encargada, los problemas detectados, las soluciones aportadas, las dudas y los pasos a seguir en el futuro. El profesor les da una <i>feedback</i> y los orienta.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Explorar alternativas para solucionar problemas. Investigar posibles soluciones para convertir ideas en soluciones finales. Toma de decisiones. Evaluación crítica del trabajo realizado.
DURACIÓN	De 15 minutos a 1 hora
SUGERIDA PARA	Grupo reducido

TÍTULO	Kahoot!
DESCRIPCIÓN	Kahoot! es una aplicación móvil gratuita que permite la creación de cuestionarios de evaluación. Los alumnos contestan a una serie de preguntas a través del teléfono móvil. Finalmente gana quien acierta más respuestas y lo hace de modo más rápido. Esta actividad hace que la experiencia de aprendizaje sea más motivadora para el alumno y despierte su instinto más competitivo.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Interpretar los contenidos (apuntes, libros, lecturas...). Demostrar que se han alcanzado los contenidos asociados. Escoger la respuesta correcta de entre las respuesta posibles.
DURACIÓN	1 h
SUGERIDA PARA	Grupo clase

TÍTULO	Visita a empresas
DESCRIPCIÓN	El grupo clase se desplaza a una empresa cercana para poder vivir de forma práctica los contenidos trabajados a nivel teórico previamente en el aula. Los alumnos deben asistir con una pregunta preparada con anterioridad para poderla plantear durante la visita. Posteriormente, en el aula se comentarán los aspectos más relevantes o interesantes de la visita. Alternativamente, también se puede hacer presentar <i>a posteriori</i> un resumen de la visita y una crítica con propuestas de mejora de la empresa visitada.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Crear una pregunta relacionada con la visita planteada previamente a esta. Identificar los contenidos teóricos trabajados en la situación práctica de la visita. Asociar y contrastar las diferentes prácticas observadas durante la visita en relación con los contenidos trabajados.
DURACIÓN	3 h: 2,5 h visita + 30 min comentario en el aula.
SUGERIDA PARA	Grupo clase

TÍTULO	Juego de mesa de preguntas y respuestas
DESCRIPCIÓN	El profesor prepara un juego (siguiendo el estilo del Trivial) con preguntas asociadas a los contenidos trabajados previamente. Esta actividad permite, aparte de formarse de una forma lúdica, aumentar la motivación de los alumnos y abordar el trabajo en equipo.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Interpretar los contenidos (apuntes, lecturas...). Debatir entre los miembros del grupo sobre diferentes contenidos. Argumentar las diferentes opciones de respuesta. Demostrar que se han alcanzado los contenidos. Escoger la respuesta correcta de las respuestas posibles.
DURACIÓN	1 h
SUGERIDA PARA	Grupo clase

TÍTULO	Píldoras de conocimiento
DESCRIPCIÓN	El profesor propone un concepto para que sea trabajado en grupo. Los alumnos han de buscar materiales donde se explique el contenido y, posteriormente, han de elaborar un material visual sintético y claro para utilizarlo como soporte visual para explicar el concepto al resto del grupo clase o al profesor. Con esta actividad también se trabaja la tarea en equipo y la expresión oral y escrita.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Identificar la información sobre los contenidos relacionados. Interpretar contenidos. Identificar aspectos clave, consensuándolos con el grupo. Elaborar material visual. Exponer y transmitir una idea delante de un auditorio.
DURACIÓN	+1 h: 1 h trabajo del grupo + 10 min de presentación oral por grupo.
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido

TÍTULO	Montajes con LEGO
DESCRIPCIÓN	Se plantea el reto de diseñar una línea de producción para realizar un montaje de LEGO (coche, moto...). Finalmente se pone en práctica el sistema productivo diseñado, haciendo que los alumnos produzcan el máximo número de montajes en un tiempo determinado. Al final de la sesión se valoran los resultados y se discuten las decisiones tomadas por los diferentes equipos. En esta actividad se trabajan tanto competencias específicas como competencias transversales.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Identificar los contenidos teóricos trabajados en la situación práctica de la visita. Predecir el funcionamiento de la línea de producción en la etapa de diseño. Extraer conclusiones en base a la producción realizada por el grupo. Trabajar en equipo.
DURACIÓN	+ 1,5 h: 1 h de planificación de cómo diseñar la línea de fabricación + 10 min de montaje (por grupo) + 30 min para las valoraciones.
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido

TÍTULO	Análisis del contenido de una web
DESCRIPCIÓN	El profesor propone al grupo el acceso a una determinada web que el alumno deberá visionar. Se trata de analizar tanto la estructura de la web como los contenidos que aparecen para poder responder a las cuestiones que el profesor plantea.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Organizar la información consultada. Discriminar lo relevante de lo que no lo es. Elaborar un mapa conceptual de los contenidos. Fundamentar respuestas a las cuestiones planteadas.
DURACIÓN	1 h: 30 min de acceso a la web + 30 minutos de análisis crítico en base a unas preguntas que el profesor plantea.
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido / Individual

TÍTULO	Noticia de prensa
DESCRIPCIÓN	El profesor selecciona una noticia aparecida en la prensa de contenidos relacionados con los trabajados durante el curso y se pide una comprensión lectora de la misma. La evaluación se hace en base a la respuesta a unas preguntas que se plantean.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Organizar la información consultada. Discriminar lo relevante de lo que no lo es. Elaborar un mapa conceptual de los contenidos. Fundamentar respuestas a las cuestiones planteadas.
DURACIÓN	1 h: 20 min de lectura + 40 min respuesta a las preguntas planteadas.
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido / Individual

TÍTULO	TEDTalk
DESCRIPCIÓN	El profesor selecciona un diálogo/idea de experto de los disponibles en los TEDTalks para que el alumno lo visione. Posteriormente, el alumno tiene que contestar a unas preguntas que el profesor plantea para contrastar si ha entendido las principales ideas desarrolladas en el vídeo.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Organizar la información consultada. Discriminar lo relevante de lo que no lo es. Elaborar un mapa conceptual de los contenidos. Fundamentar respuestas a las cuestiones planteadas.
DURACIÓN	1 h: 10 a 15 min de visionado + 45 min para responder las preguntas.
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido / Individual

TÍTULO	Charla de experto
DESCRIPCIÓN	Se invita a un experto al aula (opcionalmente también se puede hacer una videoconferencia a través de Skype o similar) con el objetivo de que este transmita su experiencia práctica de un contenido trabajado a nivel teórico previamente en el aula. Los alumnos deben asistir con una pregunta preparada con anterioridad para hacerle al experto.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Formular una pregunta relacionada con la charla planteada. Identificar los contenidos teóricos trabajados en las explicaciones del experto. Asociar y contrastar las diferentes explicaciones en relación con los contenidos trabajados en el aula previamente.
DURACIÓN	1 h: 30 min de charla + 30 min de coloquio.
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido / Individual

TÍTULO	Corrección del ejercicio de un compañero de aula
DESCRIPCIÓN	El profesor propone un ejercicio a resolver que el alumno debe entregar en el formato indicado. Posteriormente, entre todos los asistentes se propone la solución correcta y finalmente el profesor indica una rúbrica para su puntuación. Cada alumno corrige el trabajo de otro compañero y le asigna una puntuación final. Finalmente, el profesor revisa que la puntuación asignada sea la correcta (pudiendo penalizar al alumno corrector en el caso de mala corrección).
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Resolver un ejercicio propuesto. Comparar los resultados obtenidos por el resto de estudiantes y consensuar la resolución correcta. Contrastar la respuesta correcta con la resolución del ejercicio asignado y asignar una puntuación.
DURACIÓN	2 h: 45 min para la resolución del ejercicio por parte del alumno + 45 min de resolución conjunta + 30 min de corrección por parte del alumno.
SUGERIDA PARA	Individual

TÍTULO	Rompecabezas
DESCRIPCIÓN	La técnica del rompecabezas es una técnica de aprendizaje cooperativo que permite compartir el aprendizaje de diversos contenidos y confrontar diferentes puntos de vista. En primer lugar, el profesor asocia los contenidos a trabajar a recursos existentes. Debe dividir este recurso en diferentes partes conformando las piezas del rompecabezas. Hay que formar grupos base y repartir una pieza del rompecabezas a cada uno de los miembros. Cada miembro estudia individualmente la información recibida, y posteriormente la contrasta y la comparte dentro del grupo de expertos, todo dentro del tiempo marcado por el profesor. Los expertos son estudiantes que tienen la misma pieza del rompecabezas y que pertenecen a diferentes grupos base. A continuación, el grupo base se reúne para que cada miembro comparta su aprendizaje. Como en un rompecabezas, cada pieza es esencial para la finalización y la comprensión completa del recurso.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Mejorar el aprendizaje cooperativo y el trabajo en equipo. Fomentar la interdependencia positiva, ya que el éxito de la actividad depende del éxito individual de cada miembro. Comunicar de forma asertiva el propio punto de vista. Aprender a pensar de forma creativa, analizar y jerarquizar la información importante.
DURACIÓN	2 h
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido

TÍTULO	Resolución de problemas
DESCRIPCIÓN	<p>El profesor propone un listado de ejercicios a resolver de forma individual o en grupo. Este listado se puede dar <i>in situ</i> en el aula o <i>a priori</i> para que los alumnos lo hayan podido trabajar previamente.</p> <p>Al final de la clase, el problema se resuelve entre todos en la pizarra y se genera un coloquio de los errores que han tenido los alumnos y el porqué de estos.</p>
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	<p>Aplicar los conocimientos de la materia implicada en la resolución de problemas.</p> <p>Tener espíritu crítico ante la coherencia de los resultados obtenidos.</p> <p>Contrastar los resultados obtenidos con la resolución del ejercicio y el resto de estudiantes a través de la puesta en común.</p>
DURACIÓN	Depende de la cantidad de problemas propuestos. La duración, sin embargo, debe tener en cuenta un tiempo necesario para que los alumnos contrasten sus resultados con los correctos y una discusión crítica de estos.
SUGERIDA PARA	Grupo reducido / Individual

TÍTULO	Encargo de un «cliente real»
DESCRIPCIÓN	Se invita a un profesional que, como cliente real, tiene una necesidad concreta y efectúa el encargo al grupo de estudiantes que deben comportarse como una empresa que tiene que dar respuesta a sus necesidades.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	<p>Obtener información fiable.</p> <p>Relacionar las necesidades del cliente con los contenidos teóricos dados.</p>
DURACIÓN	1,5 h
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido

TÍTULO	Lluvia de ideas
DESCRIPCIÓN	Se plantea una pregunta o un tema y luego se hace una lluvia de ideas o <i>brainstorming</i> sobre las posibles respuestas o soluciones que se les ocurren a los estudiantes. Estas ideas se exponen en público y se discute su viabilidad o priorización. El profesor orienta a los estudiantes para que los contenidos vayan apareciendo durante la discusión, de forma que al final de la clase se establezcan los contenidos a trabajar en el proyecto.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	<p>Trabajar en equipo de forma cohesionada.</p> <p>Aprender a pensar de forma creativa.</p> <p>Jerarquizar la información.</p>
DURACIÓN	1,5 h
SUGERIDA PARA	Grupo reducido

TÍTULO	Blog/Web
DESCRIPCIÓN	Los estudiantes deben construir un blog/web que deberá servir de contenedor para almacenar de forma creativa piezas audiovisuales o escritas que se irán configurando durante la asignatura. En las clases solo aprenden la construcción del blog/web contenedor. El contenido se genera autónomamente.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Aprender a emplear con destreza las TIC. Trabajar la creatividad. Obtener información de fuentes fiables. Generar información veraz y contrastada.
DURACIÓN	3 h (blog) / 12 h (web)
SUGERIDA PARA	Grupo reducido

TÍTULO	Presentaciones orales
DESCRIPCIÓN	Los estudiantes tienen que hacer una presentación oral, previamente trabajada, sobre un tema concreto y con una duración definida, previamente acordada. La presentación debe tener un soporte audiovisual creativo e interesante. Los alumnos tienen como guía la rúbrica de evaluación que utilizará el profesor.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Dominar las herramientas TIC propias de estas presentaciones. Dominar las técnicas propias de la expresión oral ante público.
DURACIÓN	A definir por el profesor (entre 5 y 20 min)
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido

TÍTULO	Simulación de roles
DESCRIPCIÓN	Los estudiantes deben asumir el rol de un perfil profesional vinculado a la asignatura y comportarse como tal, llevando a cabo sus funciones.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	Conocer las diferentes funciones profesionales de las que consta una determinada organización. Entender cómo funcionan las relaciones entre equipos profesionales interdependientes.
DURACIÓN	1,5 h
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido

TÍTULO	Debate
DESCRIPCIÓN	Enfrentamiento dialéctico entre dos equipos o dos personas, en el que cada uno de ellos tendrá que defender una posición (a favor o en contra) respecto a un tema de debate de actualidad.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	<p>Dominar las técnicas propias de la expresión oral.</p> <p>Argumentación lógica de las ideas a transmitir.</p> <p>Saber escuchar y rebatir.</p> <p>Obtener información de fuentes fiables.</p>
DURACIÓN	1,5 h
SUGERIDA PARA	Grupo clase / Grupo reducido

TÍTULO	Cuestionario Moodle
DESCRIPCIÓN	Los alumnos contestan a una serie de preguntas sobre unos contenidos facilitados previamente por el profesor. Las preguntas pueden ser de elección múltiple o de tipo verdadero o falso. Los alumnos responden a las preguntas y automáticamente reciben el <i>feedback</i> . Si la respuesta es incorrecta pueden volver a responder hasta que la respuesta sea correcta.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	<p>Interpretar los contenidos facilitados (apuntes, lecturas...).</p> <p>Demostrar que se han alcanzado los contenidos asociados.</p> <p>Elegir la respuesta correcta dentro de las respuestas posibles.</p>
DURACIÓN	0,5 h
SUGERIDA PARA	Individual

5. Recursos para facilitar a los estudiantes

Al diseñar el proyecto, el profesorado debe tener claro qué recursos o materiales son los que se quiere proporcionar a los estudiantes durante el proceso y en qué formato. Es recomendable no agobiar a los alumnos principiantes con un volumen excesivo de este tipo de materiales ya que a menudo se ven desbordados y no saben cómo emplearlos. Sin embargo, el docente deberá decidir si elige dar todo el material de golpe al principio del proyecto, el día de su presentación, o proporcionarlo a medida que los alumnos lo tengan que utilizar.

El grado de libertad que se dé a los alumnos en su aprendizaje dentro del proyecto, así como el nivel de conocimiento que estos tengan de la metodología de APP, será lo que determine el tipo de material que se proporcionará. En los casos en que los estudiantes están menos guiados y tienen más conocimiento de la metodología APP, el material es solo de carácter organizativo del proyecto (objetivos, tabla de temporización y criterios de evaluación con las rúbricas), mientras que si el proyecto es más dirigido el nivel de contenidos facilitados aumenta.

Como ya se ha comentado en el capítulo anterior, uno de los documentos que se recomienda facilitar a los alumnos es un modelo de acta de las reuniones de trabajo. En esta acta se debería especificar en qué punto de desarrollo se encuentra la tarea, qué se deja para hacer al día siguiente y de quién es la responsabilidad de ejecutar cada trabajo. El objetivo es documentar la asignación de tareas y cómo se va progresando en la elaboración del proyecto.

En la Tabla 14, por ejemplo, se detallan los recursos o materiales que se entregaron a los alumnos de la asignatura Fundamentos de física que habían participado en el proyecto multidisciplinar «¿Qué ciencia oculta la cocina?». En este caso, como el nivel de conocimiento de la metodología APP y de contenidos por parte de los alumnos era bajo, se decidió dar bastante material con conceptos básicos. La Tabla 14 muestra primero los materiales asociados a la metodología de APP del proyecto planteado. En segundo lugar, se listan los materiales de contenido y finalmente se incluyen tanto las encuestas como las rúbricas utilizadas durante el APP.

Tabla 14. Materiales proporcionados a los alumnos de Fundamentos de física en el proyecto multidisciplinar «¿Qué ciencia oculta la cocina?»

MATERIALES DE SOPORTE PARA DESARROLLAR EL PROYECTO
<ul style="list-style-type: none">• Presentación del proyecto• Objetivos competenciales y específicos de la materia• Listado de los contenidos a trabajar dentro del proyecto• Explicación de las tareas a realizar, los roles que puede tener cada uno dentro del desarrollo del proyecto...• Explicación de los criterios de éxito del trabajo cooperativo• Esquema / tabla de temporización• Modelo de acta de las reuniones grupales• Programa de cocina (vídeo a partir del cual se hace la pregunta del proyecto)• Listado de conceptos teóricos previos necesarios• Listado de problemas grupales• Listado de problemas individuales: «¡Hazlo tú!»• Bibliografía• Encuesta sobre el análisis de funcionamiento del grupo• Encuesta sobre la autoevaluación y evaluación de los compañeros• Encuesta sobre la valoración del proyecto y la acción tutorial del profesor• Rúbrica de la evaluación individual del alumno en el trabajo en grupo• Rúbrica del evaluable: esquema del trabajo• Rúbrica del evaluable: contenido científico del programa• Rúbrica del evaluable: listado de problemas individuales• Rúbrica del evaluable: defensa expositiva del proyecto

En otras experiencias de APP se facilitan los materiales a los grupos en una Guía Docente de la asignatura. Esta incluye, aparte de la explicación del reto que los alumnos deberán alcanzar con la pregunta inicial, las rúbricas y criterios de evaluación, fuentes documentales, bibliografía de referencia, contenidos que se trabajarán en el proyecto y un calendario detallado. Gracias a este calendario, los estudiantes tienen, desde el primer día de clase, el diseño entero y calendarizado de todas las actividades, sesiones, visitas, tutorías y entregas que implican el desarrollo y la presentación final del proyecto.

6. Evaluación

La evaluación de los estudiantes debe permitir valorar su capacidad para utilizar y aplicar de forma crítica, responsable y eficiente los conocimientos, las habilidades y las actitudes adquiridas. Por lo tanto, se tendrá que evaluar el grado de adquisición de las competencias trabajadas.

El docente debe decidir cómo tiene que ser la evaluación que quiere realizar. Hay dos grandes tipos básicos de evaluación, según la literatura referenciada. El primero es la **evaluación sumativa**, cuya finalidad es la asignación de una nota o cualificación a las diferentes actividades de evaluación que permitan determinar si el estudiante supera o no el proyecto planteado. El segundo tipo de evaluación es la **evaluación formativa**, cuyo objetivo principal es determinar el grado de adquisición de competencias, que permita identificar aquellas que se deben trabajar de forma más exhaustiva.

En un APP es necesario que se evalúen dos aspectos inherentes a la propia esencia de trabajar con proyectos:

- a) El **proceso de elaboración** del proyecto, en el que se podrá evaluar la adquisición de determinadas competencias como, por ejemplo, el trabajo en grupo, la capacidad de diseñar propuestas creativas o la expresión oral.
- b) El **producto generado** en el proyecto. En este caso, se evalúa básicamente el contenido específico alcanzado a partir de las diferentes entregas realizadas por los estudiantes (en el caso que estén programadas), la exposición y defensa del proyecto. Paralelamente también se podrán evaluar competencias de conocimientos específicos y transversales.

La evaluación de estos dos aspectos se podrá realizar controlando diferentes materiales o mediante el uso de rúbricas de evaluación. Considerando nuestra experiencia, pueden ser evaluables:

- a) Evidencias que aporten los estudiantes (como, por ejemplo, las actas de las reuniones realizadas).

- b) La autoevaluación y coevaluación (en la cual es el propio alumno o sus compañeros, respectivamente, quienes evalúan el trabajo).
- c) La evaluación de las entregas por parte del profesor.
- d) La evaluación por parte del profesor durante las sesiones presenciales o en las tutorías de seguimiento, de alguna competencia específica.

En este último caso, al evaluar una competencia específica, el profesorado tiende a querer evaluar, simultáneamente, alguna otra competencia transversal, como por ejemplo, la expresión oral. Pero esto no funciona. La experiencia nos muestra que el docente tiende a fijarse más en los contenidos que en la expresión oral, por lo que, si se tienen que evaluar ambos aspectos simultáneamente, se aconseja que sean dos los profesores que intervengan en dicha evaluación. Si esto no fuera posible, se recomienda valorar los contenidos en las entregas, y la expresión oral en las tutorías y presentaciones.

En cualquier caso, es imprescindible proporcionar un retorno al estudiante sobre su correspondiente evaluación, para que comprenda los motivos de su calificación, conozca los aspectos que debe mejorar y tenga la oportunidad de rehacer algunas de las actividades para mejorar el resultado final.

Con independencia de los aspectos a evaluar y del procedimiento de evaluación, se debe detallar y publicar con anterioridad qué aspectos se van a evaluar y los criterios de evaluación que se van a considerar.

La evaluación se puede objetivar proporcionando rúbricas y parrillas de evaluación. En ellas, cada elemento de evaluación lleva asociado el criterio a evaluar y su correspondiente calificación numérica.

Aunque las rúbricas pueden resultar complejas de definir, permiten a los alumnos saber qué deben hacer para maximizar su puntuación, lo cual les resulta bastante motivador. La Tabla 15 muestra la rúbrica utilizada en el proyecto «Sistemas productivos agroalimentarios eficientes».

Tabla 15. Rúbrica del proyecto «Sistemas productivos agroalimentarios eficientes»

PESO	CONCEPTO	MUY BIEN (9-10)	BIEN (7-8)	NORMAL (5-6)	INSUFICIENTE (< 4)
10%	Dificultad e innovación del tema escogido.	El tema escogido es muy complejo y/o muy innovador.	El tema escogido es medianamente complejo e/o innovador.	El tema escogido presenta una dificultad normal y con poca innovación.	El tema escogido es muy simple y la innovación es nula.
10%	Análisis de las alternativas.	Se identifican todas las alternativas posibles. La justificación de la evaluación de las alternativas es completa y bien razonada en todos los casos.	Se identifican muchas de las alternativas posibles. La justificación de la evaluación de las alternativas es completa y razonada en la mayoría de casos.	Se identifica buena parte de las alternativas posibles. La justificación de la evaluación de las alternativas solo es completa y razonada en la mitad de los casos.	Las alternativas no están correctamente identificadas. No se efectúa una evaluación de la mayoría de alternativas.
10%	Identificación de las necesidades del proceso productivo.	Se identifican y justifican todas las necesidades del proceso productivo.	Se identifican todas las necesidades del proceso productivo, pero no se justifican completamente.	Se identifican muchas de las necesidades. En algunos casos no se justifican estas necesidades.	Ni se identifican ni se justifican la mayoría de las necesidades del proceso productivo.
10%	Cálculos y dimensionamiento.	Los dimensionamientos son totalmente correctos y todos los cálculos están debidamente justificados.	Los dimensionamientos son mayoritariamente correctos. Hay pocos cálculos sin justificar.	Hay algunos errores en los dimensionamientos. Hay algunos cálculos sin justificar.	Hay muchos errores en los dimensionamientos. La mayoría de los cálculos están sin justificar.
10%	Consulta de información.	Se documenta que se ha consultado información y todas las fuentes consultadas son originales y fiables.	Se documenta que se consulta información y la mayoría de las fuentes consultadas son originales y fiables.	Consta que se consulta información pero parte de las fuentes consultadas no son ni originales ni fiables.	Ni se justifica que se ha consultado información ni las fuentes consultadas son originales ni fiables.
10%	Estructura del documento presentado.	El documento presenta la estructura y todos los apartados exigibles en un anteproyecto.	El documento presenta la estructura exigible en un anteproyecto, pero faltan algunos apartados.	Hay alguna incorrección en la estructura del documento y en sus apartados.	Ni la estructura ni los apartados son los exigibles en un anteproyecto.

PESO	CONCEPTO	MUY BIEN (9-10)	BIEN (7-8)	NORMAL (5-6)	INSUFICIENTE (< 4)
15%	Características formales del documento presentado.	El formato del documento es totalmente uniforme, la redacción es correcta y no hay faltas de ortografía.	El formato del documento es mayoritariamente uniforme, la redacción es correcta y hay pocas faltas de ortografía.	El formato del documento es mayoritariamente correcto, pero hay alguna parte mal redactada y algunas faltas de ortografía.	El formato del documento no es uniforme, hay bastantes partes mal redactadas y hay bastante faltas de ortografía.
10%	Exposición del trabajo.	La presentación está muy bien estructurada y coordinada, todos los aspectos quedan muy bien explicados y todos los miembros del grupo responden adecuadamente a las preguntas formuladas. Se han generado preguntas y debate.	La presentación está estructura y coordinada, todos los aspectos quedan explicados y la mayoría de los miembros del grupo responden adecuadamente a las preguntas formuladas. Se han esforzado en hacerse comprender.	Hay algún defecto de estructura y coordinación. Algunos aspectos no quedan explicados. Algunos miembros del grupo no saben responder a las preguntas formuladas. Hay bastantes defectos de estructura y coordinación.	Hay muchos aspectos no explicados. La mayoría de los miembros del grupo no saben responder a las preguntas formuladas. No se han esforzado en hacerse comprender.
10%	Trabajo en equipo.	El grupo ha trabajado coordinada y colaborativamente. Se han sabido resolver correctamente las diferencias producidas entre los miembros del grupo.	Mayoritariamente, el grupo ha trabajado coordinada y colaborativamente. La mayoría de las diferencias producidas han solucionado correctamente.	Ha habido problemas de coordinación y colaboración. Ha habido algunas diferencias que no se han podido resolver.	Ha habido problemas manifiestos de coordinación y colaboración, con muchas diferencias entre los miembros sin solucionar.
5%	Cuestiones formuladas a los otros grupos.	Todas las preguntas han sido formuladas correcta y educadamente y han tratado aspectos clave.	La mayoría de las preguntas han sido formuladas correcta y educadamente y han tratado aspectos clave.	Ha habido algunas preguntas que no han sido claras o no se han formulado educadamente. Algunas de las preguntas eran de aspectos no importantes.	La mayoría de las preguntas no eran claras y su tono incorrecto. Muchas de las preguntas eran de aspectos secundarios del trabajo.

Otro ejemplo mucho más simplificado de parrilla de evaluación es el que se muestra en la Tabla 16. Estos dos ejemplos permiten evidenciar las diferencias entre rúbrica y parrilla, ya que a menudo se emplean de forma sinónima y no lo son. En una parrilla los alumnos tienen menos volumen de información previa sobre su futura evaluación.

Tabla 16. Parrilla de evaluación con escala de 1 a 5

PESO	CONCEPTO	VALORACIÓN 1 (peor) / 5 (mejor)
30%	Calidad de los contenidos trabajados	1 2 3 4 5
10%	Expresión escrita y ortografía	1 2 3 4 5
10%	Edición del documento-informe	1 2 3 4 5
10%	Expresión oral	1 2 3 4 5
20%	Edición del material de apoyo visual de la presentación	1 2 3 4 5
10%	Gestión del tiempo	1 2 3 4 5
10%	Trabajo en equipo	1 2 3 4 5

Evidentemente, estos son dos posibles modelos, aunque se pueden encontrar otros más en la literatura (Alsina Masmitjà, 2013). En la práctica, lo más recomendable es elaborar una rúbrica o parrilla propia, adaptada a las necesidades de cada proyecto, con el fin de simplificar al máximo el proceso de evaluación.

En la implementación de un APP también es muy aconsejable que el profesor sea evaluado, con la finalidad de que pueda mejorar en futuras experiencias. Así pues, es interesante realizar una encuesta que permita valorar tanto el proceso de trabajo en la APP, como el trabajo realizado por el docente responsable. Es decir, que los alumnos valoren el interés del proyecto, su desarrollo, la acción tutorial y que, además, puedan aportar sugerencias y críticas.

7. Un paso más. Experiencias multidisciplinares

Un mismo proyecto basado en APP, como se ha comentado con anterioridad, también puede implicar a un número importante de materias pertenecientes a un mismo módulo de un estudio. En este caso, independientemente del número de asignaturas vinculadas, el proyecto sirve para aglutinar en una sola propuesta un trabajo que requiere la participación de las diferentes materias coincidentes en el módulo. Aunque el grado de dificultad es superior, en comparación a cuando se trabaja con una sola materia, resulta bastante asequible debido a que todas las asignaturas relacionadas pertenecen al mismo ámbito de conocimiento, al igual que los estudiantes. Es una forma bastante corriente de trabajar asignaturas dentro de un mismo módulo en la universidad, y en la literatura se pueden encontrar bastantes ejemplos (Rekalde *et al.*, 2012; Uskola *et al.*, 2015). Es menos habitual encontrar proyectos APP que integren materias que no son afines y que además pertenecen a diferentes centros docentes y ámbitos de conocimiento. Tal es el caso del Proyecto Arguiñano: «¿Qué ciencia oculta la cocina?». La primera experiencia multidisciplinaria diseñada por la Red de Aprendizaje por Proyectos del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) Josep Pallach, de la Universidad de Girona, que integró alumnos y profesores de cinco ámbitos de conocimiento diferentes (Espinoso *et al.*, 2012, 2015).

El proyecto aunó estudiantes voluntarios de diferentes estudios de formación (Grado y Máster). Eran alumnos de siete profesores de ámbitos de conocimiento diferentes, que impartían docencia en Grados de Ingeniería Agroalimentaria, Ingeniería Mecánica, Publicidad y Relaciones Públicas, y del Máster en Visión por Computador y Robótica. Sin embargo, todos tenían un punto en común: ningún tipo de experiencia con el modelo de aprendizaje basado en proyectos.

El proyecto se llevó a cabo durante el segundo cuatrimestre del curso 2011/2012. Su reto era construir un programa de radio que divulgara la ciencia oculta dentro de una cocina. Para llevar a cabo la experiencia se partió del visionado de un programa de TV del famoso cocinero Karlos Arguiñano. A partir del programa elegido por los profesores, y presentado a los alumnos, los docentes diseñaron y planificaron un APP de siete semanas estructurado

en dos partes. La Figura 2 muestra los contenidos trabajados en este proyecto interdisciplinario.

La primera parte, de carácter específico, tenía la implicación de grupos de alumnos pertenecientes a un mismo ámbito de conocimiento y tenía una duración de cuatro semanas. Esta parte consistió en la extracción de contenidos específicos de sus materias a partir del visionado del programa de cocina. Durante estas primeras semanas los estudiantes eran tutorizados semanalmente por los profesores de sus titulaciones. Es decir, y para poner un ejemplo, mientras los alumnos de Fundamentos de física calculaban el gasto energético de una cocina vitrocerámica, los estudiantes de Ingeniería agroalimentaria determinaban las características de los alimentos que se cocinaban en el mismo programa de TV. Es lo que en términos de comunicación se llama «creación de contenidos». Contenidos que posteriormente serían explicados, en la segunda parte del APP, en forma de programa de radio.

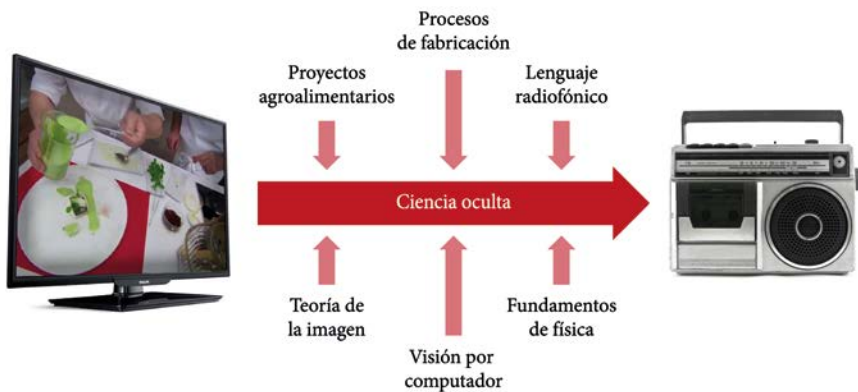


Figura 2. Proyecto Arguiñano: «¿Qué ciencia oculta la cocina?»

De esta primera parte de proyecto específico surgieron los alumnos expertos en cada una de las materias implicadas. Los «expertos» fueron repartidos, uno por grupo, para formar nuevos equipos de trabajo, esta vez multidisciplinares, formados por miembros de diferentes ámbitos de conocimiento. Así se inició la segunda parte del proyecto. En esta segunda parte del proyecto los docentes decidieron trabajar además la competencia transversal de trabajo en equipo.

La segunda parte del proyecto tuvo una duración de tres semanas, durante las cuales los alumnos tuvieron que escribir el guion de un programa de radio que reflejara qué pasa en una cocina cuando se preparan los alimentos. Además, tuvieron que participar en la realización de la maqueta de su programa-proyecto, por lo que trabajaron la competencia oral de una forma creativa y bastante novedosa para la mayoría de participantes, excepto para los alumnos de la asignatura Teoría y técnica del lenguaje radiofónico que eran los expertos en esta parte final del proyecto. Ellos no creaban contenidos sino que los distribuían y los convertían en formatos, en la maqueta. El proyecto finalizó con la realización de una maqueta de un programa de radio que, por tanto, reflejaba conocimientos científicos testados y los divulgaba de forma comprensible a partir del lenguaje radiofónico.

La conclusión más importante fue observar cómo el conjunto de actividades que realizaron los alumnos para desarrollar todo el proyecto se fundamentaba en promover la cooperación y no la competencia. Los alumnos tenían claro, desde el principio del proyecto, que la clave de su éxito estaba en la transferencia verbal de los conocimientos entre los miembros de un mismo grupo, que *a priori* no se conocían porque provenían de centros y estudios diferentes. El resultado de dicho proceso evidenció que el desarrollo de la competencia del trabajo en equipo proporciona, en sí mismo, oportunidades para el desarrollo, de forma simultánea, de la competencia oral.

Los estudiantes valoraron positivamente la experiencia y consideraron que la mejora alcanzada en su expresión oral la podrían aplicar en su formación futura. Por otro lado, hubo un consenso positivo por parte de los miembros del equipo docente a la hora de valorar la experiencia, y que quisieron subrayar; sin embargo, no todo el profesorado tenía suficiente formación para evaluar las dos competencias trabajadas durante el proyecto. Otro de los problemas que se detectaron fue la constatación de que un proyecto de estas características requiere una planificación mucho más allá de las siete semanas estipuladas inicialmente, ya que la experiencia resultó demasiado ajustada para los plazos diseñados, debido a las complicaciones asociadas a la multidisciplinariedad, que pese a ello se superaron sin trabas.

Para ayudar a implementar proyectos de estas dimensiones se deben tener muy presentes los aspectos organizativos. Los alumnos cuentan con una dificultad añadida al provenir de estudios diferentes, ya que los horarios no suelen coincidir y los estudios están localizados en campus alejados entre sí. Así, resulta muy recomendable emplear herramientas sociales en línea que aglutinen a los participantes en un espacio virtual que les permita trabajar conjuntamente minimizando las pérdidas de tiempo.

8. Glosario

Acción tutorial: conjunto de acciones educativas que contribuyen al desarrollo personal y la orientación del alumnado con el fin de potenciar su crecimiento personal. Asimismo, la acción tutorial debe contribuir al desarrollo de una dinámica positiva en el grupo clase y en la implicación del alumnado en la dinámica de la asignatura.

Actividad: acción o tarea que el estudiante realiza para alcanzar una determinada competencia.

Aprendizaje basado en problemas: metodología docente en la que los estudiantes tienen que buscar, entender e integrar conceptos para poder resolver un problema o caso planteado.

Aprendizaje por proyectos: metodología docente consistente en que los estudiantes trabajan para desarrollar unas tareas complejas denominadas proyectos que se traducirán en la elaboración de productos o servicios reales.


Competencia transversal: conjunto de conocimientos, capacidades, habilidades y destrezas compartidas por diferentes ámbitos de conocimientos o profesiones.

Competencia específica: conjunto de conocimientos, capacidades, habilidades y destrezas propias de un estudio o de una profesión.

Entrega / entregable: cualquier producto medible y verificable que se elabora para completar un proyecto o una parte de un proyecto.

Recurso: material o herramienta de utilidad para que los estudiantes puedan alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados.

Rol: función que el profesor o el alumno adoptan en una determinada situación.



Rúbrica: herramienta que permite objetivar la evaluación de las actividades explicitando los criterios necesarios para alcanzar un determinado nivel de la competencia evaluada.

Tutoría: conjunto ordenado de acciones sistemáticas y previamente planificadas con el objetivo de guiar, orientar y acompañar a los alumnos en el desarrollo del proyecto de APP.

9. Bibliografía

- Alsina Masmitjà, J. (coord.) (2013). Rúbricas para la evaluación de competencias. En: *Cuadernos para la Docencia Universitaria* (vol. 26). Barcelona: ICE de la Universitat de Barcelona y Ediciones Octaedro.
- Barron, B. J., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J. D., y The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1998). Doing with Understanding: Lessons from Research on Problem - and Project-Based Learning. *The Journal of the Learning Sciences: Learning through Problem Solving*, 7, 271-311.
- Biggs, J. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Ediciones Narcea, S. A.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., y Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369-398.
- Branda, L. A. (2009). L'aprenentatge basat en problemes. Consideracions generals. En: *L'aprenentatge basat en problemes en l'educació superior* (pp. 11-46). Bellaterra: IDES y Servei de Publicacions de la UAB.
- De los Ríos-Carmenado, I., Rodríguez, F., y Pérez, C. (2005). Promoting Professional Project Management Skills in Engineering Higher Education: Project-Based Learning (PBL) Strategy. *International Journal of Engineering Education*, 31(1B), 184-198.
- Espinosa, S., Puig, J., Ferrer, I., Soler, M., Escoda, L., Echazarreta, C., y García Campos, R. (2012). Cómo adquirir competencias específicas y transversales a partir de los *mass media*: Una aplicación original de APP en la UdG. *Vivat Academia*, 117E, 1473-1499.
- Espinosa, S., Andreu, C., y Jiménez, A. (2014). Nuevo modelo de tutoría cuádruple en una experiencia APP del Grado de Publicidad y Relaciones Públicas de la UdG. *REDU Revista de Docencia Universitaria*, 12(2), 327-349.
- Espinosa, S., Escoda, M. L., Puig, J., Ferrer, I., y Soler, M. (2015). Un modelo para diseñar aprendizajes mediante proyectos multidisciplinares. *REDU Revista de Docencia Universitaria*, 13(3), 73-88.
- Grant, M. M. (2002). Getting a grip on project-based learning: Theories, cases, and recommendations. *Meridian: A Middle Schools Computer Technologies Journal*, 5, 1-17.

- Jones, B. F., Rasmussen, C. M., y Moffitt, M. C. (1997). *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Kilpatrick, W. H. (1918). The Project Method. *Teachers College Record*, 19, 319-334.
- Kilpatrick, W. H. (1921). Dangers and difficulties of the project method and how to overcome them: Introductory statement: Definition of terms. *Teachers College Record*, 22(4), 283-287.
- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., y Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project based instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), 483-497.
- Macias, J., Montero, J. M., San Segundo, R., Araujo, A., y Nieto, O. (2006). A project-based learning approach to design electronic systems curricula. *IEEE Transactions on Education*, 49(3), 389-397.
- Martínez Casanovas, M. y Buil Fabregà, M. (2018). Com els espais d'aprenentatge a l'educació superior ajuden a millorar els resultats acadèmics. *X Congrés Internacional de Docència Universitària e Innovació*. Girona, 4-6 julio.
- Rekalde, I., Martínez, B., y Marko, J. I. (2012). Los proyectos interdisciplinarios de módulo: Una experiencia innovadora en el Grado de Educación Social de la UPV/EHU. *REDU*, 10(3), 209-237.
- Thomas, J.W. (2000). *A review of research on project-based learning*. San Rafael, California: The Autodesk Foundation.
- Uskola, A., Madariaga, J. M., Arribillaga, A., Maguregi, G., Romero, A., y Fernández, M. D. (2015). Propuesta e implementación de un plan de tutorización de una tarea interdisciplinar universitaria de carácter modular. *REDU*, 13(2), 207-231.



A practical guide for implementing project-based learning in universities

Silvia Espinosa Mirabet
Inés Ferrer Real
Gerusa Giménez Leal
Jaume Puig i Bargués
Marianna Soler i Ortega

X!D APRENTATGE
PER PROJECTES


Universitat de Girona
Institut de Ciències de
l'Educació Josep Pallach
ICE

Documenta
Universitaria



Table of contents

Introduction	9
1. Definition of the project	11
1.1. Preliminary determinants	11
1.2. Planning the project	14
2. Project objectives and content	19
3. Planning the project	22
4. Activities	24
4.1. Programming the activities	24
4.2. Possible activities	27
5. Resources for students	36
6. Evaluation	38
7. One more step: multidisciplinary experiences	43
8. Glossary	46
9. Bibliography	47



The authors are grateful for the unconditional support of Josep Pallach Institute of Education Sciences of the University of Girona for promoting, continuing and funding the activities of the Educational Innovation Network for Project-Based Learning (XID-PBL).

We would also like to extend our gratitude to the former members of this network (Carmen Echazarreta, Lluïsa Escoda and Rafael García) and to the students who participated in the projects carried out.

Introduction


Project-based learning (PBL) is a teaching method in which the learning activities are based around a project that the student is required to develop. According to the definitions in the bibliography, projects are complex tasks based on challenging questions or problems that involve students in designing, and resolving an initial assignment. These tasks provide students with the opportunity to work relatively autonomously over extended periods of time and culminate in realistic products or presentations (Jones *et al.*, 1997; Thomas 2000). The PBL methodology was initially developed by Kilpatrick (1918). Since then it has been used in many educational fields and its implementation has evolved not only in primary and secondary education (Blumenfeld *et al.*, 1991; Krajcik *et al.*, 1994; Barron *et al.*, 1998; Grant, 2002), but also in universities (de los Ríos-Carmenado *et al.*, 2015; Macias-Guarasa, 2006; Biggs, 2005). Despite their similarities, project-based learning is different from the problem-based learning (which also shares the acronym "PBL"), which is based on a problem or situation that requires that the students develop explanatory hypotheses and identify those learning needs that allow them to understand the problem and meet the established learning objectives (Branda *et al.*, 2009). Therefore, problem-based learning is limited to answering the raised problem, while project-based learning produces a proposal for a new product or activity.

In view of the growing interest in implementing this methodology in universities, this guide aims to present, in a simple way, the main aspects that lecturers should take into account when planning and developing project-based learning.

Chapter 1 sets out how lecturers should plan a project and present it to the students, and indicates the most important considerations to bear in mind at this initial stage of contact between the student and the project (methods for starting up the project, which materials need to be provided, etc.).

Chapter 2 explains, with practical examples, how to define the skills and learning objectives of the project and its relation to the content to be studied, depending on the type of students involved.

Chapter 3 shows how a project is planned by identifying the different stages.



Chapter 4 sets out how to plan the PBL project based on activities, while at the same time offering a series of recommendations to bear in mind at this stage of the planning process. It also provides some examples of possible activities to be programmed, defining their learning objectives, duration and the type of group in which to execute them.

Chapter 5 suggests various types of resources and materials that can be provided for students based on the type of PBL.

Chapter 6 is devoted to evaluations and gives examples of possible rubrics to be used.

Finally, Chapter 7 details the description, planning and execution of an interdisciplinary project carried out at the University of Girona that involved students and lecturers from five different fields of knowledge.

Each chapter describes examples of different practical PBL cases that have been undertaken by lecturers at the University of Girona as members of the Project-Based Learning Educational Innovation Network (XID-PBL) of the Josep Pallach Institute of Education Sciences. Some of them have been developed for use by a single lecturer, while others involve lecturers from different fields working as a team, and in some cases the project-based learning programme has been undertaken with the involvement of external agents, e.g. the ONCE (National Organization of Spanish Blind People) Foundation.

1. Definition of the project

1.1. Preliminary determinants

When a lecturer or team of lecturers decides to use project-based learning in their teaching practices, a series of questions such as those in Table 1 need to be addressed, the answers to which make up this subsection.

Table 1. Preliminary determinants for PBL

STARTING POINT
<ul style="list-style-type: none">• Why do you want to implement PBL?• What kind of role should be played by the lecturer?• What is your target audience? Will your students be sufficiently prepared?• What is the lecturer's experience with PBL?• How to form working groups to implement the project?• Where will the PBL take place?

Why do you want to implement PBL?

There are many reasons behind teaching a subject either partially or fully through project-based learning, such as updating teaching methods, seeking more active involvement from students, or integrating more skills in the learning process. However, you should bear in mind that this new PBL approach involves certain changes or considerations, and a large amount of additional work for both the lecturer and the students. This fact can sometimes cause both students and lecturers to be reluctant to embark on this teaching methodology.

What kind of role should be played by the lecturer?

This type of learning strategy implies a change in the role of the lecturer, who goes from being the transmitter of knowledge to the resource facilitator in order for the students to acquire knowledge as autonomously as possible. One might say that the lecturer becomes the guide of the student during the learning process.

What is your target audience? Will your students be sufficiently prepared?

You need to identify and think about the type of target audience at whom the PBL is aimed, since the way it is planned and approached will vary according to this audience. The less experience students have in PBL methodology, the more guidance they will need when undertaking the project.

As a result of the practical experience of the authors of this guide, we can identify four clearly differentiated target audiences:

- a) First- or second-year students who have no previous knowledge of their degree subjects and quite possibly have never worked with a project-based learning methodology.
- b) First- or second-year students who have no previous knowledge of their degree subjects but are accustomed to this kind of learning strategy because it was used in their pre-university education.
- c) Students in later years who are very familiar with the course material but have never worked with a learning strategy of this type.
- d) Students in later years who are very familiar with the course material and also have experience in this learning methodology.

What is the lecturer's experience with PBL?

Depending on the lecturer's experience, we can identify two types of lecturers: those who have experience in developing and implementing PBL, and those who have theoretical knowledge about PBL but have never applied it in the classroom. In the latter case, it is important to bear in mind that moving from theoretical design to practical application in the classroom is not difficult, but it calls for a significant amount of project planning beforehand.

How to form working groups to implement the project?

In PBL, students work in groups to encourage positive interdependence among them. The project can be designed to be developed in an interdisciplinary way with the involvement of different subjects, academic years and even different degree courses, or by sticking to a single subject. This last option is the simplest structure and also the one most commonly used in universities.

It is possible to use different strategies such as those detailed below which were used for different projects undertaken by the XID-PBL:

- a) The groups are created by the lecturer. In this case, you can group students with very different grades or create groups of students with similar academic levels. You should bear in mind that this is a challenging aspect for lecturers to manage since they do not usually have prior information about the students, such as entrance grades or their average academic record. If the lecturer can get access to this valuable information, they can manage to make these kinds of groups. Other options might include forming the groups randomly, or in alphabetical order, or by geographical origin, among others.
- b) The groups are created by the students themselves according to their affinities.

You then need to assign the **functions or roles** that each student will need to adopt within their group. These roles can vary depending on the type of PBL involved, and will relate to both the development of the project and the management of the group. In a university environment, it is expedient for the members of the team to decide on the roles themselves after discussing it between them. It is also worth defining other aspects of the process, such as establishing mandatory **rules for expulsion** from the group, which everyone must accept, to ensure that a team is not burdened with passive members. These rules can either be established by the lecturer or agreed upon by the members of each group of students. In either case, it is always necessary to properly justify an expulsion and it is also necessary for the lecturer to envisage this possibility and define the process for evaluating the expelled student.

Where will the PBL take place?

The place where the project will be carried out should be versatile and provide sufficient space so that students can move around and work in teams comfortably. However, the reality is that in many universities these types of projects are normally carried out in regular classrooms where the tables are often fixed benches, just as they were in the nineteenth century. In fact, Learning Spaces, as the central cornerstone of innovation in universities, was the core theme of the International Conference on University Teaching and Education (CIDUI) in 2018. Based on a comparative study between traditional and informal spaces, Martínez Casanovas and Buil Fabregà (2018) concluded that the type of space used influences the learning outcome.

Another important aspect to bear in mind when implementing collaborative working strategies is the use of online working platforms by the students. This factor is fundamental when planning a PBL project that involves students from different levels or different educational centres. In the project-based learning experiences conducted by the University of Girona, we have used platforms such as ASANA, which help to coordinate teamwork, but there are many other platforms available on the market such as OpenProject, Wunderlist, Toodledo and Nozbe, among others. Many of them can also be integrated with other tools such as Google Drive, Dropbox and Evernote.

1.2. Planning the project

When a lecturer or group of lecturers plans to use PBL in their teaching practice, it is essential to establish the project goal, the knowledge that students will need to acquire, the topic or “question” around which the project will revolve, and how long it will take.

In order to define the project, it is important to take into account the scope of the PBL you wish to implement. If the PBL is planned for students on the same course, both the process of defining the project and its implementation will be much simpler than in the case of PBL at an interdisciplinary level yet within the same field of knowledge, or the same degree course, as the number of students involved is greater and calls for more coordination. The complexity can increase even more if the PBL affects students from different degree courses and/or educational centres.

In order to plan the theme or project, it is highly recommended that it is as realistic as possible to drive the students’ motivation, and that it is associated

with topics that familiarize students with modern, everyday situations that are likely to form part of their professional life in the future.

Consequently, when lecturers start planning the PBL process, they need to consider a number of key aspects, most notably the following:

- a) Will the project involve more than one subject?
- b) Will the students be from the same degree course?
- c) Will it involve students in the same year?
- d) What skills does it seek to develop? Will these be key and/or specific skills?
- e) What kind of content will the students need to work with?
- f) How many weeks will the project last?

It is important that the lecturers are well-prepared mentally, as it is quite possible that the first instances of using the PBL methodology will not be entirely successful and may not proceed as planned in advance, but these experiences serve to extract the most useful information to resolve any issues that did not work and allow us to improve the design of the project. In addition, lecturers will be able to identify any needs as and when they crop up and will learn how to manage them by making the relevant adaptations.

The project can be presented to the students in a number of different ways. One option could be watching a multimedia resource, or reading an article, or a talk given by someone outside the university community on the topic in question, among other options. In all these cases, once the first action has been taken to launch the project, it is important to establish the question that will determine the objective of the project which the students will have to answer. In some cases, especially when the students are not used to the PBL methodology, it can be useful, instead of asking a single question, to add sub-questions that will mark out the path that the students will need to follow to start work.

This guide shows various different examples of PBL experiences that were undertaken at the University of Girona to demonstrate the implementation of the different phases of PBL. Figure 1 features a flow chart, showing the main phases for developing and implementing a PBL project from a practical perspective.



Figure 1. Phases of the development of a PBL project

Table 2 shows a summary of the different projects created by members of the XID-PBL, which are used as examples in this guide. All of them involved a single subject and the students had no previous experience with this methodology.

Table 2. PBL projects referred to in this guide

Course	Subject	Project title	Year	Students
Polytechnic School Industrial Degrees	Fundamentals of Physics	What kind of science is hidden in the kitchen?	1st	16
Degree in Agri-Food Engineering	Projects	Efficient agri-food production systems	2nd	30
Degree in Advertising and Public Relations	Audio-visual Communications, Module II	Radio art	2nd	80
Degree in Engineering on Industrial Technologies	Planning of Manufacturing Processes	Low cost medical prostheses	4th	20

Tables 3, 4, 5 and 6 show how four of these projects were presented to the students.

Table 3. Presentation of PBL to students on the Fundamentals of Physics course

WHAT SCIENCE IS HIDDEN IN THE KITCHEN?
Introduction
In view of the current economic situation, the television channel Antena 3 is conducting studies to reduce the costs of its programmes as far as possible.
Topic
They have asked us to conduct an energy study on the different processes for cooking and storing foods on Karlos Arguiñano's cookery programme.
Question
Is there any way of significantly reducing the programme's costs?
Sub-questions
To answer this very broad question, we can start by asking ourselves some simple questions such as: How much energy is necessary to cook a food in a microwave, an oven, on a vitroceramic hob or an induction hob? Is there any cooking method that is significantly cheaper than the others? Do these cooking methods depend on the cooking material used? What is the most effective process for storing foods?

Table 4. Presentation of the PBL to students on the Projects course

EFFICIENT AGRI-FOOD PRODUCTION SYSTEMS
Introduction
The United Nations has forecast that the world's population will increase from 6,000 million people in 2000 to 9,000 million in 2050.
Topic
It is obvious that we will need to feed more people in the immediate future, but it will not be possible to access more resources such as water and energy, or at least there will be less availability of certain resources due to climate change.
Question
What might we propose to increase the efficiency of agri-food production systems? Which requirements would be necessary to achieve this? How much would it cost?

Table 5. Presentation of PBL to students on the Audio-visual Communications, Module II course

RADIO ART
Introduction
The radio is the ultimate means of communication for generating sound images through its own language, yet paradoxically, its creativity often fails to reflect its emotional or persuasive power.
Topic
To see if we are able to explain creative stories for the radio, our task is to construct the story of an emotion or situation without using any narrative voice. Our story will be heard by a panel of people with impaired sight who will need to understand it.
Question
How can you tell a story on the radio that is understandable to someone with impaired sight yet without a narrator or voiceover?

Table 6. Presentation of PBL to students on the Planning of Manufacturing Processes course

LOW COST MEDICAL PROSTHESES
Introduction
The research and development of medical prostheses and orthoses for humans has progressed considerably in recent years. Obviously there is no hesitation whatsoever when it comes to putting in an implant or using some sort of orthosis if it resolves an impairment or improves the patient's quality of life. Nevertheless, in the case of animals the situation is somewhat different. In the first place, because of the large number of different species, from the most common (dogs and cats) to the most exotic (parrots and crocodiles). Secondly, due to the lifespan of animals. And finally, due to the cost that may be entailed in implanting any of these prostheses.
Topic
There is actually a huge array of situations in which animals need help to survive or simply to improve their quality of life. Today we might come across such common pathologies as hip dysplasia in dogs, or other less common ailments such as a crocodile that has lost its tail, a dolphin without fins, or an elephant that is missing a tusk.
Question
How can engineers help animals with physical impairments? What would be the economic cost of this help?

2. Project objectives and content

This chapter shows how to define the skills and learning objectives of PBL and how this relates to the content to be worked on, based on practical examples. The first step, therefore, is to define these concepts.

The **skill objectives** of the project are those skills (key and/or specific) that the student needs to acquire during the course of the project. These are normally determined by the specifications of the degree course.

A **learning objective** can be defined as the explicit formulation of the knowledge, aptitudes and skills that a student should acquire through an educational activity. Thus, in the PBL methodology, the learning objectives associated with the project refer to what the student should know how to do at the end of the project.

The **content**, on the other hand, encompasses all the knowledge related to the subject on which the students will be working during the PBL.

It is well worth documenting the preliminary content that the students will need to carry out the PBL. Lecturers who are beginners in this method should be very clear that the PBL methodology reinforces skills and aptitudes more than knowledge. With the changes that have taken place over the years at the University, especially related to technology adoption, it is much more important that students are given skills-related training that will enable them to search, find and generate specific content rather than simply sit back and receive content in the form of traditional teaching methods.

Tables 7 and 8 provide two examples of the definition of both skills and learning objectives in two different PBL projects, as well as the content handled in each of them.

Table 7. Objectives and content of the PBL “What kind of science is hidden in the kitchen?”

WHAT SCIENCE IS HIDDEN IN THE KITCHEN?
<p>Skill objectives</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Using the different resources offered by ICT and the Internet as regular working tools, plus the ability to correctly and confidently manage the appropriate information, operating systems and software to execute the project. 2. Helping students to improve their teamwork skills. 3. Helping students to improve their verbal and written communication skills. 4. Describing the procedures of observation and measurement and learning how to justify them theoretically. 5. Making observations and measurements by using the relevant tools correctly. 6. Designing the protocol for analysing the data obtained. 7. Utilising their knowledge of physics and mathematics. 8. Developing critical thinking skills in respect of the consistency of the results obtained.
<p>Learning objectives</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adapting and applying the concepts associated with the different conceptual contents of the project in terms of natural phenomena and extending them to real applications with the foods or objects involved in the project. 2. Planning and drawing up hypotheses and scientific processes, using scientific methodology autonomously and creatively. 3. Making a critical evaluation of the technological advances addressed in the project and their influence on the environment, individual health and wellbeing, and society in general. 4. Relating technological advances with the factors that characterise economic and social development, seeking out sustainable propositions. 5. Expressing and communicating the content of the subject matter in different languages and taking into consideration the process of learning in itself. 6. Analysing the materials, objects and technical systems related to the project to understand how they work, learn about their elements and the functions they perform and the best way to use and control them, and understand the reasons that determine their design and construction.
<p>Content</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Thermometry and calorimetry (heat transfer; ideal gas law) 2. Thermodynamics (thermal machines; performance) 3. Thermal properties of foods 4. Electricity and magnetism (electrical current; Joule effect; induction) 5. Waves, matter exchange (resonance; matter absorption) 6. Materials

Table 8. Objectives and content of the PBL “Low-Cost Medical Prostheses”

LOW-COST MEDICAL PROSTHESES
Skill objectives
<ol style="list-style-type: none"> 1. Planning and organising proposals and projects 2. Applying knowledge of manufacturing systems
Learning objectives
<ol style="list-style-type: none"> 1. Planning and organising a project 2. Exploring alternatives to solve problems 3. Investigating possible ways of turning ideas into concrete solutions 4. Solving real-life problems with real-life solutions 5. Relating the design phase to the manufacturing phase 6. Planning the manufacturing process of different components 7. Taking decisions in a real-life engineering environment 8. Making a critical appraisal of the finished work 9. Working collaboratively
Content
<ol style="list-style-type: none"> 1. Product development phases: activities, sequence and information flow 2. Activities and techniques for transforming an idea into a product that can be manufactured 3. Analysis, synthesis and design selection techniques 4. Methods for selecting manufacturing processes 5. Recommendations for guaranteeing the manufacturability of the designed parts 6. Adapting a design for different manufacturing processes 7. Drawing up road maps 8. Sequencing parts in a production plant

With regard to how students identify the necessary content to be worked on in a project, it is our view that there are two possible ways:

- a) **Guided PBL.** The instructor directly provides some basic content from which the students can start expanding their knowledge. This method is recommended for first-year students.
- b) **Free PBL.** This type of PBL is recommended for students in later years of their courses. In this case, it is often the students themselves who identify the information and content they need to prepare the project. In this respect, they can resort to the lecturer/tutor who, acting as a facilitator, can point them in the direction of reliable sources, or they can consult external professionals, or make searches themselves in document archives, among other resources.

3. Planning the project

Projects undertaken in the form of PBL must have a clearly defined timescale established from the very beginning, which should be written down and made available to all the participants in the project. It is very useful to define the weekly activities or tasks that the students are required to complete, as well as any tutorials and if tasks will be subject to evaluation or not.

It is important to be as precise as possible, which implies programming each and every one of the activities to be carried out, as shown in Chapter 4 of this guide. However, before programming the activities in detail, advance planning needs to take place to identify the main stages into which the project will be structured, the number of weeks it will take, and the number of weekly hours that should be devoted to each stage of the process.

Tables 9 and 10 show some examples of planning for the projects “Low-Cost Medical Prostheses” and “Radio Art”, which specify the weekly stages of the project and the number of hours invested by the lecturer.

Table 9. Planning the “Low-Cost Medical Prostheses” project

LOW-COST MEDICAL PROSTHESES		
Week	Project stage	Hours invested by lecturer
1	Introducing the intention of the project	3
2	Specifying the project	2.25
3	Prior research	1
4	Planning the project	0.75
5-6	Preliminary design	1.5
7	Detailed design	1
8	Manufacturing road map	2.5
9-10	Finished design	0.5
	TOTAL	12.5

Table 10. Planning the "Radio Art" project

RADIO ART		
Week	Project stage	Hours invested by lecturer
1	Presentation of the project	1.5
5	Explanatory session	1.5
7-8	Tutorial 1	3
10-11	Tutorial 2	3
14	Presentation of the outcome	6
15	Evaluation of the outcome	1.5
	TOTAL	16.5

In these examples, the weeks of project implementation that are grouped in the same field of the table (e.g. weeks 5-6 or 9-10 from Table 9 of the Low-Cost Prostheses) refer to the time that the students are working autonomously and, therefore, only tutorial sessions they have with the lecturers during this period are shown. In the case of the Radio Art project, since the project was only one of the activities of this subject, it was presented at the beginning (as was done with the rest of practical activities) and until the students started to work in the project, they spent time with other tasks unrelated to Radio Art. It is, therefore, an example of a short activity conducted discontinuously (as one more practice) scheduled in a subject that lasted a semester.

4. Activities

4.1. Programming the activities

Programming the activities of the PBL project requires a higher level of precision than the planning phase. It should be taken into account that the activities can take place in the classroom or in other spaces, during tutorials or independently by the student. When programming, it is important to consider the number of hours that will be spent with the lecturer and without the lecturer. In both cases, the activities can be performed as a group and/or individually. It is important to quantify these hours in a realistic way to match the time spent by the student/lecturer to the assigned credits. Depending on the objective, it will be necessary to define whether the activity is subject to evaluation or not, whether it needs to be delivered or not, and identify what resources need to be provided to carry it out.

Bear in mind that it is the lecturer who decides what are the most important aspects to be programmed are. Tables 11 and 12 show two different examples of the programming of the projects “Low-Cost Medical Prostheses” and “Radio Art”.

Table 11. Programming the “Low-Cost Medical Prostheses” project

LOW-COST MEDICAL PROSTHESES			TUTORIALS (minutes)		INDEPENDENT WORK (minutes)	
Weeks	Stage	Activity	Group	Individual	Group	Individual
1	Statement of intent	Video viewing and discussion	170			
		Comments on objectives and content	10			
2	Specifying the project	Formation of groups and memorandum	15		15	
		Specifying the project	120		30	
3	Initial research	Individual and group research	45	15	60	30
4	Planning the project	Planning the project	30		25	30
		Planning tutorial	15			
5-6	Preliminarily design	Theoretical concepts	55		30	15
		Tutorial: Preliminary design	15			
		Presentation	20		55	
7	Detailed design	Development	60		240	
8	Road map	Definition of road map	30		60	
		Generating computer aided manufacturing (CAM)	120		120	
9-10	Finished design	Presentation of the project	15		120	
		Final delivery of the project	15		120	

Table 12. Programming the "Radio Art" project

SESSIONS	ACTIVITIES	GROUP	TASK
Session 1	Introduction of the subject and the evaluation system (50% sponsored by the ONCE Foundation).	Group class	Choose a topic. Find examples to working on in sessions 3 and 4.
Session 2	Explanatory session and distribution of material.	Group class	Draw up, as a group, a Radio Art test lasting 5 minutes.
Session 3	Tutorial with groups 1-5 (30 min per group). Personalized review of the project.	Group of 4	Review the project based on the corrections.
Session 4	Tutorial with groups 6-10 (30 min per group). Personalized review of the project.	Group of 4	Review the project based on the corrections.
Session 5	Tutorial with groups 1-5 (30 min per group). Review of the presentation before the members of the ONCE Foundation.	Group of 4	Implement the latest changes.
Session 6	Tutorial with groups 6-10 (30 min per group). Review of the presentation before the members of the ONCE Foundation.	Group of 4	Implement latest changes.
Session 7	Presentation of the project in the Auditorium before an ONCE panel of six visually-impaired members.	Group class	
Session 8	Overall evaluation of the experience.	Group class	

Another important aspect to be considered is that the students need to be given some sort of feedback every time they deliver a programmed task or activity, whether the activity is subject to evaluation or not. This also allows the students to improve their presentation and deliver it again within the agreed timescale.

Of all the programmed activities, the **tutorials** are a key element. The tutorials are an activity independent of the time spent mentoring students established by each lecturer. In PBL, tutorials are held within teaching hours with the lecturer and detailed in the planning of the subject. There are several different ways of conducting the tutorial: a monitoring tutorial within the classroom, an evaluation tutorial, or a personalized follow-up of a section of the project (which may be done as a group or individually), or tutorials with more than one lecturer present (Espinosa *et al.*, 2014). It should also be

established whether the tutorials are compulsory or optional. In this respect, our experience has shown that senior students are used to attending tutorials at their own initiative as they see them as an essential part of the learning process, while in the case of newer students it is advisable to make them compulsory.

These tutorials should be programmed and hence their dates and times need to be established during the planning of the PBL. It should be made clear that the students must adhere to these times and cannot just turn up as and when they want. It is advisable that each tutorial produces a project feedback document. In this way, the students have a guide that tells them how to proceed after the tutorial; hence, how to make the project progress and what needs to be prepared with a view to the next tutorial. Table 13 shows an example of tutorial minutes.

Table 13. Example of tutorial minutes

EXAMPLE OF A TUTORIAL MINUTES	
Date:	Group number:
Report number:	
Students attending the tutorial	
Review of the feedback report after the previous tutorial	
Questions, queries, any problems arisen	
Solutions proposed by the group	
Options proposed by the lecturer(s)	
Tasks to be undertaken before the next tutorial (specify each task and who is responsible for it)	
Any other questions worth noting	

4.2. Possible activities

This section proposes a series of possible activities that could be used in implementing a PBL.

All these activities should help students to acquire both content and skills, and it is up to the lecturer to decide which ones are the most suitable for the proposed project and how they should be tackled. The activities can have different durations, ranging from just one session to several sessions.

According to the XID-PBL, the following activities can be designed:

- a) **Activities for the class group:** these are activities that are carried out with the whole class.
- b) **Activities for smaller groups:** these are activities that are carried out with the PBL group or even smaller groups. They are usually follow-ups or tutorials, which can be done either in the classroom or another space, with the aim of providing feedback on a previously-programmed task on which the students have been working.
- c) **Individual activities:** these are activities that are carried out individually. They can help to provide a more personalized follow-up, or help the student to progress.

Detailed below are 20 examples of possible activities in the form of a methodology file. It is worth noting that these examples are the result of the authors' practical experience and therefore are simply a compendium of real-life experiences with subjects in the different undergraduate and Master's degree courses at the University of Girona.

Each file contains the title of the activity, its description, the learning objectives sought, the proposed duration of the activity, and its target group.

TITLE	Programmed tutorial
DESCRIPTION	The students explain what point the task they have been given has reached, any problems noted, the solutions found, any queries, and what steps to take in the future. The lecturer provides them with feedback and guidance.
LEARNING OBJECTIVES	Exploring alternatives for problem-solving. Exploring possible solutions to turn ideas into tangible results. Solving real problems with real solutions. Decision-making. Critical evaluation of the completed task.
DURATION	15 minutes to 1 hour
SUGGESTED FOR	Small groups

TITLE	Kahoot!
DESCRIPTION	Kahoot! is a free mobile app that allows us to create evaluation questionnaires. The students answer a series of questions on their smartphones. The winner is the person who gets the most answers right in the quickest time. This activity makes the learning experience more motivational for students and arouses their competitive spirit.
LEARNING OBJECTIVES	Interpreting the content (notes, reading material, etc.). Demonstrating that they have learnt the associated content. Choosing the correct answer from the possible responses.
DURATION	1 hour
SUGGESTED FOR	Class groups

TITLE	Visits to companies
DESCRIPTION	The class group goes to visit a local company to watch a practical experience of the content studied previously in the classroom. The students are expected to have prepared a question in advance to ask during the visit. Later on, back in the classroom, they discuss the most important or interesting aspects of the visit. Alternatively, they can present a summary of the visit and a critique with ideas for improvement at the company visited.
LEARNING OBJECTIVES	Preparing a content-related question before the visit. Identifying the theoretical content studied before the practical visit. Correlating and comparing the different practices observed during the visit with the content studied in class.
DURATION	3 hours: 2.5 on the visit + 30 minutes discussion in the classroom
SUGGESTED FOR	Class groups

TITLE	Quiz Game
DESCRIPTION	The lecturer prepares a game (in Trivial Pursuit style) whose questions are associated with previously-studied content. Apart from learning in an entertaining way, this activity increases students' motivation and encourages teamwork.
OBJECTIUS D'APRENENTATGE	Interpreting the content (notes, reading material, etc.). Discussing the different content among members of the group. Discussing the different response options. Demonstrating that they have learnt the content. Choosing the correct answer from the possible responses.
DURATION	1 hour
SUGGESTED FOR	Class groups

TITLE	Knowledge tablets
DESCRIPTION	The lecturer proposes a concept to be worked on by the group. The students need to search for material that explains the content and, later on, prepare clear material for use as visual support to explain the concept to the rest of the class group or the lecturer. This activity also fosters teamwork and verbal and written expression.
LEARNING OBJECTIVES	Identifying the information on the related content. Interpreting the content. Identifying key aspects and agreeing on them with the group. Preparing the visual material. Presenting and conveying an idea before an audience.
DURATION	1+ hours: 1 hour of group work + 10-minute oral presentation by each group
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups

TITLE	LEGO assemblies
DESCRIPTION	The challenge is to design a production line for a LEGO assembly (e.g. car, motorcycle, etc.). Finally, the production system designed will be put into practice, with the students producing the maximum possible number of assemblies within a set timescale. At the end of the session, the results are evaluated and the decisions taken by the different teams are discussed. This activity develops both key and specific skills.
LEARNING OBJECTIVES	Identifying the theoretical content studied previously in the practical visit situation. Planning the operation of the production line at the design stage. Drawing conclusions based on the production executed by the group. Working as a team.
DURATION	1.5+ hours: 1 hour planning for the design of the manufacturing line + 10 minutes for assembly (per group) + 30 minutes for evaluations.
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups

TITLE	Analysis of website content
DESCRIPTION	The lecturer proposes that the group visits a particular website which the students will have to examine. The aim is to analyse both the structure of the website and the content displayed on it in order to answer the questions posed by the lecturer.
LEARNING OBJECTIVES	Organising the information consulted. Discriminating between what is relevant and what is not. Drawing up a conceptual map of the content. Coming up with answers to the lecturer's questions.
DURATION	1 hour: 30 minutes of website access + 30 minutes of critical analysis based on the questions posed by the lecturer.
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups / individuals

TITLE	News item
DESCRIPTION	The lecturer chooses a news item that has appeared in the press, featuring content related to the course work, and uses it to carry out a reading comprehension exercise. The evaluation is based on the answers to the questions posed by the lecturer.
LEARNING OBJECTIVES	Organising the information obtained. Discriminating between what is relevant and what is not. Drawing up a conceptual map of the content. Coming up with answers to the lecturer's questions.
DURATION	1 hour: 20 minutes of reading + 40 minutes of answering the lecturer's questions.
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups / individuals

TITLE	TEDTalk
DESCRIPTION	The lecturer selects a dialogue/expert idea from those available on TED Talk for the students to view. Subsequently, the students will need to answer certain questions posed by the lecturer to demonstrate whether they have understood the key ideas presented in the video.
LEARNING OBJECTIVES	Organising the information obtained. Discriminating between what is relevant and what is not. Drawing up a conceptual map of the content. Coming up with answers to the lecturer's questions.
DURATION	1 hour: 10-15 minutes watching the video + 45 minutes to answer the questions.
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups / individuals

TITLE	Expert talk
DESCRIPTION	An expert is invited to the classroom (or this can be done by video conferencing through Skype or a similar application) to talk about their practical experience with the content previously studied by the class. The students will need to attend the class with a previously-prepared question to ask the expert.
LEARNING OBJECTIVES	Formulating a question related to the planned talk. Identifying the content already studied in the explanations given by the expert. Associating and comparing the different explanations in relation to the content previously worked on in the classroom.
DURATION	1 hour: 30 minutes talk + 30 minutes discussion
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups / individuals

TITLE	Correcting a classmate's exercise
DESCRIPTION	The lecturer proposes an exercise the students need to complete as indicated. Afterwards, all the students discuss the correct answer, and finally the lecturer provides a rubric for scoring. Each student then corrects the work of another classmate and gives them a final score. Lastly, the lecturer checks the assigned scores to see that they are correct (with the option of penalising the student who did the correcting, if it is wrong).
LEARNING OBJECTIVES	Resolving the proposed exercise. Comparing the results obtained by the other students and coming up with a jointly-agreed solution. Checking the answer given in the assigned exercise with the correct answer and giving it a score.
DURATION	2 hours: 45 minutes for students to do the exercise individually + 45 minutes of joint discussion + 30 minutes of correction by students.
SUGGESTED FOR	Individuals

TITLE	Jigsaw puzzle
DESCRIPTION	Solving jigsaw puzzles is a collaborative learning technique that allows students to share the process of learning different content and deal with different points of view. First, the lecturer associates the content to be worked on with existing resources. These resources then need to be divided into different parts like a jigsaw puzzle. The base groups are formed and a piece of the jigsaw is given to each member. Each student studies the information they have received individually and then compares it and shares it with the group of experts, all within the timescale set by the lecturer. The experts are students who have the same piece of the jigsaw puzzle but belong to different base groups. The base group then comes back together so each member can share what they have learned. Like a jigsaw puzzle, each piece is essential for the completion and full understanding of the resource concerned.
LEARNING OBJECTIVES	Improving collaborative learning and teamwork. Fostering positive interdependence, as the success of the activity depends on the individual success of each member. Stating the individual's point of view assertively. Learning to think creatively and to analyse and put into order important information.
DURATION	2 hours
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups

TITLE	Problem-solving
DESCRIPTION	<p>The lecturer proposes a list of exercises to be done either individually or as a group. This list can either be handed out in the classroom or in advance of the class so students have the chance to work on it ahead of time.</p> <p>At the end of the class, the problem should be resolved by everyone using the blackboard, with a discussion of any mistakes made and why they happened.</p>
LEARNING OBJECTIVES	<p>Using knowledge of the subject matter involved in problem-solving.</p> <p>Using critical thinking skills with regard to the consistency of the results obtained.</p> <p>Comparing the results obtained with the actual outcome of the exercise and the other students through group discussion.</p>
DURATION	Depends on the number of problems set. However, the duration should take into account the time necessary for students to compare their results with the correct ones and engage in a critical discussion of the results.
SUGGESTED FOR	Small groups / individuals

TITLE	Assignment from a “real” client
DESCRIPTION	A professional is invited to the class as a real client with a specific need and sets the assignment to the group of students, who will need to behave like a company that provides a solution to the client’s needs.
LEARNING OBJECTIVES	<p>Obtaining reliable information.</p> <p>Relating the client’s needs to the theoretical content already studied.</p>
DURATION	1.5 hours
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups

TITLE	Brainstorming
DESCRIPTION	A question or subject is raised followed by a brainstorming session in which students put forward possible answers or solutions. These ideas should be stated in public with a discussion of their viability and prioritisation. The lecturer can guide the students to ensure that relevant content comes up during the discussion so that, by the end of the class, the content to be worked on during the project will have been established.
LEARNING OBJECTIVES	<p>Working as a team in a consistent way.</p> <p>Learning to think creatively.</p> <p>Putting information in hierarchical order.</p>
DURATION	1.5 hours
SUGGESTED FOR	Small groups

TITLE	Blog/Website
DESCRIPTION	The students are required to prepare a blog or website that will serve as a container for storing the audio-visual pieces or texts that will be produced during an assignment in a creative way. In the class, the students only need to learn how to build a blog or website. The content will be generated individually.
LEARNING OBJECTIVES	Learning to use ICTs correctly. Exercising students' creativity. Obtaining information from reliable sources. Generating accurate, authenticated information.
DURATION	3 hours (blog)/12 hours (website)
SUGGESTED FOR	Small groups

TITLE	Oral presentations
DESCRIPTION	The students are required to make an oral presentation, prepared in advance, on a specific theme with a defined duration, also agreed in advance. The presentation must feature creative, interesting audio-visual support. The students are given the scoring rubric that will be used by the lecturer in their evaluation.
LEARNING OBJECTIVES	Mastering the ICT skills inherent in these presentations. Mastering public speaking techniques.
DURATION	To be decided by the lecturer (between 5 and 20 minutes)
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups

TITLE	Role play
DESCRIPTION	The students have to adopt the role of a professional in the field of the subject matter and behave as such by performing their functions.
LEARNING OBJECTIVES	Understanding the different professional functions involved in a particular organization. Learning how relationships work between interdependent professional teams.
DURATION	1.5 hours
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups

TITLE	Debate
DESCRIPTION	A dialectic confrontation between two teams or two individuals in which each side has to defend their position (in favour or against) on a current affairs issue.
LEARNING OBJECTIVES	Mastering public speaking techniques. Supporting the ideas to be conveyed with logical arguments. Learning how to listen and rebut. Obtaining information from reliable sources.
DURATION	1.5 hours
SUGGESTED FOR	Class groups / small groups

TITLE	Moodle questionnaire
DESCRIPTION	The students answer a series of questions about content provided previously by the lecturer. The questions could be multiple choice or True or False answers. The students answer the questions and receive feedback automatically. If the answer is wrong, they can try again until they get the right answer.
LEARNING OBJECTIVES	Interpreting the content provided (notes, reading matter, etc.). Demonstrating that they have understood the associated content. Choosing the right answer among the possible answers provided.
DURATION	0.5 hours
SUGGESTED FOR	Individuals

5. Resources for students

When designing the project, the lecturer has to be clear on which resources or materials he wants to provide the students with during the process, and in which format. It is advisable not to overload first-year students with an excessive amount of this kind of material as they can often feel overwhelmed and do not know how to use it properly. However, it is up to the lecturer to decide whether to provide all the material in one go at the beginning of a project, on the day it is presented, or to provide it as and when the students need to use it.

The degree of freedom that is given to students in their learning process during the project, as well as the level of knowledge they have of PBL methodology, will determine the type of material to be provided. In the cases where students are more familiar with PBL methodology and hence need less guidance, the material is purely organizational by nature (objectives, timescale table and criteria for evaluation, with scoring rubrics), while if the project needs more guidance the level of content provided will increase.

As mentioned in the previous chapter, one of the documents that we recommend handing to students is a model of a work meeting report. This report should specify what point the task has reached, what is left to be done for the next day, and who is responsible for each task. The objective is to document the assignment of tasks and record how the project is progressing.

By way of example, Table 14 shows the resources and materials that were given to students on the Fundamentals of Physics course who took part in the multidisciplinary project “What kind of science is hidden in the kitchen?” In this case, as the students were not very familiar with the PBL methodology or the content, it was decided to provide them with plenty of material on the basic concepts. Table 14 first shows the materials associated with the PBL methodology of the planned project. It then lists the content materials and finally the questionnaires and the scoring rubrics used during PBL.

Table 14. Material provided to students on the Fundamentals of Physics course for the multidisciplinary project “What kind of science is hidden in the kitchen?”

SUPPORTING MATERIALS TO DEVELOP THE PROJECT
<ul style="list-style-type: none">• Introduction to the project• Skill objectives and specific objectives of the subject• List of content to be worked on during the project• Explanation of the tasks to be performed, the roles that might be adopted by each person during the course of the project, etc.• Explanation of the criteria for success for collaborative work• Timescale diagram/chart• Example of the group meeting report• Cooking programme (the video that forms the basis for the project question)• List of prior theoretical concepts necessary• List of group problems• List of individual problems: “Do it yourself!”• Bibliography• Questionnaire on the analysis of group dynamics• Questionnaire on self-evaluation and evaluation of classmates• Questionnaire on the project evaluation and tutorials action by the lecturer• Rubric for the individual evaluation of students within the group work• Evaluation rubric: Working plan• Evaluation rubric: Scientific content of the programme• Evaluation rubric: List of individual problems• Evaluation rubric: Explanatory defence of the project

In other PBL examples, the material is given to the groups in the form of a Teaching Guide of the subject. In addition to the explanation of the challenge that the students will need to address with the initial question, this includes the scoring rubrics and evaluation criteria, documentary sources, the reference bibliography, the content that will be studied during the project, and a detailed schedule. Thanks to this schedule, from the first day of class, the students have a full programmed outline of all the activities, sessions, visits, tutorials and presentations involved in the development and final delivery of the project.

6. Evaluation

The evaluation of the students should assess their ability to use and apply, in a critical, responsible and efficient way, the knowledge, skills and aptitudes they have acquired. Consequently, it will need to evaluate the level of acquisition of the skills that have been exercised.

The lecturers must decide on the type of evaluation they wish to carry out. There are two main types of evaluation based on the literature of reference. The first of these is **summative evaluation**, the purpose of which is to assign a grade or score to the different evaluation activities to determine, at the end of the project, whether the student has passed or not. The second type of evaluation is **formative evaluation**, the main objective of which is to determine the level of acquisition of skills and thus identify those that need to be worked on more exhaustively in the future.

In PBL it is necessary to evaluate two aspects which are inherent in the very nature of project-based work:

- a) The **drawing-up process** of the project, during which you can evaluate the acquisition of certain skills such as teamwork, the ability to design creative proposals, and oral expression.
- b) The **product generated** by the project. This essentially consists of evaluating the specific content, and it is done by assessing the different presentations made by the students if these have been programmed, such as the explanation and defence of the project they have developed. In addition to this, the specific and key knowledge skills can also be evaluated in the same way.

The evaluation of these two aspects can be done by checking different material or through the use of evaluation rubrics. Based on our own experience, the following aspects are subject to evaluation:

- a) Evidence provided by the students (such as the reports on work meetings).

- b) Self-evaluation and co-evaluation (whereby the work is evaluated by the student and their classmates respectively).
- c) Evaluation of presentations by the lecturer.
- d) Evaluation by the lecturer of a specific skill during classroom sessions or follow-up tutorials.

In this last case, when evaluating a specific skill, the lecturer might come across the difficulty of wanting to evaluate another key skill at the same time, such as oral expression. Unfortunately, this does not work well. From our own experience, we know that the lecturer tends to look more closely at the content than the oral expression, so if both aspects are to be evaluated at the same time, we recommend that two lecturers are involved in the evaluation process. If this is not possible, one option that we recommend is to evaluate the content in the case of work that is handed in, and oral expression in tutorials and presentations.

In all cases, it is essential to provide **feedback** to the student being evaluated so they can appreciate the reasons for their grade or score, understand which aspects they have to improve, and be informed whether they have the option of redoing any of the activities involved in order to improve the final result.

Regardless of the aspects to be evaluated and the evaluation procedure, it is essential to establish, in advance and in writing, what will be evaluated and which evaluation criteria will be followed.

The evaluation can be quantified by using **assessment rubrics** and **grids** which indicate the criteria and grade for each element that is to be evaluated.

Although in many cases rubrics can be difficult to define, they give the students information about what they have to do to achieve the highest score, which is often very motivational. Table 15 below shows the rubric used in the project entitled “Efficient agri-food production systems”.

Table 15. Rubric for the project “Efficient agri-food production systems”

%	CONCEPT	VERY GOOD (9-10)	GOOD (7-8)	AVERAGE (5-6)	POOR (< 4)
10%	Level of complexity and innovative aspect of the chosen topic	The chosen topic is very complex and/or very innovative.	The chosen topic is fairly complex and/or innovative.	The chosen topic is not especially difficult or innovative.	The chosen topic is very easy and not at all innovative.
10%	Analysis of alternatives	Every possible alternative was identified. The justification of the evaluation of the alternatives is comprehensive and well-reasoned in all cases.	Many of the possible alternatives were identified. The justification of the evaluation of the alternatives is comprehensive and well-reasoned in most cases.	A good proportion of the possible alternatives were identified. The justification of the evaluation of the alternatives was only comprehensive and well-reasoned in half the cases.	The alternatives were not properly identified. No proper evaluation was made for most of the alternatives.
10%	Identification of the requirements of the production process	All the requirements of the production process were identified and justified.	All the requirements of the production process were identified, but not fully justified.	Many of the requirements were identified. In some cases, these requirements were not justified.	Most of the requirements of the production process were neither identified nor justified.
10%	Calculations and designs	The designs were all correct and all the calculations were properly justified.	Most of the designs were correct. There were a few calculations without justification.	There were some errors in the designs. There were some calculations without justification.	There were a lot of errors in the designs. Most of the calculations had no justification.
10%	Searching of information	There is documented proof of information having been checked and all the sources consulted are original and reliable.	There is documented proof of information having been checked and most of the sources consulted are original and reliable.	There is proof of information being checked but some of the sources consulted are neither original nor reliable.	There is no proof of information having been checked and the sources consulted are neither original nor reliable.
10%	Structure of the submitted document	The document has the correct structure and all the sections required in a preliminary project.	The document has the required structure for a preliminary project but some of the sections are missing.	There are some errors in the structure of the document and its sections.	Neither the structure nor the sections are those required for a preliminary project.

%	CONCEPT	VERY GOOD (9-10)	GOOD (7-8)	AVERAGE (5-6)	POOR (< 4)
15%	Formal features of the submitted document	The format of the document is completely uniform, it is well written and there are no spelling mistakes.	The format of the document is mainly uniform, it is well written and there are very few spelling mistakes.	The format of the document is mainly correct but some parts are poorly written and there are a few spelling mistakes.	The format of the document is not uniform, there are some very badly written sections and there are a lot of spelling mistakes.
10%	Presentation of the work	The presentation was very well structured and coordinated, all the aspects were very well explained, and every member of the group answered the questions well. The project elicited questions and discussions.	The presentation was structured and coordinated, all the aspects were explained and most of the group members answered the questions well. They made an effort to be understandable.	There were some faults in the structure and coordination. Some aspects were not properly explained. Some of the members of the group were unable to answer the questions well.	There were a lot of faults in the structure and coordination. Many of the aspects were not properly explained. Most of the members of the group were unable to answer the questions well. There was no effort to make themselves understood.
10%	Teamwork	The group worked in a coordinated and collaborative way. They managed to resolve any differences between members of the group satisfactorily.	Overall, the group worked in a coordinated and collaborative way. Most of the differences between members of the group were resolved satisfactorily.	There were some coordination and collaboration problems. There were some differences that could not be resolved satisfactorily.	There were evident coordination and collaboration problems, with significant differences between the members of the group that could not be resolved.
5%	Questions posed to other groups	All the questions were well formulated and posed politely, and the key aspects were addressed.	Most of the questions were formulated correctly and posed politely, and the key aspects were addressed.	Some of the questions were not clear or were not posed politely. Some of the questions were about irrelevant aspects.	Most of the questions were unclear and the tone was not acceptable. Many of the questions were about secondary matters to the project.

Another much more simplified example is shown in Table 16. This is an evaluation grid. These two examples serve to show the differences between a rubric and a grid, as very often they are used synonymously when they are not the same. In a grid, the students do not have the same amount of advance information about their future evaluation.

Table 16. Evaluation grid on a scale from 1 to 5

%	CONCEPT	SCORE				
		1 (worst) / 5 (best)				
30%	Quality of the content	1	2	3	4	5
10%	Written expression and spelling	1	2	3	4	5
10%	Production of the Report document	1	2	3	4	5
10%	Oral expression	1	2	3	4	5
20%	Production of the visual support material for the presentation	1	2	3	4	5
10%	Time management	1	2	3	4	5
10%	Teamwork	1	2	3	4	5

It is worth bearing in mind that these are two possible models but there are many others available (Alsina Masmitjà, 2013). In practice, the most advisable option is to draw up your own rubric or grid that reflects the requirements of each project in order to simplify the evaluation process as much as possible.

When doing PBL, it is highly advisable that the lecturer is also evaluated with a view to improvements for future projects. It is therefore a valuable exercise to give students a survey to evaluate both the process of working on the PBL and the work of the lecturer responsible for it. In other words, the students should evaluate the interest level of the project, the way it developed, the tutorials, and add any other suggestions or criticisms.

7. One more step: multidisciplinary experiences

The same PBL project, as mentioned earlier, can also involve a significant number of subjects that belong to the same module of the same degree course. In this case, regardless of the number of related subjects, the project serves to bring together, in a single proposal or undertaking, a project that requires the participation of the different elements (subjects) within the module. The level of difficulty in this case is higher than when working with a single subject, but it is achievable as all the subjects involved are in the same field of knowledge as the students. This is a fairly common way of working on subjects within the same module in universities, and the specific literature on this aspect often provides us with examples (Rekalde *et al.*, 2012; Uskola *et al.*, 2015). What is not quite as common, and for this reason it was considered opportune to dedicate this last chapter of the guide to this aspect, is to find PBL projects that embrace subjects that have little in common with degree courses in different educational centres and fields of knowledge. This was the case of the Arguiñano Project: “What kind of science is hidden in the kitchen?”, the first multidisciplinary experience designed by the Project-Based Learning Network of the Josep Pallach Institute of Education Sciences (ICE) at the University of Girona, which involved students and lecturers from five different fields of knowledge (Espinoso *et al.*, 2012, 2015).

The project brought together volunteer students at different educational levels (undergraduate and Master’s degree courses). These were the students of seven lecturers from different fields of knowledge who were teaching undergraduate degree courses in Agri-Food Engineering, Mechanical Engineering, Advertising and Public Relations, and Master’s courses in Computer Vision Systems and Robotics. Despite this, all of them had one point in common: no experience with the project-based learning model.

The project was carried out during the second semester of the academic year of 2011/2012. The goal was to put together a radio programme that would reveal the science hidden within a kitchen. The starting point of the experience was watching a TV show featuring the famous chef Karlos Arguiñano. Based on the programme chosen by the lecturers and presented to the students, the lecturers designed and planned a seven-week PBL exercise structured in two

parts. Figure 2 shows the content of this interdisciplinary project that was worked on.

The first part, of a specific nature, i.e. the involvement of groups of students within their own field of knowledge, lasted four weeks and entailed extracting specific content related to their subjects after watching the cooking programme. During those first weeks, the students were tutored weekly by the lecturers of their own degree courses. For example, while the students of the Fundamentals of Physics course calculated the energy consumption of a vitroceramic hob, the students of Agri-Food Engineering determined the characteristics of the foods that were cooked on the same TV programme. This is what, in terms of communication, is known as “content creation”. This content would later go on to be explained, in the second part of the PBL, in the form of a radio programme.

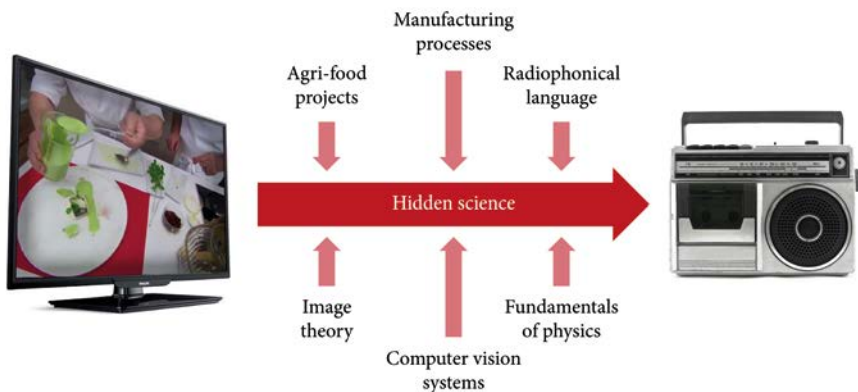



Figure 2. The Arguiñano Project: "What kind of science is hidden in the kitchen?"

From this first part of the specific project, we had students who were experts in each subject emerged. These ‘experts’ were split up so there was one per group in new work groups, this time multidisciplinary, made up of members from different fields of knowledge. Thus, we started the second part of the project, in which the lecturers also decided to address the key skill of teamwork.

The second part of the project lasted three weeks, during which the students had to write the script of a radio show that would explain what happens in the kitchen when preparing food. In addition, they had to take part in drawing up



a model of their programme/project, for which they exercised their oral skills in a very creative and novel way for most of the participants, obviously apart from the students on the Theory and Techniques of Radio Language course, who were the experts in this final part of the project. They did not create the content but rather broadcast it and turned it into formats within the model. The project ended with the production of a model radio programme that reflected the scientific knowledge that had been put to the test and explained it in an entertaining way based on the use of radio-specific language.

The most important conclusion was to observe how the series of activities carried out by the students to develop the whole project was based on fostering cooperation rather than competition. The students were very clear, right from the start of the project, that the key to its success lay in the verbal transfer of knowledge among the members of the same group, who initially did not know each other because they came from different centres and degree courses. The result of the whole process showed that developing the teamwork skill in itself gave rise to opportunities to develop verbal skills at the same time.

The students rated the experience positively and considered that the improvements they achieved in their verbal expression could be used in the future in their training. On the one hand, there was a positive consensus when evaluating the experience by the members of the teaching staff, who wanted to make it clear that not all lecturers had sufficient training to evaluate the two skills that were being exercised in the project. Another of the problems identified was the fact that a project of these characteristics requires much more planning than just the seven weeks that were scheduled initially, as experience showed that the time frame was much too tight due to the complications associated with the multidisciplinary aspect, even though they were overcome without any hindrance.

To help implement projects of these dimensions, it is very important to take the organizational aspects into account. The students have to cope with the added complication of coming from different degree courses, which may have different teaching hours and may be located in campuses that are far apart from one another. Thus, it is highly advisable to use online social media to bring the participants together in a virtual space that allows them to work together without wasting time.

8. Glossary

Activity: the action or task carried out by the student to achieve a certain skill.

Deliverable: any measurable and verifiable product that is made to complete a project or part of a project.

Key skill: the set of knowledge, abilities, attributes and skills that are shared by different fields of knowledge or professions.

Problem-based learning: teaching methodology in which students have to search, understand and integrate basic concepts to solve a problem.

Project-based learning: teaching methodology in which students work to develop complex tasks called projects which will require the creation of real products or services.

Resource: a useful tool or material to help students achieve the planned learning objectives.

Role: the function performed by the lecturer or student in a certain situation.

Rubric: a tool that allows the evaluation of activities to be quantified, explaining the criteria necessary to achieve a certain level in the skill under evaluation.

Specific skill: the set of knowledge, abilities, attributes and skills that are specific to a particular degree course or profession.

Tutorial: a set of systematic and previously-planned actions that are geared towards guiding, advising and supporting students in the course of the PBL project.

Tutorial action: a set of educational actions that support the personal development and guidance of the students in order to promote their personal growth. In addition, tutorials should help to develop a positive group dynamic in class and involve the student in the dynamics of the subject.

9. Bibliography

- Alsina, Masmitjà J. (coord.) (2013). Rúbricas para la evaluación de competencias. En: *Cuadernos para la Docencia Universitaria*. Barcelona: ICE de la Universitat de Barcelona and Ediciones Octaedro.
- Barron, B. J.; Schwartz, D. L.; Vye, N. J.; Moore, A.; Petrosino, A.; Zech, L.; Bransford, J. D. and The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1998). Doing with Understanding: Lessons from Research on Problem - and Project-Based Learning. *The Journal of the Learning Sciences: Learning through Problem Solving*, 271-311.
- Biggs, J. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Ediciones Narcea, S. A.
- Blumenfeld, P. C.; Soloway, E.; Marx, R. W.; Krajcik, J. S.; Guzdial, M. and Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369-398.
- Branda, L.A. (2009). L'aprenentatge basat en problemes. Consideracions generals. In: *L'aprenentatge basat en problemes en l'educació superior* (pp. 11-46). Bellaterra: IDES and Servei de Publicacions de la UAB.
- De los Ríos-Carmenado, I.; Rodríguez, F. and Pérez, C. (2005). Promoting Professional Project Management Skills in Engineering Higher Education: Project-Based Learning (PBL) Strategy. *International Journal of Engineering Education*, 31(1B), 184-198.
- Espinosa, S.; Puig, J.; Ferrer, I.; Soler, M.; Escoda, L.; Echazarreta, C. and García Campos, R. (2012). Cómo adquirir competencias específicas y transversales a partir de los *mass media*: Una aplicación original de APP en la UdG. *Vivat Academia*, 117E, 1473-1499.
- Espinosa, S.; Andreu, C. and Jiménez, A. (2014). Nuevo modelo de tutoría cuádruple en una experiencia APP del Grado de Publicidad y Relaciones Públicas de la UdG. *REDU Revista de Docencia Universitaria*, 12(2), 327-349.
- Espinosa, S.; Escoda, M. L.; Puig, J.; Ferrer, I. and Soler, M. (2015). Un modelo para diseñar aprendizajes mediante proyectos multidisciplinares. *REDU Revista de Docencia Universitaria*, 13(3), 73-88.
- Grant, M. M. (2002). Getting a grip on project-based learning: Theories, cases, and recommendations. *Meridian: A Middle Schools Computer Technologies Journal*, 5, 1-17.

- Jones, B. F.; Rasmussen, C. M. and Moffitt, M. C. (1997). *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Kilpatrick, W. H. (1918). The Project Method. *Teachers College Record*, 19, 319–334.
- Kilpatrick, W. H. (1921). Dangers and difficulties of the project method and how to overcome them: Introductory statement: Definition of terms. *Teachers College Record*, 22(4), 283–287.
- Krajcik, J. S.; Blumenfeld, P. C.; Marx, R. W. and Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project based instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), 483–497.
- Macias, J.; Montero, J. M.; San Segundo, R.; Araujo, A. and Nieto, O. (2006). A project-based learning approach to design electronic systems curricula. *IEEE Transactions on Education*, 49(3), 389–397.
- Martínez Casanovas, M. and Buil Fabregà, M. (2018). Com els espais d'aprenentatge a l'educació superior ajuden a millorar els resultats acadèmics. *X International Conference on University Teaching and Innovation, CIDUI*. Girona, 4-6 July.
- Rekalde, I.; Martínez, B. and Marko, J. I. (2012). Los proyectos interdisciplinarios de módulo: Una experiencia innovadora en el Grado de Educación Social de la UPV/EHU. *REDU*, 10(3), 209–237.
- Thomas, J.W. (2000). *A review of research on project-based learning*. San Rafael, California: The Autodesk Foundation.
- Uskola, A.; Madariaga, J. M.; Arribillaga, A.; Maguregi, G.; Romero, A. and Fernández, M. D. (2015). Propuesta e implementación de un plan de tutorización de una tarea interdisciplinar universitaria de carácter modular. *REDU*, 13(2), 207–231.

