

# **INFORME FINAL DEL PROJECTE D'INNOVACIÓ DOCENT**

DITIFET: Desenvolupament d'Iniciatives Tutoritzades d'Innovació Fetes amb Equips de Treball

## **1) DADES TÈCNIQUES DEL PROJECTE**

**Codi:** 2021PID-UB/010

**Grups d'innovació docent implicats:**

- IDEES-TIC IDEES Innovació Docent en Ensenyament d'Enginyeries TICs
- e-Lindo

**Data d'inici** 08/04/2021. **Data de finalització** 30/06/2023

**Responsable:** Dr. Albert Cornet Calveras (inicial), Dr. Jaime López Sánchez (final)

**Ensenyaments i assignatures:**

**Grau d'Enginyeria Electrònica de Telecomunicació**

- CCE. Components i Circuits Electrònics (2n semestre).
- ACE. Anàlisi de Circuits Electrònics (3r semestre).
- SDiEP. Sistemes Digitals i Estructura de Processadors (3r semestre).
- DO. Dispositius Optoelectrònics (6é semestre).
- EPC. Electrònica de Potència i Control (6é semestre).
- MiSE. Microcontroladors i Sistemes Empotrats (6é semestre).
- DSSD. Disseny i Síntesi de Sistemes Digitals (6é semestre).
- LSE1. Laboratori de Sistemes Electrònics I (7é semestre).
- Domòtica (7é semestre).
- Sistemes de Suport per a les TIC (7é semestre).
- Instrumentació Virtual (7é semestre).
- LSE2. Laboratori de Sistemes Electrònics II (8é semestre).

**Grau de Enginyeria Biomèdica**

- Projectes d'Enginyeria (6é semestre)
- EIB Equips i instrumentació biomèdics (7é semestre).
- MSB. Microcontroladors per a sistemes biomèdiques (8é semestre).

**Grau de Física**

- PSIM. Programa de Simulacions i d'Instruments de Mesura (5é semestre).

**Màster d'Enginyeria Biomèdica.**

- SSI Sistemes sensors intel·ligents (2on semestre).

## **Màster de Ciència i Tecnologia Quàntiques**

- Electronics for the QTECH Lab (2on semestre).

### **PDI implicat:**

- Jaime López Sánchez
- Albert Cornet Calveras
- Javier Sieiro Córdoba
- Jordi Colomer Farrarons
- Oscar Alonso Casanovas
- Albert Alvarez Carulla
- Angel Diéguez Barrientos
- Antonio Pardo Martínez
- Atilà Herms Berenguer
- David Gascón Fora
- Eduardo Picatoste Olloqui
- Francisco Palacio Bonet
- Joan Canals Gil
- Jose Bosch Estrada
- Jose Maria Gómez Cama
- Luis Fernández Romero
- Manel Puig Vidal
- Manuel Carmona Flores
- Mauricio Moreno Sereno
- Olga Casals Guillén
- Oscar Ruiz Sanchez
- Pere Lluís Miribel Català
- Sergio Moreno Martin
- Sergio Jarque Farnos

### **PAS implicat:**

- Antonio Ruiz Carnerero
- Sergio Rodríguez López
- Andrés Romero Gimenez

### **Alumnat implicat:**

- Júlia Gonzalez Sanz (Becària del projecte)
- Sara Portero Castillo
- Adrià Babiano Novella

## SIGLES UTILITZADES

|         |                                                                                     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| AD2     | Dispositiu electrònic Analog Discovery 2.                                           |
| DITIFET | Desenvolupament d'Iniciatives Tutoritzades d'Innovació Fetes amb Equips de Treball. |
| CCE     | Assignatura de Components i Circuits Electrònic.                                    |
| DDB     | Assignatura de Disseny Digital Bàsic.                                               |
| DSSD    | Assignatura de Disseny i Síntesis de Sistemes Digitals.                             |
| EB      | Grau d'Enginyeria Biomèdica                                                         |
| EEB:    | Departament d'Enginyeria Electrònica i Biomèdica.                                   |
| EET     | Grau d'Enginyeria Electrònica de Telecomunicació.                                   |
| EMPENTA | Equips de Mesura per Potenciar l'Emprenedoria amb Noves Tècniques d'Aprenentatge.   |
| EPC     | Assignatura d'Electrònica de Potència i Cont                                        |
| LERU    | Lliga d'Universitats Europees de Recerca.                                           |
| LSE1    | Assignatura de Laboratori de Sistemes Electrònics I.                                |
| LSE2    | Assignatura de Laboratori de Sistemes Electrònics II.                               |
| MiSE    | Assignatura de Microcontroladors i Sistemes Empotrats.                              |
| SDiEP   | Assignatura de Sistemes Digitals i Estructura de Processadors.                      |
| TFG     | Treball final de grau.                                                              |
| TFM     | Treball final de màster.                                                            |

## 2) RESUM I DESCRIPTORS

### 2.1. Resum

Donada l'orientació professional predominant en la majoria dels ensenyaments d'enginyeria, és cabdal incloure en l'aprenentatge actuacions que permetin desenvolupar l'adquisició de les competències d'autonomia, de creativitat, d'innovació i d'emprenedoria. L'existència de proves pilot en diferents assignatures on apliquen la metodologia de l'aprenentatge basat en projectes i la utilització d'equips d'instrumentació electrònica dins i fora de l'aula, han estat utilitzades per dissenyar una estratègia que ha permès estendre aquestes metodologies a altres assignatures dels ensenyaments d'Enginyeria de l'àrea de l'Electrònica. De forma general s'han introduït en la part pràctica de les assignatures i en alguns casos a tota l'assignatura aplicant la metodologia "learning by doing". Per portar a terme aquesta iniciativa el departament d'Enginyeria Electrònica i Biomèdica (EEB) ha adquirit un conjunt d'equips de petites dimensions i grans prestacions agrupats en el denominat kit EMPENTA (Equips de Mesura per Potenciar l'Emprenedoria amb Noves Tècniques d'Aprenentatge) que són cedits als estudiants per a poder desenvolupar projectes electrònics dins i fora de l'aula. El resultat final de l'actuació ha estat un èxit degut al nombre elevat d'assignatures que han introduït aquesta nova metodologia (17 assignatures de 4 titulacions). A més la valoració general tant dels estudiants (9,4/10) com del professorat (9,9/10) ha estat molt satisfactòria.

### 2.2. Descriptors

- **Línies d'innovació vinculades**

Aprenentatge en entorns virtuals  
Aprenentatge professionalitzador

Competències transversals  
TFG/TFM (Treball final de grau/màster)  
Avaluació  
Instruments d'avaluació (rúbriques)  
Avaluació formativa  
Equip docent  
Metodologies actives per l'aprenentatge  
Aprenentatge autònom  
Aprenentatge entre iguals  
Aula inversa  
Elaboració de projectes  
PBL, Casos i Simulacions

- **Paraules clau**

Treball autònom, Treball professionalitzador, Capacitat creativa, Laboratori Electrònic portàtil, cessió de material de laboratori.

### **3) MANCANCES DETECTADES**

Les titulacions d'enginyeries necessiten un equilibri entre la vessant teòrica i la pràctica. Els estudiants tenen l'opció de treballar la part teòrica fora de l'aula però la situació és complicada en la part pràctica degut a la necessitat d'utilitzar equips electrònics de laboratori. Per altra banda, La lliga d'Universitats Europees de Recerca (LERU) va donar un conjunt de recomanacions [1] on es proposa promoure habilitats i actituds emprenedores dels estudiants i professorat potenciant les iniciatives dels estudiants. En aquest sentit el treball interdisciplinari de l'alumnat i la realització de projectes són essencials. Generalment aquestes propostes es poden treballar en el Treball Fi de Grau (TFG) o de Màster (TFM) de forma individual però és important dissenyar activitats que siguin accessibles a la totalitat dels estudiants. A més la UB conscient de la necessitat d'adaptar els graus al treball per competències, el 10 d'abril del 2008 el seu Consell de Govern va aprovar una relació de sis competències transversals que la institució considerava que havien de figurar de manera obligatòria en el perfil de tots els seus graduats, entre les que estan la capacitat creativa i l'emprenedora i la capacitat d'aprenentatge i la responsabilitat [2]. La realització de pràctiques guiades no té sentit per a treballar aquestes competències. D'altra banda, en les pràctiques de laboratori, ja estructurades com a projecte, l'alumnat treballa de forma molt motivada però no poden arribar a desenvolupar reptes gaire avançats perquè han d'utilitzar els equips electrònics ubicats físicament en els laboratoris de la Facultat i a més han de programar tasques per assolir objectius amb poc temps. Aquesta limitació a més dificultava la inclusió d'activitats o projectes adaptats a les innovacions tan tecnològiques com metodològiques dels àmbits objecte de la formació dels enginyers. Cada any el claustre de professors i coordinadors de pràctiques en enginyeries realitza un exercici autocrític, en base a l'experiència del curs i a l'opinió de l'alumnat i es fan petites actuacions, correccions i adaptacions però resulten insuficients per a donar una formació totalment professionalitzadora. Si bé la inclusió de l'aprenentatge basat en projectes està i ha estat present des de l'origen en les assignatures de caràcter pràctic dels graus d'Enginyeria de la UB relacionats amb les TIC i la Bioenginyeria, l'aparició de la pandèmia en el curs 2019-20 va obligar a replantejar la metodologia docent. Gràcies a la motivació i dedicació

del professorat del Departament EEB el que al principi s'albirava com una dificultat es va plantejar com un repte que va impulsar i proporcionar un important salt qualitatiu en la millora de l'aprenentatge i la formació professionalitzadora. Els grans avenços tecnològics en el sector de les TIC van possibilitar l'aparició en el mercat d'equips de mesura de petites dimensions i cost assequibles que tenen funcionalitats d'adquisició, tractament i processat de senyal. Aquests equips combinats amb material fungible electrònic va donar l'oportunitat de treballar de forma autònoma fora de l'aula. A partir del curs 2019-20 van realitzar-se proves pilot en diferents assignatures basades en la realització de pràctiques com a projectes i amb la cessió d'equips electrònics de petites dimensions i grans prestacions agrupats dins del kit que hem denominat EMPENTA. En aquest context i tenint en compte l'existència d'experiències pilot fetes en grups reduïts d'alumnes, es pren la decisió de potenciar la realització d'activitats docents on l'alumne pugui desenvolupar en el seu entorn més proper un treball autònom, però al mateix temps col·laboratiu, ja que en determinats projectes els seus resultats han de ser compartits per els membres del seu equip de treball de manera coordinada per assolir un desenvolupament, prototip o eina tecnològica comú a partir de les diferents aportacions. Aquesta estratègia està d'acord amb la concepció de que la innovació no és sempre un acte individual esporàdic, sinó un acte sistemàtic en equip. [3]. Innovar requereix d'un mètode, d'un sistema [4]. Hem de pensar que la innovació ha de ser alguna cosa participativa, i és precisament a l'aula, i especialment en les pràctiques de laboratori i en l'àmbit educatiu on creiem que es pot desenvolupar d'una manera plena. Cal esmentar que emprenedoria és una actitud, una capacitat que pot esdevenir en la creació d'una startup o spin off, però també pot desenvolupar-se en forma d'intraemprenedoria (innovant a l'empresa o institució on es treballa) o en forma d'emprenedoria social (innovant pel bé de la societat) [5].

En aquest projecte es va proposar una modificació radical del desenvolupament de les assignatures. L'adquisició d'aquests equips electrònics, ha permès donar un salt qualitatiu d'altíssim nivell, eliminant les limitacions citades anteriorment, ja que ha potenciat el treball autònom fora del laboratori. El fonament del projecte està, per tant, basat en el concepte "Learning by doing" on volem que l'alumne, des del primer moment de classe, tingui un paper actiu per a resoldre un projecte i els diversos reptes que es puguin trobar. Les classes han de ser eminentment pràctiques. El professor és l'encarregat de dinamitzar, orientar, resoldre dubtes i motivar. La corba d'aprenentatge creix exponencialment quan l'alumne està motivat i pren un rol actiu. Cal destacar que aquesta metodologia de treball sumada a la disponibilitat del kit EMPENTA ha de facilitar la creativitat, possibilitat de fer innovacions i adaptar els projectes a les novetats del sectors desenvolupant actituds i aptituds imprescindibles per fomentar la emprenedoria.

Si bé alguna de les actuacions també van adreçades a estudiants del primer any en assignatures específiques que el pla docent ho permet, el perfil d'alumnat són estudiants que havent superat la dificultat i exigències del primer any, estan molt motivats i esperen que el contingut de les assignatures pràctiques sigui de caràcter molt professionalitzador. En aquest context, desitgen adquirir les competències més adients, sobre tot les relacionades amb emprenedoria, innovació i creativitat. També estan interessats en que, en un sector relacionat amb tecnologia punta en evolució ràpida i continuada, les pràctiques estiguin especialment adaptades a les novetats reclamant una orientació basada més en la realització de projectes que una mera seqüència de sessions pràctiques. Cal afegir que, en l'àmbit de les TIC, són alumnes que normalment mostren molt interès en

disposar a nivell personal d'equips electrònics per a poder realitzar dissenys electrònics propis. En definitiva, són alumnes que en veure's immersos en el desenvolupament d'un projecte engrescador on aplicar els diversos coneixements previs d'altres assignatures responen amb una alta implicació i dedicació.

#### **4) OBJECTIUS**

El projecte d'innovació docent s'ha aplicat en les sessions de laboratori de diferents assignatures que imparteix el Departament d'EEB. La proposta ha sigut dotar als estudiants d'equips d'instrumentació electrònica per a poder realitzar el treball de laboratori tan dins com a fora de l'aula. Aquest material consisteix en instruments electrònics multifuncions, plaques d'avaluació, targetes d'adquisició de dades, sistemes encastats i components electrònics bàsics i ha estat adquirit gràcies a les aportacions obtingudes amb partides pressupostàries del Departament i dels centres implicats, amb un import total proper als 90.000 Euros. A partir d'aquest material no només s'ha pogut realitzar un aprenentatge basat en projectes sinó que s'ha pogut treballar d'una forma més propera al treball professionals millorant les competències de creativitat, innovació i emprenedoria. Gràcies a que els estudiants ha pogut disposar del material en tot moment a més s'ha treballat l'autonomia, la capacitat d'aprenentatge i responsabilitat de l'alumnat destinatari.

Així doncs l'objectiu del projecte ha estat millorar les competències professionals, la creativitat, la innovació, la emprenedoria, la autonomia, la capacitat d'aprenentatge i responsabilitat dels estudiants de les assignatures que imparteixen els professors del departament d'EEB.

Com a objectius específics s'han treballat en :

- Crear equips docents per a coordinar les necessitats formatives dels estudiants relatives als diferents equips utilitzats.
- Utilitzar els diferents dispositius programables i instruments-multifunció personals (kit EMPENTA) per dissenyar de manera autònoma plataformes d'aprenentatge transversal i multidisciplinar.
- Pas de pràctiques compartimentades a projectes multidisciplinars. Dotar a l'alumnat material/eines d'ús individual que permet avaluar el nivell inicial de cada alumne i poder acompanyar a tothom durant el curs per assolir el nivell final requerit.
- Generar un laboratori virtual completament idèntic al presencial: l'aprenentatge no es veu afectat pel fet de poder accedir o no a les instal·lacions de la Facultat.
- Promoure la creativitat/emprenedoria a l'hora de buscar solucions a problemes: gràcies a tenir accés a diferents eines, l'alumnat presenta diferents solucions als problemes presentats durant les pràctiques; les pràctiques ja no son totalment guiades.
- Potenciar les iniciatives dels estudiants. Promoure la utilització d'eines de simulació per incentivar la capacitat exploratòria dels estudiants.
- Promoure la igualtat en l'accés a les eines de l'assignatura. Fer accessible aquesta metodologia i disponibilitat del kit EMPENTA a la totalitat dels estudiants.

- Treure profit de ser tutoritzats per professorat fortament implicat en recerca puntera i actual.
- Fomentar la creativitat associada a la recerca d'informació en un context científic, ordenat i rigorós, però alhora obert.

## 5) DESENVOLUPAMENT DE L'ACTUACIÓ

L'estratègia plantejada inicialment ha estat implicar al professorat del Departament d'EEB per a replantejar les sessions de laboratori. Per treballar les competències comentades en els objectius s'ha potenciat l'aprenentatge basat en projectes i la metodologia learning by doing on fos necessari el treball autònom de l'estudiant amb material de laboratori electrònic. A més s'ha realitzat una coordinació entre assignatures en la utilització d'aquest material introduint de forma gradual el material de laboratori de més bàsic a més avançat. Per últim l'estratègia ha estat cedir aquest material a l'alumnat i avaluar el grau d'objectius assolits.

Com a prova pilot es va començar a treballar en les assignatures de Sistemes Digitals i Estructura de Processadors (SDiEP) del 3er semestre i Disseny i Síntesis de Sistemes Digitals (DSSD) del 6é semestre del grau d'Enginyeria Electrònica de Telecomunicació (EET). Els estudiants generaven un laboratori virtual completament idèntic al presencial a partir de la placa d'avaluació DE0-CV que utilitza el dispositiu FPGA Altera Cyclone V. L'alumnat feia exactament la mateixa pràctica en les mateixes condicions ja que les eines ho permeten. L'aprenentatge no es veu afectat pel fet de poder accedir o no a les instal·lacions de la Facultat. També es promou la creativitat/emprenedoria a l'hora de buscar solucions a problemes: gràcies a tenir accés a diferents eines, l'alumnat presenta diferents solucions als problemes presentats durant les pràctiques; les pràctiques ja no són totalment guiades.

Donats els resultats engrescadors de les experiències pilot, s'efectua la compra a gran escala dels dispositius i eines de mesura que constitueix el kit EMPENTA, indicant al professorat que els alumnes poden disposar d'aquest material. D'aquesta forma el professorat dissenya les seves sessions de laboratori tenint en compte que els estudiants poden realitzar treball pràctic de laboratori de forma autònoma fora de l'aula. El kit consta dels següents dispositius que són seleccionats per a cada assignatura amb la finalitat de que l'estudiant disposi dels més idonis pel compliment dels objectius específics de cada assignatura:

- Analog Discovery 2 de Digilent (AD2).
- Placa d'avaluació DE0-CV amb el dispositiu FPGA Altera Cyclone V.
- Placa d'adquisició de dades de National Instruments (NI) myDAQ.
- Plataformes de desenvolupament Arduino Uno (ATMEGA328P) i de Texas Instruments Launchpad MSP430, TIVA C i MSP432.

L'AD2 és un dels dispositius més importants del kit EMPENTA [6] degut a la seva funcionalitat i a la seva inclusió en diferents assignatures. Aquest dispositiu, amb un preu aproximat de 400€ en l'any 2023, emula la funcionalitat de múltiples instruments electrònics sent molt versàtil per als estudiants. Aquest dispositiu té les funcionalitats més

utilitzades en els sistemes d'instrumentació electrònica com són: oscil·loscopi, generador de funcions, font d'alimentació, multímetre, analitzador d'espectres, lògic i d'impedància entre altres. A més, disposa del programa WaveForms per a la visualització dels senyals. En els cursos 2021-23 es disposaven de 80 dispositius AD2 a la disposició dels estudiants.



*Figura 1: Imatges de les plaques Analog Discovery 2, targeta d'adquisició myDAQ.*

La placa d'avaluació DE0-CV [7] és una plataforma de disseny de maquinari que utilitza el dispositiu FPGA Altera Cyclone V com a control central per als seus perifèrics. Amb aquesta potent plataforma els estudiants poden realitzar tot l'aprenentatge de disseny de maquinari partint dels projectes més senzills fins a projectes professionalitzadors. Es pot considerar que la placa DE0-CV és la solució per a demostradors i avaluació, capaç d'explotar les propietats dels dispositius programables FPGA utilitzats en l'àrea de l'electrònica. En el curs 2021-23 es disposaven de 44 plaques d'avaluació.

El Kit EMPENTA disposa a més de 24 targetes MyDAQ [8] que permeten l'adquisició de dades amb 2 entrades i 2 sortides analògiques, 8 entrades i sortides digitals i 2 fonts d'alimentació de 15V i 5V. Aquest dispositiu a més d'adquirir dades, permet treballar com a multímetre, generador de funcions i font d'alimentació. Abans de l'aparició dels dispositius AD2 era un dispositiu molt interessant per a l'adquisició de senyals.

Les plataformes de desenvolupament Arduino Uno (ATMEGA328P) [9] són un dels dispositius més utilitzats en les assignatures del projecte DITiFET gràcies al seu baix preu, la seva versatilitat i la simplicitat en la seva programació i ús del seu entorn de desenvolupament. Actualment, es disposa d'unes 150 unitats. Des del punt de vista de la metodologia docent i pels alumnes novells, ofereix el punt d'entrada a l'estudi dels sistemes encastats basats en microcontroladors.

Les plataformes de desenvolupament de Texas Instruments Launchpad [10] MSP430 – TIVA C – MSP432 són un conjunt de microcontroladors que permeten als alumnes assolir les competències de l'enginyer electrònic en el desenvolupament de sistemes encastats electrònics, tant en la seva vessant tècnica (hardware i software) com transversal (gestió de projectes). L'avantatge de fer servir plataformes de la mateixa família és que, d'una banda, l'entorn de treball és comú, facilitant la corba d'aprenentatge de les eines de treball; i, per l'altra banda, cada plataforma diferent està destinada a treballar cadascun dels paradigmes de la programació en què es trobarà l'estudiant al món laboral. En el departament d'EEB es disposen d'unes 150 microcontroladors per a cedir a l'estudiantat.

A més els estudiants disposen del material fungible necessari per a realitzar els projectes proposats a cada assignatura: sensors, cables, components electrònics passius i actius, placa de proves, etc. Els equips amb més funcionalitat i més costosos són utilitzats a partir

del tercer curs d'estudis de grau. Però des del primer curs del grau d'EET els estudiants disposen del maletí EMPENTA (figura 2) format per un Arduino UNO, multímetre, placa de proves i fungible electrònic. D'aquesta forma els estudiants comencen a treballar les sessions pràctiques amb la metodologia basada en projectes i de forma autònoma, utilitzant aquest material fora de l'aula. En els cursos 2021-23 es disposaven de 55 Maletins.



*Figura 2: Imatge del conjunt de material que permet configurar el contingut del maletí EMPENTA utilitzat en primer i segon curs.*

A continuació és comenten les actuacions realitzades en les diferents etapes del projecte.

### **Primera etapa: Juny 2021-desembre 2021**

#### ***Actuacions generals***

- Identificació i classificació de les iniciatives existents d'acord amb el objectius especificats en l'apartat anterior.
- Anàlisi de la viabilitat d'implementació en altres assignatures.

- Establiment d'equips de treball que agrupin les actuacions de diferents assignatures que són interdependents, per coordinar les actuacions i establir les graduacions pertinents des de l'etapa inicial en assignatures dels primers semestres fins a les de darrers semestres.

### ***Actuació específiques***

- Establiment de rúbriques per conèixer l'evolució del grau d'assoliment de les competències d'interès.
- Anàlisi de plataformes existents de treball col·laboratiu amb la finalitat de seleccionar la més adient per facilitar un entorn que reuneixi característiques d'usabilitat, robustesa i limitacions d'accés compatibles amb plataformes UB.
- Disseny i posta a punt d'un repositori d'actuacions que, essent accessible a tot el professorat, faciliti la consulta i detecció de bones pràctiques de cara a la seva possible implementació en altres assignatures o àmbits.
- Selecció dels components de cada kit en les diferents assignatures. Donat que cada assignatura té objectius diferents que s'han d'assolir amb instruments i protocols diferenciats, s'han de seleccionar els components del kit més adients a cada assignatura o conjunt d'assignatures del mateix àmbit.
- Establir la logística necessària per dotar als alumnes dels kits EMPENTA: emmagatzemat, distribució, assumpció de responsabilitats, recollida.
- Confeccionar un manual bàsic de les prestacions i de l'ús del kit.
- Disseny i implementació de les plataformes tecnològiques per facilitar la logística i l'accés a les característiques dels diferents components que constitueixen el kit EMPENTA.

### **Segona etapa: gener 2022-juny 2022**

#### ***Actuacions generals***

- Introducció en els plans docents de les actuacions relacionades amb el treball basat en l'assoliment de les competències de creativitat, innovació i capacitat emprenedora.
- Fomentar pràctiques basades en desenvolupament de projectes.
- Potenciar la implementació d'activitats de cara a un projecte global de pràctiques.
- Promoure la utilització d'eines de simulació per incentivar la capacitat exploratòria dels estudiants.
- Potenciar les actuacions basades en metodologia *learning by doing*.
- Incidir en la importància d'adaptació a les necessitats de l'entorn social. Connexió de l'alumnat amb l'ecosistema emprenedor.
- Fomentar la creativitat associada a la recerca d'informació en un context científic, ordenat i rigorós, però alhora obert.
- Emfatitzar, en la concepció de les pràctiques basades en projectes, la importància de tenir en compte aspectes rellevants, tals com la protecció intel·lectual i la normativa reguladora associada.
- Establiment de metodologies que fomentin el treball dels equips del punt anterior, aprofitant la possibilitat de compartir informació.
- Coordinació d'activitats dels diferents equips de treball.

- Anàlisi d'activitats per facilitar l'accés a tots els estudiants d'aquelles actuacions que han possibilitat la realització de projectes amb forta component de creativitat, innovació i emprenedoria.
- Adaptació continuada del contingut de les actuacions als desenvolupaments tecnològics dels sectors TIC i Biomèdics, caracteritzats pel seu dinamisme i introducció de nous productes i metodologies.
- Establir estratègies i mecanismes de seguiment dels nous instruments i dispositius que apareixen en el mercat per actualitzar el contingut del kit EMPENTA.

### ***Actuació específiques***

- Utilització de les funcionalitats del Campus Virtual UB necessàries per facilitar aquest entorn de treball en equip i desenvolupament de competències.
- Analitzar els mecanismes i funcionalitats que permetin fer compatibles les activitats d'avaluació de competències amb l'entorn del campus virtual.
- Implementació d'una plataforma tecnològica per recollir la implementació i seguiment de les actuacions plantejades.
- Destinar part de les partides de despesa relacionades amb les pràctiques al manteniment i actualització dels components del kit EMPENTA.
- Utilitzar els diferents dispositius programables i instruments-multifunció personals (kit EMPENTA) per dissenyar de manera autònoma plataformes d'aprenentatge transversal, multidisciplinar i cooperativa.
- Disseny i implementació d'activitats de formació per conèixer les prestacions bàsiques i utilitats dels diferents kits.
- Realització de píndoles audiovisuals que facilitin l'ús dels components dels kits o utilització de vídeos per a aprendre el seu funcionament.

## **Tercera etapa: Setembre 2022-Juny 2022**

### ***Actuacions generals***

- Fer accessible aquesta metodologia i disponibilitat del kit EMPENTA a la totalitat dels estudiants.
- Implementació i seguiment de les activitats en les diferents assignatures.
- Reunions dels diferents equips de treball per analitzar punts febles i aspectes a potenciar, fent especial incidència en potenciar les iniciatives dels estudiants.
- Avaluació de les actuacions plantejades i resultats obtinguts.
- Transferència del coneixement i de bones pràctiques al conjunt de professorat del Departament. Col·laboració amb altres enginyeries i ensenyaments en general.
- Adaptació i/o disseny de noves activitats en les pràctiques per incidir en la importància d'adaptació a les necessitats de l'entorn social.
- Consolidació de les activitats de presentació dels resultats obtinguts en els formats més adients a cada entorn.

### ***Actuació específiques***

- Implementació del contingut de les actuacions als desenvolupaments tecnològics dels sectors TIC i Biomèdics.

- Implementació de les estratègies de distribució d'alumnes en equips de treball per fomentar el treball cooperatiu en la realització de les pràctiques.

En la proposta inicial també es proposava treballar la competència de treball en equip i col·laboratiu, però només en l'assignatura de Projectes del Grau d'Enginyeria Biomèdica s'ha treballat aquesta competència. En la resta d'assignatures el professorat a preferit consolidar la resta de competències amb la possibilitat de treballar aquesta competència més endavant. En les assignatures de Laboratori de Sistemes Electrònics I i II (LSE1 i LSE2) del Grau d'EET i projectes del grau d'EB i optativa del grau de Física es vol introduir aquestes competències en els propers cursos. Aquesta proposta seria molt rellevant doncs així s'inclourien aquestes dos competències en dos dels graus que imparteix el Departament d'EEB.

## **6) AVALUACIÓ, RESULTATS I INTERPRETACIÓ**

### **6.1. Avaluació**

Els indicadors d'avaluació escollit han estat:

- Els diferents estudis on els estudiants poden treballar amb la metodologia proposada en el projecte DITiFET.
- Les assignatures integrades en el projecte DITiFET en la seva totalitat basant-se en l'aprenentatge *learning by doing* o en l'aprenentatge basats en projectes, en totes les sessions de pràctiques o en algunes de les seves pràctiques.
- La implicació del professorat del Departament d'EEB en la utilització de la metodologia proposada en el projecte DITiFET.
- Enquesta als professorat i als estudiantat d'últim curs referent al projecte DITiFET i a les competències desenvolupades.
- Preguntes obertes en relació a l'opinió del projecte DITiFET tan a alumnat com a professorat.
- Sostenibilitat econòmica.

### **6.2. Resultats i interpretació**

El projecte DITiFET s'ha aplicat en alguna assignatura de 3 graus i 2 màsters: Grau d'EET, Grau d'EB, Grau de Física i Màster en Enginyeria Biomèdica i Màster de Ciència i Tecnologia Quàntiques .

A nivell d'assignatures s'ha aplicat en 18 assignatures que imparteix el professorat del departament d'EEB. A més de les assignatures de TFM i de TFG on el material està a disposició de l'alumnat que ho necessiti. Cal indicar la forta implicació d'aquesta metodologia en el grau d'EET on 12 assignatures estan integrades al projecte DITiFET, això vol dir, un 39% de les assignatures d'aquest grau que imparteix professorat del departament. També cal destacar que en 4 assignatures apliquen la metodologia *learning by doing* en la seva totalitat, és a dir, tota la seva docència es centra en el desenvolupament d'un projecte (LSE1, LSE2 i Instrumentació Virtual del grau d'EET i Microcontroladors per a Sistemes Biomèdics).

El dispositiu AD2 s'ha introduït en 8 assignatures del grau d'EET i en 1 assignatura del grau d'EB. En el grau d'EET a partir del 6é semestre tots els alumnes disposen d'un AD2 per a treballar fora de l'aula. En l'assignatura d'Electrònica de Potència i Control (EPC)

es treballa la part analògica, en DSSD la digital, i en Microcontroladors i Sistemes Empotrats les dues parts. El següent any és molt important en les assignatures de LSE1 i LSE2 degut al caràcter pràctic de les dues assignatures. També s'utilitza en assignatures optatives d'últim curs. En el cas d'alumnes del grau d'EET els alumnes retornen aquest dispositiu al finalitzar l'assignatura de LSE2 o al finalitzar el seu TFG en el cas de que el necessitin.

La placa d'avaluació DE0-CV s'ha utilitzat en el grau d'EET en 3 assignatures, en els cursos inicials com Disseny Digital Bàsic (DDB) i SDiEP, i acabant amb projectes de major nivell en l'assignatura de DSSD, com a aplicacions de gran volum, unitats de control de motors, targetes de captura, controladors de càmeres, etc.

El dispositiu Arduino UNO s'utilitza en 8 assignatures de 3 graus i 2 màsters. En el grau d'EET, s'utilitza ja al primer curs a l'assignatura de Components i Circuits Electrònics (CCE) on els alumnes realitzen petits projectes bàsics tot familiaritzant-se amb l'entorn de treball. A les assignatures de cursos posteriors com EPC, Dispositius Optoelectrònics i Instrumentació Virtual, l'Arduino es converteix en una eina de treball que els permet desenvolupar projectes d'una complexitat més gran tot mantenint un paradigma de programació d'alt nivell. També és utilitzat en altres ensenyaments: al grau d'EB, en les assignatures de Projectes d'Enginyeria i d'Equips i Instrumentació Biomèdica; al grau de Física, en l'assignatura Programa de Simulacions d'Instruments de Mesura; al Màster Enginyeria Biomèdica, en l'assignatura Sistemes de Sensors Intel·ligents; i al Màster de Ciència i Tecnologia Quàntiques, en l'assignatura Electronics for the QTECH Lab.

MyDAQ s'utilitza en les sessions pràctiques de 2 assignatures del grau d'EB. En l'assignatura d'Electrònica Aplicada comencen a treballar amb aquest dispositiu i en l'assignatura EIB es cedeix el dispositiu per a que puguin treballar fora del laboratori docent. A més aquestes targetes es cedeixen als estudiants que les necessiten per a desenvolupar el seu TFG o TFM a petició del seu tutor acadèmic.

El microcontrolador Launchpad TIVA C (TM4C123G) es fa servir a l'assignatura LSE1 del grau d'EET. De forma autònoma, l'alumne ha de realitzar un projecte d'integració de sistema electrònic de complexitat mitjana que consisteix en un controlador de motor BLDC. Posteriorment els estudiants utilitzen el microcontrolador Launchpad MSP432E401Y en l'assignatura LSE2 per a implementar un sistema encastat de control en temps real, el qual emula el principi de vol d'un quadrcòpter.

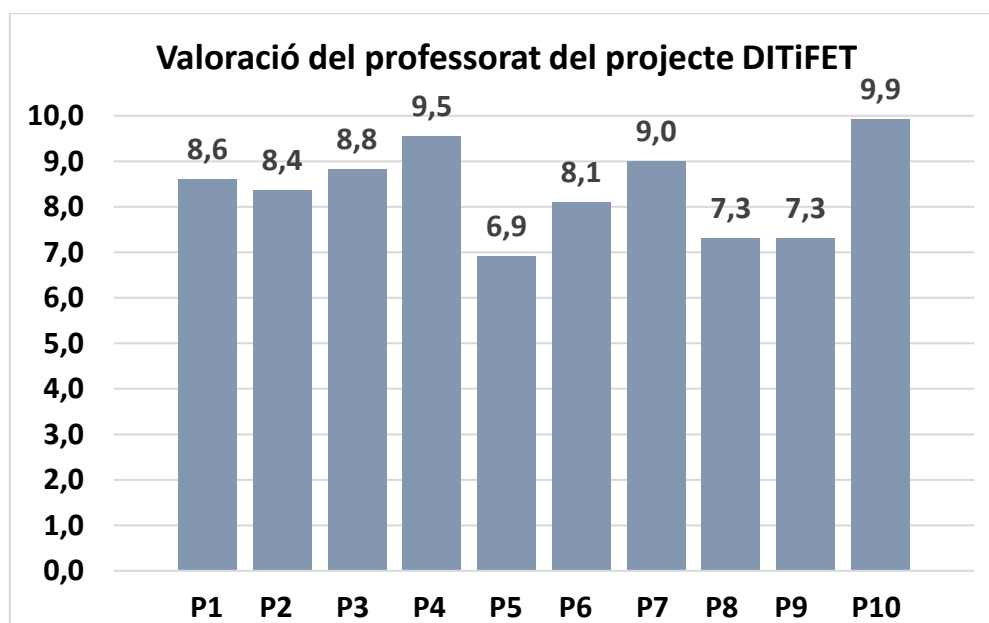
El maletí EMPENTA és el primer material que es deixa als estudiants del grau d'EET per a que comencin a treballar de forma autònoma competències bàsiques de laboratori. Aquest maletí és utilitzat en l'assignatura de primer de CCE i la de segon d'ACE.

A la finalització del projecte 17 professors de plantilla del Departament d'EEB han participat en el projecte DITiFET, es a dir un 40% del professorat de plantilla. A més 8 professors associats han participat també en el projecte DITiFET. Referent als professors que imparteixen docència en el grau d'EET del departament el percentatge arriba al 85%, ressaltant un altre vegada la forta implicació d'aquest grau en el projecte DITiFET.

En l'enquesta realitzada al professorat que ha participat en el projecte DITiFET s'han realitzat les següents preguntes:

1. Am el Kit EMPENTA s'ha pogut modificar la metodologia de les sessions de laboratori
2. s'ha pogut treballar fora de l'aula de forma molt similar a com es fa amb els instruments de laboratori.
3. és un material fonamental en les pràctiques de les assignatures on l'utilitzem.
4. permet treballar de forma autònoma als estudiants el contingut de laboratori.
5. permet treballar de les competències d'innovació i emprenedoria.
6. permet millorar la creativitat
7. permet adquirir competències professionals
8. La gestió en la cessió del Kit EMPENTA està ben coordinat.
9. Hi ha una bona coordinació entre les assignatures que utilitzen el mateix material del Kit EMPENTA.
10. Estic satisfet en que els alumnes disposin de material cedit del Kit EMPENTA per a la docència de la meva assignatura

En la figura 3 es mostra el resultat de l'enquesta en una gràfica de barres de l'enquesta realitzada al professorat que ha utilitzat el Kit EMPENTA per modificar la metodologia de les pràctiques. El professorat manifesta estar molt satisfet (9,9/10) en que els alumnes disposin de material cedit del Kit EMPENTA per a la docència de la seva assignatura. També valoren molt positivament el poder treballar les competències instrumentals de forma autònoma (9,5/10) i l'adquisició de competències professionalitzadores (9,0/10). El professorat amb una valoració per sobre de 8,0/10 considera que amb el Kit EMPENTA ha pogut modificar la seva metodologia, treballar fora de l'aula de forma similar a com es treballa en el laboratori i que actualment aquest material és fonamental per a les seves sessions de pràctiques. La competència de creativitat també està ben valorada (8,1/10) i la d'innovació i emprenedoria no està tan ben valorada (6,9/10). Amb relació a la gestió i coordinació del Kit EMPENTA la valoració és positiva (7,3/10) però s'hauria de millorar per aconseguir un grau de satisfacció superior.

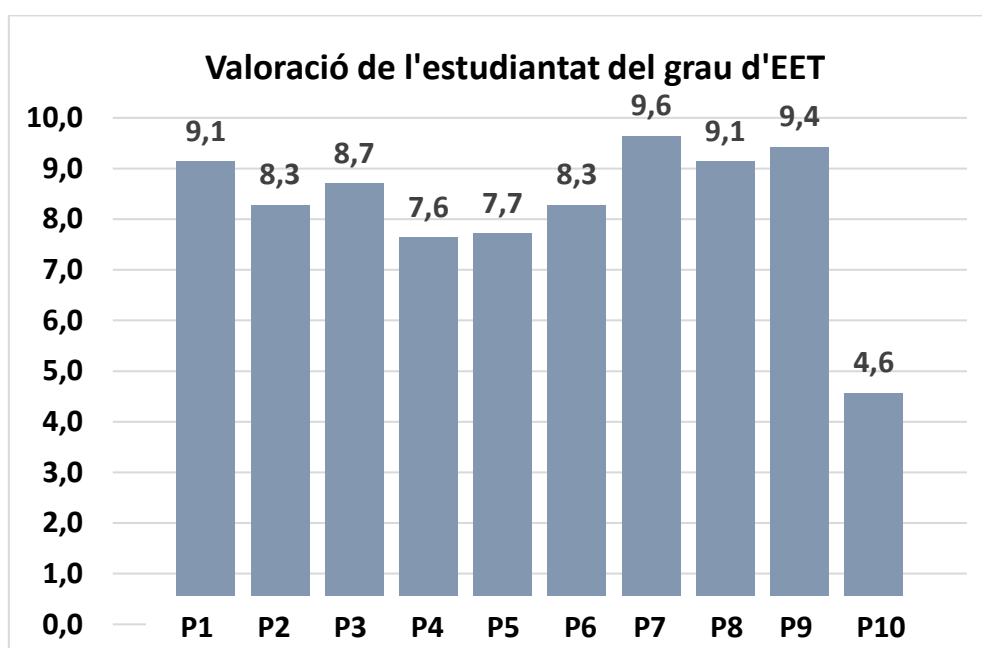


*Figura 3: Resultat en gràfic de barres de l'opinió del professorat que ha participat en el projecte DITiFET en el curs 2023-24 a les 10 preguntes realitzades.*

A la pregunta oberta de destacar els aspectes positius i de millora del projecte DITiFET el professorat destaca l'autonomia de l'estudiantat en temes de caràcter pràctic, la millora de les sessions de pràctiques de laboratori i la motivació de l'estudiantat. Com a aspectes a millora es comenta que el punt dèbil és la gestió del material que requereix molt esforç per part del professorat i garantir que el material es vagi renovant. Referent al tema de gestió és un punt on es continua treballant i millorant. Respecte a la reposició del material, la Cap de Departament d'EEB està fent una aposta important amb l'adquisició de nou material que permeti continuar treballant amb aquesta metodologia.

Tenim en compte la forta implicació del projecte en el grau d'EET, s'ha decidit passar una enquesta als estudiants d'últim curs d'aquest grau, doncs aquest estudiants han utilitzat els dispositius del kit EMPENTA en les diferents assignatures. Les preguntes realitzades en l'enquesta han sigut les següents:

1. Permet treballar de forma autònoma.
2. He pogut treballar de forma molt similar a com es fa amb els instruments de laboratori.
3. Permet millorar la creativitat en les activitats docents o activitats pròpies.
4. Permet implementar projectes propis de sistemes electrònics.
5. Permet explorar la meua capacitat d'innovació i emprenedoria.
6. Estic millor format per exercir les meves competències professional en l'empresa.
7. En les assignatures on es treballa en base a projectes és necessari disposar del Kit EMPENTA per treballar fora de l'aula.
8. Hi ha una bona coordinació entre assignatures que utilitzen els mateixos dispositius.
9. Estic satisfet de què el departament hagi apostat en la cessió de dispositius electrònics.
10. Estic utilitzant o crec que faré servir el Kit EMPENTA per al meu treball final de grau (TFG).



*Figura 4: Resultat en gràfic de barres de l'opinió de l'estudiantat d'últim curs del grau d'EET en curs 2023-24 a les 10 preguntes realitzades.*

En la figura 4 es mostra una gràfica de barres amb els resultats de l'enquesta als estudiants d'últim curs del grau de GEET. La valoració general és molt positiva. Amb un valor superior al 9.0 sobre 10.0 els estudiants consideren que la utilització del Kit EMPENTA fomenta l'autonomia i que és necessari en les assignatures que treballen en base a projectes. També ressalten de forma excel·lent la coordinació del professorat en la utilització del kit EMPENTA. Amb valors superiors al 8.0 destaquen que el kit EMPENTA fomenta la creativitat i que permet treballar de forma anàloga a com ho farien en el laboratori de forma professional. Amb una puntuació de notable destaquen la innovació i la emprenedoria i que els permet desenvolupar projectes propis. Amb un 4,6 els estudiants indiquen que necessitaran aquesta cessió per a desenvolupar el seu TFG, Pot semblar un valor petit, però realment és molt gran doncs indica que pràcticament la meitat de l'estudiantat considera que aquesta cessió de material és necessària per a desenvolupar el seu TFG. S'ha de tenir en compte que hi ha treballs fi de grau que es desenvolupen en empreses o que el seu àmbit no requereix d'instrumental electrònic.

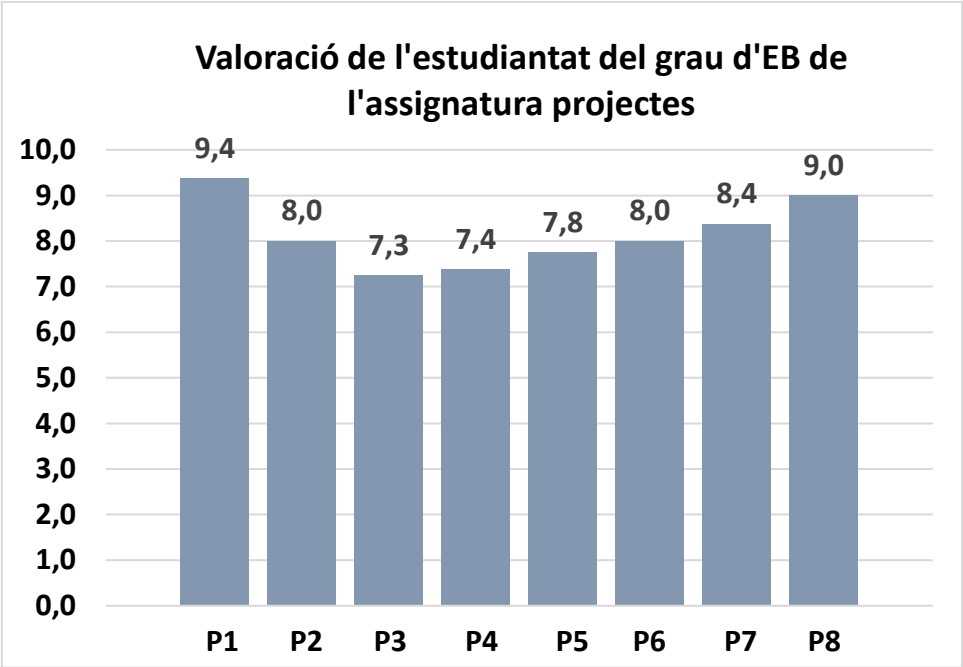
A la pregunta de que ressaltaries d'aquesta metodologia de treball l'alumnat comenta majoritàriament el fet de poder treballar fora de l'aula aspectes pràctics, dotant als estudiants d'autonomia per a realitzar els projectes de les diferents assignatures. També comenten la millora de la capacitat creativa i de competències professionals

Referent als aspectes de millora l'alumnat comenta que hi ha mancança de dispositius de reposició i que seria interessant formació per la seva utilització. Referent a la reposició el ja s'ha comentat que el departament d'EEB està implicat en la seva reposició i referent a la formació actualment es fan sessions tutorials en les assignatures on s'utilitza per primera vegada algun del material del Kit EMPENTA.

Com s'ha comentat en l'apartat anterior la competència de treball en equip només s'ha treballat en l'assignatura de Projectes d'Enginyeria del grau d'EB. Aquesta assignatura de projectes és va re formular completament a través del projecte 2020PID-UB/035 potenciant les competències relacionades amb el treball en equip i s'ha acabat de matissar dins l'àmbit del present projecte DITIFET. A continuació s'esposen les preguntes realitzades a l'estudiantat:

1. Considereu que l'assignatura de Projectes d'Enginyeria us pot ser útil en el vostre futur laboral?
2. Considereu que s'ha treballat de forma efectiva en equip?
3. Creieu que heu millorat la vostra capacitat de treball en equip?
4. Considereu que l'assignatura us ha ajudat a millorar la vostra capacitat de treball amb col·laboració entre iguals?
5. Creieu que l'assignatura proporciona un marc que us permeti buscar solucions de forma creativa?
6. Després de cursar el curs, considereu que heu perfeccionat la vostra capacitat de treballar de forma autònoma?
7. Al treballar en un repte que heu decidit vosaltres, tot i que dins d'uns paràmetres guia, creieu que heu millorat en quant a les vostres capacitat d'innovació i emprenedoria?
8. Estic molt satisfet que en l'assignatura de Projectes d'Enginyeria s'hagi de realitzar un projecte en equip (col·laboració entre iguals), completament gestionat per vosaltres.

Com es pot observar en la figura 5 l'estudiantat considera que el realitzar un projecte en equip serà útil per al seu futur professional i estan molt satisfets amb una puntuació igual o superior al 9,0/10. Referents a les preguntes relatives a les competències de treball en equip, creativitat, autonomia, emprenedoria i iniciativa l'estudiantat l'ha valorat de forma notable amb valors entre el 7,3 i el 8,4 sobre 10.



*Figura 5: Resultat en gràfic de barres de l'opinió de l'estudiantat de l'assignatura de Projectes d'Enginyeria del grau d'EB en curs 2023-24 a les 8 preguntes realitzades.*

Referent al cost econòmic s’ha de remarcar que ha calgut una forta inversió per posar a punt aquesta nova metodologia, però que a la llarga considerem que és econòmicament sostenible. Per validar aquesta opinió s’ha comparat el preu dels instruments de laboratori que emula el dispositiu AD2. Sent aquest un dels dispositius més car i dels més utilitzats. Un laboratori d’instrumentació electrònica o similar requereix com a mínim d’una font d’alimentació, un generador de funcions i un oscil·loscopi. Amb preus actuals (2024) aquest equips poden costar uns 1500€ (taula 1) seleccionant dispositius de gamma mitja [11].

| Equip electrònic de laboratori                | Preu (€) amb IVA |
|-----------------------------------------------|------------------|
| Generador de funcions RS PRO AFG21005         | 442,17           |
| oscil·loscopi RS PRO RSDS 1052 DL +, 2 canals | 542,16           |
| Font d'alimentació RS PRO, 3 salidas          | 548,02           |
| Els tres equips                               | 1532.35          |

*Taula 1: Preu dels equips electrònics bàsics d'un laboratori electrònic.*

Aquest dispositiu s'utilitza en 4 laboratoris: Electrònica de Potència i Control; Sistemes Digitals; Instrumentació Electrònica; Treball Final de Grau) amb 10 llocs de treball, això

implica un cost de material de 60.000€ i l'AD2 s'ha de proporcionar com a màxim a 80 estudiants amb un cost de 32.000. Es a dir, si només s'utilitzés l'AD2 hi hauria un estalvi de 28.000€. Per exemple en el laboratori d'EPC s'ha considerat utilitzar únicament el dispositiu AD2 com a equip electrònic de laboratori. Per altre banda s'ha d'indicar que per al procés formatiu és bo que els estudiants treballin amb material electrònic convencional de sobretaula. En aquest sentit es podria reduir els llocs de treballs on es disposa d'aquests aparells fent que l'estalvi indicant s'utilitzés per a l'adquisició d'aquest material. Així doncs s'evidencia que treballar amb la metodologia proposada en aquest projecte no suposa una despesa addicional i que es econòmicament sostenible. A més l'AD2 el fabrica l'empresa DIGILENT que des de l'any 2000 ha estat en la Vanguardia de la innovació amb solucions de hardware i software per a enginyers, investigadors i educadors [12]. Actualment pertany a una de les empreses més importants en instrumentació electrònica com és National Instruments (NI). Aquesta empresa va obtenir uns ingressos de 1.660 milions de dòlars en 2022 i actualment ha estat adquirida per l'empresa EMERSON que es consideren líders mundials en l'automatització [13]. Els altres dispositius també són molt importants en el projecte DITiFET però son de més baix preu com Arduino UNO o els microcontrolador Launchpad, però la seva disponibilitat també està garantida per la rellevància de les empreses que els fabriquen.

## **7) VALORACIÓ DE L'EXPERIENCIA**

El posar en marxa el projecte DITiFET ha requerit una forta inversió a nivell de material, doncs s'havia de garantir que tots els estudiants tinguessin accés als dispositius. Els beneficis referents a autonomia, creativitat, professionalització, fan que mantenir aquesta metodologia de treball sigui actualment una peça fonamental en moltes assignatures que imparteix el departament d'EEB i sobre tot en el grau d'EET. En aquests moments el professorat d'aquesta titulació no podria entendre la docència sense aquest material i la metodologia pedagògica que implica. Des del punt de vista del professorat, la cessió de dispositius electrònics avançats als estudiants és un punt diferenciador de la titulació. En l'enquesta realitzada al professorat ha quedat reflectit que estan molt satisfets, que s'ha pogut canviar la metodologia de treball i que es pot treballar de forma similar a com es faria en el laboratori. En el cas de l'alumnat les opinions també han estat molt positives en termes de les competències abans indicades. Comenten a més que estan molt satisfets amb la cessió d'aquest material i que la metodologia que implica és molt important per a les assignatures que treballen en base a projectes.

D'altre banda, encara que els estudiants del grau d'EET han valorar de forma positiva que amb aquest material es pot treballar les competències d'innovació i emprenedoria (7,7/10), en el cas del professorat ha estat la nota més baixa (6,9/10). En canvi en l'assignatura de Projectes d'Enginyeria ha tingut una puntuació alta (8,4/10). Malgrat ser un resultat acceptable s'hauria de fer accions per a millorar aquesta percepció sobretot en el grau d'EET.

Referent al treball en equip i col·laboratiu només s'ha treballat en l'assignatura de Projectes del grau d'EB,. La valoració en general ha sigut molt positiva per sobre del 9,0/10. Referent a les competències desenvolupades ha tingut valoracions acceptables que fa que ens animi a continuar amb la metodologia de realització de projectes basats en el treball en equip de forma col·laborativa. A més també ens anima a traslladar aquesta metodologia a altres assignatures implicades en el projecte DITiDET.

En el desenvolupament del projecte es va crear l'any 2023 una pàgina web [14] on es mostra en obert tota la informació del projecte relacionada amb: els objectius del projecte; punts claus; persones implicades; dispositius del Kit EMPENTA; Estudis i assignatures implicades.

Referent a la difusió del projecte es vol enviar una ponència al XIII congrés CIDUI (*Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación*) 2025 en l'àrea temàtica "Les metodologies docents i les experiències d'aprenentatge. Experiències i eines de transformació digital de la docència" o en el congrés anual CUIEET (*Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*) 2025, per ser més específic a l'àrea de l'electrònica.

## 8) REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

1. W. Fyen, K. Debackere, M. Olivares. Student entrepreneurship at research-intensive universities: from a peripheral activity towards a new mainstream University. League of European Research Universities 2019.
2. Universitat de Barcelona. Vicerectorat de Política Docent. Competències transversals de la Universitat de Barcelona. Barcelona:Universitat de Barcelona, 2008.
3. Harper (2008). Towards a theory of entrepreneurial teams., Journal of Business Venturing 23: 613–626.
4. Hytti, U.; Stenholm, P.; Heinonen, J. i Seikkula-Leino J., Perceived learning outcomes in entrepreneurship education - The impact of student motivation and team behaviour., Education+Training 52 (8/9): 587–606.
5. Enterprise and entrepreneurship guidance: Guidance for UK higher education, Quality Assurance Agency for Higher Education (QAA). disponible en [https://www.qaa.ac.uk/docs/qaas/enhancement-and-development/enterprise-and-entrepreneurship-education-2018.pdf?sfvrsn=15f1f981\\_8](https://www.qaa.ac.uk/docs/qaas/enhancement-and-development/enterprise-and-entrepreneurship-education-2018.pdf?sfvrsn=15f1f981_8)
6. Analog Discovery 2: 100MS/s USB Oscilloscope, Logic Analyzer and Variable Power Supply. Digilent. Disponible en [digilent.com/analog-discovery-2](http://digilent.com/analog-discovery-2).
7. DE0-CV Board. Terasic. Disponible en <https://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&CategoryNo=167&No=921>
8. myDAQ para la universidad. National Instruments Corp. Disponible en <https://www.ni.com/es-es/shop/model/mydaq-university-kit.html>
9. Arduino UNO R3. Arduino. Disponible en <https://www.arduino.cc/en/hardware#boards-1>
10. Hardware development. Texas Instruments. Disponible en <https://www.ti.com/design-development/hardware-development.html>
11. RS. Disponible en <https://es.rs-online.com/web/>
12. Company. We help you build brilliant. About Us. Digilent. Disponible en <https://digilent.com/shop/company/#about-digilent>

13. Emerson Completes Acquisition of NI, Advancing Global Automation Leadership. EMERSON. Disponible en <https://www.emerson.com/en-us/news/2023/emerson-completes-ni-acquisition>
14. DITiFET Desenvolupament d'Iniciatives Tutoritzades Fetes amb Equips de Trebal. J. López. Disponible en <https://www.ub.edu/ditifet/>