

# **Aprenentatge Basat en Projectes en Sistemes d'Automatització i Robòtica Industrial.**

Treball de fi de Màster.

Cognoms: Trias Soler

Nom: Daniel

Titulació: Màster en formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Especialitat: Formació Professional

Director/a: Lidia Ferre Ferre

Data de lectura: 7/6/2022



## Resum

En aquest treball de final de màster, s'ha elaborat material didàctic pel professorat i l'alumnat del Grau Superior en Automatització i Robòtica Industrial que permeti treballar assignatures de forma transversal, durant part del curs, treballant diferents mòduls en un mateix projecte centrat en l'automatització i regulació d'un tanc d'aigua.

El projecte, està centrat en l'Aprenentatge Basat en Projectes i l'Aprenentatge Basat en Problemes. Concretament es centra en el mòdul 2: Sistemes Seqüencials Programables i el mòdul 3: Sistemes de Mesura i Regulació.

## Resumen

En este trabajo de fin de máster, se ha elaborado material didáctico para el profesorado y el alumnado del Grado Superior en Automatización y Robótica Industrial que permite trabajar asignaturas de forma transversal, durante parte del curso, trabajando diferentes módulos en el mismo proyecto centrado en la automatización y regulación de un tanque de agua.

El proyecto está centrado en el Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Basado en Problemas: Concretamente se centra en el módulo 2: Sistemas Secuenciales Programables y el Módulo 3: Sistemas de Medida y Regulación.

## Abstract

In this final thesis of the Master's degree, teaching material has been developed for teachers and for students in Higher Degree in Automation and Industrial Robotics to enable working on subjects in a transversal way during part of the course. Different modules are working on the same project focused on the automation and regulation of a water tank.

The project focuses both on Project-Based Learning and Problem-Based Learning. It is specifically thought for module 2: Programmable Sequential Systems and module 3: Measurement and Regulation Systems.

# Índex

<b>Introducció</b>	<b>5</b>
<b>Memòria</b>	<b>6</b>
1. Motivació	6
2. Hipòtesi de treball	6
3. Plantejament	7
4. Condicions de contorn	8
5. Objectius	9
6. Metodologia ABP	10
6.1 Metodologia ABP/PBL: Projectes	10
6.2 Metodologia ABP: Problemes	15
7. Projecte	21
7.1 Introducció del projecte	21
7.2 Relació entre el currículum i les activitats	21
7.3 Introducció del projecte	26
7.4 Primer Apartat: Inici, connexió i coneixement de l'entorn	27
7.5 Segon Apartat: Control digital, blocs de funcions i estabilitat del sistema	29
7.6 Tercer Apartat: Control analògic i llaç de control	30
7.7 Quart Apartat: Variables externes, i ajust del sistema de control	30
8. Resultats i discussió	31
8.1 Resultats a 1r curs	32
8.2 Resultats a 2n curs	33
8.3 Observacions del professor	35
8.4 Discussions i limitacions amb futures línies d'investigació	37
9. Conclusions	38
10. Reflexions personals	41
11. Bibliografia-Webgrafia	42
<b>Annex 1</b>	<b>43</b>
1 Projecte.	43
2 Instruccions per al professor	51
2.1 Instruccions per 1r curs	52
2.2 Instruccions per 2n curs	52
3 Temporització	54
4 Correcció	57
4.1 Rúbrica per l'avaluació de la primera entrega	57
4.2 Rúbrica per l'avaluació de la segona entrega	58
4.3 Rúbrica per l'avaluació de la tercera entrega	59



4.1 Rúbrica per l'avaluació de la quarta entrega	60
<b>Annex 2</b>	<b>62</b>
Resultats de les enquestes de l'alumnat	62
<b>Annex 3</b>	<b>70</b>
Mostreig realitzat a l'alumnat	70



## Introducció

En aquest treball, es tracta el tema de l'Aprenentatge Basat en Projectes aplicat a un projecte del Grau Superior d'Automatització i Robòtica Industrial de l'escola on actualment treballa. La gràcia que té el projecte esmentat, és que a la vegada també està pensat per ser treballat mitjançant l'Aprenentatge Basat en Problemes. D'aquesta forma aquest treball busca ser un exemple de com treballar amb ambdues metodologies a la vegada.

El treball ofereix un marc teòric de les dues metodologies, i com poder-les fusionar en un únic projecte, contrarestant les avantatges i inconvenients que aquestes ens poden oferir treballant conjuntament. A la vegada, es pretén obtenir una opinió per part de l'alumnat de com ha funcionat aquest projecte en el cicle, mitjançant una mostra de les seves opinions sobre el que els ha aportat l'activitat.

A la vegada, degut al marc legislatiu que ens trobem a l'escola a l'any escolar 2021-2022, aquest projecte s'ha aplicat en ambdós cursos de grau superior, primer i segon, ja que aquest any es dona un canvi de normativa en quan al pla d'estudis i per tant hi ha alguns mòduls que passen a cursar-se de segon curs a primer curs.



# Memòria

## 1. Motivació

Durant l'actual curs escolar 2021-2022 s'ha implementat en el centre on estic treballant la nova legislació (orientació) educativa en tots els cursos de FP del centre. En aquest curs, la meua principal funció dins el centre és de professor en el curs de grau superior d'Automatització i Robòtica Industrial. Tan en el curs de 1r en el qual ja s'aplica la nova legislació com en el curs de 2n en el que encara s'aplica la legislació anterior.

El fet és que, aquest canvi de legislació ha provocat un moviment d'hores en diferents mòduls i també s'ha mogut alguns mòduls de curs. Concretament s'han modificat varis mòduls dels quals soc professor, de 2n curs cap a 1r curs, i aquest fet ha ocasionat alguns problemes en referència a l'organització dels continguts que es donen en aquests. Ja que els alumnes de 1r curs no tenen els coneixements, com és obvi, dels alumnes de 2n curs.

Aquest moviment de mòduls és molt notori pel contingut i plantejament dels mateixos, ja que algunes de les matèries que ara es cursen a 1r (i abans es feien a segon) requereixen del coneixement previ d'altres matèries que ja fa temps que s'imparteixen en el primer curs.

Aquest fet ha donat peu al plantejament de les activitats de diferents mòduls com a projecte conjunt, ja que d'aquesta manera els alumnes apliquen els coneixements d'aquestes matèries de forma transversal.

## 2. Hipòtesi de treball

La idea principal que ha donat peu a la realització d'aquest projecte, és l'interès per part del sistema educatiu del país, de la cerca de més protagonisme per part de l'alumne dins l'aula i la idea de focalitzar més eines d'aprenentatge en aquest. És en aquest punt, on entren les diferents metodologies d'aprenentatge.

Hi ha diverses metodologies d'aprenentatge focalitzades en el treball de l'alumne, però actualment algunes de les més conegudes, més acceptades i de les quals hi ha més interès per introduir-les dins l'àmbit educatiu són per una banda les de treball per projectes, i per l'altre banda les de treball per problemes.

Partint d'aquesta premissa, em pregunto si no és possible el desenvolupament i l'aplicació de ambdues metodologies a la vegada dins d'una mateixa activitat o projecte, ja que tant una com l'altre tenen àmbits d'aplicació similars dins l'aula.

### **3. Plantejament**

El treball parteix de la premissa que en el curs actual, a l'escola que es planteja el projecte, l'activitat s'està portant a terme a 2<sup>n</sup> curs com a projecte del mòdul professional 3 Sistemes de Mesura i Regulació, amb la unitats formativa "1 Sensors, dispositius d'accionament i condicionament de senyal" i la unitat formativa "2 Sistemes de regulació automàtica". Pertinents al pla educatiu anterior al 2020- 2021.

Degut a les modificacions curriculars plantejades amb el nou pla educatiu en la legislació a partir del 2020-2021. El mòdul professional 3 es trasllada a 1<sup>r</sup> curs.

Amb aquest treball, es planteja l'elaboració de les activitats del projecte, l'adaptació de 2<sup>n</sup> curs a 1<sup>r</sup> curs per poder aplicar la metodologia d'aprenentatge de ABP (Aprentatge Basat en Projectes) en el curs de 1<sup>r</sup> d'Automatització i Robòtica Industrial, i l'estudi de l'impacte que ha generat l'activitat en els alumnes del curs 2021-2022. Concretament es treballa el mòdul professional "2 Sistemes Seqüencials Programables" amb totes les seves unitats formatives i el mòdul professional "3 Sistemes de Mesura i Regulació" amb la unitats formativa "1 Sensors, dispositius d'accionament i condicionament de senyal" i la unitat formativa "2 Sistemes de regulació automàtica".

Aquestes activitats es centraran en l'Aprentatge Basat en Projectes i en l'Aprentatge Basat en Problemes, on el professor donarà unes bases de teoria per que l'alumnat pugui desenvolupar l'activitat. Després d'explicar la teoria es desenvoluparà l'activitat proposada a classe col·laborativament, però l'entrega de l'activitat serà de forma individual.

De tal manera que cada alumne haurà d'entregar el seu exercici, però que a l'hora de resoldre'l es permet la col·laboració entre ells i també les preguntes al professor, si alguna de les parts no s'entén o no se sap desenvolupar correctament.

Amb aquests punts es pretén intensificar la interdependència positiva entre els alumnes, ja que per el correcte desenvolupament de l'activitat s'hauran d'ajudar entre ells. Contrastant les activitats i els punts del projecte però a la vegada sense perdre la exigibilitat individual, ja que al ser l'entrega del projecte de forma individual s'hauran d'esforçar per tal d'assolir els punts que es plantegen.

#### **4. Condicions de contorn**

L'escola en la qual treballa actualment és una escola concertada situada al vell mig de catalunya, entre les comarques del Bages i el Berguedà. És una escola que fa més de 60 anys que està en marxa, i a la vegada és una escola referent per moltes empreses de la zona i fins i tot per altres escoles. La principal característica de l'escola consisteix en reunir un equilibri entre tradició històrica i pedagògica, actualització i modernitat. La funció més important que realitza és la d'educar persones mitjançant un treball el més personalitzat possible. Acompanyar els estudiants en tota la seva formació des de l'etapa de l'ESO fins a Batxillerat o Cicles Formatius de Grau Mitjà i Cicles Formatius de Grau superior. Buscant en tot moment l'excel·lència personal de cada alumne i proporcionar-li les eines necessàries per el seu futur, ja sigui accedint a la universitat, o integrant-lo en el mon laboral.

El fet de ser una escola concertada ens proporciona un ambient de treball diferent a altres escoles, ja que en molts casos en els cicles formatius ens trobem amb classes de entre 10 i 20 alumnes. Una ràtio més reduïda permet que les classes puguin ser més personalitzades i que el professor o la professora tingui més temps per cada alumne. A la vegada els alumnes poden disposar de més recursos de forma individual per part del centre per tal de desenvolupar els seus projectes.

L'alumnat de l'escola de 1<sup>r</sup> i 2<sup>n</sup> de grau superior és un alumnat, en general, madur i autònom, tot i que és molt notòria la diferència de nivell en aquests. Arrel dels estudis cursats anteriorment, hi han clars contrastos entre alumnes provinents de grau mig i els



que venen de Batxillerat, a dalt de tot de la piràmide s'hi col·loquen el que venen d'un grau universitari. Com es pot preveure; tenen nivells cognitius, d'autonomia i de coneixements tant bàsics com avançats clarament diferents. Sent els alumnes provinents de grau mig els que tenen un nivell més baix en tots els aspectes i contràriament els alumnes provinents de la universitat tenen un nivell, en comparació més alt.

Aquesta diversitat, que podria semblar una dificultat afegida, si es treballa adequadament pot ser un avantatge si el projecte es treballa de forma col·laborativa, els alumnes que tenen menys dificultats donen un cop de mà als altres alumnes que tenen més dificultats resolent dubtes, que en molts casos són trivials i no requereixen una intervenció del professor. A la vegada aquesta forma de treball fomenta un bon ambient en el grup classe. Tanmateix com que cada alumne presentarà el seu exercici, aquest obtindrà els fruits de forma proporcional al seu esforç i al seu coneixement.

El principal inconvenient que planteja l'adaptació de l'activitat, és que aquesta activitat de control plantejada a 2<sup>n</sup> curs, parteix de la premissa de que els alumnes ja tenen nocions de programació, les quals s'han adquirit a 1<sup>r</sup> curs a partir del mòdul professional 2. Tanmateix, el que planteja el nou pla educatiu és que el mòdul professional 3 en el qual està plantejada aquesta activitat, es modifiqui de 2<sup>n</sup> curs a 1<sup>r</sup> curs a partir del 2021-2022. El principal problema que ens trobem doncs amb aquesta modificació és que ara ja no podem partir de la premissa que partíem anteriorment amb els alumnes de 2<sup>n</sup> curs. Ara els alumnes no saben programar, sinó que n'estan aprenent durant el transcurs del 1<sup>r</sup> any, justament el mateix temps que s'ha de donar el mòdul "3 de regulació i control". Per aquest fet es planteja la modificació del projecte a projecte transversal entre varis mòduls de primer curs.

## 5. Objectius

Amb aquest treball es pretén aconseguir quatre objectius. El primer és el de lligar els coneixements de diferents mòduls del currículum d'automatització i robòtica industrial per tal de poder-los treballar de forma transversal. En aquest cas concret ens centrarem en dos mòduls com es descriu en l'apartat 3. *Plantejament* d'aquest treball. El segon objectiu és el de proposar les activitats que contindrà el projecte ABP per tal de lligar els resultats



d'aprenentatge de ambdós mòduls formatius. El tercer objectiu és el de proposar una temporització per tal de realitzar el projecte així com els mètodes de correcció i ponderació per aquest. El quart i últim objectiu és el de l'estudi de l'impacte que ha generat l'activitat amb els alumnes de l'escola la realització del projecte i la comparació d'aquests resultats entre el curs de 2<sup>n</sup> amb el pla formatiu antic i el curs de 1<sup>r</sup> amb el nou pla formatiu.

## **6. Metodología ABP**

### **6.1 Metodología ABP/PBL: Projectes**

L'aprenentatge basat en projectes és actualment una de les metodologies d'aprenentatge actives més eficaces i més esteses en el nostre sistema educatiu.

Aquesta és una metodologia centrada en els alumnes, els quals porten a terme una investigació, procés o un producte, que dona resposta a una pregunta plantejada. Generalment la pregunta plantejada és de gran abast i per tant el problema a resoldre sol ser de proporcions considerables.

Els projectes s'han de crear mitjançant els estàndards que proporciona l'actual legislació educativa.

Tanmateix el fet de plantejar el treball amb projectes, dona una major llibertat per tal de dissenyar els continguts del temari. D'aquesta forma, la metodologia d'aprenentatge ABP/PBL vol posar èmfasi en el procés de realització del projecte, donant més valor a l'aprenentatge, el desenvolupament dels resultats d'aprenentatge i la profundització de l'alumne en el problema però sense desmerèixer el producte final creat per aquest.

En el cas de la metodologia ABP/PBL, a l'hora de preparar el projecte s'ha de tindre en compte com a fet principal que aquest es pugui desenvolupar de forma col·laborativa entre els alumnes del grup classe.

El projecte comença generalment amb la formulació d'una pregunta per part del professor, la qual denominarem com a pregunta generadora, en el nostre cas en particular aquesta pregunta podria ser: Com podem regular el nivell de líquid en un tanc d'aigua?

Un cop l'alumne rep aquesta pregunta aquest ha de començar a desenvolupar el projecte a partir d'aquesta pregunta inicial.

Cal destacar que en aquesta metodologia el problema plantejat es tracta d'un problema complex i d'un abast considerable, per aquests fets, possiblement serà necessari donar conceptes previs per part del professor per tal de poder desenvolupar el problema plantejat de forma correcta. D'aquesta forma el coneixement es dona abans i durant el procés d'aprenentatge.

A més a més, aquest es fonamenta en la cerca de coneixements durant la seva execució, i a la vegada és important arribar fins a una aplicació pràctica d'aquests coneixements adquirits, per tal de poder analitzar els resultats posteriorment.

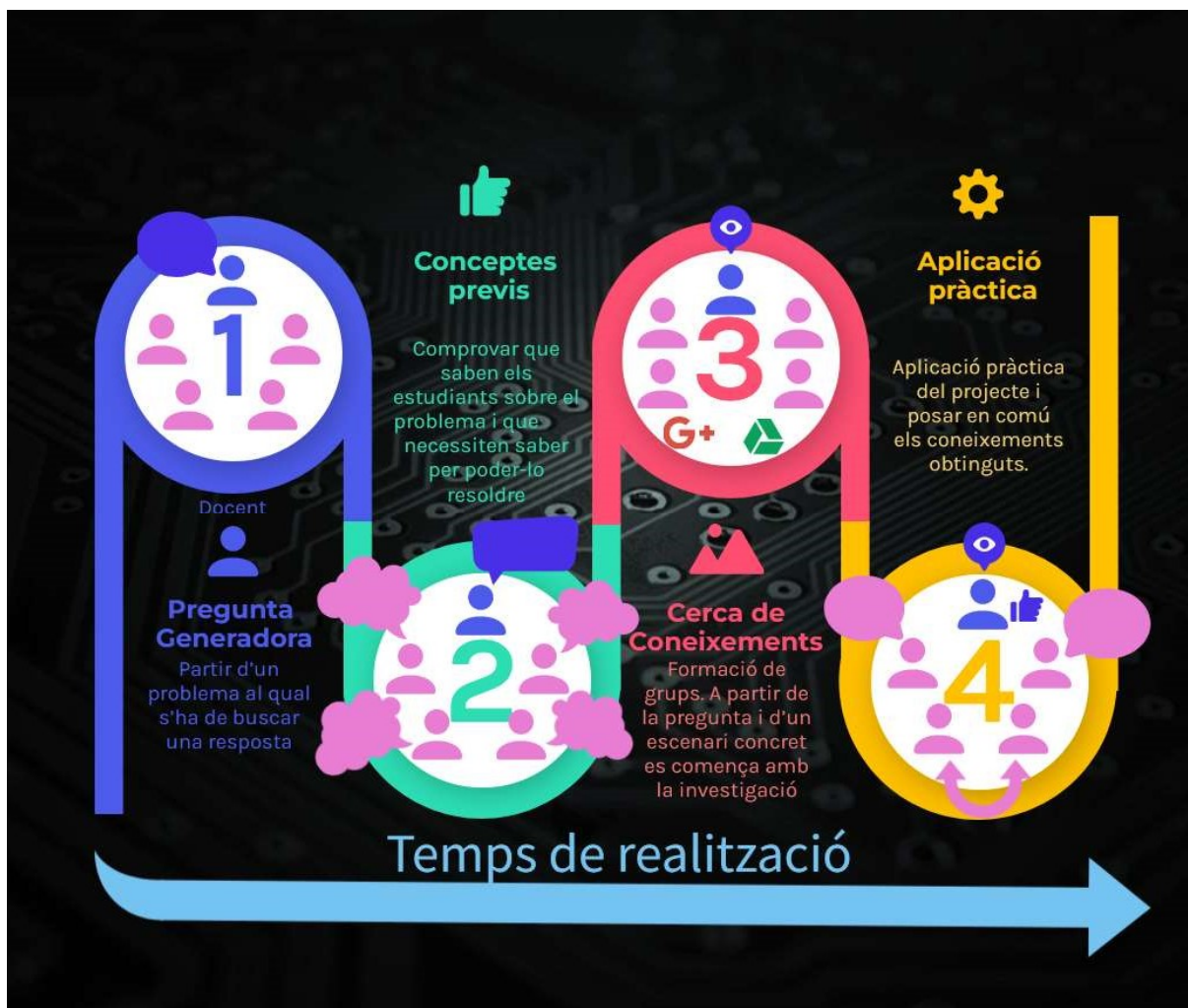
El punt de partida en aquest cas, sempre són els coneixements més generals i simples, a partir d'aquestes es va profunditzant i analitzant la qüestió plantejada inicialment.

Cal tindre en compte que en aquesta metodologia al llarg dels anys ha anat evolucionant i s'han generat varis mètodes per poder-la portar a terme depenent de la situació del contorn. Aquestes condicions poden dependre de: el propi docent, l'alumnat on s'ha de portar a terme el projecte, la localització, o els continguts curriculars que es volen avaluar. Aquests fets fan que aquesta metodologia sigui molt flexible per que cada docent la porti a terme a partir de les seves condicions particulars. Tanmateix, a l'hora de desenvolupar un projecte s'haurien de tenir en compte les següents fases designades per William Heard Kilpatrick (1871- 1965).

- **Pregunta:** Partir d'un problema en el qual s'ha de buscar una resposta.
- **Coneixement previ:** Comprovar que saben els estudiants sobre el problema i que necessiten saber per poder-lo resoldre.
- **Estudi i investigació:** Formació de grups. A partir de la pregunta i d'un escenari concret es comença amb la investigació.
- **Compartir coneixement:** Posar en comú els coneixements obtinguts.
- **Avaluació:** Avaluar el procés d'aprenentatge, tenint en compte l'opinió dels alumnes (Autoavaluació).

S'ha de tindre en especial atenció a l'hora d'aplicar aquesta metodologia que l'objectiu fonamental és que els alumnes construeixin els seus propis coneixements a partir de la col·laboració i la investigació, a la vegada que es desenvolupen competències. Cal

modificar certs aspectes a l'hora de desenvolupar el projecte, ja que cal fomentar la col·laboració i la cooperació dins l'aula en comptes de l'individualisme, modificar la instrucció per la construcció i la creació, i les classes magistrals per l'autonomia i el pensament crític.



## Avantatges

La metodologia de treball per projectes ens permet incloure uns beneficis en l'aprenentatge de l'alumne com poden ser:

- **Satisfacció dels estudiants:** És molt gratificant pels estudiants el fet de poder arribar a unes conclusions de forma conjunta, i a la vegada a un resultat satisfactori en la realització del projecte. Partint de la premisa que han pogut arribar a aquell



resultat a partir de les seves pròpies idees inicials, i les han anat desenvolupant al llarg del projecte.

- **Col·laboració:** Els alumnes al començament no tenen el coneixement per tal de poder desenvolupar el projecte, per tant a aquests se'ls ha de donar unes certes eines per poder adquirir els coneixements necessaris, com poden ser: L'ús de rols en el treball, planificar el treball per objectius diaris, dinàmiques d'aprenentatge cooperatiu, desenvolupament d'idees amb el docent.
- **Comunicació:** En aquesta metodologia és molt important la col·laboració entre els alumnes i per tant el fet de tindre les eines necessàries de comunicació i el fet de saber-se comunicar amb els altres companys de forma assertiva i correcte és una competència fonamental perquè el projecte tingui èxit.
- **Aprenentatge profund:** En aquesta metodologia, l'alumne s'ha de sumergir completament dins el problema i això fa que un cop immers tingui molt clar el context en el que es troba. Aquest fet fa que l'alumne es centri molt més en el que està realitzant i analitzi molt millor les situacions.
- **Pensament Crític:** La principal idea que busca el treball per projectes, és el desenvolupament de la capacitat de pensar i resoldre problemes de l'alumne. A la vegada també vol accentuar l'anàlisi d'informació que es troba al seu abast, la cerca i el filtratge de l'informació, la defensa d'una idea mitjançant fonaments que l'acompanyin i la presa de decisions en moments de necessitat.
- **Noves tecnologies:** En l'actualitat les TIC s'han convertit en unes eines fonamentals per l'aprenentatge basat en Projectes. Aquestes eines obren un munt de possibilitats per part de l'alumne a l'hora de desenvolupar els diferents apartats del projecte. A la vegada aquestes eines ens aporten molta facilitat a l'hora de treballar en equip i a l'hora de desenvolupar projectes de forma cooperativa.



- **Enfoc multidisciplinar:** Degut a que el projecte té un abast tan gran, en moltes ocasions abarca més d'un mòdul formatiu. Aquest fet fa que el projecte tingui una funció d'aprenentatge transversal dins el curs i que per tant sigui una activitat avaluable per varies unitats formatives.
- **Creativitat:** Com que el projecte té un gran abast, existeixen moltes maneres diferents de poder-lo enfocar. Aquest fet desenvolupa la creativitat dins el grup i fomenta el pensament creatiu entre els integrants. Aquest fet implica que sovint no hi hagin dos resultats iguals en el mateix projecte.

### **Inconvenients**

La metodologia d'aprenentatge basat en Projectes també té desavantatges, actualment hi ha molta controvèrsia sobre aquests ja que hi ha un seguit de docents que donen molt de suport aquesta metodologia però en tot moment no podem perdre de vista el fet de que totes les metodologies tenen els seus punts forts i els seus punts febles, en quant a aquesta metodologia el seus principals inconvenients son:

- **El temps de realització:** Generalment els alumnes el fet d'haver de cercar informació, desenvolupar les idees... etc, els hi suposa molt de temps en el curs i per tant els projectes s'allarguen.
- **Rebuig inicial:** No tots els alumnes estan d'acord amb aquesta metodologia, sobretot els que els costa treballar, ja que al ser una metodologia activa basada en el treball de l'alumne, aquesta requereix de molt de treball per part seva.
- **Coordinació del Projecte:** En alguns casos els projectes es desenvolupen de forma transversal entre varies assignatures, i fins i tot entre varis professors. Aquest fet fa que l'equip docent necessiti temps per tal de coordinar el projecte i que aquest es realitzi de forma correcte.





- **Complexitat:** El fet de que el problema a resoldre tingui un gran abast, fa que l'alumne en moltes ocasions se senti desbordat per aquest, i no sàpiga per on atacar-lo. Aquesta sensació de no saber què fer, no saber per on començar és molt freqüent en els alumnes en els moments inicials del projecte i molts tenen la temptació de tirar la tovallola.

## 6.2 Metodologia ABP: Problemes

La metodologia ABP (Aprentatge Basat en Problemes) és un mètode d'aprenentatge centrada en l'estudiant en la qual aquest adquireix coneixements, habilitats i actituds a partir de la resolució de problemes que es poden donar en la vida real.

La característica principal d'aquests problemes és que no son excessivament complexes i aquest fet fa que l'estudiant el pugui desenvolupar sense excessiva ajuda. El que es busca en la seva resolució, és que l'estudiant utilitzi el sentit comú per tal de adquirir les habilitats i els coneixements per poder resoldre el problema, de tal forma que al plantejar situacions de la vida real, l'alumne podrà aprofitar el que ha après per poder-ho aplicar posteriorment en el seu futur professional. La metodologia tradicional, primer planteja la informació i posteriorment s'intenta aplicar en la resolució de problemes.

En l'Aprentatge Basat en Problemes, primer es planteja el problema a resoldre, posteriorment s'identifiquen les necessitats que planteja, es cerca la informació per poder-lo resoldre i finalment es torna al problema.

Aquesta forma de plantejar la docència, afavoreix en els estudiants quatre aspectes bàsics: la gestió del coneixement, la motivació, la pràctica reflexiva i la facilitat de poder-se adaptar a un entorn canviant.

En aquest mètode d'aprenentatge, es posa especial atenció en els processos d'adquisició d'informació, transformació de la informació en hipòtesis i comprovació dels resultats obtinguts en la seva aplicació pràctica. D'aquesta forma s'aplica el procés conegut com a Raonament Hipoteticodeductiu.

Generalment, aquest mètode educatiu està pensat per portar-se a terme amb grups d'estudiants relativament grans, entre 5-8 alumnes, on aquests comparteixen la informació

entre ells i estudien diferents hipòtesis de forma conjunta per poder arribar a resoldre el problema.

Les característiques principals de la metodologia ABP son:

- **Treball autònom:** L'alumne ha d'aconseguir uns objectius que han estat plantejats en un temps determinat.
- **Plantejament dels problemes:** Els problemes plantejats als estudiants han de ser suficientment complexes per que aquests hagin de cooperar i treballar en equip per poder arribar a un resultat satisfactori.
- **Treball en grup:** Es recomana el treball en grup per la resolució d'aquests problemes, d'aquesta forma els estudiants poden contrarestar la informació entre ells i afavoreix una bona dinàmica a la classe.

El problema plantejat als estudiants depèn del contorn, de la formació en la que està ara mateix l'estudiant i del docent que està aplicant la metodologia, així els podem classificar de dues formes.

- **Segons el grau de detall del problema:** El problema plantejat als alumnes pot ser més o menys detallat depenent de la temàtica, situació plantejada, tipologia d'alumnes a la que va adreçada. Així el problema pot ser en alguns casos molt estructurat i detallat, on l'alumne ha de seguir uns passos molt concrets per arribar a la seva resolució, o contràriament pot ser més obert i permetre a l'alumne desenvolupar la seva creativitat.
- **Segons el rol del professor:** El docent en les sessions pot decidir prendre un rol més controlador, delimitant el problema i les seves característiques, o contràriament, pot prendre una posició més d'observador o de guia la qual orienta i fa reflexionar els alumnes sobre el problema plantejat.

És molt important en la pràctica d'aquesta metodologia planificar correctament les sessions, tenint especial atenció en els següents punts:





- Seleccionar els objectius d'aprenentatge.
- Escollir el context del problema.
- Establir la temporització per la resolució de cada fase.
- Observar i controlar les idees proposades pels estudiants.
- Donar feedback als alumnes durant les sessions.

Aquests punts marcaran l'estructura del teu problema i ajudaran a plantejar correctament la pregunta que s'ha de generar als alumnes. A la vegada, el fet de temporitzar adequadament l'activitat, generarà una dinàmica que farà avançar el coneixement del problema de forma eficient. Cal tindre en compte que una temporització normal per un Aprenentatge Basat en Problemes sol ser de 10 dies o una setmana per cada problema.

En l'avaluació del problema s'ha de modificar una mica l'enfoc, ja que s'ha de tindre en compte una visió més global. S'ha de tindre en especial consideració el camí que ha de fer l'alumne fins a arribar a la resolució del problema, el treball individual, el treball escrit, la col·laboració entre els companys, el tractament de la informació i el coneixement que han anat adquirint al llarg de la resolució del problema.

Per poder avaluar aquests coneixements es poden plantejar proves pràctiques on l'alumne haurà de portar a terme el coneixement adquirit, examens que es centrin en la resolució d'un problema determinat, coavaluació en la que els companys d'aula s'avaluin entre els a partir de la informació aportada per la resolució del problema o autoavaluació per reflexionar i pensar sobre el que ha adquirit un mateix.

De forma resumida les etapes que ha de tindre la metodologia basada en problemes son les següents:

- **Explicació de conceptes:** Explicació dels conceptes massa difícils per que els estudiants els adquireixin per ells mateixos.
- **Acotació del problema:** Es planteja el problema a resoldre, amb tot el seu context.

- **Anàlisi del problema:** S'analitza el problema que s'ha de resoldre i es fa una pluja d'idees de com enfocar la resolució.
- **Organització de la informació:** es sintetitza i s'ordena la informació creada en el punt anterior ( Anàlisi del problema).
- **Cerca d'informació:** Es cerca la informació rellevant i que no es coneix per la resolució del problema.
- **Contrast i discussió:** Es resumeix, contrasta i discuteix la informació recollida en el punt anterior (Cerca d'informació), i s'elabora un informe per recollir els resultats de la cerca.
- **Execució:** Es posen en pràctica les idees elaborades en l'apartat anterior (Contrast i discussió).
- **Anàlisis de resultats:** s'extreuen conclusions de l'informe o l'aplicació pràctica.





## Avantatges

- **Enfoc multidisciplinar:** En ocasions, el problema abarca més d'un mòdul formatiu. Aquest fet fa que el problema tingui una funció d'aprenentatge transversal dins el curs i que per tant sigui una activitat avaluable per varies unitats formatives.
- **Flexibilitat d'aplicció:** Aquest mètode ens proporciona molta flexibilitat en els docents, ja que es pot aplicar en diferents contextos, ja sigui com una tècnica puntual, o com un procés d'ensenyament-aprenentatge.
- **Integració del coneixement:** La forma d'aplicar el problema, fomenta la integració del coneixement en els estudiants i la seva aplicació pràctica en el món real. A la vegada que desenvolupa les competències d'aprendre a aprendre, i les competències digitals.
- **Treball autònom:** Es fomenta l'exigibilitat individual, en diferents punts, aquests també depenen del context o els normes de desenvolupament del projecte, però en moltes ocasions el treball realitzar per un mateix s'ha d'entregar i defensar de forma individual davant el docent.
- **Treball cooperatiu:** Es fomenta la interdependència positiva entre en el grup classe, ja que aquests han de treballar de forma cooperativa o col·laborativa per tal de desenvolupar els diferents punts del problema, aquesta forma de treballar va molt bé per tal de contrastar resultats entre els companys i extreure conclusions.
- **Feina assumible:** El fet de que en molts casos els problemes no siguin extremadament difícils, fa que l'estudiant no se senti sobrepasat per la feina que se li demani i en molts casos es senti motivat per poder resoldre la qüestió.

## Inconvenients

- **Ritme més lent:** Es requereix més temps per desenvolupar els temes del curs. Generalment els alumnes el fet d'haver de cercar informació, analitzar el problema,



organitzar la informació, contrastar-la, executar-la i analitzar els resultats, els hi suposa més temps en el curs.

- **Treball dels alumnes:** Pots trobar-te alumnes que no es prenguin en serio el problema i que treballin menys dins els diferents grups. Aquests casos també s'han de poder avaluar.
- **Curva d'aprenentatge:** Hi ha una curva exponencial d'aprenentatge per part dels estudiants, sent els inicis del problema com a molt fàcil d'adquirir el coneixement, i més complicada com més indagues sobre en el problema.
- **Adaptació a l'ABP (estudiant):** Aquesta pot ser una nova metodologia d'aprenentatge per molts estudiants del grup. Per tant, aquests necessitaran una adaptació a la nova forma d'aprendre els coneixements. A la vegada hi poden haver estudiants que no els hi agradi la proposta o que no la tròbin motivadora.
- **Adaptació a l'ABP (professor):** els professors també necessiten el seu temps d'adaptació per tal de treballar amb aquesta metodologia. Cal modificar el teu rol significativament dins l'aula i no ser només un emisor de coneixements. En aquest cas el docent ha de prendre un rol més d'observador o de emisor de propostes, qüestions que facin reflexionar els estudiants sobre una idea determinada.



## **7. Projecte**

### **7.1 Introducció del projecte**

Per tal de planificar les activitats/apartats que inclou el projecte, s'ha tingut en compte el Decret currículum del departament d'educació (Generalitat de Catalunya, Departament d'ensenyament, DECRET 220/2015, de 6 d'octubre, pel qual s'estableix el currículum del cicle formatiu de grau superior d'automatització i robòtica industrial) i les orientacions a partir del 2020-2021 (Generalitat de Catalunya, Departament d'Educació, Orientacions als centres educatius per a organitzar el cicle formatiu de grau superior d'Automatització i Robòtica Industrial, Promocions 2020-2022 i posteriors). En els quals s'ha consultat els Resultats d'aprenentatge i els criteris d'avaluació del mòdul professional 2 Sistemes Seqüencials Programables i del mòdul professional 3 Sistemes de Mesura i Regulació, per tal de poder crear les diferents activitats que s'inclouen en el projecte.

### **7.2 Relació entre el currículum i les activitats**

Per tal de poder treballar els diferents continguts curriculars dels mòduls i les seves Unitats formatives que els formen, es planteja l'aplicació d'aquests continguts dins els diferents apartats/entregues que proposa el projecte de forma transversal, per tant en un sol apartat és treballen diferents continguts del currículum. A la taula 1-4 Es pot veure la relació entre els apartats plantejats i els continguts curriculars de cada una de les unitats formatives que componen els mòduls.



<b>Primer apartat: Inici, connexió i coneixement de l'entorn.</b>		
<b>Continguts curriculars</b>	<b>Mòdul Professional</b>	<b>UF</b>
Identificació dels sensors segons la tipologia de senyals.	3	1
Característiques dels elements de mesura.	3	1
Tècniques de calibratge de sensors i transductors.	3	1
Identificació de la variable de mesura d'un sistema de regulació automàtica.	3	2
Estudi de l'estabilitat d'un sistema mitjançant l'observació.	3	2
Connexió de sensors a un PLC.	2	1
Tractament i condicionament dels senyals a partir d'un PLC.	2	1
Diferenciar entre les diferents tipologies d'entrades i sortides que disposa un PLC.	2	1
Ús de les diferents tipologies de dades dins el software del fabricant del PLC i com relacionar-lo amb les diferents entrades/sortides de les que disposa.	2	2
Ús del llenguatge de programació KOP i les seves principals funcions lògiques.	2	2
Ús de mètodes sistemàtics per a la programació de seqüències de control.	2	3
Disseny de sistemes de control combinacionals i seqüencials.	2	3
Realització de documentació tècnica.	2	3
Verificació del funcionament del programa a temps real.	2	3

*Taula 1: Inici, connexió i coneixement de l'entorn.*



<b>Segon apartat: Control digital, blocs de funcions i estabilitat del sistema.</b>		
<b>Continguts curriculars</b>	<b>Mòdul Professional</b>	<b>UF</b>
Característiques dels elements de mesura.	3	1
Identificació de la variable de mesura d'un sistema de regulació automàtica.	3	2
Estudi de l'estabilitat d'un sistema mitjançant l'observació.	3	2
Coneixement dels diferents elements d'un bucle de control.	3	2
Estudi de l'estabilitat d'un sistema mitjançant l'observació.	3	2
Estratègies bàsiques de control.	3	2
Verificació del funcionament dels sistemes de mesura i regulació.	3	2
Ús de les diferents tipologies de dades dins el software del fabricant del PLC i com relacionar-lo amb les diferents entrades/sortides de les que disposa.	2	2
Ús del llenguatge de programació KOP i les seves principals funcions lògiques.	2	2
Organització del projectes per funcions, i l'aprofitament aquestes en més d'una ocasió dins el programa principal.	2	2
Ús de mètodes sistemàtics per a la programació de seqüències de control.	2	3
Disseny de sistemes de control combinacionals i seqüencials.	2	3
Realització de documentació tècnica.	2	3
Verificació del funcionament del programa a temps real.	2	3

*Taula 2: Control digital, blocs de funcions i estabilitat del sistema.*



<b>Tercer apartat: Control analògic i llaç de control.</b>		
<b>Continguts curriculars</b>	<b>Mòdul Professional</b>	<b>UF</b>
Identificació dels actuadors segons la funció i la tipologia de senyals.	3	1
Identificació de la variable de mesura d'un sistema de regulació automàtica.	3	2
Coneixement dels diferents elements d'un bucle de control.	3	2
Estudi de l'estabilitat d'un sistema mitjançant l'observació.	3	2
Estratègies bàsiques de control.	3	2
Verificació del funcionament dels sistemes de mesura i regulació.	3	2
Ús de les diferents tipologies de dades dins el software del fabricant del PLC i com relacionar-lo amb les diferents entrades/sortides de les que disposa.	2	2
Ús del llenguatge de programació KOP i les seves principals funcions lògiques.	2	2
Organització del projectes per funcions, i l'aprofitament aquestes en més d'una ocasió dins el programa principal.	2	2
Ús de mètodes sistemàtics per a la programació de seqüències de control.	2	3
Disseny de sistemes de control combinacionals i seqüencials.	2	3
Realització de documentació tècnica.	2	3
Verificació del funcionament del programa a temps real.	2	3

*Taula 3: Control analògic i llaç de control.*





<b>Quart apartat: Variables externes, i ajust del sistema de control.</b>		
<b>Continguts curriculars</b>	<b>Mòdul Professional</b>	<b>UF</b>
Identificació dels actuadors segons la funció i la tipologia de senyals.	3	1
Identificació de la variable de mesura d'un sistema de regulació automàtica.	3	2
Coneixement dels diferents elements d'un bucle de control.	3	2
Estudi de l'estabilitat d'un sistema mitjançant l'observació.	3	2
Estratègies bàsiques de control.	3	2
Verificació del funcionament dels sistemes de mesura i regulació.	3	2
Ús de les diferents tipologies de dades dins el software del fabricant del PLC i com relacionar-lo amb les diferents entrades/sortides de les que disposa.	2	2
Ús del llenguatge de programació KOP i les seves principals funcions lògiques.	2	2
Organització del projectes per funcions, i l'aprofitament aquestes en més d'una ocasió dins el programa principal.	2	2
Ús de mètodes sistemàtics per a la programació de seqüències de control.	2	3
Disseny de sistemes de control combinacionals i seqüencials.	2	3
Realització de documentació tècnica.	2	3
Verificació del funcionament del programa a temps real.	2	3

*Taula 4: Variables externes, i ajust del sistema de control.*

## 7.3 Introducció del projecte

El principal enfoc metodològic que es té en consideració per desenvolupar l'activitat és la d'Aprenentatge Basat en Projectes (ABP/PBL). Aquest enfoc ens focalitza en una activitat amb un context molt concret, el control del nivell en un tanc d'aigua. Justament aquest context serà el creador de la nostre pregunta generadora i sub preguntes consegüents:

### Pregunta generadora

- Com podem fer el control de nivell d'un tanc d'aigua?

Aquest context ajudarà als alumnes a enfocar el projecte i les qüestions en un entorn concret.



Com ja s'ha exposat anteriorment, el projecte pretén treballar de forma transversal, varis dels mòduls i les UF del cicle formatiu. El fet que l'aprenentatge d'aquests es portin a terme dins d'un projecte, pretén interconnectar el coneixement dels diferents mòduls a partir d'un enfoc multidisciplinar, i treballar els seus conceptes de forma activa entre els alumnes.



En aquest projecte es pretén una col·laboració entre tot el grup classe per tal de poder resoldre els problemes plantejats dins dels apartats dels que consta el projecte, fomentant interdependència positiva entre el grup classe. Tanmateix a l'hora d'entregar cada un dels apartats, aquests han d'entregar-se de forma individual per tal de poder avaluar l'aprenentatge de cada un dels integrants del grup classe, i així, fomentar l'exigibilitat individual entre ells.

Com es pot apreciar en l'annex 1 d'aquest treball, el projecte proposat és un projecte d'una llargada considerable. Per tal de facilitar una mica més el plantejament del projecte per part dels alumnes, aquest està dividit per varis apartats, els quals situen un context diferent al voltant de la pregunta generadora.

Com ja s'ha mencionat anteriorment, un dels desavantatges de treballar amb la metodologia de Treball per projectes, és el fet de que si el projecte és massa gran, o l'objectiu que han d'assolir els alumnes està massa lluny del seu abast, aquests se sentin desbordats per la feina i el problema. Per tal de mitigar aquests fets, es planteja l'enfoc de cada una d'aquestes parts del projecte, amb la metodologia de treball per problemes (ABP). D'aquesta forma, l'alumne tindrà varies entregues durant el projecte i la resolució de cada una de les seves parts se li farà més fàcil.

Abans de l'inici de cada apartat el professor efectuarà una descripció del que han de resoldre els alumnes en l'apartat esmentat. A la vegada els instruirà amb el coneixement tècnic específic de cada mòdul formatiu i unitat formativa per tal de que els alumnes disposin de suficient material didàctic per poder encarar en condicions els diferents apartats que proposa el projecte.

Per la correcte realització d'aquest projecte l'alumne ja ha hagut de tenir una primera presa de contacte amb l'entorn de treball Factory I/O i el software de programació Tia Portal per tal que la resolució del problema li sigui factible, en cas de plantejar-se aquest projecte com a primera presa de contacte amb els softwares descrits, pot ser una mica massa difícil per l'alumne i aquest requerirà d'ajuda extra.



## 7.4 Primer Apartat: Inici, connexió i coneixement de l'entorn

Aquest primer apartat està plantejat com un inici del projecte, en aquest l'alumne es posarà en situació i estudiarà tot l'entorn que envolta el problema, des de la connexió del PLC amb totes els sensors i actuadors dels que disposa el sistema, com en la creació del primer programa per fer que el tanc d'aigua actuï d'alguna manera.

D'aquesta forma el primer apartat està compost per set punts en els quals es demana una programació molt concreta per part de l'alumne. D'aquesta forma s'aconsegueix guiar l'alumne en quant a la resolució del projecte, evitant que aquest es proposi una meta massa alta en quan a la concepció del problema. Utilitzant l'estratègia «divideix i venceràs», l'alumne entén que els problemes grans s'han d'atacar per passos i no plantejar-se metes massa altes i inassumibles.

Just al final de l'apartat es planteja una serie de preguntas les quals estan orientades a l'anàlisi del sistema i del seu comportament.

Amb la resolució d'aquests punts es pretén que l'alumne evolucioni els següents punts del projecte:

Connexió del PLC amb totes les entrades i sortides.

Conèixer les diferents entrades i sortides de les que disposa el PLC(analògiques/digitals).

Conèixer el nom de les entrades i sortides en el software tia portal.

Tipologia de les dades proporcionada per cada un dels sensors i actuadors connectats al PLC.

Aprendre les diferents funcions lògiques, de comparació i de control de memòria del Tia Portal.

Plantejar un algoritme seqüencial per d'utilització de les diferents funcions de la màquina.

Realitzar el primer programa de control per digital simulant un sensor digital amb el Tia portal i les vàlvules.



Conèixer els sensors que planteja el projecte i les seves característiques.

Conèixer els actuadors que planteja el projecte i les seves característiques.

Observar el comportament del sistema i estudiar la seva estabilitat.

Observar el comportament del sistema i veure si en aquest existeix un problema de funcionament.

A partir de la correcta resolució dels punts anteriors l'alumne haurà adquirit una serie de conceptes i coneixements que el permetran evolucionar el projecte fins el següent apartat.

## **7.5 Segon Apartat: Control digital, blocs de funcions i estabilitat del sistema**

Per començar el segon apartat, s'ha de partir del final del primer apartat. D'aquesta manera es busca una evolució constant en el projecte en forma «in crescendo».

El segon apartat partirà del fet de que a la primera part el tanc no es queda estable, ja que per les condicions que marca l'enunciat obtindrem una resposta marginalment estable en el tanc d'aigua. Aquest al utilitzar una simple comparació del nivell ens crearà una resposta oscil·lant en el tanc i per tant l'alumne podrà veure que no va bé. Tanmateix ja és el que esperem en el final del primer apartat.

Partint d'aquesta premissa, en aquest cas ens centrarem en el fet de que l'alumne ha d'intentar que el tanc quedi estable. Aturat en un punt o altre. Ja sigui inferior a la consigna o superior a aquesta. D'aquesta forma es força a l'alumne a crear un algoritme partint de la idea d'aconseguir una histèresi en el tanc. Aquesta histèresi ens crearà un error en el sistema, per tant aquest s'haurà de ajustar fins a obtenir un sistema que tingui el mínim d'error possible.

Aquest algoritme es farà partint del programa creat anteriorment i modificant-lo. Però per no perdre cap informació ni sobre escriure-la s'haurà d'ensenyar als alumnes a crear blocs de funcions amb el software del Tia Portal mitjançant una classe magistral. D'aquesta forma els alumnes podran aprofitar aquest recurs per organitzar el software de forma òptima i creant una funció per cada un dels apartats esmentats en el projecte.



La complexitat d'aquest apartat es centra en obtenir un algoritme suficientment bo com per que el sistema tingui el mínim error possible, aplicant la tècnica de histéresis i utilitzant les vàlvules de control de líquid de forma digital.

El que es busca en aquest apartat és que l'alumne entengui el problema de treballar amb sistemes que actuen de forma digital.

## **7.6 Tercer Apartat: Control analògic i llaç de control**

Per poder resoldre la tercera part amb òptimes condicions, el professor ha de realitzar una sessió teòrica prèvia a l'inici de la sessió explicant la teoria de control de llaç tancat. Concretament explicarà com realitzar un controlador amb acció de control Proporcional.

A partir de la teoria explicada, els alumnes han de dissenyar el controlador proporcional amb software. En aquest apartat és important la concepció per part de l'alumne de que el control ara passa a ser analògic i per tant els actuadors poden tindre punts múltiples punts d'actuació.

Per la realització del software, l'alumne partirà del punt anterior i evolucionarà el seu Bloc de funcions de control fins a obtindre el resultat esperat. D'aquesta forma passem d'un control digital a un controlador analògic.

Com en l'apartat anterior, el que ha de buscar l'alumne és que el tanc d'aigua quedi estable amb el mínim d'error possible. A la vegada també ha d'intentar aconseguir que el tanc d'aigua vagi el màxim de ràpid possible al la marca proporcionada. Així doncs el repte és buscar l'equilibri entre la precisió del sistema i el seu temps de resposta.

## **7.7 Quart Apartat: Variables externes, i ajust del sistema de control**

La quarta part del projecte del tanc està pensada perquè l'alumne realitzí un estudi visual sobre el comportament del tanc en varies condicions d'obertura de la vàlvula de descarrega.

Per la correcte realització d'aquesta part, l'alumne partirà del control treballat en l'apartat anterior i eliminarà d'aquest la vàlvula de descarrega, ja que en aquest apartat, la vàlvula de descàrrega passa a ser controlada per el propi alumne per tal de poder simular una descàrrega controlada del tanc d'aigua, tal i com marca l'enunciat de l'activitat. Aquesta





vàlvula de descàrrega actuarà com un actuador que modifica la variable de control del tanc de forma externa al controlador. En aquest cas per tal d'efectuar el control de nivell es recomana a l'alumne utilitzar l'algoritme de control creat en l'apartat 3, Control Analògic.

Un cop l'alumne ha fet les modificacions oportunes a l'apartat anterior per tal d'adaptar-lo a les noves condicions, aquest ha de fer un estudi del comportament del sistema per cada un dels valors d'obertura de vàlvula de descàrrega plantejats. Per tal de que l'estudi tingui una major rellevància i per tal que pugui extreure les conclusions oportunes, es recomana a l'alumne utilitzar varis punts de Consigna.

La part més important d'aquest apartat és l'estudi que efectua l'alumne mitjançant l'observació del sistema. L'alumne a partir de la pràctica científica de l'observació del comportament del sistema, extraurà conclusions del comportament del tanc en les diferents condicions plantejades i aquest s'ha d'adonar dels problemes que succeeixen en aquest.

## **8. Resultats i discussió**

Com s'ha mencionat anteriorment, en aquest curs escolar es planteja el projecte en ambdós cursos d'Automatització i Robòtica industrial de l'escola, ja que és un any de canvi de currículum. Aquest fet ha generat una modificació en la programació dels cursos i aquesta ha implicat un canvi de curs del mòdul M3 Sistemes de Mesura i Regulació, en el qual es desenvolupa el projecte. Aquest mòdul en l'anterior currículum es cursava a 2n curs, i actualment en el nou currículum es cursa a 1r curs.

Aquest fet ha generat una adaptació en el projecte, fent que en aquest s'hagin d'integrar més mòduls formatius i unitats formatives, per tal que el projecte pugui plantejar-se amb els alumnes de 1r curs. Concretament per tal de fer el projecte de regulació del tanc, s'espera que l'alumne a 2n curs ja tingui les capacitats per poder programar de forma autònoma amb el programari emprat en el curs, ja que en el curs anterior s'espera que l'alumne hagi adquirit aquestes capacitats.

Tanmateix, el fet d'haver-se de cursar el projecte de sensors i regulació automàtica a 1r curs, fa que l'alumne ja no tingui les capacitats de programació, sinó que les està adquirint

en aquest mateix moment. Aquest fet genera la inclusió del mòdul formatiu de M2 Sistemes Seqüencials Programables amb totes les seves unitats formatives, provocant que el projecte tingui un caire multidisciplinari dins el curs.

Així doncs, el curs 2021-2022 en el que ens trobem actualment, ha generat una situació peculiar, digne d'estudi, ja que el fet que el projecte es porti a terme tan en un curs com en l'altre, fa que es puguin comparar els resultats obtinguts en ambdós casos.

Per tal de fer l'estudi, dins els grups es parteix de l'observació en el desenvolupament del projecte per part del docent, i d'un estudi realitzat a l'aula a partir d'una petita enquesta realitzada als alumnes dels dos grups.

En l'annex 2 podem trobar els resultats de les preguntes en gràfiques de barres, tenint en l'eix d'abscisses la quantitat d'alumnes i en l'eix d'ordenades la ponderació que ha fet cada alumne a la pregunta generada.

El que es pretén mesurar amb aquest mostreig és:

- La dificultat del projecte.
- Els coneixements que han obtingut els alumnes.
- El temps que han tingut els alumnes per resoldre el problema.
- El temps en el que han entregat el projecte.
- La informació aportada pel professor per poder resoldre el projecte.
- El grau d'ajuda requerida per l'alumne per poder resoldre el projecte.
- El grau de col·laboració que hi ha hagut entre companys de classe.
- Els estudis de procedència de cada alumne.

## 8.1 Resultats a 1r curs

Com es pot apreciar en l'estudi realitzat a l'aula, el qual es pot observar en l'annex 2: Gràfiques i en l'annex 3: Enquestes. S'ha efectuat el mostreig realitzat als alumnes de 1r curs. El grup de primer, és un grup poc nombrós en el nostre cas particular 13 alumnes.

El principal inconvenient que s'ha pogut apreciar en els alumnes de 1r curs, és que aquests tenen de per si més dificultats a l'hora d'encara la primera part del projecte tal i





com es pot veure a la gràfica 1 de l'annex 2, ja que la seva falta d'experiència i de coneixements de programació fa que els hi sigui més difícil encara la primera part del projecte, i que més de la meitat dels alumnes puntuin la seva dificultat entre 3 i 4, sent el valor de 5 com a nivell inassolible, a la vegada també hi ha uns quants alumnes que puntuen la dificultat amb el valor més alt, sent per ells una activitat pràcticament inassolible.

Com es pot veure en la gràfica 2 de l'annex 2, bona part dels alumnes puntuen l'activitat com una activitat on l'índex de coneixement obtingut és alt, han notat una gran millora en els seus coneixements i per tant la seva realització els hi ha sigut profitosa. Tot i això, com es pot veure en la gràfica 3 de l'annex 2, hi ha una discrepància notoria entre els alumnes sobre la temporització de l'activitat, ja que bona part dels alumnes donen una bona puntuació al temps per la realització del projecte i una altra part li donen una mala puntuació. Aquest índex pot reflectir la falta de treball a casa per part d'alguns dels integrants i la diferència de nivell en l'aula en quant a la gestió de l'activitat.

Tanmateix, en quant a l'entrega de l'activitat, que es pot apreciar en la gràfica 4 de l'annex 2, una mica més de la meitat del grup ha pogut entregar l'activitat a temps, i aproximadament un terç dels alumnes l'han entregat amb retard. Hi ha hagut només un parell d'alumnes que han entregat l'activitat fora de plaç, o que no l'han entregat. Tal i com es pot apreciar a la gràfica 5 de l'annex 2, el grup ha necessitat força orientació per part del professor per poder encarar les preguntes plantejades en el projecte de forma correcta. Ja que a l'aula els alumnes plantejaven força preguntes a l'hora de resoldre els diferents apartats de l'activitat, i en nombroses ocasions es quedaven encallats en alguns punts.

Tanmateix a l'hora de puntuar l'índex d'ajuda a nivell general el qual podem observar en la gràfica 5 de l'annex 2, els estudiants creuen que necessiten poca ajuda en la resolució del projecte, i molts dels estudiants puntuen aquest índex com a baix, o per la zona mitja, excepte 2 estudiants que situa el nivell d'ajuda al màxim. Aquesta valorització es contraposa a la dada mesura anteriorment.

En la col·laboració entre els companys i el treball en grup, que es pot veure representat en la gràfica 6 de l'annex 2, apareix una certa discrepància. Segons la meitat dels estudiants



hi ha hagut una part de l'aula que no ha col·laborat entre els companys, i puntuen aquesta com a molt baixa o nula. Tanmateix hi ha una altra part dels estudiants que situen la col·laboració en la zona mitja. Aquest fet ens indica que cal millorar el plantejament de l'activitat en futurs cursos, i que és necessari buscar eines per tal que els estudiants col·laborin entre ells. En quant a la procedència dels estudiants, com es pot veure el la gràfica 7 de l'annex 2, es pot apreciar com pràcticament tres quartes parts dels estudiants del curs provenen de cicles formatius de grau mitjà sense haver realitzat prova d'accés, ja que actualment no és necessària, i com la resta dels estudiants provenen de Batxillerat.

## 8.2 Resultats a 2n curs

Com es pot apreciar en l'estudi realitzat a l'aula, el qual es pot observar en l'annex 2: Gràfiques i en l'annex 3: Enquestes. S'ha efectuat el mostreig realitzat als alumnes de 2n curs. El grup de segon, és un grup molt nombrós en el nostre cas particular 23 alumnes.

El principal inconvenient que s'ha pogut apreciar en els alumnes de 2n curs, és que aquests tenen algunes dificultats a l'hora de plantejar el projecte, tal i com es pot veure a la gràfica 1 de l'annex 2, quasi la meitat dels alumnes ponderen l'activitat com a difícil, tanmateix un terç dels estudiants la pondera com a normal i un la resta com a una activitat fàcil. Aquest fet pot donar-se per l'oblit d'algunes competències del curs anterior, i a la vegada per la dificultat de plantejar el projecte amb un grup tan nombrós.

Com es pot veure en la gràfica 2 de l'annex 2, bona part dels alumnes puntuen l'activitat com una activitat on l'índex de coneixement obtingut és alt, han notat una gran millora en els seus coneixements i per tant la seva realització els hi ha sigut profitosa.

Tot i això, en la temporització de l'activitat, com es pot veure en la gràfica 3 de l'annex 2, els alumnes donen una puntuació mitja, o una mala puntuació al temps que han tingut per el desenvolupament del projecte. Aquest index pot reflectir la falta de treball a casa per part d'alguns dels integrants i la diferència de nivell en l'aula en quant a la gestió de l'activitat, en aquest cas també podria denotar la falta de temps dels estudiants per poder dedicar temps al projecte la qual cosa significa que s'ha de replantejar el desenvolupament d'aquest.



Tanmateix, en quant a l'entrega de l'activitat, que es pot apreciar en la gràfica 4 de l'annex 2, dos terços del grup ha pogut entregar l'activitat a temps, i aproximadament un vuitè dels alumnes l'han entregat amb retard o fora de plaç. Hi ha hagut només un parell d'alumnes que no l'han pogut entregar. Aquest fet es contraposa en l'apartat anterior, ja que comparativament amb els de primer, més alumnes de segon curs han pogut entregar el projecte al dia, i contràriament han puntuat pitjor la temporització de l'activitat.

Tal i com es pot apreciar a la gràfica 5 de l'annex 2, el grup ha necessitat força orientació per part del professor per poder encarar les preguntes plantejades en el projecte de forma correcte. Ja que a l'aula els alumnes plantejaven força preguntes a l'hora de resoldre els diferents apartats de l'activitat, i en nombroses ocasions es quedaven encallats en alguns punts. A la vegada en aquest grup al fet de ser tan nombrós ha sigut un inconvenient a l'hora de treballar, ja que en alguns casos els alumnes no escoltaven el professor quan aquest feia una pregunta al grup o alguna aclaració.

Tanmateix a l'hora de puntuar l'índex d'ajuda a nivell general, el qual podem observar en la gràfica 5 de l'annex 2, quasi la meitat dels estudiants creuen que necessiten poca ajuda en la resolució del projecte, i molts dels estudiants puntuen aquest índex com a baix, aproximadament un terç dels estudiants creu que ha necessitat una ajuda normal, i una quarta part dels estudiants situa el nivell d'ajuda com a alta o molt alta. Aquests nivells de dependència ens indica que el nivell de l'aula és normal, ja que la majoria d'estudiants ha necessitat una mica d'ajuda, però no excessiva per poder desenvolupar el projecte. Aquest fet també promou la col·laboració entre els companys.

En la col·laboració entre els companys i el treball en grup, que es pot veure representat en la gràfica 6 de l'annex 2, apareix una diferència respecte el grup de primer, ja que en aquest cas es pot veure com aproximadament la meitat dels alumnes de segon puntuen molt alta la col·laboració dins el grup. Tanmateix, segons una quarta part dels estudiants hi ha hagut una part de l'aula que no ha col·laborat entre els companys, i puntuen aquesta com a molt baixa o nula. Aquest fet es contraposa al grup de primer el qual els hi ha costat més col·laborar i ens indica que el grup de segon ha treballat millor en grup.

En quant a la procedència dels estudiants, com es pot veure en la gràfica 7 de l'annex 2, es pot apreciar com pràcticament dos terços dels estudiants del curs provenen de cicles

formatius de grau mitjà sense haver realitzat prova d'accés, ja que actualment no és necessària, i com la resta dels estudiants provenen de Batxillerat amb l'excepció de dos alumnes que un prové de la prova d'accés i l'altre d'un altre cicle de grau superior.

### **8.3 Observacions del professor**

- **Observacions Generals**

En quan al desenvolupament del projecte a l'aula, com a docent, he notat notories diferències entre un grup i a l'altre. Aquestes diferències s'han percebut a partir de l'observació en el desenvolupament del projecte per part dels dos grups i en les preguntes realitzades per cada grup.

Cal mencionar que el projecte plantejat és un repte per els alumnes, i no tots han tingut la mateixa tolerància a la frustració o empena per enfrontar-se al projecte. En aquests casos, com a docent, s'ha intentat reenganxar l'alumne al projecte a partir d'una certa ajuda o orientació en la seva resolució. Com a professor, és molt gratificant veure com aquest projecte és un abans i un després en el curs, ja que els alumnes després del projecte presenten una major autonomia de treball, i es nota que els seus coneixements han augmentat.

En alguns casos, els alumnes expresaven que era molta feina, i que no tindrien el temps necessari per poder-lo resoldre. Tot i això, els alumnes que estaven centrats a classe en la resolució del problema, han aconseguit arribar a l'entrega a temps. Generalment, els alumnes que no han aconseguit entregar el projecte a temps, han sigut alumnes que han faltat a sessions i/o que no aprofitaven el temps d'aquestes, ja que estaven fent feina d'altres matèries o jugant a l'ordinador a classe. A la vegada, en molts d'aquests alumnes no s'observa una metodologia d'estudi a casa. Ja que no estan acostumats a fer deures o feina fora de l'escola.

- **Observacions 1r curs.**

En aquest cas, a l'aula s'han generat grups de treball de 2 a 3 integrants per enfocar la resolució del projecte. En aquest cas, la comunicació entre els alumnes era bona i sovint compartien informació i resultats entre grups. A la vegada quan el professor intentava

enfocar alguna pregunta cap al grup classe, aquest es mostrava atent i col·laborador en la resolució d'aquesta, generant en l'aula diferents punts de vista sobre la resolució del problema i obrint debat sobre quina era la millor manera d'enfocar-lo. Generalment l'actitud de treball per part dels alumnes era bona i s'aprofitava el temps a classe.

Tanmateix, s'ha notat per part d'alguns alumnes una certa individualitat a l'hora de treballar, generalment aquests alumnes tenen un posat més introvertit i els hi costa més relacionar-se amb el grup classe. Alguns d'aquests alumnes individualistes, han tingut dificultats per tirar el projecte endavant, o no han aconseguit l'objectiu que planteja l'activitat.

A la vegada, comparativament amb el grup de segon, al grup classe de primer li ha costat més tirar endavant el projecte degut a la seva falta de formació previa en les competències de programació.

- **Observacions 2n curs.**

El principal inconvenient que s'ha pogut apreciar en els alumnes de 2n curs, és que alguns dels alumnes no recordaven correctament les competències de programació impartides en el curs anterior, això ha generat algun problema per poder enfocar el projecte en els primeres fases per part d'alguns alumnes.

El grup de segon és molt més nombrós que el grup de primer. Aquest fet ha generat que l'aplicació del projecte en aquest no es pogués desenvolupar de la mateixa forma que en el de primer.

En aquest cas, a l'aula s'han generat grups de treball d'entre 2 i 6 persones les quals intentaven enfocar el projecte a la seva manera. Com que el grup era tan nombrós, la informació no circulava entre els diferents grups de forma eficient. A la vegada quan el docent intentava enfocar alguna pregunta a tot el grup classe, hi havia alguns alumnes que no escoltaven el professor i seguien treballant dins el seu grup. Tanmateix, altres alumnes estaven més atents a la pregunta i obrien una discussió sobre com era la millor forma de plantejar la resolució a la pregunta.

Generalment en els grups que estaven més atents a l'aula no han tingut dificultats per poder plantejar el projecte, i els grups que estaven menys atents a l'aula han tingut més problemes per poder-lo resoldre.



## 8.4 Discussions i limitacions amb futures línies d'investigació

Aquest treball ha estat desenvolupat amb unes condicions de contorn molt peculiars, ja que s'ha tingut en molta consideració l'any en el que s'ha realitzat l'estudi. Aquest és un any de canvi de curriculum, el qual implica que la matèria en la que es desenvolupa aquest projecte és modificada de curs escolar. Aquest fet ha permès que es pogués desenvolupar l'estudi del projecte a la vegada en el grup de 1r d'automatització i en el grup de 2n d'automatització, cosa que és difícil que torni a passar.

Tanmateix, l'estudi realitzat en aquest projecte pot aprofitar-se per altres projectes, ja que ens ajuda a veure com ha funcionat el projecte a nivell d'aula, i per tant, si cal fer millores en aquest per que els alumnes el puguin desenvolupar millor.

A la vegada, les metodologies docents aplicades en el projecte, es poden aplicar en altres projectes i estudiar el seu funcionament.

## 9. Conclusions

Les principals conclusions que podem extreure d'aquest treball i de l'estudi realitzat a l'aula son les següents:

- L'activitat plantejada ha donat més protagonisme a l'alumne dins l'aula, promovent la col·laboració i la cooperació entre els companys.
- Els instruments d'aprenentatge plantejats en aquest mètode, posen especial atenció en l'aplicació del Raonament Hipoteticodeductiu, fomentant la cerca d'informació, la cerca d'hipòtesis i anàlisis de resultats. Així el treball desenvolupat per l'alumne té més rellevància dins el seu aprenentatge.
- S'ha pogut combinar la metodologia d'aprenentatge basat en projectes i la d'aprenentatge basat en problemes, aplicant la metodologia de treball per problemes dins les fases del projecte.
- S'ha plantejat la temporització tal i com es pot veure en *l'Annex 1: 3 Temporització*, de tal forma que hi ha una entrega després de la finalització de cada fase del





projecte. D'aquesta forma l'alumne obté un feedback de com està desenvolupant el projecte.

- S'han lligat coneixements de varis moduls formatius en un únic projecte multidisciplinar, tal i com podem apreciar en l'apartat de la *Memòria: 7.2 Relació entre el currículum i les activitats, i en l'Annex 1: 1 Projecte*. En la seva realització, es fomenta la resolució de problemes a partir d'un enfoc real.
- Les activitats proposades dins del projecte desenvolupen les capacitats d'aprenentatge del mòdul 2: Sistemes Seqüencials Programables, a partir del desenvolupament del programa de regulació dins cada una de les fases del projecte.
- Les activitats proposades dins del projecte desenvolupen les capacitats d'aprenentatge del mòdul 3: Sistemes de Mesura i Regulació, a partir de la resolució de cada una de les fases del projecte, mitjançant l'aplicació de les tècniques de regulació, la creació del sistema, i el posterior anàlisi de resultats .
- El projecte s'ha portat a terme amb els grups de grau superior de l'escola. Els resultats obtinguts i observats han sigut satisfactoris.
- S'ha plantejat la rúbrica per la correcció de cada una de les fases del projecte en *l'Annex 1: 4 Correcció*. On es proposa una taula per poder omplir amb la ponderació adequada de cada ítem i d'aquesta forma facilitar la correcció de cada fase.
- Conclusions de l'estudi:
  - Dificultat: Acceptable, possiblement una mica difícil per alguns alumnes. Tanmateix, a grau superior s'ha de promoure aquesta tipologia de problemes, ja que d'aquesta forma es promou l'autosuperació en els alumnes.
  - Coneixements Obtinguts: Molt satisfactoris, és molt notori a nivell visual que l'alumne experimenta una evolució dins el projecte en els seus coneixements. Després d'aquest projecte l'alumne enfoca els problemes de classe d'una altre forma, i aquest ja ha agafat soltura en la realització de programes.



- Temporització: Acceptable, tot i això s'ha de repassar la temporització de cara al curs vinent, ja que els alumnes de segon generalment han anat bé de temps, però els alumnes de primer els hi ha faltat una mica de temps en alguns casos per la falta de coneixements previs.
- Entrega del projecte: Molt Satisfactoris, ja que la gran majoria d'alumnes han pogut entregar el projecte a temps, tanmateix a primer hi ha un nombre gran d'alumnes que l'han entregat amb retard, el que ens marca que amb una mica més de temps, aquests podrien haver-lo entregat sense cap problema.
- Informació donada pel professor: Acceptable, la informació donada per el professor durant el curs ha seguit una bona línia, tanmateix s'ha de promoure més el rol de llançar preguntes retòriques per tal que l'alumne hagi de desenvolupar la resposta a partir de la pregunta llançada pel professor.
- Grau d'ajuda en general i col·laboració entre els companys: Millorable, generalment podem veure com els alumnes necessiten ajuda dins del projecte, en molts casos aquests pregunten al professor, tanmateix s'hauria de fomentar de forma més activa la col·laboració entre grups per tal de potenciar l'intercanvi d'informació entre ells. Una bona tècnica per poder potenciar aquest intercanvi seria l'aplicació del Puzzle de Aronson.
- Procedència: La gran majoria d'estudiants provenen de cicle formatiu de grau mitjà. En aquest col·lectiu la falta de coneixements és notòria, ja que el no haver de realitzar la prova d'accés a grau superior actualment, els deixa amb un nivell de matemàtiques i eines lèxiques una mica baixes per tal d'encarar els projectes i tasques de grau superior. Tanmateix, els alumnes provinents de Batxillerat científic o tecnològic no presenten aquests problemes.





## 10. Reflexions personals

A nivell personal estic satisfet de com s'ha portat a terme el projecte dins el curs escolar. Crec que els alumnes els hi ha sigut profitós aquest projecte, ja que en l'aula es nota el canvi de coneixements d'aquests abans i després de la realització del projecte. Observar aquest fet per un professor és molt encoratjador, ja que percep el fruit de la seva feina. Cal remarcar que el principal objectiu que es proposa un professor és compartir i traspasar el coneixement cap a l'alumne, i si aquest pot veure els fruits de la seva feina és molt gratificant.

Cal remarcar que en les escoles, cada grup és diferent. Cada any el grup que arribarà a l'escola serà diferent, ja que mai està format per les mateixes persones, i aquestes en molts casos seran d'edats diferents, ètnies diferents i de localitats diferents. Aquests fets generen un comportament o forma de treball característica de cada grup classe. Ja que la forma de treballar dels alumnes mai és la mateixa i els coneixements previs dels alumnes mai son els mateixos. Partint d'aquesta premisa, la metodologia plantejada en aquest treball està pensada per traslladar-la a l'aula de forma pràctica i que sigui el màxim de flexible possible, ja que d'aquesta forma, el professor pot adaptar-la a cada grup segons les seves característiques.



## 11. Bibliografia-Webgrafia

- Bernabeu, M. D. (n.d.). *Aprendizaje basado en problemas: El Método ABP*. Educrea. Retrieved May 27, 2022, from <https://educrea.cl/aprendizaje-basado-en-problemas-el-metodo-abp/>
- Edicat Pals. (2019, 2 14). *Aprendizaje Basado en Proyectos*. YouTube. Retrieved 04 15, 2022, from [https://www.youtube.com/watch?v=Dtaarggmdy0&ab\\_channel=EducatPals](https://www.youtube.com/watch?v=Dtaarggmdy0&ab_channel=EducatPals)
- Educat Pals. (2020, 11 5). *ABP-Aprendizaje Basado en Problemas*. YouTube. Retrieved 04 04, 2022, from [https://www.youtube.com/watch?v=CUDRZB-wdZI&ab\\_channel=EducatPals](https://www.youtube.com/watch?v=CUDRZB-wdZI&ab_channel=EducatPals)
- González Hernando, C., Martín Villamor, P. G., Souza Da Almeida, M., Martín Durántez, N., & López Portero, S. (2015, August 4). *Ventajas e inconvenientes del aprendizaje basado en problemas percibidos por los estudiantes de Enfermería*. SciELO España. Retrieved May 27, 2022, from <https://scielo.isciii.es/pdf/fem/v19n1/original5.pdf>
- ¿Qué es el ABP?* (n.d.). Formación INTEF. Retrieved May 27, 2022, from [https://formacion.intef.es/pluginfile.php/43407/mod\\_imsdp/content/5/index.html](https://formacion.intef.es/pluginfile.php/43407/mod_imsdp/content/5/index.html)
- Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP) una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Pedagogia universitaria*, 8, 9-20. <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/562/654>