

TREBALL DE FI DE MÀSTER

Interaccions entre instituts de secundària i centres de recerca a Catalunya per a fomentar l'interès per la ciència i la tecnologia

Cognoms:	Manubens Gil
Nom:	Domingo
Titulació:	Màster universitari en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes
Especialitat:	Tecnologia
Direcció:	Anna Bonsfills Pedrós Departament d'enginyeria minera, industrial i TIC (EMIT)
Data de lectura:	20 de juny de 2019

Resum

La demanda de personal treballador amb formació superior tecnològica actualment és ja molt elevada i les futures previsions asseguren que la demanda anirà en augment. Les tecnologies aplicades, per exemple, avui dia inclouen camps tants extensos com l'economia, la medicina, l'arqueologia, la publicitat o la lingüística entre d'altres.

L'objectiu principal d'aquest treball és donar a conèixer iniciatives existents per fer visibles i atractives les aplicacions de la tecnologia en els diversos camps d'especialització dels centres de recerca de Catalunya.

Dins de l'abast de l'estudi, s'inclou el disseny d'una nova activitat docent que uneix els continguts específics de l'àmbit científicotecnològic com són les matemàtiques i la informàtica i els continguts d'educació ambiental. Hi ha participat alumnat de secundària conjuntament amb un equip de recerca d'una universitat pública de Catalunya. L'activitat ha donat lloc a uns resultats que s'analitzen en aquest treball.

El treball s'adreça al professorat i alumnat de secundària per tal d'oferir-los una visió real d'STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Es volen oferir exemples d'iniciatives encoratjadores i enfocades a ajudar al màxim possible els joves, en la presa de decisió de la seva carrera professional.

Resumen

La demanda de personal trabajador con formación superior tecnológica actualmente es ya muy elevada y las futuras previsiones aseguran que la demanda irá en aumento. Las tecnologías aplicadas, por ejemplo, hoy día incluyen campos tan extensos como la economía, la medicina, la arqueología, la publicidad o la lingüística entre otros.

El objetivo principal de este trabajo es dar a conocer iniciativas existentes para hacer visibles y atractivas las aplicaciones de la tecnología en los distintos campos de especialización de los centros de investigación de Cataluña.

Dentro del alcance del estudio, se incluye el diseño de una nueva actividad sobre los contenidos específicos de matemáticas e informática del ámbito científico tecnológico así como de educación medioambiental. Ha participado alumnado de secundaria junto a un equipo de investigación de una universidad pública de Cataluña. La actividad ha dado unos resultados que se analizan en este trabajo.

El trabajo se dirige al profesorado y alumnado de secundaria para ofrecerles una visión real de STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Se quieren ofrecer ejemplos de iniciativas alentadoras y enfocadas a ayudar al máximo posible a los jóvenes en su toma de decisión de su carrera profesional.

Abstract

Highly qualified technological workers demand is actually very high. The future demand is expected to grow even more. Applied technologies, for example, include areas such as economy, medicine, archeology, marketing or linguistics among others.

The main goal of this study is to identify initiatives and actions for promoting the applications of the technology in the diverse specialization fields of the Catalonia's research centers.

The scope of this work includes the design of a new teaching activity on the specific contents of a scientific-technological area such as mathematics and computer science together with environmental awareness. Secondary school students and researchers from a Catalan public university have participated. The activity implementation is presented and assessed.

This study is lead to teachers and students of secondary school with the aim of showing a real vision of STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). The study shows examples of encouraging initiatives focused on helping young students on choosing their professional career.

Índex

1	Introducció	1
1.1	Què entenem per STEM?	1
1.2	Bretxa comunicativa entre societat i centres de recerca	2
1.3	Objectius generals del treball	3
1.4	Objectius específics	3
1.5	Organització del treball	4
2	Context a Europa	5
2.1	Context al Regne Unit	6
2.2	Context a França	7
2.3	Síntesi	8
3	Context a Catalunya	10
3.1	Sistema català de recerca	10
3.2	La xarxa CERCA	11
4	Propostes existents a Catalunya	15
4.1	Esdeveniments	15
4.1.1	La Nit de la Recerca	15
4.1.2	Bojos per la ciència	15
4.1.3	Festa de la ciència	15
4.1.4	Setmana de la ciència	15
4.1.5	Fira de recerca en directe	16
4.1.6	Youth Mobile Festival (YoMo)	16
4.2	Plataformes de divulgació	16
4.2.1	La ciència al teu món	16
4.2.2	Divulcat	16
4.3	Laboratoris per a escoles i tallers educatius	16
4.3.1	EscoLab	17
4.3.2	REVIR	17
4.3.3	iLabRS	17
4.3.4	Fem recerca	17
4.3.5	Fes recerca	18
4.3.6	Professors i ciència	18
4.4	Estades d'estiu	18
4.4.1	Futurs i nous estudiants UB	18
4.4.2	Campus Júnior UPF	18
4.4.3	Joves i ciència	19
4.4.4	Barcelona International Youth Science Challenge	19
4.5	Treballs de recerca	19
4.5.1	Batx2Lab	19
4.5.2	Projecte FORCES	19
5	Cas d'estudi	21
5.1	Context	21
5.2	Unitat didàctica 1: Pensament científic i canvi climàtic	22
5.2.1	Competències treballades	22
5.2.2	Objectius didàctics	23
5.2.3	Continguts curriculars	23
5.2.4	Criteris d'avaluació	24
5.2.5	Atenció a la diversitat	24
5.2.6	Material utilitzat	24
5.2.7	Recursos per al professorat	24
5.3	Unitat didàctica 2: Informàtica i canvi climàtic	28
5.3.1	Competències treballades	29
5.3.2	Objectius didàctics	29
5.3.3	Continguts curriculars	29

5.3.4	Criteris d'avaluació	29
5.3.5	Atenció a la diversitat	30
5.3.6	Material utilitzat	30
5.3.7	Recursos per al professorat	30
5.4	Resultats i discussió	35
5.4.1	Qüestionari previ	35
5.4.2	Xerrada conferència científica	38
5.4.3	Treball en grups	38
5.5	Conclusions	43
6	Conclusions generals	44
7	Treball de futur	46
8	Bibliografia	47

Índex de figures

Figura 1	Evolució del finançament Erasmus+ França 2014-2019	8
Figura 2	Finançament projectes STEM UK i França 2016-2017 (M€)	8
Figura 3	Finançament per capita Erasmus+ UK, França, Espanya 2018-2019	9
Figura 4	Tmax Barcelona 1870-2017	40

Índex de taules

Taula 1	Centres de recerca de Catalunya i les activitats STEM que porten a terme . .	12
Taula 2	Graella de programació unitat didàctica pensament científic i canvi climàtic. .	25
Taula 3	Graella avaluació unitat didàctica pensament científic i canvi climàtic	26
Taula 4	Graella temporització unitat didàctica pensament científic i canvi climàtic . . .	27
Taula 5	Graella de programació unitat didàctica informàtica i canvi climàtic.	31
Taula 6	Graella avaluació unitat informàtica i canvi climàtic	32
Taula 7	Graella temporització activitat didàctica informàtica i canvi climàtic	33
Taula 8	Taula resum de valoració de resultats del cas d'estudi	42

1 Introducció

Els grans reptes de la societat futura es defineixen com les accions orientades a fer del món un lloc millor. S'entén que alguns desenvolupaments a escala mundial van en la mala direcció i es fan necessàries accions concertades per tal de millorar la situació futura [1]. Abordar aquests reptes requereix compromís i inversió en totes les àrees de la societat no només a curt termini, sinó també i encara més a mitjà i llarg termini.

Aquests reptes de societat poden variar particularment depenent de l'origen geogràfic, però des d'una perspectiva global alguns exemples són la necessitat de formar ciutadans en la cultura científica, la necessitat d'accés i utilització fàcil dels resultats de recerca, la necessitat de trobar una manera de promoure la igualtat entre sexes o trobar la manera de lluitar contra la desinformació i les notícies falses a les xarxes socials.

En la percepció europea actual, els reptes de la societat vénen agrupats en els següents camps:

- Salut, canvis demogràfics i benestar.
- Reptes de la bioeconomia: seguretat alimentària, agricultura i gestió forestal sostenibles, recerca marina i marítima i aigües.
- Energia segura, neta i eficient.
- Transport intel·ligent, sostenible i integrat.
- Acció pel clima, eficiència de recursos i matèries primeres.
- Món canviant, inclusiu, innovador, societat reflexiva.
- Societat segura, protegir llibertat i seguretat als ciutadans.

Els reptes de la societat futura són determinants per a la política en general, però en particular són determinants per a les polítiques de ciència, tecnologia i innovació. Per a trobar solucions per als reptes de la societat es requereixen coneixements de resolució de problemes que sovint són de caràcter interdisciplinari i/o amb elevada càrrega d'innovació científica i en la majoria dels casos es requereixen grans inversions en aquest tipus de recerca. La demanda de treballs amb formació superior científicotècnica actualment és ja molt elevada i les futures previsions asseguren que la demanda anirà en augment.

Per tant, el futur de la ciència, tecnologia i innovació estarà fortament influenciat per la necessitat d'abordar certs reptes de la societat, ja que absorbiran gran part dels recursos financers i humans.

1.1 Què entenem per STEM?

En educació, el terme STEM es refereix a un enfocament interdisciplinari per a l'aprenentatge, que engloba les àrees de Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques (CTEM o STEM, per les seves sigles en anglès). Aquestes àrees es consideren imprescindibles per a formar-se en la societat actual.

L'àmbit STEM pretén garantir el desenvolupament d'un coneixement transversal, en el que els continguts de cadascuna de les disciplines esmentades no es treballa d'una manera aïllada, sinó de forma interdisciplinària i contextualitzada i mitjançant l'aprenentatge significatiu, que es contraposa a l'aprenentatge memorístic [2].

Cada vegada és més freqüent trobar programes educatius que construeixen iniciatives STEM o

projectes amb el model d'aprenentatge basat en la recerca. Per exemple, resulta més atractiu descobrir els principis bàsics del moviment a través de mecanismes simples part d'un producte d'enginyeria com pot ser un robot, que aprendre's en un llibre de text amb algun exemple descontextualitzat.

Alguns experts pensen que cal afegir l'art com a disciplina, ja que l'enginyeria requereix també disseny per a concebre productes que no només siguin útils sinó també atractius. Així doncs van decidir incloure la lletra "A" al concepte, STEAM, afegint una visió artística a les altres disciplines tècniques. En qualsevol cas, STEM és un model d'aprenentatge rigorós i ric que no només comprèn l'ensenyament de continguts, sinó que també implica el desenvolupament de determinades competències i tipus de pensament necessaris per a enfrontar-se a situacions quotidianes, com són el pensament crític, la creativitat, la comunicació o la col·laboració.

Les vuit competències bàsiques que proposa la Llei orgànica d'educació (LOE) per a l'ensenyament obligatori són comunicativa, matemàtica, competència en el coneixement i interacció amb el món físic, cultural i artística, aprendre a aprendre, autonomia i iniciativa personal, competència en el tractament de la informació i competència digital, i competència social i ciutadana [3]. La LOMCE ens presenta les competències clau, que són sensiblement equivalents a les competències bàsiques [4]. Val a dir que hi ha una correspondència entre les vuit competències bàsiques i les vuit intel·ligències de Gardner [22]. En el currículum actual, STEM fa referència a les competències bàsiques següents: a) competència matemàtica, b) competència en el coneixement i la interacció amb el món físic i c) competència digital. En el batxillerat, aquestes matèries queden recollides per la modalitat de ciències i tecnologia [56].

1.2 Bretxa comunicativa entre societat i centres de recerca

Existeix una bretxa comunicativa entre els agents generadors de coneixement i la societat, que fa que la cultura científica sigui baixa, particularment en joves, i hi hagi poques vocacions científico-tècniques. Addicionalment, es preveu que els sectors productius relacionats amb STEM creixin molt en el futur. Per a cobrir aquesta bretxa calen actors que s'encarreguin, entre altres coses, de divulgar la recerca i la innovació, promovent la seva integració i acostament a la societat.

En el context educatiu, famílies, professorat i alumnat, com a col·lectiu, són conscients de la importància de la ciència, la tecnologia, l'enginyeria i les matemàtiques com a motor necessari del canvi i millora de la societat. Però sovint, individualment, no hi ha gaires raons que empenyin a l'alumnat a apostar per aquestes disciplines i voler treure bons resultats en aquestes matèries, ja que no les consideren clau per al desenvolupament individual o no hi veuen oportunitats personals. Si els estudiants no troben interès personal o no consideren rellevant la recerca i la innovació, no aniran més enllà del que els demanin a l'escola.

Per superar aquesta bretxa comunicativa i fer que la societat tingui assegurada una font de futurs científics, enginyers, tecnòlegs i matemàtics, una bona eina són les iniciatives i programes STEM de les quals hem parlat en l'apartat anterior. Aquestes iniciatives haurien de començar ja a l'escola primària i haurien d'aconseguir orientar els estudiants i acompanyar-los en el seu aprenentatge als instituts de secundària i les universitats i tenir per finalitat que aconseguixin graus, carreres o doctorats en disciplines STEM. D'alguna manera caldria que l'alumnat desenvolupés l'interès en STEM a primària, que vagi triant diferents matèries a l'institut de secundària, i de forma consistent i progressiva arribi a un grau o carrera STEM. Per tal que els estudiants persisteixin en STEM, s'ha demostrat que alguns dels elements clau són el treball significatiu, el diàleg amb experts en ciència i l'atenció o tutoria continuada amb professorat [47]. A més, hi ha una millora si els esforços per incentivar l'interès van acompanyats d'interaccions amb compromís, capacitat i continuïtat de part de tots actors.

Si bé existeixen iniciatives STEM a Catalunya i s'observa que hi ha bones fonts de divulgació i d'informació, encara hi ha una gran manca d'interaccions entre instituts de secundària i centres de recerca a Catalunya que realment fomentin l'interès per la ciència i la tecnologia. En aquest treball fem una revisió de les propostes existents i en proposem una de nova.

1.3 Objectius generals del treball

L'objectiu principal d'aquest treball és donar a conèixer iniciatives existents per fer visibles i atractives les aplicacions de la tecnologia en els diversos camps d'especialització dels centres de recerca de Catalunya.

Dins de l'abast de l'estudi, s'inclou el disseny d'una nova activitat docent col·laborativa entre un grup d'estudiants de secundària i un grup de recerca. Es tracta d'una activitat que té com a objectiu principal posar en contacte estudiants de secundària amb un equip d'investigació real. L'activitat inclou elements de comunicació dels resultats assolits al públic general.

El treball s'adreça al professorat i alumnat de secundària per tal d'oferir-los una visió real d'STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Es volen oferir exemples d'iniciatives encoratjadores i enfocades a ajudar al màxim possible els joves, en la presa de decisió de la seva carrera professional.

1.4 Objectius específics

Per tal d'assolir l'objectiu principal esmentat, el treball es divideix en els objectius específics següents:

- Donar a conèixer al professorat i alumnat de secundària els centres de recerca ubicats a Catalunya i quin camp d'especialització tenen.
- Descriure iniciatives que aquests centres de recerca porten a terme per tal d'apropar la ciència i la tecnologia a l'alumnat de secundària (tallers, conferències, exposicions, etc.).
- Enumerar les fonts de finançament i l'impulsor de cada iniciativa, sigui govern local, regional, estatal o internacional i si es tracta d'una entitat pública o privada.
- Classificar les iniciatives existents per temàtica i establir el vincle amb el currículum de l'àmbit científicotecnològic de secundària (ESO i Batxillerat).
- Crear un nou recurs o iniciativa en col·laboració amb un centre de recerca i un centre d'educació secundària.

L'activitat col·laborativa en què es basa el nou recurs creat, integra un grup d'estudiants de 3r d'ESO en el marc del projecte europeu *Erasmus+* amb estudiants d'informàtica de 4t d'ESO i personal investigador en ciències del clima de la Universitat de Barcelona (UB). Els objectius específics de l'activitat són:

- Descriure el concepte d'antropocè i els seus efectes per a la vida i el planeta.
- Analitzar l'origen del canvi climàtic.
- Descriure el concepte de variabilitat natural.
- Explicar les diferències entre variabilitat natural i canvi climàtic d'origen humà.
- Enumerar les conseqüències del canvi climàtic actual.
- Avaluar les projeccions del canvi climàtic i dels seus impactes a mitjà i llarg termini.
- Proposar mesures de mitigació del canvi climàtic.
- Explicar els avantatges de representar gràficament sèries històriques climàtiques.

- Calcular i usar gràfics per a identificar el senyal del canvi climàtic.
- Justificar l'ús de llenguatges de programació per analitzar dades massives.
- Elegir llibreries informàtiques adequades per a càlculs estadístics i crear gràfiques.
- Crear publicacions de caràcter científic.

L'activitat s'inicia amb una xerrada-conferència titulada *L'emergència climàtica, entendre el canvi climàtic* que dona una visió global dels conceptes per part de personal expert en el tema. Després es formen grups heterogenis a l'aula per a començar a treballar en l'anàlisi de dades de sèries climàtiques històriques de zones de Catalunya properes al centre educatiu. L'alumnat de 3r d'ESO pren el rol científic mentre que l'alumnat de 4t d'ESO pren el rol de tècnic informàtic de suport a la recerca. Cada grup de científics fa una petició al grup d'informàtics perquè aquests processin les dades amb *Python* i produir figures que siguin un suport gràfic rellevant per a demostrar l'augment de les temperatures a causa del canvi climàtic. L'activitat finalitza amb la redacció d'un informe de caràcter científic per tal de disseminar-lo als mitjans de comunicació local. Les metodologies utilitzades en aquest recurs són el treball cooperatiu, el grup d'experts i combina certes tasques de treball individual i treball en grup.

1.5 Organització del treball

En el capítol 2, es presenta una visió general de com la comunitat Europea enfoca el repte comú de fomentar l'interès per la ciència i la tecnologia en els joves i quins mecanismes ha posat en marxa. També es presenten breument els casos del Regne Unit i França i les solucions que s'hi implementen, per tal de donar una mica de context. Segueixen els capítols 3, 4 i 5, que donen resposta als objectius específics d'aquest treball. En el capítol 3, es presenta per una banda la visió concreta del problema centrat a Catalunya i l'enfocament que se'n fa des del sistema educatiu. Per altra banda, s'analitza el sistema de recerca català per observar quines iniciatives es proposen des dels centres generadors de coneixement. En el capítol 4, es fa una relació d'iniciatives que inclouen interaccions amb els centres de secundària de Catalunya i el seu alumnat. Un cop estudiades algunes de les propostes existents, en el capítol 5, i com a element clau d'aquest treball es proposa un cas d'estudi amb dues unitats didàctiques que s'han portat a terme entre l'alumnat d'un centre de secundària de Catalunya i els investigadors/es d'un centre de recerca reconegut a Catalunya. Finalment s'avalua el resultat de la proposta implementada i es fa una discussió emmarcada en el context presentat per treure'n conclusions.

2 Context a Europa

Un dels objectius centrals de la Unió Europea és l'accés igualitari a l'educació de qualitat. “*The New Skills Agenda for Europe*” és una agenda de la Comissió europea adoptada el 10 de juny de 2016, estableix 10 accions per fer arribar a la població europea el suport, les habilitats i la formació adequades. Un dels objectius específics és millorar la qualitat i rellevància de les competències STEM ajudant al professorat i promocionant les carreres STEM. La Comissió europea, a través dels programes *H2020* i *Erasmus+*, ofereix una gran quantitat de recursos per a l'accés igualitari i de qualitat a l'educació, incloent-hi informació de polítiques educatives.

Horizon 2020 (H2020) [18] té com a objectiu general construir una societat i una economia de primer ordre a escala mundial basada en el coneixement i la innovació en el conjunt de la Unió Europea, a més de contribuir a un desenvolupament sostenible. L'objectiu específic de *H2020-EU.5* és impulsar una cooperació efectiva entre ciència i societat, captar nous talents per a la ciència i conciliar l'excel·lència científica amb la responsabilitat i la consciència social. En particular, el programa *H2020-EU.5.a, Ciència amb i per a la societat* [19], busca com fer atractives les carreres de ciència i tecnologia als estudiants joves, i establir una interacció sostenible entre escoles, centres de recerca, indústria i societat civil. La Comissió europea va destinar més de **110 milions** d'euros de finançament durant el període 2016-2017 dins del programa *Ciència amb i per a la societat* per al desenvolupament de projectes i polítiques que fomenten l'educació STEM a Europa [50]. Per al període 2018-2020, aquest finançament va créixer fins a **285 milions** d'euros. En particular l'any 2019 el pressupost va ser de 72 milions d'euros.

Erasmus+ [16] és el programa europeu per donar suport a l'educació, l'aprenentatge, la joventut i l'esport a Europa. Finança intercanvis internacionals per a estudiants universitaris, personal acadèmic i investigadors/es, així com cooperació estructurada entre universitats i autoritats en diferents països i comunitats. A través d'*Erasmus+*, les escoles i instituts de secundària poden accedir a finançament per a activitats internacionals que introdueixen canvis en la societat:

- **KA101:** L'alumnat pren part en intercanvis internacionals i experiències d'aprenentatge per a desenvolupar noves competències, obrir ventall d'expectatives i acumular experiències vitals internacionals.
- **KA201:** El professorat pot aportar recursos d'aprenentatge, ensenyar o participar en períodes d'observació professional per a aprendre bones pràctiques, construir relacions amb col·legues internacionals i inspirar-se.
- **KA229:** Els centres educatius poden col·laborar amb altres associats internacionals per a compartir bones pràctiques, fomentar la innovació i oferir noves oportunitats al jovent.

El pressupost europeu destinat a *Erasmus+* l'any 2016 va ser de 2.200 milions d'euros. L'any 2017 va ser de 2.600 milions d'euros. Per al període 2014-2020, *Erasmus+* representa 14.700 milions d'euros, és a dir, un 1,5% del pressupost de la Unió europea [38]. El maig del 2018, la Comissió europea va decidir doblar el pressupost *Erasmus+* per al període 2021-2027. Això vol dir uns 30.000 milions d'euros.

Dins del programa *Erasmus+* s'han construït plataformes de serveis per a la Unió Europea, com són:

- *eTwinning* [17], una plataforma digital en 23 idiomes que permet als centres educatius dels països membres connectar-se, crear projectes, comunicar-se i col·laborar.
- *School Education Gateway (SEG)* [20], una plataforma digital que proporciona ajuda als centres educatius per a redactar i portar a terme projectes del programa *Erasmus+*. La *Teacher Academy*, dins de SEG, ofereix cursos en línia, seminaris i materials didàctics.

Gràcies als programes europeus esmentats, hi ha una gran quantitat de projectes comunitaris que permeten millorar la qualitat i rellevància de les competències STEM. El professorat i membres de

les comunitats educatives STEM d'Europa utilitzen les eines que hi ha disposició i s'organitzen en xarxa. Les xarxes STEM més rellevants a Europa impulsades pels seus propis països membres i que busquen les sinergies entre els sistemes educatius dels estats membre són:

- *European Schoolnet* (basada a Bèlgica, [45]) és una xarxa de 34 ministeris d'educació, escoles, professorat, professionals de recerca i representants de la indústria que treballen la innovació educativa i que porta a terme moltes iniciatives. Per exemple la STEM Alliance és operada per European Schoolnet. És una iniciativa que dona suport a les empreses que volen anar a visitar escoles i participar en activitats col·laboratives.
- *Science on Stage* (basada a Alemanya, [41]) és una xarxa per a professorat de ciència i tecnologia d'Europa que proporciona una plataforma per a intercanviar idees d'aprenentatge i que remarca la importància de la ciència i la tecnologia entre les escoles i la societat.
- *EU STEM coalition* (basada a Holanda, [6]) és una xarxa de plataformes STEM dels països membres d'Europa. Treballa amb l'anomenada "triple hèlix" que inclou govern, sistema educatiu i indústria, per tal d'incrementar la presència de carreres STEM.

Tot i haver-hi grans xarxes i projectes comunitaris per a incentivar STEM als centres educatius d'Europa, les particularitats de cada sistema educatiu nacional fa que el context variï significativament. En l'abast d'aquest treball no entra fer una anàlisi comparada exhaustiva dels sistemes de cada país. Ara bé, sí que queda a l'abast de l'autor fer una petita observació del context a dos països relativament propers: França i Regne Unit. Tant el Regne Unit com França són dos països d'Europa que en els informes PISA (emphProgramme For International Student Assessment) dels darrers anys treuen una puntuació sobre de la mitjana de l'OCDE (emphOrganization for Economic Cooperation and Development) [40]. Pel que fa a la competència matemàtica tots dos països obtenen uns resultats lleugerament per sobre d'aquesta mitjana, mentre que Espanya resta lleugerament per sota. Pel que fa a la competència en ciència, Espanya s'ajusta a la mitjana de l'OCDE, França queda lleugerament per sobre i Regne Unit destaca obtenint un resultat significativament millor que els altres, el mateix cas que Holanda i Alemanya. No s'hi ha seleccionat com a país a observar Alemanya, tot i estar ben situat en el rànquing PISA, ja que la informació a Internet sobre la temàtica es troba majoritàriament en alemany. Així doncs, a continuació es fa un breu resum de les iniciatives per a promocionar STEM a Regne Unit i França.

2.1 Context al Regne Unit

El Regne Unit no és una excepció i s'enfronta a una falta de treballadors capacitats en STEM, el mateix problema sever que arreu d'Europa. Per tal de mitigar aquesta mancança s'ha posat en marxa un enfocament integrat al Regne Unit on intervenen el *Department for Education*, el *Department for Business, Energy and Industrial Strategy*, el *Department for Digital, Culture, Media and Sport*, el *Department for Transport*, el *Ministry of Defence* i altres departaments i els seus equivalents als països que el conformen.

En el model del Regne Unit, el govern coordina la potenciació d'STEM, mentre que les empreses han de prendre el lideratge en promocionar STEM. Així doncs el govern s'envolta de socis estratègics, que són *Engineering UK* [12], *Project ENTHUSE* [14]. Entre les seves iniciatives trobem:

- *STEM Learning* [37] és una entitat finançada pel projecte *ENTHUSE* que té vora els 33.000 "ambaixadors STEM" arreu del Regne Unit que fan accessible l'educació STEM als joves i els donen suport per a progressar en carreres STEM.
- *Tomorrow's Engineers* [13] és un programa finançat per *Engineering UK* i liderat per la comunitat de l'enginyeria, que ofereix una plataforma per a empreses per a treballar amb escoles i inspirar més joves a triar una carrera d'enginyeria.
- *Primary Engineer* [11] és un programa finançat per *Engineering UK* que vol assegurar que

els infants i l'alumnat aconseguixi explotar el seu potencial. El programa ofereix cursos i projectes per a les aules, organitza competicions i exposicions i desenvolupa recerca liderada per professorat.

L'any 2017, *Tomorrow's Engineers* i *STEM Learning* van fer-se socis estratègics per construir relacions entre les escoles i la indústria, amb l'objectiu de donar suport a joves per a incrementar l'interès en matèries STEM. Van obtenir finançament de l'empresa *Careers and Enterprise* i el projecte *ENTHUSE*, que declarava **£2.719.900** de dotació pressupostària l'any 2017 al portal de transparència del Regne Unit [7]. Per la seva banda l'entitat *The Engineering And Technology Board* (*Engineering UK*), declarava **£9.906.000** de dotació pressupostària per a l'any 2017-

El finançament *Erasmus+* (KA229, KA201 i KA101, tipus escolar) destinat a Regne Unit l'any 2018 va ser de **30 milions** d'euros. L'any 2019 va ser de **36 milions** d'euros [15].

2.2 Context a França

Tot i que França té un model educatiu que té un bon rendiment comparativament a altres països, el problema de reducció i participació a la baixa en educació STEM hi és present també. L'informe *STEM Education in France* [44], aporta informació sobre l'enfocament de França envers l'educació STEM i els factors que influeixen en la motivació dels estudiants, i dona dades sobre la bretxa de gènere en els diferents camps STEM. S'hi pot apreciar que el sistema educatiu de secundària té dues etapes, el *College* i el *Lycée*, com a altres països d'Europa, i per a cert alumnat que vol oposar a les places de les prestigioses "*Écoles normales supérieures*", les escoles públiques inclouen l'etapa *Classes préparatoires aux grandes écoles* (*CPGE*).

Els principals ens reguladors de STEM a França són l'*Acadèmia de les ciències* així com les "*Écoles normales supérieures*". Entre els seus reptes estan:

- Produir i difondre recursos pedagògics.
- Contribuir al desenvolupament professional de professorat.
- Desenvolupar una cooperació internacional sobre l'àmbit de l'aprenentatge de les ciències.
- Afavorir la igualtat d'oportunitats mitjançant les ciències.
- Associar científics i actors del món industrial per al desenvolupament de l'aprenentatge de les ciències.

La fundació pública de cooperació científica creada per l'Acadèmia de ciències, *La Main à la pâte* [34], recull aquests reptes i promou un mètode simple d'educació, centrada en un comportament actiu de l'alumnat, la redacció de documents individuals i/o col·lectius i la participació de les famílies i dels científics. "*Maisons pour la science au service des professeurs*" (Cases per la ciència al servei dels professors, [35]), és un projecte de la fundació *La Main à la pâte* i l'acadèmia de les ciències que té per objectiu oferir ajuda al professorat per a innovar en la seva forma de donar classes de ciència.

La fundació *La Main à la pâte* declara **4,68 milions** d'euros de dotació pressupostària en el seu informe de comptes anuals de l'any 2017 [36].

El finançament *Erasmus+* (KA229, KA201 i KA101, tipus escolar) destinat a França l'any 2018 va ser de **26 milions** d'euros. L'any 2019 va ser de **43 milions** d'euros (vegeu figura 1) de manera que és el país que més ha incrementat el seu pressupost.

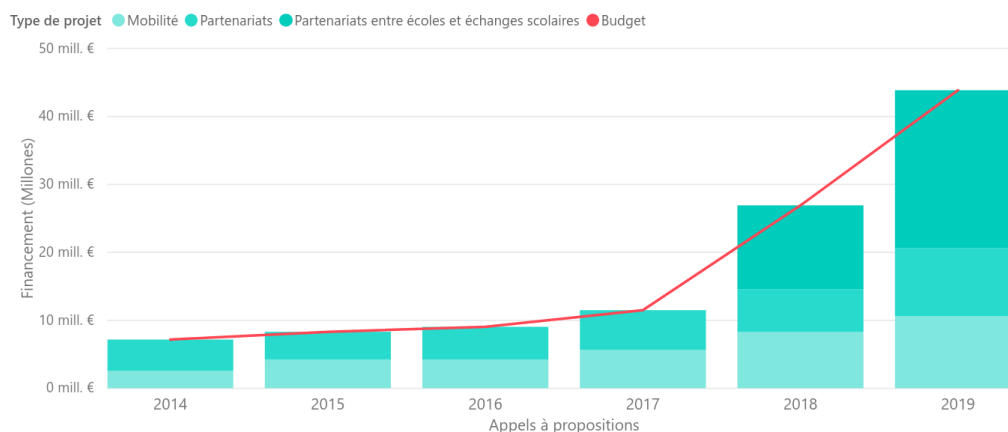


Figura 1: Evolució del finançament Erasmus+ anual destinat a França el període 2014-2019. Font: [42]

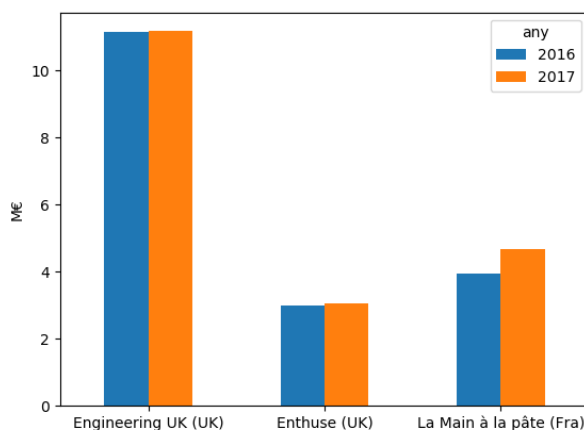


Figura 2: Finançament projectes *EnginerringUK* (UK) i *STEAM Learning* (UK) i *La main à la pâte* (França), en milions d'euros (M€) invertits, per als anys 2016 i 2017. Font: Elaboració pròpia. Dades extretes de [7] i [36]

2.3 Síntesi

No s'ha fet una anàlisi exhaustiva dels sistemes educatius de cada país i les seves iniciatives, però sí que s'han trobat números que poden indicar quants recursos s'estan destinant i des de quan, per incentivar STEM als centres educatius d'alguns països d'Europa. A Regne Unit s'han trobat dades dels programes rellevants com *EnginerringUK* i *ENTHUSE* entre l'any 2014 i 2018, i a França *La main à la pâte* entre l'any 2000 i 2017. Com podem veure a la figura 2, les iniciatives a Regne Unit sumen molts més recursos econòmics que l'entitat més rellevant a França *Fondation La main à la pâte*.

Com es pot veure en la figura 1 de l'exemple de França, el pressupost europeu destinat a *Erasmus+* del tipus escolar (KA229, KA201 i KA101) ha anat augmentat de forma molt significativa. És la tònica en tots els països d'Europa. No s'han analitzat encara les millores que pot haver suposat aquest increment de finançament, però tot apunta que en els pròxims anys es veuran els beneficis.

El finançament *Erasmus+* (KA229, KA201 i KA101, tipus escolar) destinat a Espanya l'any 2018 va ser de **32 milions** d'euros. L'any 2019 va ser de **38 milions** d'euros [46]. Així doncs, veiem com l'any 2018 Espanya estava per davant de França i l'any 2019 Espanya estava per davant de

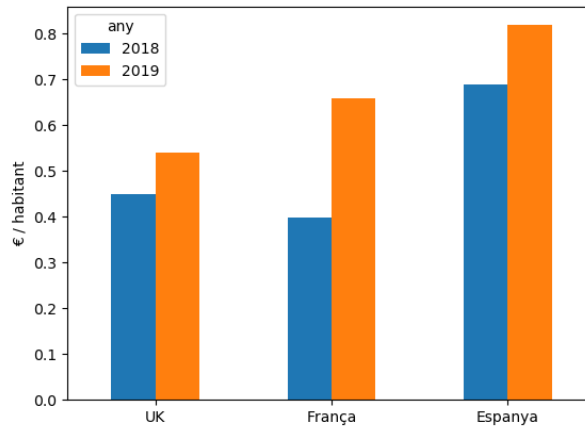


Figura 3: Finançament per capita Erasmus+ anual destinat a Regne Unit, França i Espanya els anys 2018 i 2019 en euros / nombre d'habitants (€/habitant). Font: Elaboració pròpia. Dades extretes de [15], [42] i [46]

Regne Unit en quantitats absolutes. Si dividim aquesta xifra pel nombre d'habitants de cada país, per fer-nos una idea de quin país fa més esforços segons la xifra de població, Espanya té una ràtio més bona (vegeu figura 3).

3 Context a Catalunya

En el capítol anterior ([Context a Europa](#)) es presenta una visió general de com la Comunitat europea enfoca el repte comú de fomentar l'interès per la ciència i la tecnologia en els joves i quins mecanismes ha posat en marxa. A continuació es presenta la visió concreta del problema centrat a Catalunya i l'enfocament que se'n fa des del sistema educatiu. Per altra banda, s'analitza el sistema de recerca català per observar quines iniciatives es proposen des dels centres generadors de coneixement.

La manca d'estudiants a Catalunya que trien les matèries relacionades amb STEM, l'alta taxa d'atur en joves i el creixement sostingut de demanda de treballadors en alguns sectors com les tecnologies de la informació, la robòtica, indústria dels mecanitzats i de l'automòbil han portat al Govern de Catalunya a aprovar el febrer del 2017 un acord per a desenvolupar el pla STEMcat (estratègia nacional STEM, [57]). Un cop desenvolupat, s'acordarà la previsió pressupostària que hi assignarà cadascun dels Departaments del Govern implicats en la iniciativa: Educació, Polítiques Digitals i Administració Pública, i Empresa i Coneixement. De moment, la Generalitat ha aprovat una dotació de **180.000 euros** per promoure les pràctiques STEM als centres educatius [9].

Aquest pla vol promocionar vocacions STEM entre els joves i s'està ja desenvolupant als centres educatius catalans des del curs 2017-18. Les àrees d'especial atenció del pla representen:

- Potenciar la formació de professorat en ciència, tecnologia i matemàtiques.
- Millorar les competències STEM en els estudiants i desenvolupar estratègies per a avaluar-les.
- Encoratjar la participació en les escoles de les empreses del sector STEM.
- Promoure la ciència, la tecnologia, l'enginyeria i matemàtiques a la societat.

STEM, tradicionalment ha fet referència a les assignatures de ciències del medi natural, matemàtiques, informàtica i tecnologia. En el currículum actual, això és traduït en les competències bàsiques següents:

- Competència matemàtica.
- Competència en el coneixement i la interacció amb el món físic.
- Competència digital.

En el batxillerat, aquestes matèries queden recollides per la modalitat de ciències i tecnologia.

Per tal de planificar projectes STEM que enriqueixin el currículum que s'està duent a terme als centres, cal que existeixin eines útils per als professionals del món educatiu per ajudar a identificar activitats, centres, associacions o universitats relacionades amb el treball STEM.

A continuació es presenta una relació de centres de recerca ubicats a Catalunya, el seu camp d'especialització i s'hi identifiquen totes aquelles activitats, jornades, tallers, exposicions i conferències de l'àmbit STEM que organitzen o en les quals participen.

3.1 Sistema català de recerca

El sistema de recerca català compta amb més de 26.000 investigadors i investigadores, repartits en 12 universitats, 12 grans infraestructures de recerca, 25 parcs científics i tecnològics i un conjunt de centres de recerca: 41 vinculats a la Generalitat de Catalunya i 21 al Consell Superior

d'Investigacions Científiques (CSIC). Les vuit universitats públiques de Catalunya són: la Universitat de Barcelona (UB), la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), la Universitat Pompeu Fabra (UPF), la Universitat de Girona (UdG), la Universitat de Lleida (UdL), la Universitat Rovira i Virgili (URV) i la Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Les quatre universitats privades de Catalunya són: la Universitat Ramon Llull (URL), la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC), la Universitat Internacional de Catalunya (UIC) i la Universitat Abat Oliba CEU.

Les grans infraestructures de recerca són instal·lacions necessàries per a desenvolupar recerca de màxima qualitat, que es caracteritzen per tenir un cost de manteniment i operació molt elevat. La seva importància i caràcter estratègic justifica que siguin de titularitat pública i estiguin a disposició per a tot el col·lectiu de recerca, facilitant la transmissió i intercanvi de coneixement, la transferència de tecnologia i el foment de la innovació. Catalunya disposa fonamentalment de dues grans infraestructures de recerca: el Síncrotró Alba del Consorci CELLS i el superordinador MareNostrum del Barcelona Supercomputing Center–Centre Nacional de Supercomputació. Totes dues van ser creades per la Generalitat de Catalunya en col·laboració amb l'Estat espanyol, que les reconeix com a instal·lacions científiques i tècniques singulars (ICTS).

A més, Catalunya té altres ICTS (Laboratori de Ressonància Magnètica Nuclear de Barcelona, Sala Blanca del Centre Nacional de Microelectrònica, Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya) i alguns observatoris astronòmics.

Un parc científic pot ser una gran extensió de terreny on les empreses instal·len edificis propis, però també pot ser un seguit de laboratoris coordinats per un equip de gestors, posats a disposició d'investigadors dels entorns públic o privat. L'accés a les instal·lacions científiques compartides és un dels elements principals que justifiquen l'existència de moltes d'aquestes entitats, un motiu que impulsa els investigadors a traslladar-hi l'activitat. Això per una banda perquè, pel que fa a les empreses de creació recent, l'accés a equips científics sofisticats pot representar la diferència entre sortir-se'n o no.

3.2 La xarxa CERCA

Els centres de recerca CERCA són organismes independents amb personalitat jurídica pròpia, impulsats i participats per la Generalitat de Catalunya, que tenen per objecte principal la recerca científica d'excel·lència. Els centres CERCA són finançats, parcialment, per la Direcció General de Recerca, que destina un programa pressupostari a les seves despeses estructurals. En determinats casos, també participen en el finançament dels centres altres ens de la Generalitat de Catalunya.

La Institució CERCA s'ha implicat de manera decidida en incrementar la participació dels estudiants en el sistema de recerca, incorporant mesures específiques per afavorir en els centres de recerca d'excel·lència a Catalunya la implantació d'activitats STEM. A la Taula 1 veiem un llistat d'aquests centres i les activitats en les quals participen. Les activitats més rellevants tenen un enllaç a una breu explicació del capítol [Propostes existents a Catalunya](#).

Taula 1: Centres de recerca de Catalunya i les activitats STEM que porten a terme. Font: Elaboració pròpia.

CENTRE	ACTIVITATS STEM
Salut	
Centre De Medicina Regenerativa De Barcelona (CMRB)	<i>Projecte Regenerator</i> [5], Seguiment de treballs de recerca, Recursos per a professorat
Centre De Regulació Genòmica (CRG)	Taller <i>Dia d'Ada Lovelace</i> [8], Joves i ciència, Professors i ciència, EscoLab, La Nit de la Recerca, Barcelona International Youth Science Challenge, Recursos per a professorat
Institut De Bioenginyeria De Catalunya (IBEC)	Joves i ciència, Batx2Lab, Bojos per la ciència, Barcelona International Youth Science Challenge, La Nit de la Recerca, Fira de recerca en directe
Institut De Recerca Hospital Universitari Vall D'Hebron (VHIR)	EscoLab, Professors i ciència, Fira de recerca en directe
Institut De Recerca Biomèdica De Barcelona (IRB Barcelona)	Bojos per la ciència, Barcelona International Youth Science Challenge, Fes recerca, Batx2Lab, Professors i ciència, Fira de recerca en directe, Festa de la ciència, Portes obertes
Institut De Recerca Biomèdica De Lleida (IRB Lleida)	Professors i ciència
Institut De Recerca Contra La Leucèmia Josep Carreras (IJC)	Xerrades <i>Els vespres a la Carreras</i> [30]
Institut De Recerca De La Sida (Iriscaixa)	Tallers <i>Living Lab de Salut</i> [32], <i>Iris Caixa Divulgació</i> [31], Recursos per a professorat
Institut De Recerca Hospital De La Santa Creu I Sant Pau (IR-HSCSP)	Estades d'estudiants de Batxillerat
Institut De Salut Global De Barcelona (IS-GLOBAL)	<i>Projecte Atenció</i> [33], Tallers per a professorat
Institut D'Investigació En Ciències De La Salut Germans Trias I Pujol (IGTP)	<i>Jornades Científiques d'Ensenyament Secundari de Badalona</i> [10], Setmana de la ciència
Institut D'Investigació Biomèdica De Bellvitge (IDIBELL)	EscoLab, Tallers
Institut D'Investigació Biomèdica De Girona (IDIBGI)	Tallers
Institut D'Investigació Sanitària Pere Virgili De Tarragona (IISPV)	<i>Apropa't a la recerca en trastorn bipolar</i> [28]
Institut D'Investigacions Biomèdiques August Pi I Sunyer (IDIBAPS)	EscoLab
Institut D'Oncologia Vall D'Hebron (VHIO)	-
Institut Hospital Del Mar D'Investigacions Mèdiques (IMIM)	EscoLab
Recerca fonamental	
Centre De Recerca Matemàtica (CRM)	Bojos per la ciència, Programa <i>Experiencing Mathematics</i> [29], Programa <i>Tasta la recerca al CRM</i> , Programa <i>Argó</i> [53]

CENTRE	ACTIVITATS STEM
Institut Català D'Investigació Química (ICIQ)	Bojos per la ciència, Joves i ciència, Estes <i>Premis de la Societat Catalana de Química</i> [25], Recursos educatius [24]
Institut Català De Nanociència I Nanotecnologia (ICN2)	Bojos per la ciència, <i>Festival de Nanociència i Nanotecnologia "10 a la menos 9"</i> [54], Programa <i>NanoEduca</i> [39]
Tecnologia industrial	
Centre Internacional De Mètodes Numèrics En Enginyeria (CIMNE)	-
Medi ambient i clima	
Centre De Recerca Ecològica I Aplicacions Forestals (CREAF)	EscoLab, Professors i ciència, Visites guiades
Centre Tecnològic Forestal De Catalunya (CTFC)	Seguiment de treballs de recerca
Institut Català De Recerca De L'Aigua (ICRA)	Portes obertes
Tecnologies de la informació i comunicacions	
Centre De Visió Per Computador (CVC)	-
Centre Tecnològic De Telecomunicacions De Catalunya (CTTC)	Xerrades a estudiants
Fundació I2cat	-
Societat	
Centre D'Estudis Demogràfics (CED)	-
Centre De Recerca En Economia Internacional (CREI)	Bojos per la ciència
Institut Català D'Arqueologia Clàssica (ICAC)	Setmana de la ciència, Formació per a alumnat i professorat
Institut Català De Recerca Del Patrimoni Cultural (ICRPC)	Bojos per la ciència
Institut Català De Paleontologia Miquel Crusafont (ICP)	Visites guiades
Institut Català De Paleoeologia Humana I Evolució Social (IPHES)	Projecte <i>Extended Learning Time II: contribuyendo a generar vocaciones científicas en Centros Tutelados de menores</i> [52]
Aliments i recursos naturals	
Centre De Recerca En Agrotecnologia (Agrotecnio)	-
Centre De Recerca En Agrigenòmica (CRAG)	Festa de la ciència, Youth Mobile Festival (YoMo), EscoLab
Institut De Recerca I Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)	EscoLab
Energia	

CENTRE	ACTIVITATS STEM
Institut De Ciències Fotòniques (ICFO)	<i>Young Photonics Congress</i> [23], <i>Universitat d'Estiu de Ciència i Tecnologia de Castelldefels (CasTECHdefels)</i> [55], <i>Jornada STEM a l'espai</i> [58], <i>STEAMConf</i> [48], Festa de la ciència, Setmana de la ciència, Youth Mobile Festival (YoMo), Fira de recerca en directe, Professors i ciència, Visites guiades, Seguiment treballs de recerca, Tallers
Institut De Física D'Altes Energies (IFAE)	EscoLab, Bojos per la ciència, Barcelona International Youth Science Challenge, <i>International Day of Women and Girls in Science</i> [27], <i>Cazadores de rayos gamma</i> [26]
Institut De Recerca En Energia De Catalunya (IREC)	La Nit de la Recerca, Visites guiades
Espai	
Institut D'Estudis Espacials De Catalunya (IEEC)	<i>Dissabtes de la física</i> [51]

4 Propostes existents a Catalunya

En aquest capítol es fa una relació d'iniciatives existents a Catalunya que inclouen interaccions amb els centres de secundària de Catalunya i el seu alumnat. Aquestes iniciatives s'han classificat cinc categories: esdeveniments, plataformes de divulgació, laboratoris per a escoles o tallers educatius, estades d'estiu i treballs de recerca. Gran part dels centres de recerca estudiats al capítol anterior ([Context a Catalunya](#)) participen en les propostes detallades a continuació, és per això que les trobem vinculades a la taula 1, quan és el cas.

4.1 Esdeveniments

En la categoria d'esdeveniments, s'inclouen aquelles activitats que s'organitzen de forma regular, en general de forma anual. Tenen una durada d'entre un dia i una setmana. A continuació es fa una relació dels esdeveniments més importants que tenen lloc a Catalunya.

4.1.1 La Nit de la Recerca

La Nit de la Recerca és un esdeveniment organitzat des del 2005 per la Comissió Europea, en col·laboració amb diverses institucions públiques i privades (<https://nitdelarecerca.com>). L'objectiu de la Nit de la Recerca és oferir un marc distès i lúdic que permeti conèixer a científics i investigadors, i aprendre sobre les seves tasques de recerca i els seus estudis científics.

4.1.2 Bojos per la ciència

Bojos per la ciència és un programa, creat l'any 2013 per la Fundació Catalunya La Pedrera (<http://www.fundaciocatalunya-lapedrera.com/ca/bojos-ciencia>), adreçat als estudiants de batxillerat per fomentar les vocacions científiques que inclou:

- Cursos de Salut i alimentació, Bioenginyeria, Bioquímica, Biomedicina, Economia, Física, Matemàtiques, Natura, Noves tecnologies i Química.
- Sessions teòrico-pràctiques impartides per personal investigador als centres de recerca.
- Experiència pràctica en metodologies d'avantguarda.
- Orientació de les vocacions científiques cap a una possible carrera professional dins la branca científica escollida al batxillerat.

4.1.3 Festa de la ciència

La *Festa de la ciència* (<http://lameva.barcelona.cat/barcelonaciencia/>) és una fira científica anual que se celebra al Parc de la Ciutadella. A través de més de 200 activitats d'entreteniment, científics de diferents àrees guien els participants, ajudant-los a explorar i descobrir la recerca de talla mundial que s'està realitzant a Catalunya.

4.1.4 Setmana de la ciència

La *Setmana de la ciència* (<https://setmanaciencia.cat>) és una iniciativa coordinada per la *Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació* que proposa un programa col·lectiu d'activitats, incloent-hi més de 350 actes de divulgació del coneixement científic arreu Catalunya. Implica prop

de 150 entitats del sistema de recerca: universitats, centres de recerca, museus, associacions i empreses. Té com a objectius oferir a la societat, especialment al jovent, fórmules originals i properes de transmissió del coneixement científic que estimulin futures vocacions científiques. Alhora, catalitzar l'esforç en divulgació científica de tot el sistema català de recerca. Una de les activitats més destacades que se celebren en el marc de la setmana de la ciència és el *dia de la ciència a les escoles*.

4.1.5 Fira de recerca en directe

La *Fira de recerca en directe* (<https://recercaensocietat.wordpress.com/fira>) és una fira de la ciència organitzada a l'abril a un recinte de Barcelona que mostra les últimes investigacions realitzades en diversos dels principals instituts de recerca de la ciutat.

4.1.6 Youth Mobile Festival (YoMo)

El *Youth Mobile Festival (YoMo)* (<https://www.mwcyomo.com/>) és un esdeveniment que reuneix organitzacions dels sectors STEAM –ciència, tecnologia, enginyeria, art (i disseny) i matemàtiques– motivades per un mateix objectiu: inspirar el jovent a través de l'experimentació en primera persona i convidar-lo a descobrir les oportunitats de l'univers científic i tecnològic. Durant cinc dies a La Farga de l'Hospitalet, alumnat, personal educador i visitants poden visitar exhibicions educatives, conferències i tallers i estands interactius, entre altres.

4.2 Plataformes de divulgació

En la categoria de plataformes de divulgació, s'inclou una relació de llocs web de divulgació importants de Catalunya.

4.2.1 La ciència al teu món

La ciència al teu món és una web de divulgació científica dirigida especialment a joves de secundària (<http://lacienciaalteumon.cat/>). La va posar en marxa un equip d'investigadors de l'Institut de Biologia Evolutiva (IBE), un centre mixt del CSIC i la Universitat Pompeu Fabra, junt amb professionals de comunicació i videojocs. Amb un llenguatge i estil propers als joves, però amb un contingut científic supervisat pels investigadors, la web es vol convertir en un portal a partir dels quals els joves trobin recursos del seu interès relacionats amb la ciència i també puguin posar-se en contacte amb joves investigadors.

4.2.2 Divulcat

Divulcat (<https://www.encyclopedia.cat/divulcat>) és un projecte de divulgació científica mantingut per científics dels territoris de parla catalana. Cada científic disposa d'un blog on pot escriure articles amb total llibertat i amb el suport d'Enciclopèdia Catalana per la correcció de català i la difusió per les xarxes socials.

4.3 Laboratoris per a escoles i tallers educatius

En la categoria de laboratoris per a escoles i tallers educatius, s'inclou una relació dels tallers que s'organitzen de forma regular o alguns dels laboratoris que estan a disposició per als centres educatius de Catalunya.

4.3.1 EscoLab

EscoLab (<http://escolab.bcn.cat/ca/whoarewe>) és una iniciativa de l'Ajuntament de Barcelona coordinada pels programes Barcelona Ciència, de l'Institut de Cultura de Barcelona, i Cultura Científica, de l'Institut Municipal d'Educació de Barcelona, amb la participació dels més de 70 centres de recerca que ofereixen les diverses activitats. Aquesta iniciativa ofereix prop de 200 activitats com tallers o visites que permeten veure la gran diversitat de laboratoris que existeixen avui i entrar en contacte directe amb els seus equips multidisciplinaris i les seves línies de recerca. Les temàtiques són molt diverses, vinculades sobretot amb la ciència i la tecnologia, però també amb les humanitats, l'arquitectura, la innovació empresarial, el periodisme, les ciències socials, l'educació infantil o les ciències de l'esport. Per exemple s'han fet tallers en diversos centres de recerca i universitats:

- Taller experimental al CRG (Centre de Regulació Genòmica - CRG).
- Taller de Bioinformàtica (School of International Studies - ESCI-UPF).
- Personalitza el teu propi videojoc (Centre de la Imatge i Tecnologia Multimèdia de Terrassa - UPC).
- La visió per computador, realitat o ficció? (Centre de Visió per Computador - UAB).
- Atenció, Alerta amb els Contaminants! (Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'aigua - CSIC).

4.3.2 REVIR

El projecte *REVIR* (Realitat-Virtualitat, <http://revir.crecim.cat/>) ofereix a l'alumnat i al professorat de secundària de Catalunya unes sessions de treball experimental en un laboratori informatitzat en el Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM) de la UAB. Es tracta que l'alumnat posi en pràctica, durant aquestes experiències pràctiques, els seus coneixements de Física, Química i/o Biologia i s'adonin de la seva utilitat en diverses aplicacions.

4.3.3 iLabRS

iLabRS (<https://ilabrs.upc.edu/ca>) és un Projecte d'Innovació Educativa impulsat per l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona (ETSETB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), orientat, principalment, a l'ensenyament no universitari: educació secundària, batxillerat, formació professional, e-learning, formació ocupacional. Té com a finalitat la investigació, el desenvolupament i la implementació d'un Laboratori Remot per a la realització de pràctiques a distància en temps real i experiments en línia de matèries de l'àmbit tecnològic i científic.

4.3.4 Fem recerca

Fem recerca! (<http://www.urv.cat/ca/recerca/divulgacio/escoles/fem-recerca/>) està adreçada a despertar vocacions, a incentivar l'interès per la recerca i la seva aplicació, pels estudis universitaris, així com exemplificar la seva viabilitat i importància, i les múltiples aplicacions que el coneixement ofert per un títol genera en l'àmbit de la recerca.

4.3.5 Fes recerca

Una sèrie de tallers setmanals per a estudiants i públic en general (<https://recercaensocietat.wordpress.com/tallers/fes-recerca/>). Les sessions es fan diverses vegades durant tot l'any a l'Open Lab del Parc Científic de Barcelona i a l'emblemàtic edifici "La Pedrera" de Barcelona.

4.3.6 Professors i ciència

El programa *Professors i ciència* (Fundació Catalunya La Pedrera, <http://www.professorsciencia.cat/>) ofereix formació al professorat de secundària i batxillerat de ciències de Catalunya. Vol contribuir a millorar la seva formació continua i la seva especialització, en les respectives àrees de coneixement, perquè pugui revertir en el seu dia a dia a les aules, fomentant així l'estímul de les vocacions científiques entre el seu alumnat.

4.4 Estades d'estiu

En la categoria d'estades d'estiu, s'inclouen aquelles activitats que tenen lloc fora de l'horari lectiu, en temporada de vacances d'estiu.

4.4.1 Futurs i nous estudiants UB

La UB ofereix una sèrie d'activitats específiques per a alumnat de Batxillerat i Cicles Formatius de Grau Superior dissenyades amb l'objectiu de facilitar la transició des de la secundària a la Universitat (<http://www.ub.edu/futursinousestudians/activitats.htm>). Per exemple:

- *PHYSIS*, Campus d'estiu de Física. Cinc sessions matinals en què els participants assistiran a conferències de divulgació i realitzaran pràctiques en els laboratoris de la facultat de Física.
- *Materialitza't*. Taller pràctic on observaràs quines són les propietats més rellevants dels materials més innovadors i les tècniques que s'utilitzen per poder-les mesurar.
- *Viu les Ciències de la Terra*. Activitat per apropar els estudiants a la Geologia i que puguin conèixer de primera mà la feina del geòleg i de l'enginyer geòleg.

4.4.2 Campus Júnior UPF

Els cursos d'estiu *Campus Júnior* de la UPF (<https://www.upf.edu/web/campus-junior>) tenen per objectiu acostar la Universitat als estudiants de tercer i quart curs de l'educació secundària obligatòria (ESO), de primer de batxillerat o bé de cicle formatiu de grau mitjà amb una oferta de cursos de diverses disciplines que combinin la docència amb una part pràctica, experimental i lúdica. Destaquem:

- Iniciació a la Bioinformàtica.
- Explorant els Sistemes Complexos.
- Descobrint la Internet de les Coses a través d'Arduino.
- "Girls in Data Science": introducció a la ciència de dades: python, biomedicina, web, xarxes socials i música

4.4.3 Joves i ciència

La *Fundació Catalunya La Pedrera*, amb el projecte *Joves i Ciència* (<http://jovesciencia.cat/>) proposa a alguns estudiants amb bon expedient acadèmic, interès i curiositat per les ciències i que a més tenen un bon nivell d'anglès de participar tres anys seguits a programes d'estiu:

- 1r any: Estades MónNatura Pirineus 2018. Els 50 estudiants seleccionats participen en un projecte d'investigació científica a MónNatura Pirineus.
- 2n any: Durant l'estiu de 1r a 2n de batxillerat, viuen directament la recerca científica en un laboratori d'un centre de recerca local.
- 3r any: Els estudiants s'enfronten al repte de proposar un projecte de recerca a desenvolupar, sigui en un centre d'investigació o en un programa internacional de ciència.

4.4.4 Barcelona International Youth Science Challenge

El *Barcelona International Youth Science Challenge* de la *Fundació Catalunya La Pedrera* (BIYSC, <http://biyisc.org/>) és un programa que vol estimular el talent científic entre joves de tot el món i encoratjar-los a seguir una carrera científica. Busquen 100 estudiants de 16 a 18 anys per a fer una estada d'estiu a Barcelona i desenvolupar les competències en recerca, amb activitats diàries en 10 projectes diferents, per exemple:

- New treatments for opioid addicts: a drug discovery challenge (<http://biyisc.org/programmes/research-projects/new-treatments-opioid-addicts-drug-discovery-challenge>, BSC)
- Artificial photosynthesis (<http://biyisc.org/programmes/research-projects/artificial-photosynthesis>, ICIQ)
- Cosmic rays detection, astrophysics at your fingertips <http://biyisc.org/programmes/research-projects/cosmic-rays-detection-astrophysics-your-fingertips>, IFAE)

4.5 Treballs de recerca

En la categoria de treballs de recerca, es fa una relació de llocs web per a trobar treball de recerca, i iniciatives que promouen l'acompanyament de tutoria i alumnat cap a un millor treball de recerca.

4.5.1 Batx2Lab

Aquest programa ofereix als estudiants de secundària l'oportunitat de fer els seus projectes científics ("Treball de Recerca") sota la tutela d'un investigador d'un centre de recerca del Parc Científic de Barcelona (<https://recercaensocietat.wordpress.com/practiques/batx2lab/>).

4.5.2 Projecte FORCES

El projecte FORCES (Foment de la Recerca en els Centres de Secundària, <http://www.ub.edu/cere/forces/>) s'emmarca en el Programa "Construint un espai per a la recerca educativa" (CERE) de l'Institut de Desenvolupament Professional (IDP-ICE) de la Universitat de Barcelona. El projecte busca connectar professorat, departaments, grups d'investigadors o doctorands que

consideren interessant establir una col·laboració entre l'alumnat de secundària que està pensant en realitzar un treball de recerca sobre un tema determinat. Facilita un aplicatiu web per al coneixement i la presa de contacte entre ambdós àmbits.

5 Cas d'estudi

El cas d'estudi presenta un nou recurs o iniciativa creada a través de la col·laboració entre un centre d'educació secundària i un centre de recerca.

L'activitat col·laborativa en què es basa el nou recurs creat, integra un grup d'estudiants de 3r d'ESO en el marc del projecte europeu *Erasmus+* amb estudiants d'informàtica de 4t d'ESO d'un centre d'educació secundària de Catalunya i personal investigador de ciències del clima en una universitat pública de Catalunya.

5.1 Context

El canvi climàtic és un tema d'interès actual que dona moltes possibilitats per explorar-lo a classe. Es pot tractar des del vessant científic, geogràfic o fins i tot polític. És una àrea de coneixement que es pot emmarcar en moltes matèries i pot ser una bona font de debat. El canvi climàtic pren especial rellevància entre els estudiants de secundària aquest any 2019, ja que milers de joves d'arreu del món s'han organitzat per a prendre part a *Fridays For Future* [21]. *Fridays For Future* és un moviment internacional iniciat a Suècia per la jove de 16 anys Greta Thunberg, que clama contra la poca consciència del problema que tenen els polítics actuals i proposa dedicar tots els divendres a fer vagues i manifestacions en lloc d'estudiar, per a exigir que es prenguin mesures ja per a abordar la situació d'emergència climàtica.

El centre de recerca amb el que es va proposar fer la prova pilot d'aquest cas d'estudi és el departament de meteorologia d'una de les universitats públiques de Catalunya, en el que hi ha un grup de recerca especialitzat en el clima de la Terra. El grup està constituït per 15 membres i inclou professors, doctorands, investigadors post-doc i tècnics experts, dels quals el 60% són dones. El grup de recerca destaca per l'amplitud dels seus objectius en el camp del coneixement fonamental i el camp de l'aplicació de la meteorologia i la climatologia. Està definit per tres eixos estratègics amb un triple vessant en la recerca d'excel·lència, la transferència de coneixement, i la formació i divulgació a la societat, a més de les tasques de docència i formació de joves investigadors.

El centre docent en el qual es va fer la prova pilot d'aquest cas d'estudi té les característiques següents: L'entorn que envolta el centre és un nucli urbà a mig camí entre l'entorn metropolità i la Catalunya rural on la classe social predominant és mitjana-alta. El centre educatiu compta amb un equipament complet amb aules polivalents, aules d'informàtica, laboratori i taller.

El centre ofereix ensenyaments de secundària obligatòria (ESO) i Batxillerat. En la seva oferta d'ESO, en el 3r curs, s'imparteix la matèria optativa *Erasmus+*, on es treballen continguts de cultura científica. S'estudien els principals problemes mediambientals per tal de determinar-ne les causes, els factors que els intensifiquen i mesures correctores. També dins de l'oferta d'ESO, en el 4t curs, s'imparteix Informàtica, on es treballa el tractament de la informació i la programació per tal de representar problemes mitjançant *Python*. *Python* és un llenguatge de programació la filosofia del qual és que la seva sintaxi afavoreix que el codi sigui llegible, net, fàcil d'entendre i molt versàtil. És un llenguatge aplicable per a qualsevol projecte o qualsevol disciplina, de codi obert i molt utilitzat en el desenvolupament de projectes professionals i molt assequible per a qualsevol persona que es vulgui introduir en la programació [43].

Tenint en compte aquest context, el cas d'estudi s'ha portat a terme en col·laboració entre el grup de recerca i l'alumnat i professorat de secundària, mitjançant el disseny i implementació pilot de les següents unitats didàctiques:

5.2 Unitat didàctica 1: Pensament científic i canvi climàtic

Aquesta unitat didàctica pot ser inclosa en la matèria optativa de 4t d'ESO "Cultura científica", si bé en la prova pilot s'ha portat a terme amb 20 estudiants d'una matèria optativa de 3r d'ESO amb uns objectius molt semblants, i que rep finançament del programa *Erasmus+*.

La seqüència didàctica de la unitat comprèn tres etapes:

1. **Qüestionari previ:** S'inicia amb un qüestionari curt que es reparteix a l'alumnat per tal d'avaluar el coneixement general del canvi climàtic, conèixer les fonts d'informació que utilitzen i identificar els dubtes que hi pugui haver.
2. **Xerrada conferència científica:** Assistència a una xerrada-conferència titulada "L'emergència climàtica, entendre el canvi climàtic" que dona una visió global dels conceptes per part de personal investigador expert en el tema.
3. **Treball en grups:** Després es formen grups heterogenis a l'aula per a començar a treballar en l'anàlisi de dades de sèries climàtiques històriques de zones de Catalunya properes al centre educatiu.

En aquesta unitat, l'alumnat de 3r d'ESO pren el rol científic, i en la unitat didàctica bessona presentada en la següent secció d'aquest cas d'estudi ([Unitat didàctica 2: Informàtica i canvi climàtic](#)), l'alumnat de 4t d'ESO pren el rol de tècnic informàtic de suport a la recerca. Cada grup de l'equip científic fa una petició a l'equip informàtic perquè aquests processin les dades amb *Python* i produeixin figures que siguin un suport gràfic rellevant i entenedor per a demostrar l'augment de les temperatures a causa del canvi climàtic. L'activitat finalitza amb la redacció d'un informe de caràcter científic per tal de disseminar-lo als responsables locals de l'àrea de medi ambient.

Les metodologies utilitzades en aquest recurs són el treball cooperatiu, el grup d'experts i combina certes tasques de treball individual i treball en grup. A continuació s'especifiquen les competències bàsiques treballades, els objectius i continguts didàctics, els criteris d'avaluació i quin tractament de l'atenció a la diversitat es fa. Tota aquesta informació queda complementada a les taules 2, 3 i 4 que recullen també la temporització i metodologia.

5.2.1 Competències treballades

De l'àmbit científicotecnològic:

- Utilitzar objectes tecnològics.
- Analitzar sistemes tecnològics.
- Interpretar la història de l'Univers, de la Terra i de la vida.
- Identificar i resoldre problemes científics.
- Adoptar mesures amb criteris científics que evitin o minimitzin els impactes mediambientals derivats de la intervenció humana.

De l'àmbit digital:

- Seleccionar, configurar i programar dispositius digitals segons les tasques a realitzar.
- Cercar, contrastar i seleccionar informació digital adequada per al treball a realitzar, tot considerant diverses fonts i mitjans digitals.

- Realitzar activitats en grup tot utilitzant eines i entorns virtuals de treball col·laboratiu.

5.2.2 Objectius didàctics

- Descriure el concepte d'antropocè i els seus efectes per a la vida i el planeta.
- Analitzar l'origen del canvi climàtic.
- Descriure el concepte de variabilitat natural.
- Explicar les diferències entre variabilitat natural i canvi climàtic d'origen humà.
- Enumerar les conseqüències del canvi climàtic actual.
- Avaluar les projeccions del canvi climàtic i dels seus impactes a mitjà i llarg termini.
- Proposar mesures de mitigació del canvi climàtic.
- Explicar els avantatges de representar gràficament sèries històriques climàtiques.
- Calcular i usar gràfics per a identificar el senyal del canvi climàtic.
- Justificar l'ús de llenguatges de programació per analitzar dades massives.
- Crear publicacions de caràcter científic.

5.2.3 Continguts curriculars

Els procediments científics:

- Elaboració i validació del coneixement científic. Recerques realitzades per altres, en altres èpoques històriques i en l'actualitat.
- Limitacions que condicionen tant les investigacions científiques com les seves aplicacions. Paper de la recerca en la història i en la societat.
- Lectura crítica de textos de temàtica científica.

Desenvolupament humà i desenvolupament sostenible:

- Principals problemes mediambientals (causes, factors que els intensifiquen i mesures correctores). Canvi climàtic. Acords internacionals.
- Implicacions socials de la sobreexplotació de recursos naturals, contaminació, desertificació, pèrdua de biodiversitat i tractament de residus.
- Dades mediambientals: índex de contaminació, climogrames, nivell del mar.
- Fonts d'energia no contaminants actuals i futures. Energies renovables. La pila de combustible.
- Gestió sostenible dels recursos de la Terra.

5.2.4 Criteris d'avaluació

1. Qüestionari previ canvi climàtic (10%).
2. Rúbrica treball en grups (vegeu annex E) (60%)
3. Rúbrica informe canvi climàtic (vegeu annex E) (30%)

Per a més detall, vegeu taula 3.

5.2.5 Atenció a la diversitat

Per a l'alumnat que té dificultats amb les matemàtiques, és una bona oportunitat per a explicar el càlcul de mitjanes aritmètiques. Per una banda es pot explicar com fer una mitjana de temperatura anual tot sumant els valors de tots els mesos i dividint per dotze. Per altra banda es pot mostrar la figura 2 del material a l'annex B en el qual surten representades la temperatura màxima (en vermell) la temperatura mínima (en blau) i la temperatura mitjana (en verd). D'una forma molt visual l'alumnat pot entendre que la línia entremig de la màxima i la mínima representa la mitjana.

També per a l'alumnat amb dificultats o nouvingut, els materials de l'annex B, inclouen un apartat "Per anar més lluny", que mostra una aplicació en anglès molt senzilla d'utilitzar anomenada *How Much Hotter Is Your Hometown Than When You Were Born?*. Cadascú pot posar el nom de la seva ciutat o poble natal i l'any en què va néixer i comprovar amb uns gràfics interactius com evoluciona la temperatura al llarg dels anys.

5.2.6 Material utilitzat

- Qüestionari canvi climàtic (vegeu annex A).
- Presentació "L'emergència climàtica, Entendre el canvi climàtic".
- Paper mil·limetrat.
- Sèries climàtiques històriques de diverses poblacions, impreses (vegeu exemple de Barcelona a l'annex C), disponibles al lloc web del servei meteorològic de Catalunya (<http://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/serveis-i-dades-climatiques/series-climatiques-historiques/>).
- Fitxa pensament científic i canvi climàtic a Catalunya (vegeu annex B).

5.2.7 Recursos per al professorat

- Temperatura mitjana en una sèrie climàtica: https://ca.wikipedia.org/wiki/Temperatura_mitjana

Taula 2: Graella de programació de la unitat didàctica *Pensament científic i canvi climàtic*. Font: Elaboració pròpia; continguts extrets del currículum de l'educació secundària obligatòria, segons decret 187/2015, de 25 d'agost.

UNITAT DIDÀCTICA: “Pensament científic i canvi climàtic a Catalunya”	NIVELL: 3r ESO	TRIMESTRE: 3r	PROFESSOR: Domingo Manubens
BLOC CURRICULAR: Desenvolupament humà i desenvolupament sostenible	COMPETÈNCIES ASSOCIADES: CB3. Interpretar la història de l'Univers, de la Terra i de la vida utilitzant els registres del passat. CB4. Identificar i resoldre problemes científics susceptibles de ser investigats en l'àmbit escolar, que impliquin el disseny, la realització i la comunicació d'investigacions experimentals. CB7. Utilitzar objectes tecnològics. CB11. Adoptar mesures amb criteris científics que evitin o minimitzin els impactes mediambientals derivats de la intervenció humana. CBD4. Cercar, contrastar i seleccionar informació digital adequada per al treball a realitzar, tot considerant diverses fonts i mitjans digitals.		
CONTINGUTS CURRICULARS	CRITERIS D'AVALUACIÓ CURRICULARS	CONTINGUTS CLAU ASSOCIATS (CC)	
- Principals problemes mediambientals (causes, factors que els intensifiquen i mesures correctores). Canvi climàtic. Acords internacionals.	2. Presentar informació sobre un tema científic després de fer una recerca, fent servir diverses fonts, incloent Internet, avaluar científicament les dades obtingudes i seleccionar les més adequades. 14. Identificar els principals problemes mediambientals i les seves causes i proposar mesures correctores o minimitzadores dels seus efectes sobre el medi ambient.	CC11. Història de l'Univers, de la Terra i de la vida. CC27. Impactes mediambientals de l'activitat humana. Recursos naturals: renovables i no renovables. CCD13. Fonts d'informació digital: selecció i valoració.	
- Implicacions socials de la sobreexplotació de recursos naturals, contaminació, desertificació, pèrdua de biodiversitat i tractament de residus.	15. Valorar les conseqüències actuals i futures de la sobreexplotació de recursos i els problemes causats per l'activitat humana.	CC11. Història de l'Univers, de la Terra i de la vida. CC27. Impactes mediambientals de l'activitat humana. Recursos naturals: renovables i no renovables. CCD27. Sostenibilitat: consum d'energia, despesa d'impressió, mesures d'estalvi, substitució de dispositius, etc.	
- Dades mediambientals: índex de contaminació, climogrames, nivell del mar.	16. Interpretar dades mediambientals de diversos tipus i presentar-ne les conclusions.	CC16. Tractament de la informació. CC17. Construcció de coneixement: tècniques i instruments. CCD13. Fonts d'informació digital: selecció i valoració.	

Taula 3: Graella de criteris d'avaluació de la unitat didàctica pensament científic i canvi climàtic.
Font: Elaboració pròpia.

OBJECTIUS DIDÀCTICS	CRITERIS D'AVALUACIÓ DIDÀCTICS (Ponderació)
O1: Descriure el concepte d'antropocè i els seus efectes per a la vida i el planeta i analitzar l'origen del canvi climàtic.	CA1: Explicar breument què és el canvi climàtic (Ponderació rúbrica E concepte, 25%) CA2: Justificar el treball sobre l'informe del canvi climàtic a Catalunya. (Ponderació rúbrica E informe, 25%)
O3: Descriure el concepte de variabilitat natural.	CA3: Diferenciar canvi climàtic i variabilitat natural i explicar les diferències entre variabilitat natural i canvi climàtic d'origen humà.. (Ponderació rúbrica E concepte, 25%)
O4: Enumerar les conseqüències del canvi climàtic actual.	CA4: Identificar correctament les conseqüències del canvi climàtic, els seus impactes i mesures de mitigació. (Ponderació resposta qüestionari A, 40%)
O5: Avaluar les projeccions del canvi climàtic i dels seus impactes a mig i llarg termini.	CA4. (Ponderació resposta qüestionari A, 40%)
O6: Proposar mesures de mitigació del canvi climàtic.	CA4. (Ponderació resposta qüestionari A, 20%)
O8: Explicar els avantatges de representar gràficament sèries històriques climàtiques, i calcular i usar gràfics per a identificar el senyal del canvi climàtic.	CA5: Calcular mitjanes mensuals de temperatures. CA6: Identificar màxims i mínims d'un conjunt de dades de mitjanes mensuals de temperatura. CA7: Triar els rangs de dades correctes dels eixos X,Y per a la representació gràfica de les mitjanes mensuals de temperatura. (Ponderació rúbrica E concepte, 25%)
O9: Justificar l'ús de llenguatges de programació per analitzar dades massives.	CA8: Identificar aquells procediments repetitius involucrats en el dibuix d'una gràfica de sèries climàtiques que es puguin automatitzar mitjançant la programació d'aplicacions. (Ponderació rúbrica E concepte, 25%)
O10: Crear publicacions de caràcter científic.	CA9: Redactar amb bona ortografia i gramàtica un petit informe per explicar els aspectes treballats en l'activitat. (Ponderació rúbrica E informe, 75%)

OBJECTIUS DIDÀCTICS	CRITERIS D'AVALUACIÓ DIDÀCTICS (Ponderació)
CONTINGUTS DIDÀCTICS: CD1: Utilització de dades científiques i importància en l'actualitat. CD2: L'antropocè i els seus efectes. CD3: Origen del canvi climàtic i diferència amb la variabilitat natural. CD4: Identificació dels impactes del canvi climàtic, exemples de conseqüències i possibles mesures de mitigació CD5: Definició consensuada de canvi climàtic. CD6: Ús de sèries climàtiques històriques i la seva representació gràfica. CD7: Nocions bàsiques de càlcul de mitjanes mensuals i mitjanes anuals de temperatura i la seva representació gràfica. CD8: Traducció d'un procediment manual a un enunciat o algorisme a codificar per un equip de programadors informàtics. CD9: Interpretació dels resultats de càlcul i els gràfics generats i redacció d'un text vàlid per a una publicació de caire científic. CD10: Exposició de les conclusions a classe.	

Taula 4: Graella de la temporització de la unitat didàctica *Pensament científic i canvi climàtic*.
 Font: Elaboració pròpia

SEQÜÈNCIA DIDÀCTICA						
	Recursos, materials	Atenció a la diversitat	Temporització	Espai, organització alumnat	Continguts didàctics (codi)	Criteris d'avaluació (codi)
Sessió 1: Qüestionari canvi climàtic						
Realització qüestionari	Qüestionari (annex A)	-	20'	Classe	CD4	CA4
Sessió 2: Xerrada-conferència canvi climàtic						
Presentació activitat	-	-	5'	Auditori	-	-
Conferència	Projector	-	45'	Auditori	CD1,2,3,4	-
Inici activitat 1	Fitxa (annex B)	-	10'	Auditori	CD1,2,3,4,5	CA1,2
Sessió 3: Activitat canvi climàtic a Catalunya						
Resum conferència	Projector	-	5'	Classe	CD3	-
Activitat 1 i 2	Fitxa (annex B)	-	15'	En grups	CD5	CA3,4
Activitat 3	Fitxa (annex B)	vegeu apartat "per anar més lluny" de B	40'	En grups	CD6,7	CA5,6,7
Sessió 4: Activitat canvi climàtic a Catalunya						
Activitat 3 (cont.)	Fitxa (annex B)	annex	30'	En grups	CD8	CA5,6,7
Activitat 4	Fitxa	annex	30'	En grups	CD8	CA8
Sessió 5: Activitat informe canvi climàtic a Catalunya						

	Recursos, materials	Atenció a la diversitat	Temporització	Espai, organització alumnat	Continguts didàctics (codi)	Criteris d'avaluació (codi)
Consensuar definició canvi climàtic	Projector i GDocs	-	10'	Classe	CD1	CA1
Descriure gràfics repartits	Gràfics elaborats per equip informàtic	-	20'	En grups	CD9	CA9
Presentar descripció	Projector	-	20'	Classe	CD1,2,3,4	CA2
Consensuar conclusió informe	Projector i GDocs	-	10'	Classe	CD1,2,3,4	CA2
RELACIÓ AMB LES ALTRES ASSIGNATURES I COMPETÈNCIES DEL NIVELL: Competència matemàtica: Àmbit matemàtiques: CB1. Traduir un problema a llenguatge matemàtic o a una representació matemàtica utilitzant variables, símbols, diagrames i models adequats. CC5: Patrons, relacions i funcions.						

5.3 Unitat didàctica 2: Informàtica i canvi climàtic

Aquesta unitat didàctica pretén fer valdre la tecnologia i en particular la informàtica, com a eina per a entendre i analitzar dades climàtiques. S'emmarca al bloc curricular de programació d'aplicacions de la matèria optativa TIC (Informàtica) de 4t d'ESO.

En la prova pilot que es va portar a terme per a realitzar el cas d'estudi hi van participar 28 joves de 4t d'ESO del centre docent del cas d'estudi. L'alumnat treballa alguns continguts de programació, com les estructures de repetició, les funcions i les variables, així com la traducció d'un problema a llenguatge matemàtic.

La seqüència didàctica té lloc en tres etapes:

1. **Qüestionari previ:** Abans de la xerrada es donarà un qüestionari curt a l'alumnat per tal d'avaluar el coneixement general del canvi climàtic, conèixer les fonts d'informació que utilitzen i identificar els dubtes que hi pugui haver.
2. **Xerrada conferència científica:** Per part de personal investigador especialista en canvi climàtic.
3. **Treball en grups:** anàlisi de dades de sèries històriques climàtiques; cerca de dades del servei meteorològic de Catalunya, importació d'aquestes en una estructura de dades *Python*, càlculs de mitjanes anuals i representació gràfica de la sèrie temporal.

A continuació s'especifiquen les competències bàsiques treballades, els objectius i continguts didàctics, els criteris d'avaluació i quin tractament de l'atenció a la diversitat es fa. Tota aquesta informació queda complementada a les taules 5, 6, 7 que recullen també la temporització i metodologia.

5.3.1 Competències treballades

De l'àmbit científicotecnològic:

- Utilitzar objectes tecnològics.
- Analitzar sistemes tecnològics.
- Dissenyar objectes tecnològics.
- Interpretar la història de l'Univers, de la Terra i de la vida.
- Identificar i resoldre problemes científics.
- Adoptar mesures amb criteris científics que evitin o minimitzin els impactes mediambientals derivats de la intervenció humana.

De l'àmbit digital:

- Seleccionar, configurar i programar dispositius digitals segons les tasques a realitzar.
- Cercar, contrastar i seleccionar informació digital adequada per al treball a realitzar, tot considerant diverses fonts i mitjans digitals.
- Realitzar activitats en grup tot utilitzant eines i entorns virtuals de treball col·laboratiu.

5.3.2 Objectius didàctics

- Explicar les diferències entre variabilitat natural i canvi climàtic d'origen humà.
- Explicar els avantatges de representar gràficament sèries històriques climàtiques.
- Calcular i usar gràfics per a identificar el senyal del canvi climàtic.
- Justificar l'ús de llenguatges de programació per analitzar dades massives.
- Elegir llibreries informàtiques adequades per a càlculs estadístics i crear gràfics.

5.3.3 Continguts curriculars

- Valoració de la propietat i la distribució del programari i de la informació.
- Tipologies de llenguatges de programació.
- Disseny i realització de programes per a diferents dispositius: fixos i mòbils.
- Funcions d'integració a programes.
- Estructures de programació comunes: condicionals i repeticions.

5.3.4 Criteris d'avaluació

1. Qüestionari previ canvi climàtic (10%).

2. Rúbrica treball en grups (vegeu annex F) (90%).

Per a més detall, vegeu taula 6.

5.3.5 Atenció a la diversitat

Per l'alumnat amb dificultats per a seguir l'activitat amb autonomia es proposa fer l'activitat mitjançant una plantilla *Python Notebook* que el professor va completant a la pissarra pas a pas.

Per l'alumnat que es senti còmode en anglès, es proposa cercar les funcions de *Pandas* i *Matplotlib* a la documentació oficial (en anglès) i basar-se en els exemples presentats per a completar les tasques de l'activitat.

Per l'alumnat amb més facilitat es demanarà fer uns càlculs per a determinats mesos o temporades. També es demanarà fer diversos gràfics que es puguin superposar i veure en diferents colors per a diferents poblacions. També es poden demanar més variables (temperatures mínimes, precipitació acumulada, etc.)

5.3.6 Material utilitzat

- Qüestionari canvi climàtic (vegeu annex A).
- Presentació "L'emergència climàtica, Entendre el canvi climàtic".
- *Python Notebook* del projecte a realitzar (vegeu annex D)
- Sèries climàtiques històriques de diverses poblacions, (vegeu exemple de Barcelona a l'annex C), disponibles al lloc web del servei meteorològic de Catalunya (<http://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/serveis-i-dades-climatiques/series-climatiques-historiques/>).

5.3.7 Recursos per al professorat

- *Google Cloud Platform*: <https://cloud.google.com/edu/>
- Instal·lació de *Jupyter hub*: <https://the-littlest-jupyterhub.readthedocs.io/en/latest/install/google.html>
- Documentació de *Pandas*: <https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/>
- Documentació de *Matplotlib*: <https://matplotlib.org/>

Taula 5: Graella de programació de la unitat didàctica *Informàtica i canvi climàtic a Catalunya*. Font: Elaboració pròpia; competències i continguts clau extrets del currículum de l'educació secundària obligatòria, segons decret 187/2015, de 25 d'agost.

NOM DE LA UNITAT: “Informàtica i canvi climàtic a Catalunya”	NIVELL: 4t ESO	TRIMESTRE: 3r	PROFESSOR: Domingo Ma- nubens
BLOC CURRICULAR: Programació d'aplicacions	COMPETÈNCIES ASSOCIADES: CB7. Utilitzar objectes tecnològics. CB8. Analitzar sistemes tecnològics. CB9. Dissenyar objectes tecnològics. CBD1. Seleccionar, configurar i programar dispositius digitals segons les tasques a realitzar. CBD4. Cercar, contrastar i seleccionar informació digital adequada per al treball a realitzar, tot considerant diverses fonts i mitjans digitals. CBD8. Realitzar activitats en grup tot utilitzant eines i entorns virtuals de treball col·laboratiu		
CONTINGUTS CURRICULARS	CRITERIS D'AVALUACIÓ CURRICULARS	CONTINGUTS CLAU ASSOCIATS (CC)	
- Valoració de la propietat i la distribució del programari i de la informació.	3. Seleccionar, gestionar i tractar la informació d'Internet de forma correcta per tal de generar nou coneixement. 12. Identificar els models de distribució de continguts a Internet, respectant la legislació de propietat intel·lectual.	CCD13. Fonts d'informació digital: selecció i valoració. CCD14. Selecció, catalogació, emmagatzematge i compartició de la informació. CCD15. Ètica i legalitat en l'ús i instal·lació de programes, comunicacions i publicacions, i en la utilització de la informació.	
- Tipologies de llenguatges de programació.	13. Realitzar programes simples per a diferents tipus de dispositius que integrin diverses funcions i aplicats a resoldre una necessitat de l'entorn immediat.	CCD6. Robòtica i programació. CC24. Disseny i construcció d'objectes tecnològics. CC25. Aparells i sistemes d'informació i comunicació.	
- Disseny i realització de programes per a diferents dispositius: fixos i mòbils.	13. Realitzar programes simples per a diferents tipus de dispositius que integrin diverses funcions i aplicats a resoldre una necessitat de l'entorn immediat.	CC6. Robòtica i programació. CC16. Tractament de la informació. CC17. Construcció de coneixement: tècniques i instruments. CC22. Entorns de treball i aprenentatge col·laboratiu. CC24. Disseny i construcció d'objectes tecnològics.	

CONTINGUTS CURRICULARS	CRITERIS D'AVALUACIÓ CURRICULARS	CONTINGUTS CLAU ASSO-CIATS (CC)
- Funcions d'integració a programes.	13. Realitzar programes simples per a diferents tipus de dispositius que integrin diverses funcions i aplicats a resoldre una necessitat de l'entorn immediat.	CC6. Robòtica i programació. CC16. Tractament de la informació. CC17. Construcció de coneixement: tècniques i instruments. CC22. Entorns de treball i aprenentatge col·laboratiu. CC24. Disseny i construcció d'objectes tecnològics. CC25. Aparells i sistemes d'informació i comunicació.
- Estructures de programació comunes: condicionals i repeticions.	13. Realitzar programes simples per a diferents tipus de dispositius que integrin diverses funcions i aplicats a resoldre una necessitat de l'entorn immediat.	CC6. Robòtica i programació. CC16. Tractament de la informació. CC22. Entorns de treball i aprenentatge col·laboratiu. CC24. Disseny i construcció d'objectes tecnològics.

Taula 6: Graella de criteris d'avaluació de la unitat didàctica *Informàtica i canvi climàtic a Catalunya*. Font: Elaboració pròpia.

OBJECTIUS DIDÀCTICS	CRITERIS D'AVALUACIÓ DIDÀCTICS (Ponderació)
O1: Explicar les diferències entre variabilitat natural i canvi climàtic d'origen humà.	CA1: Diferenciar canvi climàtic i variabilitat natural i explicar les diferències entre variabilitat natural i canvi climàtic d'origen humà. (Ponderació rúbrica F, 10%)
O2: Explicar els avantatges de representar gràficament sèries històriques climàtiques.	CA2: Identificar el senyal del canvi climàtic en un gràfic, calcular mitjanes anuals i agregar dades per veure la informació rellevant. (Ponderació rúbrica F, 10%)
O3: Calcular i usar gràfics per a identificar el senyal del canvi climàtic.	CA3: Calcular mitjanes mensuals de temperatures. CA4: Identificar màxims i mínims d'un conjunt de dades de mitjanes mensuals de temperatura. CA5: Identificar els eixos X,Y per a la representació gràfica de les mitjanes mensuals de temperatura. (Ponderació rúbrica F, 10%)
O4: Justificar l'ús de llenguatges de programació per analitzar dades massives.	CA6: Identificar aquells procediments repetitius involucrats en el dibuix d'una gràfica de sèries climàtiques que es puguin automatitzar mitjançant la programació d'aplicacions. (Ponderació rúbrica F, 10%)

OBJECTIUS DIDÀCTICS	CRITERIS D'AVALUACIÓ DIDÀCTICS (Ponderació)
O5: Justificar l'ús d'eines al <i>cloud</i> per analitzar dades massives.	CA7: Identificar les característiques del <i>cloud</i> i l'avançatge quan es tracta de programar aplicacions de forma col·laborativa amb dades massives. (Ponderació rúbrica F, 10%)
O6: Descriure com crear un <i>DataFrame</i> de <i>Python</i> a partir de fitxers de text pla separats per espais.	CA8: Utilitzar la funció <i>readcsv</i> i establir l'índex i columnes d'un <i>DataFrame</i> . (Ponderació rúbrica F, 20%)
O7: Descriure com utilitzar els <i>DataFrames</i> per a calcular mitjanes de temperatures.	CA9: Utilitzar la funció <i>mean</i> sobre l'eix 1 d'un <i>DataFrame</i> . (Ponderació rúbrica F, 10%)
O8: Crear gràfics a partir de <i>DataFrames</i> amb la seva llegenda i anotacions correctes en els eixos.	CA10: Utilitzar la funció <i>plot</i> sobre les mitjanes calculades i utilitzar les funcions <i>legend</i> i <i>setaxis</i> tot seguint la documentació. CA11: Utilitzar la funció <i>savefig</i> sobre la gràfica generada per obtenir el resultat en format PNG. (Ponderació rúbrica F, 20%)
CONTINGUTS DIDÀCTICS: CD1: Utilització de dades climàtiques i importància en l'actualitat. CD2: L'antropocè i els seus efectes. CD3: Origen del canvi climàtic i diferència amb variabilitat natural. CD4: Identificació dels impactes del canvi climàtic, exemples de conseqüències i possibles mesures de mitigació. CD5: Cerca de dades a bases de dades científiques i utilitzar el format de text pla. CD6: Utilització d'eines en el <i>cloud</i> i <i>Python notebooks</i> . CD7: Lectura de text pla i <i>parsing</i> de format <i>csv</i> en <i>Python</i> . CD8: Format d'índex i columnes per a crear <i>DataFrames</i> en <i>Python</i> . CD9: Utilització de <i>DataFrames</i> per a filtrar i seleccionar informació. CD10: Calcular mitjanes d'un <i>DataFrame</i> o part d'aquest. CD11: Utilització de <i>plot</i> per a representar gràficament informació d'un <i>DataFrame</i> . CD12: Utilització de <i>plot</i> per a generar llegendes i anotacions d'eixos. CD13: Desar gràfics en format d'imatge portable <i>PNG</i> .	

Taula 7: Graella de la temporització de la unitat didàctica *Informàtica i canvi climàtic*. Font: Elaboració pròpia

SEQÜÈNCIA DIDÀCTICA						
	Recursos, materials	Atenció a la diversitat	Temporització	Espai, organització alumnat	Continguts didàctics (codi)	Criteris d'avaluació (codi)
Sessió 1: Qüestionari canvi climàtic						
Realització qüestionari	Qüestionari (annex A)	-	20'	Aula informàtica	CD4	-
Sessió 2: Xerrada-conferència canvi climàtic						
Presentació activitats	-	-	10'	Auditori	-	-

	Recursos, materials	Atenció a la diversitat	Temporització	Espai, organització alumnat	Continguts didàctics (codi)	Criteris d'avaluació (codi)
Conferència canvi climàtic	Projector	-	50'	Auditori	CD1,2,3,4	CA1,2
Sessió 3: Python Notebook canvi climàtic a Catalunya						
Presentació activitat	Projector	-	5'	Aula informàtica	-	-
Repartició peticions	Peticions equip científic (vegeu 5.4)	-	5'	En grups	-	CA3,4,5,6
Explicació Google Cloud Platform i Jupyter Notebook	Notebook (annex D)	-	10'	Aula informàtica	CD6	CA7
Creació usuaris a Jupyter Hub i descàrrega Python Notebook	Notebook (annex D)	-	10'	Aula informàtica	CD6	CA7
Activitat 1 (dades meteocat)	Notebook (annex D)	-	30'	Aula informàtica	CD1,5	CA8
Sessió 5: Llibreria Pandas de Python						
Explicació llibreria Pandas	Notebook i Projector	vegeu 5.3.5	10'	Aula informàtica	CD6,8,9	CA7,CA8
Activitat 2 (crear dataframe)	Notebook (annex D)	vegeu 5.3.5	20'	Aula informàtica	CD6,7,8	CA8
Activitat 3 (càlcul mitjanes anuals)	Notebook	vegeu 5.3.5	30'	En grups	CD6,9,10	CA3,4,5,6,9
Sessió 6: Llibreria Matplotlib de Python						
Explicació llibreria Matplotlib	Projector i Notebook	-	10'	Aula informàtica	CD6,11	CA10
Activitat 4 (generar gràfic)	Notebook	vegeu 5.3.5	20'	Aula informàtica	CD6,9,10,11	CA10
Activitat 4 (crear llegendes)	Notebook	vegeu 5.3.5	20'	Aula informàtica	CD6,9,11,12	CA10

	Recursos, materials	Atenció a la diversitat	Temporització	Espai, organització alumnat	Continguts didàctics (codi)	Criteris d'avaluació (codi)
Activitat 4 (desar gràfic en png)	<i>Notebook</i>	vegeu 5.3.5	10'	Aula informàtica	CD6,9,11,13	CA11
RELACIÓ AMB LES ALTRES ASSIGNATURES I COMPETÈNCIES DEL NIVELL: Competència matemàtica: Àmbit matemàtiques: CB1. Traduir un problema a llenguatge matemàtic o a una representació matemàtica utilitzant variables, símbols, diagrames i models adequats. CC5: Patrons, relacions i funcions.						

5.4 Resultats i discussió

A continuació s'avalua el resultat de la proposta implementada en cadascuna de les tres etapes (qüestionari previ, xerrada-conferència i treball en grups) i es fa una discussió emmarcada en el context presentat per acabar traient conclusions.

5.4.1 Qüestionari previ

Coneixem el canvi climàtic? Sabem què podem fer per evitar-lo? Trenta-quatre estudiants de 3r i 4t d'ESO van respondre un qüestionari amb preguntes de coneixements generals sobre el canvi climàtic. Es va fer prèviament a la xerrada, com a estratègia per fer-se una idea del nivell de coneixement i esbrinar els dubtes existents. En la xerrada es van tenir en compte les recomanacions de reforç de coneixements que es derivaven d'aquesta anàlisi. Les preguntes eren les següents (vegeu el formulari a annex A):

1. Has sentit a parlar del canvi climàtic?
2. Creus que és real?
3. Indiferentment de la resposta anterior respon per què creus que hi ha canvi climàtic?
4. Si creus que és l'activitat humana, dóna uns exemples de les activitats que, segons tu, hi contribueixen més.
5. Creus que el canvi climàtic t'afecta?
6. Indiferentment de la teva resposta anterior respon de quina manera creus que et pot afectar?
7. Creus que el canvi climàtic t'afectarà en el futur?
8. Indiferentment de la teva resposta anterior respon de quina manera creus que et pot afectar?
9. Creus que pots fer coses contra el canvi climàtic?
10. Indiferentment de la teva resposta anterior respon quines coses creus que pots fer?
11. Quines són les teves fonts d'informació d'aquests temes?

12. Has sentit a parlar de la desaparició de la biodiversitat?
13. La desaparició de la biodiversitat té relació amb el canvi climàtic?
14. És el mateix la contaminació de l'aire i el canvi climàtic?
15. Justifica la resposta anterior.

Qüestions 1 i 2: Les respostes a les dues primeres preguntes van ser unànimes en la totalitat dels 34 enquestats:

- **Has sentit a parlar del canvi climàtic?** Sí (100%)
- **Creus que és real?** Sí (100%)

Qüestió 3: Les respostes a la següent pregunta, mostren que no hi ha gaires dubtes sobre la causa del canvi climàtic, si bé hi ha algunes respostes que marquen també una resposta incorrecta:

- **Indiferentment de la resposta anterior respon per què creus que hi ha canvi climàtic?**
 - Activitat humana (100%)
 - Canvis en l'activitat solar (12%)

Recomanació 1: Explicar en la xerrada que els canvis en l'activitat solar no provoquen el canvi climàtic, sinó que formen part de la variabilitat natural del sistema climàtic de la Terra.

Qüestió 4: Al demanar major concreció sobre l'activitat humana que provoca canvi climàtic s'observa una majoria de respostes que apunten al transport i a la indústria com les activitats que hi contribueixen més:

- **Si creus que és l'activitat humana, dóna uns exemples de les activitats que, segons tu, hi contribueixen més.**
 1. Transport (88%)
 2. Indústria/construcció (80%)
 3. Energia (56%)
 4. Residència/comerç (26%)
 5. Agricultura (12%)

Segons l'informe de l'*IPCC* sobre canvi climàtic de l'any 2013 [49], les tres activitats humanes al capdamunt del rànquing de les que més contribuïen al canvi climàtic eren en aquest ordre: Indústria/construcció (27%), Energia (25%), Agricultura (24%) i Transport (14%).

Recomanació 2: Explicar en la xerrada que les emissions de CO₂ del transport i la indústria contribueixen molt al canvi climàtic, però que no s'han de quedar només amb què els tubs d'escapament i les xemeneies de les fàbriques són les responsables. Cal que es percebi que la nostra forma de vida actual, les zones residencials, el comerç internacional, necessiten una gran quantitat d'energia i que aconseguir-la és una gran font d'emissions de gasos d'efecte hivernacle. També que l'agricultura basada en conreus extensius i ramaderia extensiva genera desforestació i moltes emissions de CO₂.

Qüestions 5 i 7: Les respostes mostren que la majoria dels 34 dels estudiants enquestats estan sensibilitzats per l'afectació del canvi climàtic en l'actualitat i més en el futur:

- **Creus que el canvi climàtic t'afecta?** Sí (80%), No (20%).
- **Creus que el canvi climàtic t'afectarà en el futur?** Sí (97%), No (3%).

Qüestions 6 i 8: Les respostes a les preguntes associades de com afecta o afectarà mostren que hi ha dubtes (resposta "no ho sé") i una certa confusió entre els efectes del canvi climàtic a escala de planeta i els efectes de la contaminació de l'aire i les conseqüències sobre la salut de les persones.

Qüestions 14 i 15: Relacionat amb l'anterior, les respostes a:

- **És el mateix la contaminació de l'aire i el canvi climàtic?** Sí (38%), No (62%).
- **Justifica la resposta anterior.**

Confirma que tot i que hi ha moltes respostes correctes que afirmen que no és el mateix, no saben com justificar-ho.

Qüestions 12 i 13: I també relacionat amb l'anterior, les respostes a:

- **Has sentit a parlar de la desaparició de la biodiversitat?** Sí (59%), No (41%).
- **La desaparició de la biodiversitat té relació amb el canvi climàtic?** Sí (59%), No (3%), No ho sé (28%).

Es detecta un alt grau de desconeixement sobre la desaparició de la biodiversitat a causa del canvi climàtic.

Recomanació 3: Explicar en la xerrada que el canvi climàtic i la contaminació de l'aire són dos problemes diferents. Els gasos contaminants i nocius per la salut són el NO₂, CO, SO₂, PM₁₀, PM_{2.5} i O₃. El CO₂ no és nociu per la salut. El canvi climàtic és un problema generat pels gasos d'efecte hivernacle, en especial el CO₂. Afecta la vida i els ecosistemes del planeta i a totes les espècies i biodiversitat, farà desaparèixer els pols, farà augmentar el nivell del mar, etc.

Qüestió 4: Cal comentar que en general hi ha un coneixement bastant acurat de les accions que es poden fer en la vida quotidiana per a mitigar el canvi climàtic, si bé és important fer notar que les decisions en l'àmbit polític són necessàries.

Qüestió 11: Finalment, un apunt sobre les fonts d'informació que s'utilitzen:

- **Quines són les teves fonts d'informació d'aquests temes ?**

1. Xarxes socials (88%)
2. Assistència a classe (73%)
3. Programes de televisió i ràdio (67%)
4. Blogs i revistes (35%)
5. Diaris locals (32%)
6. Família i amics (3%)

Recomanació 4: Per a millorar el coneixement del problema i fomentar el coneixement del canvi climàtic cal impulsar i recomanar el debat entre els joves i en les seves famílies. Una altra iniciativa que cal fomentar és la creació de continguts de canvi climàtic en publicacions

locals, revistes i blogs.

5.4.2 Xerrada conferència científica

La xerrada conferència es va dur a terme en dues hores diferents, una xerrada dirigida a un grup de 20 estudiants de 3r d'ESO i l'altra dirigida a un grup de 28 estudiants de 4t d'ESO. Es va planificar una presentació d'una hora de durada per a cadascuna de les dues sessions.

En la primera part de la xerrada, seguint les recomanacions discutides anteriorment, es va posar èmfasi en el fet que el canvi climàtic és quelcom que està succeint els nostres dies i que hi ha una gran evidència des de la dècada de 1970 que és degut a l'increment exponencial de l'ús de les energies fòssils. Tot seguint la recomanació 2, es van repassar les activitats humanes que provoquen l'impacte en el clima. Es va explicar el funcionament de la variabilitat natural del sistema climàtic i es va demostrar la diferència amb el canvi climàtic i la tendència a llarg termini. Es va explicar que aquests fenòmens es coneixen molt bé a escala física i matemàtica i des de fa temps es poden simular per ordinador i des de fa temps es pot predir què passarà. En la xerrada per a alumnat de 4t d'ESO, es va afegir una part per oferir una visió de les tecnologies que es fan servir per a la simulació i la predicció climàtica: el *BigData* i la *Supercomputació*.

En la segona part de la presentació es va situar el problema en la regió mediterrània i es va fer una relació de les conseqüències que tindrà el canvi climàtic en l'escenari del camí marcat actualment si se segueixen emetent les mateixes quantitats de CO₂ a l'atmosfera. Es va parlar de l'augment de temperatures, la disminució de les precipitacions de neu, la reducció de les temporades de glaçades, la disminució de l'aigua de pluja i l'increment associat de risc d'incendis i la vulnerabilitat que tot això implica per a les persones.

En la darrera part de la presentació es van proposar mesures que podem emprendre per a evitar el canvi climàtic. Es va parlar de solucions polítiques, de la necessitat de canvis d'hàbits en el consum, de canvi de model de transport i d'estratègies per a evitar el malbaratament de l'energia. Finalment es va obrir un torn de preguntes i es va iniciar un petit debat.

Comentari de millora: Hagués estat molt interessant allargar i guiar aquest debat, ja que el torn de preguntes es va quedar una mica pobre. En una futura millora de la planificació de l'activitat seria recomanable afegir una sessió d'una hora per grup per a fer aquest debat i es donarien eines per a guiar-lo.

5.4.3 Treball en grups

L'anàlisi comprèn la part de la [Unitat didàctica 1: Pensament científic i canvi climàtic](#) que genera una tasca a fer en la [Unitat didàctica 2: Informàtica i canvi climàtic](#). Els resultats d'ambdues tasques serveixen per a completar l'activitat de pensament científic en un informe que sintetitza el treball.

En la primera part de l'activitat de pensament es demanava:

- **Basant-vos en la presentació i el resum, podeu explicar breument què és el canvi climàtic?**

L'alumnat va aconseguir explicar breument què és el canvi climàtic, amb les seves paraules, per exemple:

El canvi climàtic és la destrucció del planeta a causa dels gasos d'efecte hivernacle que generem els éssers humans. Això provoca augments de temperatura, desaparició de la biodiversitat, destrucció del gel, que provoca que el nivell del mar pugi.

També com veure el senyal en un gràfic i a interpretar la variabilitat natural:

- **La figura 1 mostra les temperatures a l'aeroport de Menorca. Expliqueu en aquesta figura com podem veure el senyal del canvi climàtic?**
- **En la figura 1, com podeu explicar per què, malgrat el canvi climàtic, alguns anys (com el 2004) són més freds?**

- Podem veure que al llarg dels anys la temperatura va pujant a poc a poc en general. Tot i que a curt termini algunes baixen, a llarg termini puguen.

- Alguns anys són més freds, perquè pot ser que sigui un període de *La Niña* o que hi hagi una erupció d'un volcà. Quan hi ha una erupció, les cendres de la lava puguen a l'atmosfera i no permeten el pas dels raigs solar, i tot és més fred.

En la segona part de l'activitat de pensament es demanava:

- **Mirant les dades impreses que corresponen al vostre grup, intenteu esbrinar si es pot veure el senyal del canvi climàtic en les dades**
- **Ara penseu que tindreu un equip d'informàtics treballant per a vosaltres. Els hi heu de demanar de fer-vos 3 figures per a ajudar-vos a veure el senyal del canvi climàtic en aquestes dades. Feu una descripció d'aquests 3 gràfics.**

Cada grup es va encarregar d'una sèrie per a una població diferent. El primer que van començar a trobar és quines eren les temperatures màximes més elevades de l'any (en mesos com juny, juliol o agost) i les més baixes (en mesos com desembre, gener o febrer). En alguns casos es podien observar valors més baixos als primer anys de la sèrie, però en altres casos no es podia veure a simple vista. Després van començar a calcular mitjanes anuals per a poder dibuixar-les en un gràfic sobre paper mil·limetrat, i així veure que es tractava d'una feina tediosa, ideal per a passar a l'equip d'informàtics.

Recomanació: Si bé es va demanar pensar i ser creatius a l'hora de fer propostes alternatives de gràfics, o bé cal deixar més temps en una sessió més, o bé cal deixar aquesta part com a activitat d'ampliació per a l'atenció a la diversitat per dalt.

En la primera part de la tasca a fer en la [Unitat didàctica 2: Informàtica i canvi climàtic](#), es demanava fer la cerca i descàrrega de dades del lloc web del servei meteorològic de Catalunya (<http://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/serveis-i-dades-climatiques/series-climatiques-historiques/>).

Tots els grups van saber trobar la seva població i van ser capaços de descarregar les dades per a la variable que es demanava, en el format adequat.

La part específica de coneixements de *Python* començava amb una introducció de com programar en un *Python Notebook* i què és el *Google Cloud Platform*. Aquesta part va ser motivadora per començar la tasca, ja que es tracta d'unes eines que no havien utilitzat encara i que els va resultar engrescador al saber que són les mateixes eines que s'utilitzen en els centres de recerca de tot el món.

Tot seguit es demanava:

- **Feu servir la funció de *Pandas* que es diu *read_csv* per a llegir la informació del vostre fitxer de dades.**

Recomanació: Caldria planificar una sessió de reforç de conceptes de programació no trivials com són la lectura de fitxers i les estructures de dades. Per completar aquesta primera part, era imprescindible saber què és un *DataFrame* de *Python* i com es defineixen els índexs i els noms de columna en un *DataFrame*.

En la segona part de l'activitat d'informàtica es demanava:

- Ara feu servir la funció *mean* de *pandas* per a calcular la mitjana sobre l'eix 1.
- Un cop calculada feu servir la funció *plot* per a veure-ho gràficament.

Cadascú individualment, va aprendre a calcular mitjanes mensuals en el seu *Python Notebook* i van aprendre a operar amb *DataFrames*.

Tot seguit, en grups van consultar la documentació de la llibreria *Matplotlib* per a fer la representació gràfica, anotar els eixos i afegir una llegenda. Podem veure un resultat en la figura 4.

Recomanació: Es va demanar consultar la documentació oficial de les llibreries *Pandas* i *Matplotlib* que està en anglès. No tot l'alumnat se sentia còmode amb aquest fet, per tant seria recomanable tenir una versió traduïda o bé preveure-ho com a atenció a la diversitat per dalt. Pel que fa a l'atenció a la diversitat per baix seria recomanable disposar de professorat de reforç (o crear un vídeo-tutorial) per a fer els exercicis pas per pas guiats a la pissarra a un ritme més lent.

La resolució final del projecte en *Python*, per a la ciutat de Barcelona el podem veure en el codi 1.

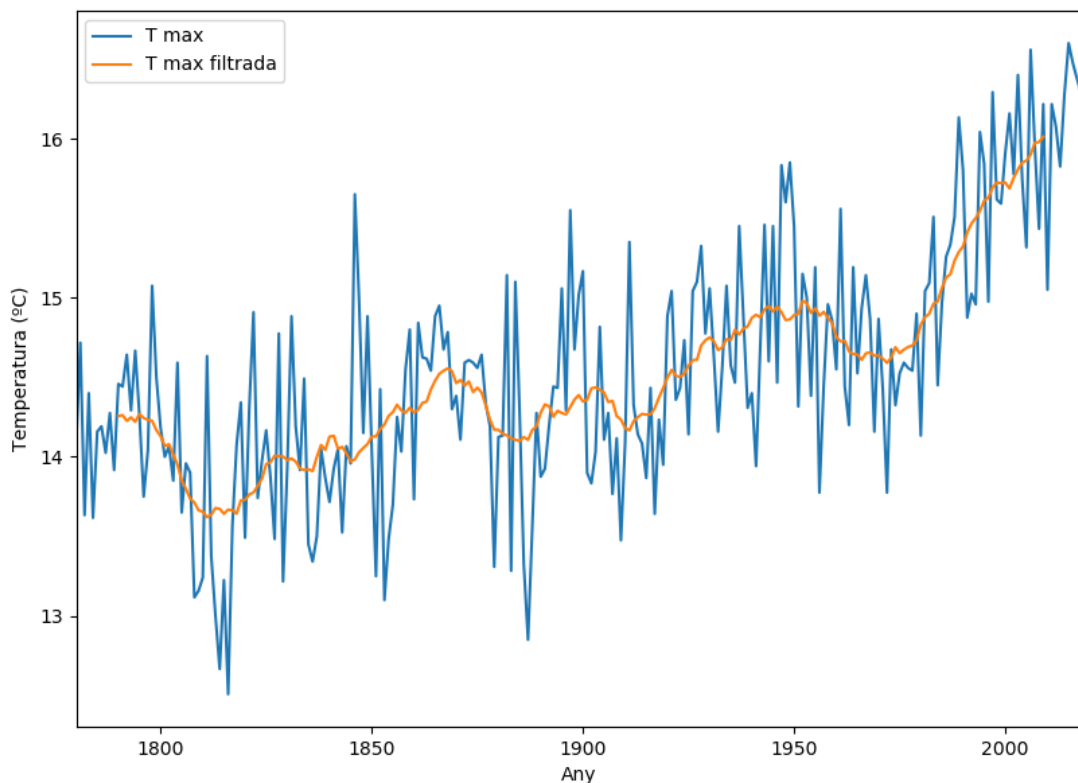


Figura 4: Mitjana anual de les Temperatures màximes (a les 2 p.m.) registrades a Barcelona (Observatori Fabra) durant el període 1780-2017. Font: Elaboració pròpia

```

1 %matplotlib notebook
2
3 import os
4 import pandas as pd
5 import matplotlib.pyplot as plt
6
7 filename = os.path.join(os.getcwd(), "Barcelona.txt")
8 df = pd.read_csv(filename, sep = "\t", index_col = 0, names = ['Any',
9     1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12])
10
11 df.loc[2017].mean()
12
13 p = df.mean(axis=1).plot()
14 dfmean = df.mean(axis=1)
15 dfroll = dfmean.rolling(8, center=True, win_type=None, on=None, axis=0).mean()
16 dfroll.dropna().plot()
17
18 p.legend(['Tmax', 'Tmax suavitzada'])
19 p.set_ylabel('Temperatura Maxima C')
20 plt.savefig('Barcelona.png')
  
```

Codi 1: Codi Python corresponent a la resolució de l'activitat per a la ciutat de Barcelona. Font: Elaboració pròpia

La tasca final tractava de completar l'activitat de pensament científic en un informe que inclou les figures analitzades i una explicació d'aquestes. Per exemple, la descripció donada per a la figura 4, en paraules de l'alumnat va ser:

Podem veure que al llarg dels anys hi ha petites disminucions, però la temperatura mitjana va pujant a poc a poc. Sobretot als anys 70-80 fins ara hi ha un gran augment de temperatura, de 1,4 °C aproximadament.

La conclusió per a totes les poblacions de Catalunya analitzades pels diferents grups és que les temperatures han augmentat entre 1,4 °C i 2,0 °C, de forma consistent amb el que diuen els informes científics del canvi climàtic.

Recomanació: En la sessió final de redacció de l'informe va assistir el personal investigador del centre de recerca en clima i va ajudar l'alumnat a consensuar les conclusions. Tot i això la sessió va ser una mica curta. Estaria bé preveure una darrera sessió per a tancar formalment l'informe i presentar-lo a les autoritats locals en matèria de medi ambient i als mitjans de comunicació.

En la taula 8 es valora el resultat final del cas d'estudi:

Taula 8: Taula resum de valoració de resultats del cas d'estudi. Font: Elaboració pròpia

Activitat	Valoració
Qüestionari previ	<ul style="list-style-type: none"> - Val la pena fer un qüestionari previ a la xerrada, ja que dóna molta informació sobre quin és el coneixement de l'alumnat sobre el tema a tractar. - Al temps d'enviar les respostes es dóna un <i>feedback</i> que serveix d'aprenentatge. - Es conclou que encara hi ha massa poc coneixement sobre la problemàtica del canvi climàtic o l'emergència climàtica, com se la comença a anomenar.
Xerrada conferència científica	<ul style="list-style-type: none"> - El canvi climàtic és un tema que genera molt d'interès entre l'alumnat, i més aquest any amb el moviment <i>FridaysForFuture</i>. - Les recomanacions extretes del qüestionari previ van fer que la conferència servís d'aclariment de dubtes. - Tal com es veu en la majoria de propostes STEM existents a Catalunya, establir una col·laboració amb un grup de recerca, va ser engrescador i exitós.
Treball en grups UD1 (5.2)	<ul style="list-style-type: none"> - L'activitat de pensament científic va despertar un interès important en l'alumnat. - El treball significatiu sobre dades de poblacions properes va ser una font de motivació. - La part de treball en grup i col·laboració amb l'alumnat de 4t d'ESO va motivar.
Treball en grups UD2 (5.3)	<ul style="list-style-type: none"> - L'activitat d'informàtica va permetre valorar el rol de la programació i el <i>BigData</i> en ciència. - Aplicar coneixements del que s'havia estudiat en el curs sobre <i>Python</i> va ser una font de motivació i fixació de l'aprenentatge. - La part de treball en grup i col·laboració amb l'alumnat de 3r d'ESO va ser font de motivació.

5.5 Conclusions

Pel que fa al cas d'estudi proposat en aquest treball, algunes de les conclusions més rellevants són:

- S'ha aconseguit crear una interacció entre un centre de recerca i un institut de secundària de Catalunya. S'han creat uns recursos docents i s'ha completat una prova pilot de la planificació proposada. L'experiència ha estat positiva i és probable que es repeteixi en futures ocasions.
- El recurs docent creat està disponible a la xarxa i es pot utilitzar. És de fàcil adaptació a altres centres i poblacions si es desitja crear un ambient d'aprenentatge significatiu.
- S'ha aprofitat el coneixement científic especialitzat a joves de 3r i 4t d'ESO des de dos vessants, la purament científica i la informàtica.
- El cas d'estudi mostra com es pot afavorir i impulsar el pensament científic i en concret el debat del canvi climàtic.
- Els recursos per a la realització del treball són eines punteres i gratuïtes que s'utilitzen en els centres de recerca capdavanters (*Google Cloud Platform, Jupyter Notebook, Python, Pandas, Matplotlib*).
- Les dades utilitzades estan disponibles en bases de dades d'accés públic (sèries climàtiques històriques del servei meteorològic de Catalunya).
- S'han establert grups de treball col·laboratiu i cooperatiu d'alumnat de diferents nivells.
- Les tecnologies, i en particular la informàtica, han tingut un paper clau en el desenvolupament del cas d'estudi.

Per contra trobem que la prova pilot del cas d'estudi és millorable en certs aspectes, ja que s'ha dut a terme en cinc sessions per curs. Vuit sessions serien desitjables per, entre altres coses, tenir més temps per a:

- Dinamitzar el debat després de la xerrada conferència.
- Desenvolupar més el rol creatiu en les activitats de pensament científic i anàlisi de dades.

6 Conclusions generals

La manca de professionals en les STEM és un problema global a Europa, especialment, pel que fa a personal tècnic. Arreu d'Europa i també a Catalunya s'han engegat projectes que treballen per fomentar carreres tècniques i científiques. En aquest treball es descriuen iniciatives STEM d'interacció entre instituts de secundària i centres de recerca a Catalunya, per tant, aquest aspecte dels objectius generals s'ha complert.

En l'estudi preliminar s'ha demostrat que:

- Europa inverteix molts diners des de fa anys en fomentar STEM en col·laboració amb centres de recerca, a través dels programes *H2020* i *Erasmus+*.
- Regne Unit inverteix molts diners des de fa anys en fomentar STEM en col·laboració amb centres de recerca i indústria a través dels programes *EngineeringUK* i *STEM Learning*.
- França inverteix molts diners des de fa anys en fomentar carreres científiques des de la fundació *La main à la pâte*.

Un cop vist el context a Europa i seguint els objectius específics que es proposaven, en aquest treball trobem:

- Un llistat de centres de recerca ubicats a Catalunya i el camp d'especialització que tenen.
- Un llistat d'iniciatives que aquests centren organitzen o en les quals participen per a apropar ciència i tecnologia a l'alumnat de secundària.
- Una breu descripció de cada iniciativa que inclou les temàtiques de què tracta, l'entitat impulsora i enllaços als llocs web oficials.

En aquesta breu descripció no s'ha inclòs el vincle de cada activitat específica amb competències bàsiques o continguts clau del currículum de l'àmbit científicotecnològic de secundària (ESO i Batxillerat), ja que el llistat és extens i ha sobrepassat les capacitats de l'autor. Sí que s'han pogut classificar les iniciatives per temàtica, ja que els mateixos impulsors donen aquesta informació.

No s'han enumerat les fonts de finançament de cada iniciativa perquè la informació no està publicada en la gran majoria dels casos, i per trobar-la es feia necessària una feina fora de l'abast de l'autor: posar-se en contacte amb tots els organitzadors. Tot i això, en el treball podem trobar que:

- El pla *STEAMCat* serà finançat per La Generalitat de Catalunya, el Departament d'Educació, el Departament de Polítiques Digitals i Administració Pública i el Departament d'Empresa i Coneixement.
- La dotació pressupostària del pla *STEAMCat* encara no se sap, ja que el projecte no s'ha aprovat encara, però la Generalitat ha aprovat una dotació de 180.000 euros per a promoure pràctiques STEM als centres educatius de Catalunya.

Adicionalment s'ha fet una anàlisi comparat entre Regne Unit, França i Espanya sobre l'èxit en la consecució de finançament europeu dins del programa *Erasmus+*. Es conclou que Espanya és capdavantera, si bé França ha doblat esforços l'últim any. En particular Catalunya presenta i guanya molts projectes *Erasmus+* KA101, KA201 i KA229.

Finalment s'ha assolit amb èxit el darrer objectiu:

- S'ha preparat un recurs de col·laboració entre un centre de recerca a Catalunya i un institut de secundària per a fomentar el pensament científic i valorar el rol important de la informàtica en la ciència.

- La iniciativa ha despertat l'interès de l'alumnat que ha participat en la prova pilot i ha estat ben valorada.

7 Treball de futur

Com a treball de futur seria interessant:

- Fer una anàlisi més exhaustiva del context a Europa, cercant dades d'altres països, sobretot pel que fa a finançament de programes STEM.
- Fer una anàlisi més exhaustiva de les fonts de finançament i els impulsors de les iniciatives STEM a Catalunya.
- Estudiar a la literatura els resultats de recerca que es vagin produint a mesura que els plans i projectes STEM d'Europa aportin millores.
- Estendre la llista d'iniciatives del capítol 4, incloent-hi també centres de recerca de titularitat espanyola (*Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC*) i universitats públiques i privades.
- Fer un treball més exhaustiu de vinculació d'iniciatives amb blocs curriculars del currículum de secundària.
- Aconseguir finançament per a convertir la prova pilot del cas d'estudi en un recurs que es pugui oferir disposant de les eines i mitjans humans i tècnics necessaris.
- Ampliar les unitats didàctiques del cas d'estudi per a fer-les amb més temps i poder implicar més alumnes i més nivells.

Un cop desenvolupat, pensem que seria interessant presentar els resultats d'aquesta recerca als responsables polítics de Catalunya per tal d'impulsar més implicació pública.

8 Bibliografia

- [1] E. Amanatidou, S. Giesecke, K. Jarmai, T. Loikkanen, and P. Warnke. *VERA Deliverable 1.2 Typology of RTDI directed towards Grand Societal Challenges*. VERA project deliverable 1.2. VERA consortium, Austria, 2012.
- [2] D.P. Ausubel. *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- [3] BOE. Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2>, 2006. Consultat 8 abril 2019.
- [4] BOE. Ley orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2013/12/09/8>, 2013. Consultat 8 abril 2019.
- [5] CMRB. Regenerator. https://www.cmrb.eu/ciencia/ca_doble_cadena.html, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [6] STEM Coalition. Stem coalition. <http://www.stemcoalition.eu/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [7] Charity Commission. Enthuse charitable trust. <https://beta.charitycommission.gov.uk/charity-details/?regid=1126965&subid=0>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [8] CRG. Dia d'ada lovelace. https://www.cmrb.eu/ciencia/ca_doble_cadena.html, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [9] Departament d'Educació. Nota de premsa. <http://ensenyament.gencat.cat/ca/inici/nota-premsa/?id=356045>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [10] Servei educatiu de Badalona. Jornades científiques. <https://serveiseducatiu.xtec.cat/badalona/categoria/dinamitzacio/jornades-cientifiques/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [11] Primary engineer. Primary engineer. <https://www.primaryengineer.com/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [12] EngineeringUK. Engineeringuk. <https://www.engineeringuk.com/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [13] Tomorrow's engineers. Tomorrow's engineers. <https://www.tomorrowsengineers.org.uk/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [14] Project Enthuse. Project enthuse. <https://www.stem.org.uk/project-enthuse>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [15] Erasmus+. Schools funding. <https://www.erasmusplus.org.uk/schools-funding>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [16] Comissió europea. Erasmus+. <https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [17] Comissió europea. etwinning. <https://www.etwinning.net>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [18] Comissió europea. H2020. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [19] Comissió europea. H20205a. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society>, 2019. Consultat 8 maig 2019.

- [20] Comissió europea. School education gateway. <https://www.schooleducationgateway.eu/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [21] FFF. Fridaysforfuture. <https://www.fridaysforfuture.org/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [22] Howard Gardner. *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Hachette UK, 2011.
- [23] ICFO. Young photonics congress. <https://outreach.icfo.eu/ca/young-photonics-congress-2>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [24] ICIQ. Lab virtual de química. <http://labvirtual.iciq.es>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [25] ICIQ. Premis de la societat catalana de química. <http://www.iciq.org/outreach/high-school-students/joves-i-ciencia/?lang=cat>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [26] IFAE. Cazadores de rayos gamma. <https://www.cazadoresderayosgamma.com/es/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [27] IFAE. Girls in science. <https://girlsinscience.ifaes.es>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [28] IISPV. Apropa't a la recerca. <http://www.iispv.cat/novetats/1339/apropat-a-la-recerca-en-transtorn-bipolar>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [29] IISPV. Apropa't a la recerca. <https://www.experiencingmaths.org/es/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [30] IJC. Vespres a la carreras. http://www.carrerasresearch.org/ca/els-vespres-a-la-carreras_102022, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [31] IrisCaixa. Iris caixa divulgació. <http://divulgacio.irsicaixa.es/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [32] IrisCaixa. Living lab salut. <http://www.irsicaixa.es/es/livinglabsalud>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [33] ISGLOBAL. Projecte atenció. <https://www.isglobal.org/ca/-/atenc-o>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [34] Fondation Lamap. La main à la pâte. <https://www.fondation-lamap.org/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [35] Fondation Lamap. Maisons pour la science au service des professeurs. <http://www.maisons-pour-la-science.org/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [36] Fondation Lamap. Rapports d'activité. <https://www.fondation-lamap.org/rapports-activites>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [37] STEM Learning. Stem learning. <https://www.stem.org.uk/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [38] Toute l'Europe. Erasmus + en dix chiffres. <https://www.touteleurope.eu/actualite/erasmus-en-dix-chiffres.html>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [39] Nanoeduca. Nanoeduca. <http://nanoeduca.cat/ca/inici/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [40] OCDE. Pisa 2015. <http://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa/pisa-2015.html>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [41] Science on Stage. Science on stage. <https://www.science-on-stage.eu/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.

- [42] Penelope+. Evolution du financement du programme erasmus+. <https://www.erasmusplus.fr/penelope/financement.php>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [43] Python. Python programming language. <https://www.python.org/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [44] Kelly Roberts and Elodie de Oliveira. Literature review - stem education in france, 01 2013.
- [45] European Schoolnet. European schoolnet. <http://www.eun.org/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [46] SEPIE. Oportunitades erasmus+ en educación i formación. https://www.educantabria.es/docs/2018/octubre-noviembre-diciembre/18.11.29_PresentacionSantander.pdf, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [47] Elaine Seymour and Nancy M. Hewitt. Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences. *Higher Education - HIGHER EDUC*, 36:115–116, 07 1998.
- [48] SteamConf. Steamconf. <https://2019.steamconf.com/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [49] T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P.M. Midgley, editors. *Summary for Policymakers*, book section SPM, page 1–30. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
- [50] TinkeringBox. Educación stem: ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. <http://tinkeringbox.com/educacion-stem/>, 2017. Consultat 8 abril 2019.
- [51] UAB. Dissabtes de la física. <https://www.uab.cat/web/divulgacio/dissabtes-de-la-fisica-1345678998720.html>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [52] UAB. Extended learning time ii. <https://ddd.uab.cat/record/184562>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [53] UAB. Projecte argó. <https://www.uab.cat/web/programa-argo-1345714880943.html>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [54] UAB. Tallers 10 a la menes 9. <https://www.uab.cat/web/programa-argo/programa-argo-estudiants/estudiants/tallers-10-menos-9-1345784017689.html>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [55] UPC. Castechdefels. <https://castechdefels.upc.edu>, 2019. Consultat 8 maig 2019.
- [56] XTEC. Formació stem. http://xtec.gencat.cat/ca/formacio/formaciogeneralprofessorat/actualitzacio_cientifica_didactica/formacio-stem/, 2019. Consultat 8 abril 2019.
- [57] XTEC. Pla stemcat. <https://projectes.xtec.cat/stemcat/>, 2019. Consultat 8 abril 2019.
- [58] XTEC. Stem a l'espai. <https://blocs.xtec.cat/stemalespai/>, 2019. Consultat 8 maig 2019.