



Universitat
de les Illes Balears

TREBALL DE FI DE MÀSTER

DE L'AULA AL CAMP, MATEMÀTIQUES APLICADES A L'AGRICULTURA

Juan Manuel Sayol España

Màster Universitari en Formació del Professorat

(Especialitat/Itinerari de Matemàtiques)

Centre d'Estudis de Postgrau

Any Acadèmic 2021-22



Universitat
de les Illes Balears

DE L'AULA AL CAMP, MATEMÀTIQUES APLICADES A L'AGRICULTURA

Juan Manuel Sayol España

Treball de Fi de Màster

Centre d'Estudis de Postgrau

Universitat de les Illes Balears

Any Acadèmic 2021-22

Paraules clau del treball:

matemàtiques, agricultura, hort urbà, educació secundària obligatòria (ESO),

aprenentatge per problemes, classe invertida

Nom Tutor/Tutora del Treball Ernest Llohis Canals

Resum

Encara que fa milers d'anys que les matemàtiques s'apliquen en l'àmbit agrícola, aquestes aplicacions no solen estar molt representades en els continguts del currículum de matemàtiques de l'Educació Secundària Obligatòria (ESO). Donada la importància de l'agricultura en el producte interior brut (PIB) de l'Estat espanyol, aquesta representació és potser fins i tot més necessària. Davant aquest dèficit, el treball fi de màster que es presenta pretèn apropar l'agricultura a l'aula de matemàtiques mitjançant el disseny d'un hort urbà. Al llarg de cinc activitats es treballen diferents aspectes de l'hort: la seva configuració espacial, disseny del sistema de reg per goteig, càlcul del volum d'aigua de reg teòric que necessiten els plantells segons l'època de l'any, i el disseny d'un tanc d'aigua per recollir aigua de pluja. Aquestes activitats introdeixen i repassen sabers mínims de matemàtiques de 3r i 4t d'ESO, especialment relacionats amb els sentits de la mesura, espacial i algebraic. A més de les activitats, s'han afegit mecanismes d'avaluació tant dels alumnes com del docent, amb la finalitat d'impulsar una millora contínua del projecte. Finalment, aquest projecte també pretèn reforçar competències dels alumnes més transversals com l'autonomia, la capacitat de treballar en equip, la capacitat d'aprendre a aprendre o reforçar el seu esperit crític.

Paraules clau: matemàtiques, agricultura, hort urbà, educació secundària obligatòria (ESO), aprenentatge per problemes, classe invertida.

Índex

| | |
|--|-----------|
| Resum | 1 |
| 1 Objectius del treball | 3 |
| 2 Estat de la qüestió | 4 |
| 2.1 Contextualització històrica | 4 |
| 2.2 Marc del treball | 5 |
| 3 Metodologies del treball | 7 |
| 3.1 Aprenentatge per problemes | 7 |
| 3.2 Classe invertida o <i>flipped classroom</i> | 8 |
| 4 Desenvolupament de la proposta: “Dissenya el teu propi hort urbà” | 9 |
| 4.1 Introducció | 9 |
| 4.2 Activitat 1 | 11 |
| 4.3 Activitat 2 | 16 |
| 4.4 Activitat 3 | 23 |
| 4.5 Activitat 4 | 31 |
| 4.6 Activitat 5 | 37 |
| 4.7 Mecanismes d’avaluació de les activitats | 44 |
| 4.8 Mesures per atendre la diversitat | 47 |
| 5 Conclusions | 48 |
| Referències | 50 |
| Bibliografia | 52 |

Capítol 1

Objectius del treball

Aquest treball fi de màster pretèn apropar les matemàtiques als alumnes de 3r i 4t de l'Educació Secundària Obligatoria (ESO) mitjançant el plantejament d'un projecte consistent en la posada en marxa d'un hort urbà. En el projecte es treballen la formulació, ús i aplicació de les matemàtiques en un context real.

Aquest objectiu principal s'assoleix mitjançant la realització de cinc activitats secundàries. Les dues primeres activitats estan proposades de manera que també tenen sentit de manera individual, així que es poden treballar en alguna sessió aïllada, mentre que les tres restants es basen en l'hort dissenyat en l'activitat 2, tot en conjunt formant un projecte.

A més de les competències específiques i els sabers relacionats amb les matemàtiques, aquestes activitats també serveixen per ensenyar i posar en pràctica altres competències de caràcter transversal, com el fet d'aprendre a treballar en equip o de desenvolupar un projecte des de zero de manera autònoma i amb certa capacitat de decisió. Cal tenir en compte que l'hort final serà diferent per a cada equip, i els resultats d'aprenentatge dependran de la seva implicació. En aquest sentit, cal destacar que les activitats estan pensades per a que els alumnes siguien capaços de fer-les amb mínima supervisió del professor, pensant també en la possibilitat d'una docència semipresencial, tan comuna durant la pandèmia COVID-19.

Capítol 2

Estat de la qüestió

2.1 Contextualització històrica

Malgrat que hi ha diverses teòries sobre el naixement de l'agricultura, existeix cert consens en que va sorgir durant el neolític, quan la humanitat es distribuïa en petits grupuscles nòmads de caçadors i recol·lectors [1]. De fet, molts estudis indiquen que l'activitat de recol·lecció estava normalment reservada a dones i nins, de manera que ambdós grups van anar aprenent de manera més profunda els cicles naturals dels arbres i les plantes. Segons l'enciclopèdia britànica¹, els primers rastres apareixen a la fi del Pleistocè, durant l'edat de gel, al voltant de l'any 11700 a.C. En aquell temps les temperatures van augmentar, els glaciars es van fondre, el nivell de la mar va pujar i els ecosistemes es van reorganitzar. Aquests canvis es van donar de manera més acusada a les zones temperades que als tròpics.

Els registres apunten a que les matemàtiques es van començar a utilitzar per dividir les terres agrícoles i per calcular taxes individuals durant l'època dels sumeris, els babilònics i els egipcis fa uns 5000 anys. De fet, a Babilònia i Egipte l'astronomia va rebre un gran impuls a causa de la necessitat de seguir els cicles dels cultius i les estacions, la qual cosa es feia principalment amb una anotació de les fases llunars. També aquestes civilitzacions van fer el primer intent per *estandaritzar* la mesura de longituds amb parts del seu cos: els dits ($\approx 1.86 - 1.88$ cm), els pams (equivalents a 4 dits o ≈ 7.49 cm) i els cúbits (equivalents a 28 dits, 7 pams o ≈ 52.4 cm); així com també superfícies (amb jeroglífics específics per 100, 1000, 5000 o 10000 colzes quadrats, i múltiples per 100000 o 1000000 de colzes quadrats, l'últim equivalent a uns 273500 m²) de figures geomètriques com triangles, quadrilàters i cercles, i també el volum de prismes rectangulars o cilindres. Des d'aleshores, l'ús de les matemàtiques s'ha anat intensificant, incloent les proporcions, la geometria i de manera indirecta altres disciplines com la mecànica i la hidràulica. De fet, avui en dia hi ha una disciplina que s'anomena agricultura de precisió, la qual és basa en la pressa i l'anàlisi de dades constant proveïda per diferent aparells de mesura amb la fi d'aconseguir un ús més eficient dels recursos, amb la fi de millorar

¹<https://www.britannica.com/topic/agriculture>

la productivitat, la qualitat, la rendibilitat i la sostenibilitat de la producció agrícola.

Pel que fa l'àmbit de les Illes Balears, la rellevància tradicional de l'agricultura, especialment la producció de gra, també es reflecteix en l'existència d'unitats de mesura pròpies de longitud, superfície i volum, èssent algunes d'origen àrab i d'altres introduïdes amb l'arribada del rei Jaume I a mitjans del segle XIII. Amb el pas del temps aquestes unitats van agafar certes característiques pròpies, havent-hi fins i tot algunes diferències entre les illes. Un recull molt complet de totes les unitats tradicionals es pot trobar a [2].

L'agricultura no només ha tingut molta rellevància en l'esdevenir dels pobles i civilitzacions, sinó que també actualment té un pes significatiu a l'economia. De fet, el sector primari és l'únic sector que ha crescut durant el primer any de la pandèmia de la COVID-19 (un 4.7% l'any 2020 incloent ramaderia, pesca i silvicultura)^{2,3}. D'altra banda, l'agricultura extensiva contribueix a alguns dels motius del canvi global antropogènic (deforestació, contaminació de sols, aigua i atmosfera), i per tant, també s'erigeix com l'origen de moltes de les solucions per mitigar el canvi climàtic i els efectes de la superpoblació [3].

En aquest context, apropar el camp a l'aula és una oportunitat per accelerar la conscienciació sobre els problemes i els reptes als que s'enfronta la humanitat, i per afavorir el canvi cap a pràctiques més sostenibles.

2.2 Marc del treball

Una de les competències clau de l'antiga Llei Orgànica per a la Millora de la Qualitat Docent (LOMQE, Llei Orgànica 8/2013, BOE núm. 295 de 10/12/2013) i que roman a la recentment aprovada Llei Orgànica per a la millora de la Llei Orgànica Educativa (LOMLOE, Llei Orgànica 3/2020, BOE núm. 340 de 30/12/2020), és el desenvolupament de la competència matemàtica. Més enllà de l'ensenyament d'una sèrie de sabers mínims, els quals ven indicats pel currículum vigent (LOMLOE, Reial Decret 217/2022, de 29 de març i esborrany del projecte de decret del currículum d'ESO), aquesta competència implica el coneixement de les estructures i els objectes matemàtics, així com de l'aplicació dels principis i processos matemàtics en diferents contextos, ja siguin personals, socials, professionals o científics, amb la fi de poder emetre judicis fonamentats amb cadenes argumentals d'acord al raonament matemàtic. De fet, segons les indicacions del Programa Internacional d'Avaluació dels Alumnes (PISA), el domini de la competència matemàtica implica la capacitat de formulació, ús i interpretació de les matemàtiques en qualsevol àmbit de la vida, ja sigui personal, familiar, social o científic. En aquest sentit, l'agricultura integra alguns d'aquests contextos ja que permet desenvolupar i aplicar la competència matemàtica a l'entorn que ens envolta generant un impacte clarament visible.

L'Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO, per les seves inicials en anglès), promou que les escoles incorporin horts d'apre-

²<https://www.eleconomista.es/economia/noticias/11087261/03/21/Espana-sector-a-sector-la-agricultura-se-hace-fuerte-en-la-crisis-y-alcanza-su-mayor-peso-en-el-PIB-en-15-anos.html>

³<https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=ES>

nentatge de mida mitjana que siguin gestionats pels propis alumnes, professors i pares. Preferentment, aquests horts han d'incloure certa varietat de verdures i fruites riques en nutrients [4]. Quinze anys abans d'aquesta proposta de la FAO, la Junta d'Andalucía ja havia publicat una guia per a la realització d'un hort escolar [5].

Existeixen diverses experiències on s'ha construït un hort escolar com a projecte comunitari. Per exemple, al col·legi San Jorge, de Múrcia, es va dur a terme un projecte de caire STEM on van participar estudiants del tercer cicle d'educació primària i estudiants de 1r a 4t d'ESO⁴. En aquest projecte es treballaven les matèries de Ciències Naturals, Matemàtiques, Física i Química, Biologia i Geologia, i Tecnologia. En particular hi havia dues tasques on els estudiants treballaven les matemàtiques de manera explícita. La primera era “matemàtiques a l'hort”, a la qual els alumnes de 4t d'ESO dedicaven 1 hora setmanal durant el segon i el tercer trimestre del curs escolar. A partir de les dades de creixement de les plantes (per exemple, la romanésca), estudiaven els fractals i el nombre auri emprant la plataforma Moodle i programes com Excel i Geogebra.

L'altra activitat, enfocada als alumnes de 1r d'ESO, consistia en dissenyar a escala l'hort. Per dur a terme aquesta tasca es dedicaven sis sessions distribuïdes en dues setmanes. Els estudiants havien de mesurar totes les parcel·les per trobar l'àrea total i el perímetre, per després plasmar-ho a un paper aplicant relacions de proporcionalitat senzilles.

Les activitats proposades en aquest treball fi de màster pretenen treballar diferents sabers de l'ESO aplicant l'aprenentatge basat en la resolució de problemes i una metodologia pedagògica basada en fer les classes invertides (“flipped classroom”), de manera que el professor només fa de suport i són els propis alumnes els que van construïnt el coneixement. Aquest tipus de metodologies s'han demostrat especialment útils durant la pandèmia de COVID-19, on molts alumnes han seguit les classes de manera semipresencial.

⁴https://www.fundaciontriodos.es/binaries/content/assets/tbes/fundacion/memorias-huertos/054_colegio-san-jorge.pdf

Capítol 3

Metodologies del treball

En aquest TFM les diferents activitats estan dissenyades de manera que es van aprenent i aplicant diferents sabers successivament per resoldre algunes de les dificultats que es poden presentar en el disseny d'un hort urbà; des de la seva configuració espacial fins a l'estima del volum d'aigua que poden consumir els cultius en funció de la seva fase de creixement o l'època de l'any. A més a més, les activitats estan pensades per poder realitzar-se de manera autònoma, fins i tot des de casa, amb el mínim suport del docent, de manera que l'alumne és el protagonista del seu aprenentatge. Per tant, es treballen tant l'aprenentatge per problemes com la classe invertida. A continuació es presenten amb més detall ambdós metodologies.

3.1 Aprenentatge per problemes

L'aprenentatge per problemes o “problem based solving” (PBL, en anglès) és un mètode d'aprenentatge basat en el desenvolupament d'un projecte relacionat amb situacions de la vida real, de manera que el projecte dirigeix tot el procés d'aprenentatge. L'essència de l'aprenentatge basat en problemes consisteix en el procés d'identificar, descriure, avaluar i resoldre els problemes mitjançant la interacció entre els propis estudiants i entre els docents i els estudiants [6].

Entre els objectius de l'aprenentatge basat en problemes trobem els següents: consolidar i millorar els coneixements; afavorir el raonament científic ja que els alumnes han de recrear el mètode científic des de la formulació de la hipòtesi fins la resolució del problema; fer que l'alumne sigui el propi responsable del seu aprenentatge, incloent que aprengui a autoavaluar-se; afavorir el treball en equip, incloent una millor comunicació i agafar experiència en diferents rols. En particular, es pretèn treballar la competència d'aprendre a aprendre, la qual inclou diferents esferes com la d'aprendre a ser, aprendre a fer, aprendre a conèixer i aprendre a viure.

3.2 Classe invertida o *flipped classroom*

És una metodologia d'aprenentatge en què el paper tradicional del docent com a focus de la classe i font d'informació, i l'alumne com a agent passiu que reb informació s'inverteix [7]. En aquest cas l'estudiant agafa les regnes i el docent passa a ser guia i acompanyant del seu aprenentatge. La natura d'aquesta metodologia la fa especialment útil per l'autoaprenentatge en remot, tan rellevant durant la pandèmia COVID-19.

Aquest aprenentatge es sol construir mitjançant la combinació de material teòric preparat pel docent, preferentment de tipus digital (per exemple videos o audios, depenent de la naturalesa de la matèria a aprendre) juntament amb la realització d'activitats. Aquestes activitats permeten aprofundir i posar en pràctica la teoria prèviament estudiada pels estudiants. En aquest sentit, l'ús de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) ha suposat un avenç en l'aprenentatge de les matemàtiques [8].

Aquesta aproximació permet tant als alumnes com als docents identificar els punts més febles de l'aprenentatge alhora que estimula el pensament crític, l'autoregulació i l'autonomia dels estudiants. Diversos estudis apunten que pot ajudar a assolir de manera més efectiva els objectius d'aprenentatge.

Capítol 4

Desenvolupament de la proposta: “Dissenya el teu propi hort urbà”

4.1 Introducció

En aquest capítol es presenta en detall el projecte en què es centra aquest treball fi de màster. Aquest projecte inclou cinc activitats que es poden fer de manera individual o per parelles. El projecte consisteix en fer el disseny complet d'un hort per a un jardí resolent una sèrie d'exercicis i problemes de manera progressiva, els quals poden sorgir a la vida quotidiana. Cada activitat està construïda amb la idea que els alumnes aprenguin sobre el món de l'agricultura i que es pugui fer de manera bastant autònoma, de manera que el docent només acompanyi l'aprenentatge.

El projecte està pensat per a fer-se al llarg de sis classes, una per activitat més una extra per fer l'avaluació, tal i com s'explica més endavant en la secció 4.7. Les competències clau que es treballen principalment en aquest projecte són la la competència matemàtica y i en ciència i tecnologia, aixó com la competència d'aprendre a aprendre.

Quant al currículum de matemàtiques^{1,2}, aquest projecte estableix diverses situacions d'aprenentatge en un context escolar i social on es treballen alguns dels sabers bàsics de matemàtiques de 3r i 4t d'ESO, havent-hi un marge per adaptar el grau d'assoliment de les competències específiques i els criteris d'avaluació de cada curs. De manera resumida, les activitats que es duran a terme són:

- *Activitat 1.* Mesures i conversions. A l'àmbit agrícola s'han emprat històricament (i encara s'utilitzen en alguns indrets), moltes unitats pròpies de les Illes Balears per referir-se a l'àrea dels cultius o al pes dels productes. Entre els sistemes d'unitats locals cal destacar la jovada, el tornall,

¹<https://intranet.caib.es/sites/lomloe/ca/eso/>

²<https://intranet.caib.es/sites/curriculums/ca/eso/>

la quarterada, l'hort, el quartó, la barcella i l'almud. En aquesta primera activitat els alumnes aprendran el seu significat i com poden convertir-les a unitats del sistema internacional.

- *Activitat 2.* Configuració espacial de l'hort. A partir d'un perímetre de jardí donat els estudiants han de dissenyar un hort que optimitzi l'àrea disponible, tenint en compte que entre les verdures s'han de posar plantes aromàtiques per protegir-les dels insectes i que hi ha d'haver cert espai entre planta i planta. Se'ls donarà un full amb els plantells disponibles, el seu cost i les distàncies mínimes entre plantells, de manera que puguin calcular el seu cost.
- *Activitat 3.* Disseny del sistema d'irrigació. Els alumnes hauràn de calcular de manera aproximada la quantitat de cinta de reg necessària segons la configuració de l'hort de l'activitat 2. Hauran de tenir en compte que el reig per goteig ha d'arribar a cada plantell.
- *Activitat 4.* Càlcul del volum de reg. En aquesta activitat els estudiants aprendran els principals factors dels quals depèn la demanda de reg dels plantells i faran el càlcul aproximat de les seves necessitats de reg segons la fase del cicle de cultiu i el dia de plantament.
- *Activitat 5.* Disseny del tanc d'aigua. Per estalviar aigua, els estudiants han de dissenyar i pressupostar un tanc d'aigua que emmagatzemi l'aigua de pluja sense que sobri molt de volum ni es quedi molt curt durant la temporada de plujes. Com a punt de partida disposaran del climograma de la ciutat de Palma, des d'on es pot estimar el volum necessari del tanc fent algunes aproximacions. Els estudiants també tindran la informació sobre el preu per m² del tanc i hauran d'escollir la seva geometria d'entre algunes figures geomètriques conegudes, tenint en compte el cost del material.

Aquestes activitats estan construïdes per a fer-les al llarg de cinc sessions de classe de matemàtiques amb la duració habitual, preferentment una vegada a la setmana. En cas que alguns alumnes no hagin finalitzat les tasques, se'ls deixarà temps fins la següent classe per finalitzar la tasca. Cal esmentar que les activitats 1 i 2 poden fer-se de manera independent, mentre que les activitats 3–5 depenen de l'hort configurat en l'activitat 2. D'aquesta manera els horts haurien de diferir entre els grups.

Tot i que aquestes activitats estan pensades a per a dur-se a terme a l'aula, seria sens dubte més interessant si hi hagués un hort a l'institut o l'espai disponible per posar en marxa l'hort.

En la descripció de les activitats que es mostra en pàgines subsegüents, s'ha utilitzat el Decret 34/2015, de 15 de maig, pel qual s'estableix el currículum de l'educació secundària obligatòria a les Illes Balears en el marc de la LOMQE. També s'ha utilitzat l'esborrany 4 del Projecte de Decret pel qual s'estableix el currículum de l'educació secundària obligatòria a les Illes Balears en el marc de la LOMLOE, només pendent de l'informe del Consell Consultiu.

Per últim, cal notar que aquest projecte treballa de manera indirecta alguns dels objectius de desenvolupament sostenible: en particular el número 3 (salut i benestar), la número 12 (producció i consum responsables) i la número 15 (vida d'ecosistemes terrestres).

4.2 Activitat 1

Objectiu

L'objectiu general es conèixer i emprar amb fluïdesa unitats de mesura de longituds i àrea tradicionalment característiques de les Illes Balears, i saber fer la conversió d'unitats tradicionals al sistema internacional i vice versa, quan calgui, però especialment en el context agrícola. De manera ideal, aquesta activitat pot anar a companyada de una sèrie de mesures amb una cinta mètrica a l'institut.

LOMLOE: Competències específiques, criteris d'avaluació i sabers bàsics

A continuació es presenten les competències específiques que es treballen principalment, els criteris d'avaluació i els sabers bàsics tant de 3r d'ESO com de les Matemàtiques de 4t d'ESO (A i B) segons la LOMLOE.

Competències específiques:

- Competència Específica 1: Interpretar, modelitzar i resoldre problemes de la vida quotidiana i propis de les matemàtiques, aplicant diferents estratègies i formes de raonament, per explorar diferents maneres de conducta i obtenir possibles solucions.
- Competència Específica 6. Identificar les matemàtiques implicades en altres matèries i en situacions reals, susceptibles de ser tractades en termes matemàtics, interrelacionant conceptes i procediments per aplicar-los en situacions diverses.

Criteris d'avaluació vinculats

- 3r d'ESO. 1.2. Aplicar eines i estratègies apropiades que contribueixin a la resolució de problemes. 1.3. Obtenir solucions matemàtiques d'un problema mobilitzant els coneixements i utilitzant les eines tecnològiques necessàries.
- 4t d'ESO. 6.1. Proposar situacions susceptibles de ser formulades i resoltes mitjançant eines i estratègies matemàtiques, establint i aplicant connexions entre el món real i les matemàtiques, fent servir els processos inherents a la recerca científica i matemàtica: inferir, mesurar, comunicar, classificar i fer prediccions

Sabers bàsics.

- 3r d'ESO. A.2. Nombres grans i petits, notació científica, i ús de la calculadora. Realització d'estimacions amb la precisió requerida. Nombres enters, fraccionaris, decimals i arrels en l'expressió de quantitats en contextos de la vida quotidiana. A.5 Raons i proporcions: comprensió i representació de relacions quantitatives. Situacions de proporcionalitat en diferents contextos: anàlisi i desenvolupament de mètodes per a la resolució de problemes (augmentos i disminucions percentuals, rebaixes i pujades de preus, impostos, escales, canvis de divises, velocitat i temps, etc.).

- 4t d'ESO. A.2. Realització d'estimacions en diversos contextos analitzant i acotant l'error comès. Expressió de quantitats mitjançant l'ús dels nombres reals amb la precisió requerida. A.5. Situacions de proporcionalitat directa i inversa en diferents contextos: desenvolupament i anàlisi de mètodes per a la resolució de problemes

LOMQE: Continguts, criteris d'avaluació i estàndards d'aprenentatge

Els continguts són (comuns per Ensenyaments Aplicats i Acadèmics), cal notar que el Bloc 1 es treballa de manera transversal a totes les activitats:

- 3r curs: Bloc 2. Nombres decimals i racionals. Transformació de fraccions en decimals i viceversa. Nombres decimals exactes i periòdics. Fracció generatriu. Operacions amb fraccions i decimals. Càlcul aproximat i arrodoniment.
- 4t curs: Bloc 2. Interpretació i ús dels nombres reals i les operacions en diferents contextos triant la notació i la precisió més adequades en cada cas. Utilització de la calculadora per fer operacions amb qualsevol tipus d'expressió numèrica. Càlculs aproximats. Proporcionalitat directa i inversa. Aplicació a la resolució de problemes de la vida quotidiana.

Els criteris d'avaluació i els estàndards d'aprenentatge són:

- 3r curs: 1. Utilitzar les propietats dels nombres racionals i decimals per operar-hi, emprant la forma de càlcul i de notació adequada, per resoldre problemes, i presentant els resultats amb la precisió requerida. 1.3. *Expressa certs nombres molt grans i molt petits en notació científica, hi opera, amb calculadora i sense, i els utilitza en problemes contextualitzats.* 1.5. *Aplica adequadament tècniques de truncament i arrodoniment en problemes contextualitzats, i reconeix els errors d'aproximació en cada cas per determinar el procediment més adequat.* 1.6. *Expressa el resultat d'un problema, utilitzant la unitat de mesura adequada, en forma de nombre decimal i l'arrodoneix si és necessari amb el marge d'error o de precisió requerit, d'acord amb la naturalesa de les dades.*
- 4t curs: 1. Conèixer i emprar els diferents tipus de nombres i operacions, juntament amb les seves propietats i aproximacions, per resoldre problemes relacionats amb la vida diària i altres matèries de l'àmbit acadèmic recollint, transformant i intercanviant informació. 1.1. *Reconeix els diferents tipus de nombres (naturals, enters, racionals i irracionals) i indica el criteri seguit per identificar-los, i els empra per representar i interpretar adequadament informació quantitativa.* 1.2. *Fa els càlculs amb eficàcia mitjançant càlcul mental, algoritmes de llapis i paper o calculadora, i utilitza la notació més adequada per a les operacions de suma, resta, producte, divisió i potenciació.* 1.3. *Fa estimacions i jutja si els resultats obtinguts són raonables.* 1.7. *Resol problemes de la vida quotidiana en què intervenen magnituds directament i inversament proporcionals.*

Activitat 1: Mesures i conversions

ALUMNES

PROFESSOR

GRUP

DATA



INTRODUCCIÓ

Les unitats de longitud, àrea i volum no sempre han sigut el metre, el metre quadrat, i el metre cúbic o el litre, unitats pertanyent al Sistema Internacional (SI) i establert l'any 1960.

De fet, a cada regió tradicionalment s'han emprat unitats de mesura molt relacionades amb l'activitat agrícola (per exemple, volum de gra o d'oli). En aquesta activitat coneixereu algunes de les unitats de mesura de longituds, superfícies i vòlums que s'han emprat històricament a les Illes Balears, i també aprendreu la seva relació amb les unitats que s'utilitzen avui en dia. Cal dir que algunes equivalències amb canviat amb el pas del temps, i que fins i tot entre les diferents illes poden haver-hi diferències.



MATERIAL

- Llapis i goma d'esborrar.
- Fitxa de l'activitat.
- Calculadora.



QUÈ CAL SABER?

Per poder fer la conversió entre les diferents unitats cal saber realitzar càlculs de **proporcionalitat directa**. A continuació teniu un exemple:

Si 1 hectàrea són 10000 m², quantes hectàries són 25000 m²?

| <u>hectàries</u> | | <u>m²</u> |
|------------------|-------|----------------------|
| 1 | ----- | 10000 |
| ? | ----- | 25000 |

| | | |
|---|-------|-------|
| 1 | ----- | 10000 |
| ? | ----- | 25000 |

$$? \cdot 10000 = 25000 \cdot 1$$

$$? = 25000 / 10000 = \mathbf{2.5 \text{ hectàries}}$$

De vegades quan un nombre té vàries xifres decimals, volem només quedar-nos amb unes poques xifres que anomenem significatives. Aquest procés es coneix com **arrodonir**. De manera general, les normes són:

- Dígit és **menor que 5**: Si la següent xifra decimal després de la posició del decimal que ens interressi és menor que 5, la xifra en la posició de interès no es modifica. Per exemple, si volem arrodonir a dos xifres decimals el número 4.344, simplement escriurem 4.34. Si volem una xifra decimal significativa, escriurem 4.3. La xifra no ha canviat ja que en ambdós casos el número era 4, que és menor que 5.

- Dígit és **major o igual que 5**: Si la següent xifra decimal després de la posició del decimal que ens interressi és major o igual a 5, la xifra en la posició de interès incrementa en una unitat. Per exemple, si volem arrodonir a dos xifres decimals el número 4.356, escriurem 4.36. Si volem una xifra decimal significativa, escriurem 4.4. La xifra canvia ja que en ambdós casos el número era 5 o major que 5.

QÜESTIÓ 1

En les següents graelles teniu algunes unitats de longitud, àrea i volum tradicionals a les Illes Balears, algunes d'elles fins a mitjans del segle XX. Plena els espais que falten emprant proporcionalitat directa. Teniu en compte que la primera columna es refereix sempre a 1 unitat. Exemple: *1 cana equival a 8 pams, 1 jovada són 16 quarterades, 1 barcella equival a 6 almuds.*

Unitats de longitud

| | Cana | Destre | Pam | Pas |
|--------|-------|--------|-----|-----|
| Cana | 1 | 0.5 | 8 | |
| Destre | 2 | 1 | | 5 |
| Pam | 0.125 | | 1 | |
| Pas | | 0.2 | | 1 |

Unitats de superfície

| | Jovada | Tornall | Quarterada | Hort | Quartó |
|------------|--------|---------|------------|------|--------|
| Jovada | 1 | | 16 | | |
| Tornall | | 1 | | | |
| Quarterada | | 12.9 | 1 | | 4 |
| Hort | | | | 1 | |
| Quartó | | | | 4 | 1 |

Unitats de volum

| | Barcella | Almud | Quartera |
|----------|----------|-------|----------|
| Barcella | 1 | 6 | |
| Almud | | 1 | |
| Quartera | 6 | | 1 |

QÜESTIÓ 2

Ara que has respost la Qüestió 1, ja saps com es relacionen les diferents unitats. Sabent que:

- 1 pam són 19,55 cm**
- 1 tornall són 550 m²**
- 1 almud són 1,954 litres**

Ara emplena els espais següents escrivint els nombres corresponents amb dues xifres significatives.

- (a) 1 destre són m
- (b) 1 cana són m
- (c) 1 jovada són m²
- (d) 1 quarterada són m²
- (e) 1 hort són m²
- (f) 1 barcella són litres
- (g) 1 quartera són litres

4.3 Activitat 2

Objectiu

L'objectiu general es entendre i dominar els conceptes de perímetre i àrea, especialment de quadrilàters amb la fi de dissenyar un hort amb un perímetre i un àrea qualsevols.

LOMLOE: Competències específiques, criteris d'avaluació i sabers bàsics

A continuació es presenten les competències específiques que es treballen principalment, els criteris d'avaluació i els sabers bàsics tant de 3r d'ESO com de les Matemàtiques de 4t d'ESO (A i B) segons la LOMLOE.

Competències específiques:

- Competència Específica 1: Interpretar, modelitzar i resoldre problemes de la vida quotidiana i propis de les matemàtiques, aplicant diferents estratègies i formes de raonament, per explorar diferents maneres de conducta i obtenir possibles solucions.
- Competència Específica 7. Representar, de manera individual i col·lectiva, conceptes, procediments, informació i resultats matemàtics usant diferents tecnologies, per visualitzar idees i estructurar processos matemàtics.

Criteris d'avaluació vinculats

- 3r d'ESO. 1.2. Aplicar eines i estratègies apropiades que contribueixin a la resolució de problemes. 7.1. Representar conceptes, procediments, informació i resultats matemàtics de maneres diferents i amb diferents eines, incloses les digitals, visualitzant idees, estructurant processos matemàtics i valorant la seva utilitat per compartir informació.
- 4t d'ESO. 7.2. Seleccionar entre diferents eines, incloses les digitals, i formes de representació (pictòrica, gràfica, verbal o simbòlica) tot valorant la seva utilitat per compartir informació.

Sabers bàsics.

- 3r d'ESO. B.2. Longituds, àrees i volums en formes planes i tridimensionals: deducció, interpretació i aplicació. Representacions de figures planes amb propietats fixades, com les longituds dels costats o les mesures dels angles.
- 4t d'ESO. C.4. Visualització, raonament i modelització geomètrica. Models geomètrics: representació i explicació de relacions numèriques i algebraiques en situacions diverses.

LOMQE: Continguts, criteris d'avaluació i estàndards d'aprenentatge

Els continguts són (comuns per Ensenyaments Aplicats i Acadèmics):

- 3r curs: Bloc 3. Geometria del pla. Relacions, perímetre i àrea. Propietats.
- 4t curs: Bloc 3. Aplicació dels coneixements geomètrics a la resolució de problemes mètrics en el món físic: mesura de longituds, àrees i volums. Semblança. Figures semblants. Raó entre longituds, àrees i volums de cossos semblants.

Els criteris d'avaluació i *els estàndards d'aprenentatge* són:

- 3r curs: 1. Reconèixer i descriure els elements i les propietats característiques de les figures planes, els cossos geomètrics elementals i les seves configuracions geomètriques. *1.3. Calcula el perímetre i l'àrea de polígons i de figures circulars en problemes contextualitzats aplicant fórmules i tècniques adequades.*
3. Calcular (ampliació o reducció) les dimensions reals de figures donades en mapes o plans, coneixent-ne l'escala. *3.1. Calcula dimensions reals de mesures de longituds i de superfícies en situacions de semblança: plans, mapes, fotos aèries.*
- 4t curs: 2. Calcular magnituds efectuant mesures directes i indirectes a partir de situacions reals, emprant els instruments, les tècniques o les fórmules més adequats i aplicant les unitats de mesura. *2.1. Usa les eines tecnològiques, les estratègies i les fórmules apropiades per calcular angles, longituds, àrees i volums de cossos i figures geomètriques. 2.3. Empra les fórmules per calcular àrees i volums de triangles, quadrilàters, cercles, paral·lelepípedes, piràmides, cilindres, cons i esferes, les aplica per resoldre problemes geomètrics i assigna les unitats apropiades.*

Activitat 2: Configuració espacial de l'hort

ALUMNES

PROFESSOR

GRUP

DATA



INTRODUCCIÓ

La parcel·la de terra que es convertirà en el vostre hort tindrà unes dimensions determinades. Com que el nostre hort es ecològic i sostenible, cal tenir en compte que haurem de plantar no només vegetals, sinó també plantes aromàtiques per espantar els depredadors naturals. L'hort final dependrà d'aquestes decisions. Amb la fi d'ajudar-vos amb aquestes decisions, en aquesta activitat aprendrem geometria de les figures planes, sobre distàncies i a calcular els costos dels plantells necessaris per posar en marxa el nostre hort.



MATERIAL

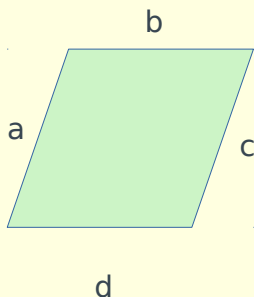
- Llapis i goma d'esborrar.
- Retoladors de colors.
- Fitxa de l'activitat.
- Calculadora.



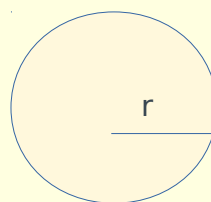
QUÈ CAL SABER?

Cal conèixer el concepte de perímetre i àrea, així com la manera de calcular-ho en el cas de les figures planes.

En el cas del quadrilàter i el triangle, el perímetre serà la suma dels costats, mentre que en el cas del cercle serà la longitud de la circumferència:

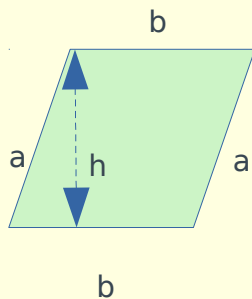


$$\text{Perímetre} = a + b + c + d$$

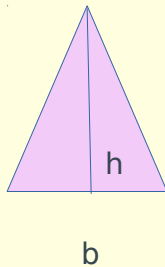


$$\text{Perímetre} = 2 \cdot \pi \cdot r$$

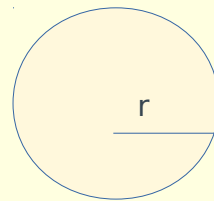
L'àrea és l'extensió de la figura. Per a les figures més conegudes es calcula com:



$$\text{Àrea} = b \cdot h$$



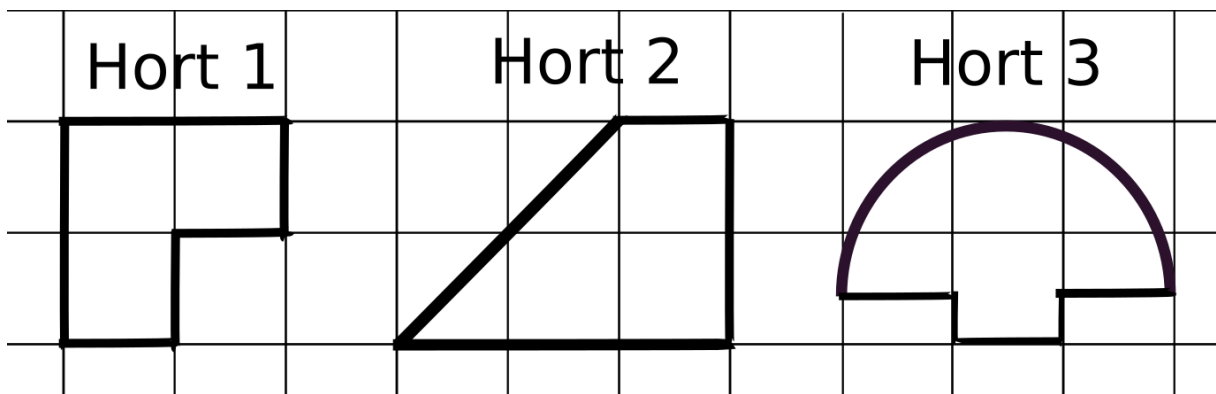
$$\text{Àrea} = 0.5 \cdot (b \cdot h)$$



$$\text{Àrea} = \pi \cdot r^2$$

QÜESTIÓ 1

Calcula el perímetre i l'àrea de les següents hortos, si cada quadrat té de costat 1 m.



Hort 1:

Perímetre: m

Àrea: m²

Hort 2:

Perímetre: m

Àrea: m²

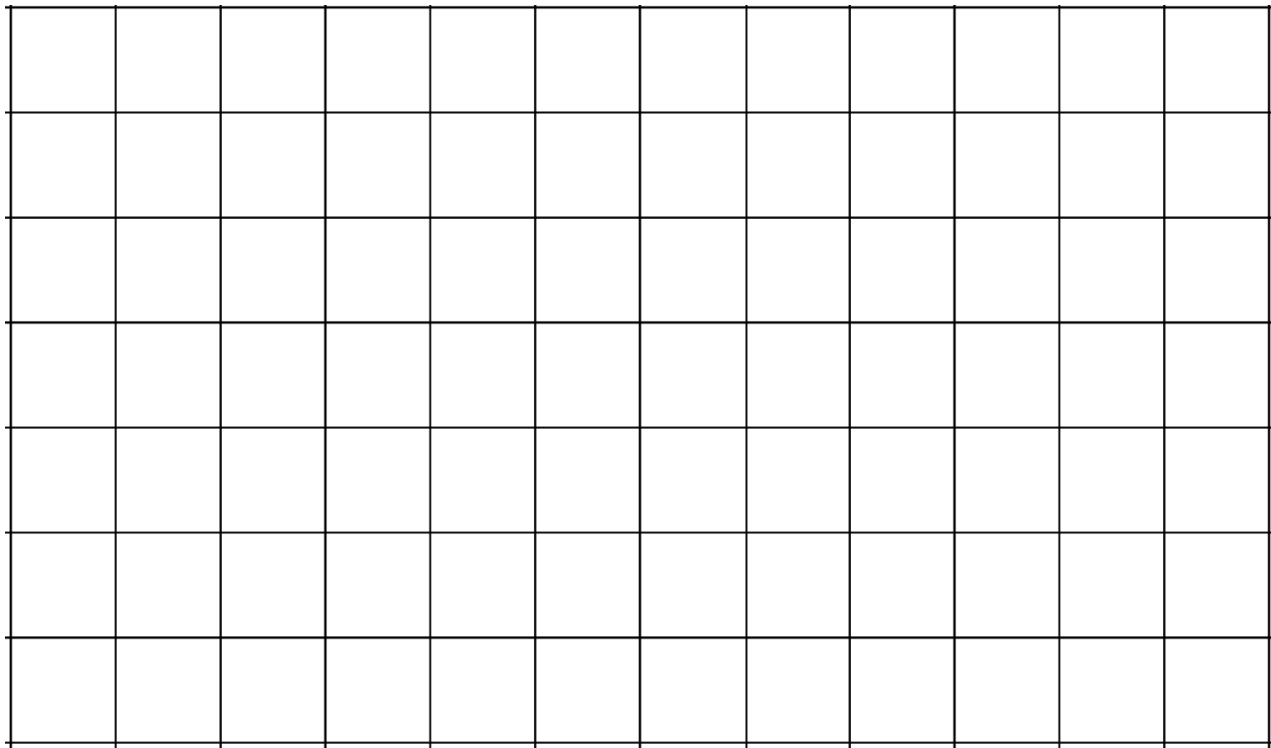
Hort 3:

Perímetre: m

Àrea: m²

QÜESTIÓ 2

Sabent que el perímetre del teu hort ha de ser de 15 m i l'àrea és de 7 m², dibuixa de dos maneres diferents un hort que complisca aquests requisits:



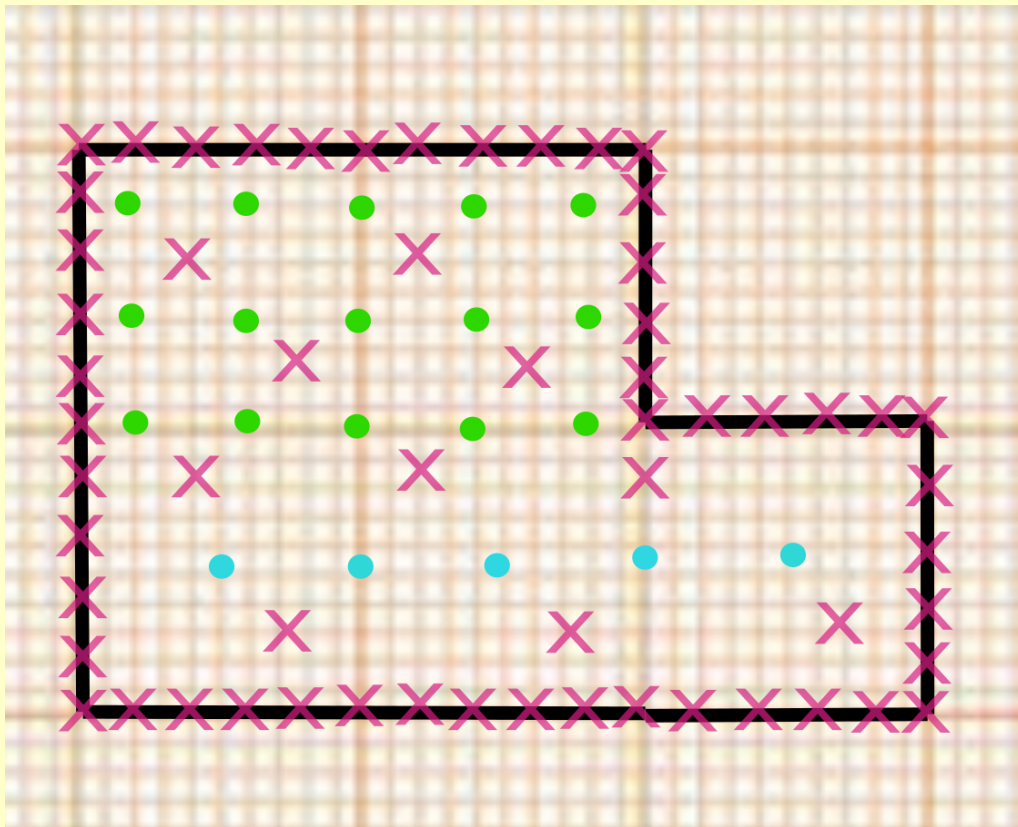
QÜESTIÓ 3

Escull un dels horts que has dibuixat en la Qüestió 2. Ara imagina que tens els plantells d'uns vegetals, i també coneixes la distància de separació mínima entre ells així com el preu de cada plantell. A més a més, les plantes aromàtiques, indicades en color blau, han de posar-se en el perímetre del l'hort.

| Espècie | Distància mínima (cm) | Preu per plantell (€) |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Tomàtiga, pebrot, albergina, carabassi, ceba | 50 | 0.5 |
| Maduixes, encisam, bleda | 40 | 0.3 |
| Alfàbregue, farigola | 20 | ²⁰ 0.4 |

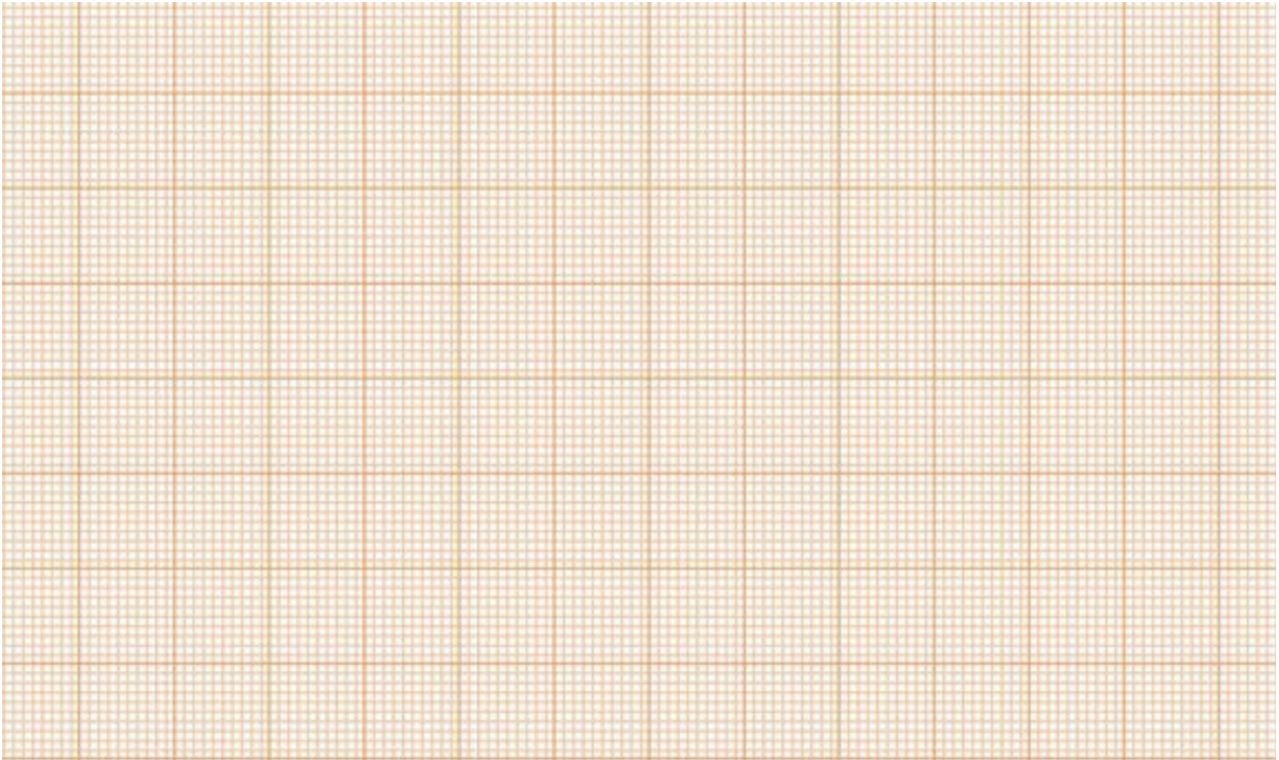
Tenint en compte que en tot el perímetre han d'haver plantes aromàtiques per protegir els plantells de les plagues d'insectes, dibuixau en el següent paper mil·limetrat, el vostre hort. Heu d'indicar amb punts · les llavors d'hortalisses o fruites, i amb **X** les plantes aromàtiques, usant el color que corresponga. Després pintau cada espècie amb un color diferent, tot verificant en tot moment que les distàncies mínimes de la taula de dalt es compleixen. En el paper mil·limetrat de baix heu de suposar que cada costat del quadrat gran és proporcional a 1 metre, i cada costat del quadrat menut es proporcional a 10 cm.

Exemple: Hort de 10 m de perímetre i 5 m² d'àrea.



S'han plantat 61 aromàtiques (marcades amb X), 5 tomàtigs (punt blau), 5 maduixes (filera de punts verds de dalt) i 10 bledes (fileres de punts verds de baix).

El vostre hort:



Finalment, com que sabeu el nombre total de plantells i el seu cost unitari, podeu calcular el pressupost total que necessitau per fer possible la plantació, plenat la taula següent:

| Espècie | Nombre de plantells | Cost (€) |
|---------|---------------------|-----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Pressupost total: €

4.4 Activitat 3

Objectius, continguts i estàndards d'aprenentatge

L'objectiu principal d'aquesta activitat és familiaritzar l'alumne amb el concepte de coordenada i distància en un pla, ressaltant la seva utilitat per a calcular els perímetres de figures planes. En aquesta activitat s'introdueix la mètrica cartesiana en dos dimensions, la qual cosa permet parlar distància de manera més formal.

Aquests conceptes s'utilitzen per plantejar el disseny del sistema de reg de l'hort d'acord a l'hort dissenyat en l'activitat anterior, ja que si es coneixen les coordenades sempre és possible calcular la distància cartesiana.

LOMLOE: Competències específiques, criteris d'avaluació i sabers bàsics

A continuació es presenten les competències específiques que es treballen principalment, els criteris d'avaluació i els sabers bàsics tant de 3r d'ESO com de les Matemàtiques de 4t d'ESO (A i B) segons la LOMLOE.

Competències específiques:

- Competència Específica 1: Interpretar, modelitzar i resoldre problemes de la vida quotidiana i propis de les matemàtiques, aplicant diferents estratègies i formes de raonament, per explorar diferents maneres de conducta i obtenir possibles solucions.
- Competència Específica 6. Identificar les matemàtiques implicades en altres matèries i en situacions reals, susceptibles de ser tractades en termes matemàtics, interrelacionant conceptes i procediments per aplicar-los en situacions diverses.

Criteris d'avaluació vinculats

- 3r d'ESO. 1.1. Interpretar problemes matemàtics organitzant les dades, establint les relacions entre elles i comprenent les preguntes formulades. 1.2. Aplicar eines i estratègies apropiades que contribueixin a la resolució de problemes. 6.3 Reconèixer l'aportació de les matemàtiques al progrés de la humanitat i la seva contribució a la superació dels reptes que demanda la societat actual.
- 4t d'ESO. 1.1. Reformular problemes matemàtics de manera verbal i gràfica, interpretant les dades, les relacions entre elles i les preguntes plantejades. 6.3. Valorar l'aportació de les matemàtiques al progrés de la humanitat i la seva contribució en la superació dels reptes que demanda la societat actual.

Sabers bàsics.

- 3r d'ESO. C.2. Relacions espacials: localització i descripció mitjançant coordenades geomètriques i altres sistemes de representació. C.4. Relacions geomètriques en contextos matemàtics i no matemàtics (art, ciència, vida diària).

- 4t d'ESO. D.3. Variables: associació d'expressions simbòliques al context del problema i diferents usos.

LOMQE: Continguts, criteris d'avaluació i estàndards d'aprenentatge

Els continguts són (comuns per Ensenyaments Aplicats i Acadèmics):

- 3r curs: Bloc 3. Divisió d'un segment en parts proporcionals a altres. Aplicació a la resolució de problemes.
- 4t curs: Bloc 3. Resolució de problemes geomètrics en el món físic: mesura i càlcul de longituds, àrees i volums de diferents cossos

Els criteris d'avaluació i *els estàndards d'aprenentatge* són:

- 3r curs: 3. Calcular (ampliació o reducció) les dimensions reals de figures donades en mapes o plans, coneixent-ne l'escala. *3.1. Calcula dimensions reals de mesures de longituds i de superfícies en situacions de semblança: plans, mapes, fotos aèries.*
- 4t curs: 1. Calcular magnituds efectuant mesures directes i indirectes a partir de situacions reals, emprant els instruments, les tècniques o les fórmules més adequats i aplicant, així mateix, la unitat de mesura més con- corde amb la situació descrita. *1.1. Utilitza els instruments, les fórmules i les tècniques apropiats per mesurar angles, longituds, àrees i volums de cossos i figures geomètriques, i interpreta les escales de mesures.*

Activitat 3: Disseny del sistema d'irrigació

ALUMNES

PROFESSOR

GRUP

DATA



INTRODUCCIÓ

El vostre hort, el qual heu configurat en l'activitat anterior, requereix d'un sistema automàtic d'irrigació per goteig, ja que tots els dies no podreu anar a regar, especialment en estiu, i a més volem que l'hort sigui sostenible, evitant malbaratar aigua de manera innecessària. En aquesta activitat configurareu un sistema de reg per goteig que satisfagui les necessitats diàries d'humitat dels vostres cultius. En el procés es treballarà les coordenades i les distàncies.



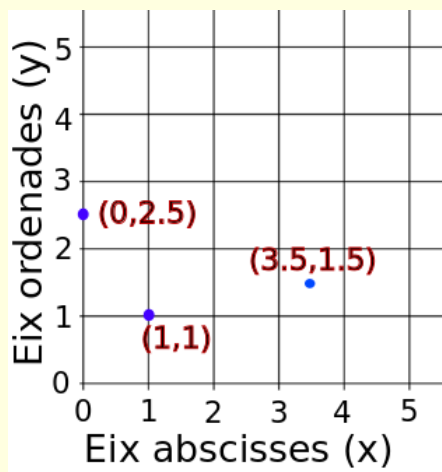
MATERIAL

- Llapis i goma d'esborrar.
- Fitxa de l'activitat.
- Calculadora.



QUÈ CAL SABER?

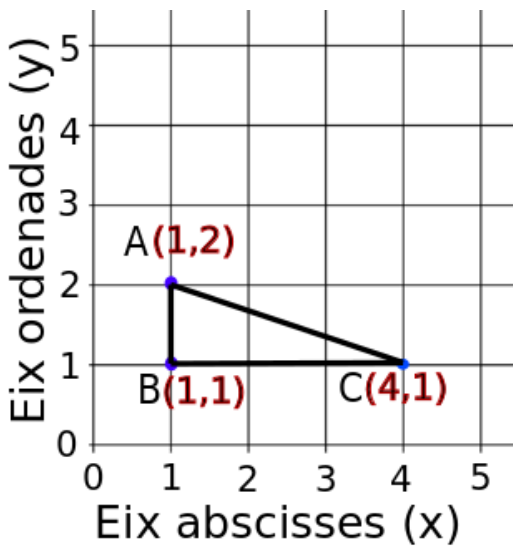
En un pla, qualsevol posició es pot identificar emprant dos coordenades (x,y) , on x s'ha de localitzar sobre l'eix d'abscisses i y al d'ordenades.



Donades dos parelles de punts sobre un pla P i Q , on les coordenades de P són (p_1, p_2) i les de Q són (q_1, q_2) , es pot calcular la seva distància cartesiana, que anomenarem d , com:

$$d = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2}$$

Exemples:



1) Distància entre A i B:

$$A=(1,2), B=(1,1)$$

$$d(A, B) = \sqrt{(1 - 1)^2 + (2 - 1)^2} = \sqrt{0^2 + (1)^2} = \sqrt{1} = 1 u$$

2) Distància entre A i C:

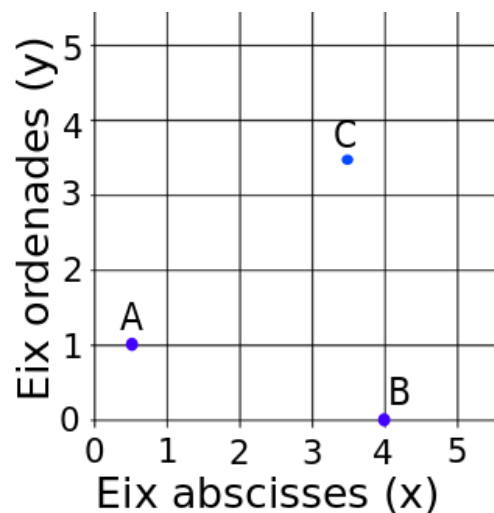
$$A=(1,2), C=(4,1)$$

$$d(A, C) = \sqrt{(1 - 4)^2 + (2 - 1)^2} = \sqrt{(-3)^2 + (1)^2} = \sqrt{9 + 1} = \sqrt{10} u$$

on u es refereix a la unitat corresponent, per exemple metres, centímetres o colzes.

QÜESTIÓ 1

Calcula la distància entre el següents punts localitzats sobre la quadrícula:



Distància A i B:

Càlcul:

Distància: m

Distància B i C:

Càlcul:

Distància: m

Distància A i C:

Càlcul:

Distància: m

Passa alguna cosa si en lloc de calcular la distància entre A i C es calcula entre C i A? Comentau-ho breument.

Hort 1:

Càlcul:



Longitud cinta de reg: m

Hort 2:

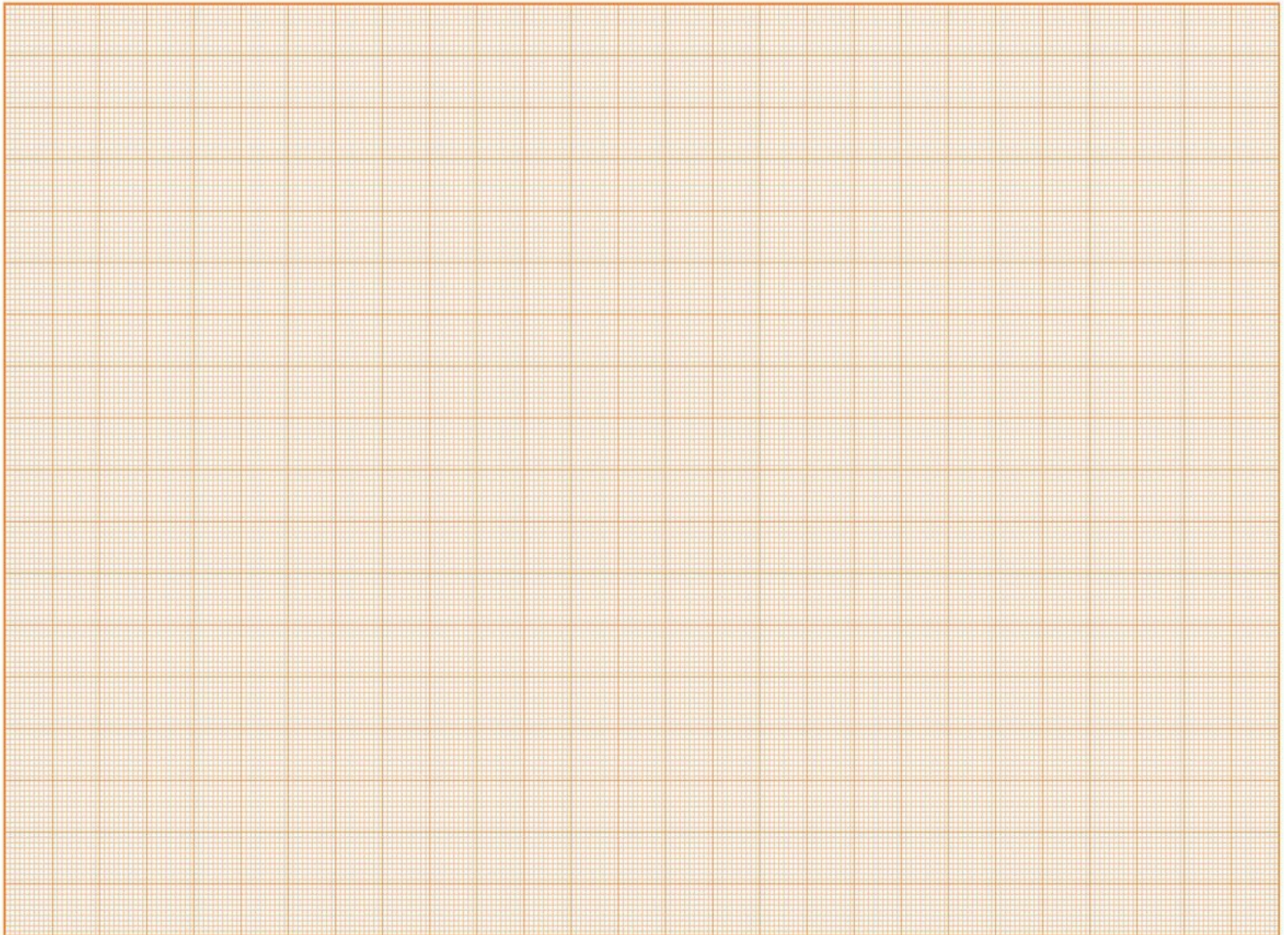
Càlcul:



Longitud cinta de reg: m

QÜESTIÓ 3

Sobre el vostre hort de l'Activitat 2, heu de dibuixar ara el sistema de reg tenint en compte que el goteig ha de passar per tots els plantells, tal i com s'ha fet a l'activitat 2. Ho podeu fer de la manera que vullgau, però al final heu de calcular la longitud total de la cinta de reg. Recordau que el costat de cada quadrat gran és de 1 m i el de cada costat menut de 10 cm.



Longitud cinta de reg: m

Si 1000 m de cinta de reg per goteig tenen un preu de 58€, quants diners costarà la vostra instal·lació de reg per goteig considerant només la cinta?

Cost total cinta de reg: €

4.5 Activitat 4

Objectius, continguts i estàndards d'aprenentatge

L'objectiu d'aquesta activitat és aprendre a interpretar taules, de manera que els alumnes sapiguin extraure la seva informació més rellevant. També es treballa l'ús de funcions lineals.

Aquest objectiu s'assoleix mitjançant el càlcul de la demanda d'aigua dels plantells considerant aspectes climàtics i fisiològics de les plantes, els quals es modelen matemàticament en termes de l'evapotranspiració del cultiu (anomenat per simplicitat en l'Activitat 4 demanda o necessitat d'aigua). Les fórmules emprades pel càlcul de l'evapotranspiració de referència es poden trobar a [9, 10] i al web de la FAO³. També es poden trobar al web de la FAO alguns valors dels coeficients de cultiu. Es fa notar que el càlcul de l'evapotranspiració s'ha fet específicament per aquesta activitat a partir de les dades de precipitació diària localitzades més a prop de Palma del producte Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation (MSWEP)⁴ emprant un codi en Python desenvolupat per l'ocasió. Finalment, les dades de duració de cada fase dels cultius s'han obtingut de [11]

LOMLOE: Competències específiques, criteris d'avaluació i sabers bàsics

A continuació es presenten les competències específiques que es treballen principalment, els criteris d'avaluació i els sabers bàsics tant de 3r d'ESO com de les Matemàtiques de 4t d'ESO (A i B) segons la LOMLOE.

Competències específiques:

- Competència Específica 1: Interpretar, modelitzar i resoldre problemes de la vida quotidiana i propis de les matemàtiques, aplicant diferents estratègies i formes de raonament, per explorar diferents maneres de conducta i obtenir possibles solucions.
- Competència Específica 6. Identificar les matemàtiques implicades en altres matèries i en situacions reals, susceptibles de ser tractades en termes matemàtics, interrelacionant conceptes i procediments per aplicar-los en situacions diverses.

Criteris d'avaluació vinculats

- 3r d'ESO. 1.1. Interpretar problemes matemàtics organitzant les dades, establint les relacions entre elles i comprnent les preguntes formulades. 6.2 Identificar connexions coherents entre les matemàtiques i altres matèries resolent problemes contextualitzats.
- 4t d'ESO. 1.1. Reformular problemes matemàtics de manera verbal i gràfica, interpretant les dades, les relacions entre elles i les preguntes plantejades. 6.2 Analitzar i aplicar connexions coherents entre les matemàtiques i altres matèries realitzant una anàlisi crítica.

Sabers bàsics.

³<https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e0a.htm>

⁴<http://www.gloh2o.org/mswep/>

- 3r d'ESO. D.2. Modelització de situacions de la vida quotidiana usant representacions matemàtiques i el llenguatge algebraic. Estratègies de deducció de conclusions raonables a partir d'un model matemàtic. D.5. Relacions i funcions Relacions quantitatives en situacions de la vida quotidiana i classes de funcions que la modelitzen. Relacions lineals i quadràtiques: identificació i comparació de diferents modes de representació: taules, gràfiques o expressions algebraiques i les seves propietats a partir d'elles
- 4t d'ESO. D.5. Relacions quantitatives en situacions de la vida quotidiana i classes de funcions que les modelitzen. relacions lineals i no lineals: identificació i comparació de diferents modes de representació, taules, gràfiques o expressions algebraiques i les seves propietats a partir d'aquestes. Representació de funcions: interpretació de les seves propietats en situacions de la vida quotidiana.

LOMQE: Continguts, criteris d'avaluació i estàndards d'aprenentatge

Els continguts són (comuns per Ensenyaments Aplicats i Acadèmics):

- 3r curs: Bloc 4. Anàlisi i descripció qualitativa de gràfiques que representen fenòmens de l'entorn quotidià i d'altres matèries. Ús de models lineals per estudiar situacions provinents dels diferents àmbits de coneixement i de la vida quotidiana, mitjançant la confecció de la taula, la representació gràfica i l'obtenció de l'expressió algebraica
- 4t curs: Bloc 4. Interpretació d'un fenomen descrit mitjançant un enunciat, taula, gràfica o expressió analítica. Estudi d'altres models funcionals i descripció de les característiques usant el llenguatge matemàtic apropiat. Aplicació en contextos reals.

Els criteris d'avaluació i *els estàndards d'aprenentatge* són:

- 3r curs: 1. Conèixer els elements que intervenen en l'estudi de les funcions i la seva representació gràfica. *1.1. Interpreta el comportament d'una funció donada gràficament i associa enunciats de problemes contextualitzats a gràfiques. 1.2. Identifica les característiques més rellevants d'una gràfica i les interpreta dins el seu context. 1.4. Associa raonadament expressions analítiques senzilles a funcions donades gràficament.*
- 4t curs: 1. Identificar relacions quantitatives en una situació, determinar el tipus de funció que pot representar-les, i aproximar i interpretar la taxa de variació mitjana a partir d'una gràfica, de dades numèriques o mitjançant l'estudi dels coeficients de l'expressió algebraica. *1.1. Identifica i explica relacions entre magnituds que poden ser descrites mitjançant una relació funcional i associa les gràfiques amb les corresponents expressions algebraiques.*

Activitat 4: Càlcul del volum de reg

ALUMNES

PROFESSOR

GRUP

DATA



INTRODUCCIÓ

El vostre hort ja té la instal·lació de reg, però ara cal configurar-la en funció de la demanda dels cultius. D'aquesta manera evitarem regar innecessàriament. La demanda d'aigua dels cultius dependrà tant de la seva fisiologia (metabolisme, forma) com dels factors externs (tipus de sòl o meteorologia local). En particular, com a primera aproximació es calcularà la precipitació dels cultius per a un any climàtic característic (el promig de 1980 a 2021). En aquesta activitat aprendreu a interpretar taules i gràfics amb la fi de poder estimar la demanda de reg necessària per a cada cultiu, de manera que es pugui programar el reg automàtic per estalviar aigua.



MATERIAL

- Llapis i goma d'esborrar.
- Fitxa de l'activitat.
- Calculadora.



QUÈ CAL SABER?

La necessitat d'aigua d'una àrea cultivada (ET_c), depèn de les condicions meteorològiques i de les característiques de la planta (forma, mida de les arrels, mida de la planta, metabolisme). Aquesta evapotranspiració es pot definir de manera ben senzilla com un consum de referència (ET_r) multiplicat pel coeficient del cultiu (k_c), que serà diferent per a cada cultiu.

$$ET_c = ET_r \times k_c$$

El consum de referència es pot estimar de manera aproximada a partir de la quantitat de llum del Sol que arriba a la planta i de la temperatura del aire, encara que cal notar que en realitat també dependrà de l'humitat del sòl i del vent. En aquesta activitat es suposarà un consum de referència promig per estació, el qual ha sigut calculat per a la ciutat de Palma. Malgrat açò, cal estar alerta i en dies anormalment càlids cal incrementar el volum de reg.

| Estació | Hivern | Primavera | Estiu | Tardor |
|---|--------|-----------|-------|--------|
| ET _r (l/(m ² dia)) | 1 | 2.4 | 3 | 1.5 |

Taula 1. Consum de referència (ET_r) en Palma per a cada estació de l'any.

La demanda d'aigua d'un cultiu depèn de la seva fase de creixement. Aquest consum és menor durant la fase Inicial i durant la maduresa, i major durant la fase de creixement. Com a exemple, en el gràfic següent es pot veure com varia el coeficient de cultiu (k_c) de l'albergina. Quan major es el coeficient de cultiu, major serà el consum d'aigua o evapotranspiració del cultiu.

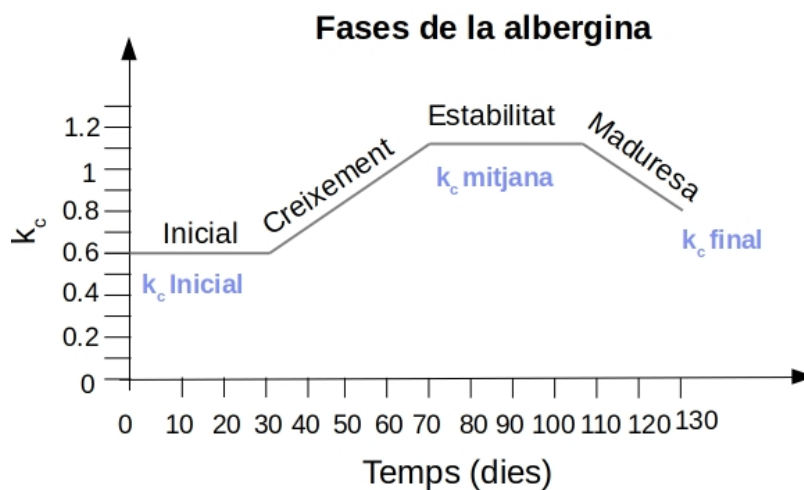


Figura 1. Esquema de les fases de l'albergina per a un cicle complet.

El coeficient de cultiu depèn de l'espècie i, com s'ha vist anteriorment, de la fase del cultiu. A continuació es presenta una taula pels cultius utilitzats en el vostre hort, on podeu veure també el temps estimat que dura cada fase. Es fa notar que la recol·lecció es realitza durant els dies finals de la maduració i que la suma de tots els dies correspon a un cicle complet del cultiu.

| Espècie | k_c inicial | k_c mitjana | k_c final | t inicial (dies) | t mitjana (dies) | t final (dies) |
|-----------|---------------|---------------|-------------|------------------|------------------|----------------|
| albergina | 0.6 | 1.15 | 0.8 | 30 | 80 | 20 |
| tomàtiga | 0.85 | 1.1 | 0.6 | 30 | 80 | 20 |
| encisam | 0.7 | 1.05 | 0.9 | 30 | 65 | 10 |
| ceba | 0.7 | 1.05 | 0.9 | 30 | 65 | 10 |
| carabassí | 0.5 | 1 | 0.95 | 30 | 80 | 20 |
| pebrot | 0.35 | 0.7 | 1.5 | 30 | 80 | 20 |
| maduixa | 0.5 | 1 | 0.75 | 120 | 20 | 50 |
| bleda | 0.5 | 1 | 0.95 | 30 | 65 | 10 |
| farigola | 1 | 1 | 1 | 10 | 50 | 30 |
| romani | 1 | 1 | 1 | 10 | 50 | 30 |

Taula 2. Coeficients de cultiu i duració de cada fase per cada espècie de l'hort.

Exemple

Per exemple, si el vostre hort té 3 plantells d'albergina i 2 de farigola i les plantau el 22 de juny, l'aigua requerida aproximada en un cicle complet de cultiu serà:

Número de plantells ET_r estiu dies fase inicial
 K_c inicial

Consum d'aigua albergina: $3 \cdot 3 \cdot 0.6 \cdot 30 + 3 \cdot 3 \cdot 1.15 \cdot 80 + 3 \cdot 3 \cdot 0.8 \cdot 20 = 1134 \text{ l}$

Consum d'aigua farigola: $2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 10 + 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 50 + 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 30 = 540 \text{ l}$

Consum total = $1134 + 540 = \underline{1674 \text{ l}}$

Alerta!!

Com que la unitat del consum és $l/(m^2 \cdot dia)$, s'assumeix que la distància de separació entre els plantells és d'1 metre. Però aquesta hipòtesi no es compleix sempre ja que la seva distància és usualment menor. Per exemple, si la distància entre plantells es de 50 cm el volum d'aigua necessari serà la meitat, i si la distància són 20 cm caldrà dividir per 5 el volum d'aigua.

QÜESTIÓ 1

D'acord al que s'ha explicat anteriorment, heu de calcular el consum d'aigua del vostre hort, el qual va dissenyar a l'Activitat 2. Com en l'exemple, considereu que el dia de la plantació és el 22 de juny, és a dir, el primer dia d'estiu.

Feu els càlculs assumint que sempre és estiu. És recomanable fer el càlcul de cada espècie per separat i després fer la suma total, com s'ha fet en l'exemple.

Càlcul:

Volum total:

l

m³

4.6 Activitat 5

Objectius, continguts i criteris d'aprenentatge

L'objectiu principal d'aquesta activitat es repasar el càlcul d'àrees i volums d'algunes de les figures geomètriques regulars més rellevants. També es treballa la interpretació de figures en un context real, en aquest cas un climograma.

D'altra banda també es fa una introducció a l'optimització matemàtica, mitjançant la minimització de costos del material emprat per construir el tanc d'aigua.

LOMLOE: Competències específiques, criteris d'avaluació i sabers bàsics

A continuació es presenten les competències específiques que es treballen principalment, els criteris d'avaluació i els sabers bàsics tant de 3r d'ESO com de les Matemàtiques de 4t d'ESO (A i B) segons la LOMLOE.

Competències específiques:

- Competència Específica 1: Interpretar, modelitzar i resoldre problemes de la vida quotidiana i propis de les matemàtiques, aplicant diferents estratègies i formes de raonament, per explorar diferents maneres de conducta i obtenir possibles solucions.
- Competència Específica 6. Identificar les matemàtiques implicades en altres matèries i en situacions reals, susceptibles de ser tractades en termes matemàtics, interrelacionant conceptes i procediments per aplicar-los en situacions diverses.

Criteris d'avaluació vinculats

- 3r d'ESO. 1.1. Interpretar problemes matemàtics organitzant les dades, establint les relacions entre elles i comprenent les preguntes formulades. 6.2 Identificar connexions coherents entre les matemàtiques i altres matèries resolent problemes contextualitzats.
- 4t d'ESO. 1.1. Reformular problemes matemàtics de manera verbal i gràfica, interpretant les dades, les relacions entre elles i les preguntes plantejades. 6.2 Analitzar i aplicar connexions coherents entre les matemàtiques i altres matèries realitzant una anàlisi crítica.

Sabers bàsics.

- 3r d'ESO. B.2 Longituds, àrees i volums en formes planes i tridimensionals: deducció, interpretació i aplicació. Representacions planes de figures tridimensionals en la visualització i la resolució de problemes d'àrees. D.2. Modelització de situacions de la vida quotidiana usant representacions matemàtiques i el llenguatge algebraic. Estratègies de deducció de conclusions raonables a partir d'un model matemàtic.
- 4t d'ESO. C.1. Propietats geomètriques d'objectes de la vida quotidiana: recerca amb programes de geometria dinàmica. D.2. Estratègies de deduc-

ció i anàlisi de conclusions raonables d'una situació de la vida quotidiana una vegada modelitzada.

LOMQE: Continguts, criteris d'avaluació i estàndards d'aprenentatge

Els continguts són (comuns per Ensenyaments Aplicats i Acadèmics):

- 3r curs: Bloc 3. Geometria de l'espai. àrees i volums.
- 4t curs: Bloc 3. Resolució de problemes geomètrics en el món físic: mesura i càlcul de longituds, àrees i volums de diferents cossos.

Els criteris d'avaluació i *els estàndards d'aprenentatge* són:

- 3r curs: 3. Calcular (ampliació o reducció) les dimensions reals de figures donades en mapes o plans, coneixent-ne l'escala. *3.1. Calcula dimensions reals de mesures de longituds en situacions de semblança: plans, mapes, fotos aèries.*
- 4t curs: 1. Calcular magnituds efectuant mesures directes i indirectes a partir de situacions reals, emprant els instruments, les tècniques o les fórmules més adequats i aplicant, així mateix, la unitat de mesura més concorde amb la situació descrita. *1.3. Utilitza les fórmules per calcular perímetres, àrees i volums de triangles, rectangles, cercles, prismes, piràmides, cilindres, cons i esferes, les aplica per resoldre problemes geomètrics i assigna les unitats correctes.*

Activitat 5: Disseny del tanc d'aigua

ALUMNES

PROFESSOR

GRUP

DATA



INTRODUCCIÓ

Ara que sabeu que el volum de reg del vostre hort no és gens desdenyable, estaria bé disposar d'un tanc d'aigua que arreplegui la pluja que cau a la teulada del vostre institut amb la finalitat d'estalviar la major quantitat d'aigua possible.



Per sort, la vostra professora de tecnologia s'ha oferit voluntària per construir el tanc i les canaletes, però abans de fer res, necessita saber tant la forma geomètrica del tanc com el volum que necessiteu, de manera que el cost del tanc sigui el menor possible.

Per assolir aquest repte serà necessari endinsar-nos una mica en la geometria dels cossos volumètrics i recordar la resolució d'equacions de primer i segon grau.



MATERIAL

- Llapis i goma d'esborrar.
- Fitxa de l'activitat.
- Calculadora.



QUÈ CAL SABER?

El volum d'aigua arreplegat durant un episodi de pluja, que anomenarem V_c , és proporcional a la pluja (V_p) i a la superfície de la teulada de l'institut on s'arreplegarà l'aigua (S). Les teulades normalment són rectangulars, de manera que el càlcul de la seva àrea serà senzill. En general:

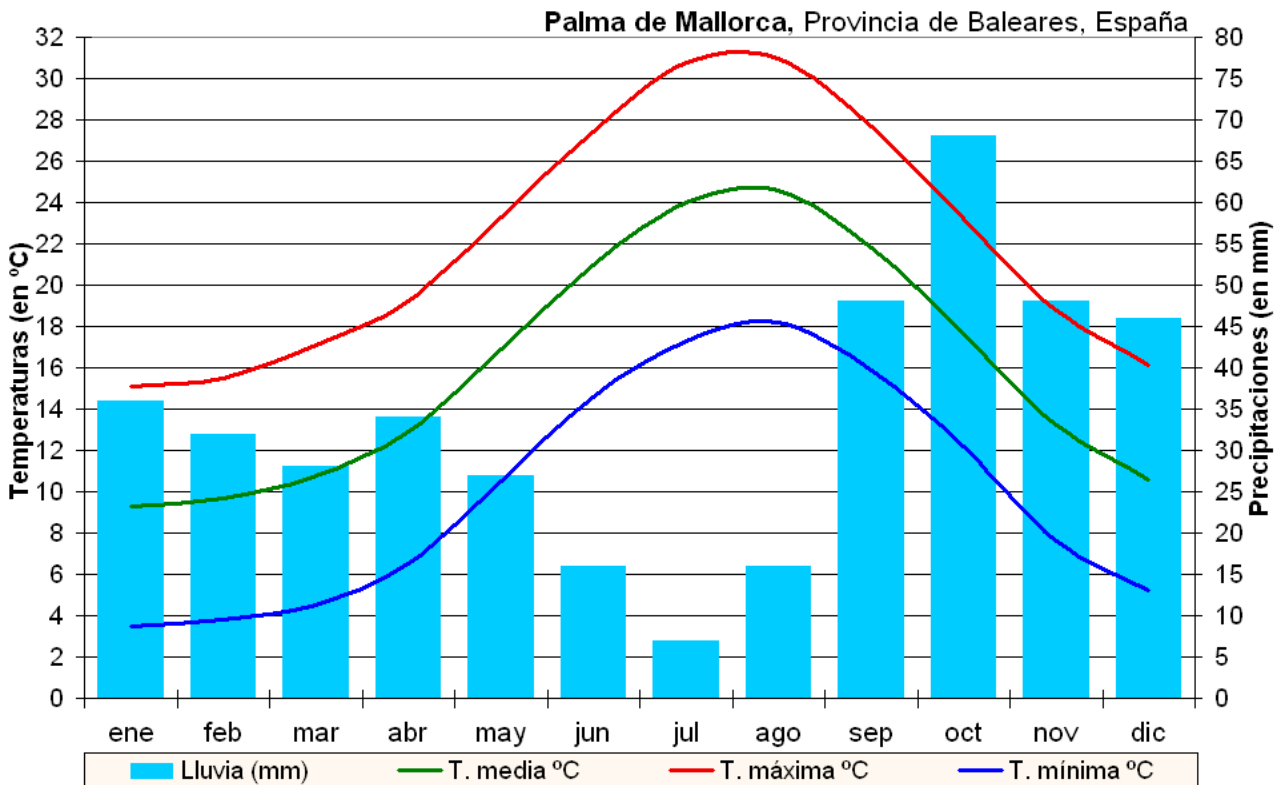
$$V_c = S \times v \times V_p$$

v és un coeficient de vessament que pot variar entre 0 i 1 que representa les possibles pèrdues per forats en el sostre o per obstruccions en les canaletes, per exemple. D'ara endavant suposarem que $v = 0.9$, de manera que només hi ha un 10% d'aigua que es perd. Per tant l'expressió que usarem serà:

39

$$V_c = 0.9 \times S \times V_p$$

Per estimar el volum de pluja de manera aproximada podem utilitzar com a referència els valors mensuals de precipitació acumulada d'el climograma de Palma. Com es veu a la Figura 1, la major quantitat de pluja cau durant la tardor, sent el mes d'octubre el mes durant el qual més pluja cau, amb uns 68 mm o l/(m² mes).



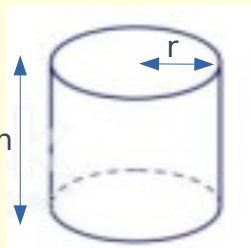
Font: Instituto Nacional de Meteorología. Dades climatològiques del període 1971-2000).
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clima_Palma_%28Espanya%29.PNG

Per tant, en promig el volum de pluja per dia serà aproximadament $68/31 = 2.2 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{dia})$ durant el mes d'octubre, que és el mes més plujós, i el volum captat diari es pot estimar com:

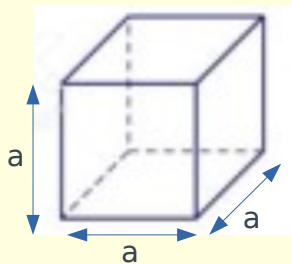
$$V_c = 0.9 \times 2.2 \times S$$

on el resultat dependrà de la superfície de captació de la teulada, S. Per exemple, si $S = 50 \text{ m}^2$, el volum captat serà en promig $V_c = 2.2 \cdot 0.9 \cdot 50 = 990 \text{ l}/\text{dia}$. Açò significa que seria recomanable tenir un tanc d'almenys 1000 l, de manera que es pugui aprofitar l'aigua de pluja. I com que octubre és el mes amb més pluja, hauria de ser vàlid per a la resta de mesos, excepte en episodis de pluja molt intensa, durant els quals el tanc saturarà.

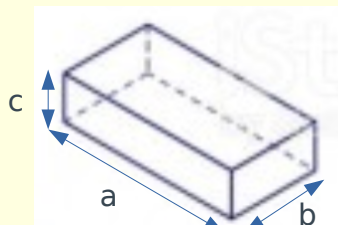
D'altra banda, la superfície i el volum dels diferents cossos geomètrics que la professora de tecnologia sap construir són:



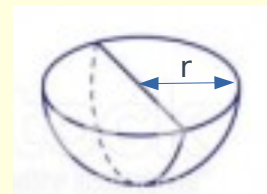
Cilindre



Cub



Prisma rectangular



Semiesfera

| | Cilindre | Cub | Prisma rectangular | Semiesfera |
|-------------------------|---|------------|---|---|
| Superfície total | $2 \cdot \pi \cdot r \cdot h + 2 \cdot \pi \cdot r^2$ | $6a^2$ | $2 \cdot a \cdot b + 2 \cdot a \cdot c + 2 \cdot b \cdot c$ | $(2 \cdot \pi \cdot r^2) + (\pi \cdot r^2)$ |
| Volum | $\pi \cdot r^2 \cdot h$ | a^3 | $a \cdot b \cdot c$ | $(2/3) \cdot (\pi \cdot r^3)$ |

On cal tenir en compte que el tanc estarà tancat per evitar l'evaporació de l'aigua.

QÜESTIÓ 1

D'entre els possibles materials per construir el tanc d'aigua, el PVC és el més barat, amb un preu de 25€ per m². Si el volum del tanc dessitjat ha de ser de 1000 l, calcula els paràmetres incògnita de la taula següent resolent les equacions del volum segons calga.

Quina figura geomètrica requereix la menor superfície? Recorda que 1 m³ = 1000 l.

| Figura | Cilindre | Cub | Prisma rectangular | Semiesfera |
|------------|-------------------------------------|----------------------------|---|----------------------------|
| Paràmetres | $h=1$ m, $r =$ <input type="text"/> | $a =$ <input type="text"/> | $a = 1$ m, $b = 2$ m, $c =$ <input type="text"/> | $r =$ <input type="text"/> |
| Superfície | | | | |
| Volum | 1000 l | 1000 l | 1000 l | 1000 l |

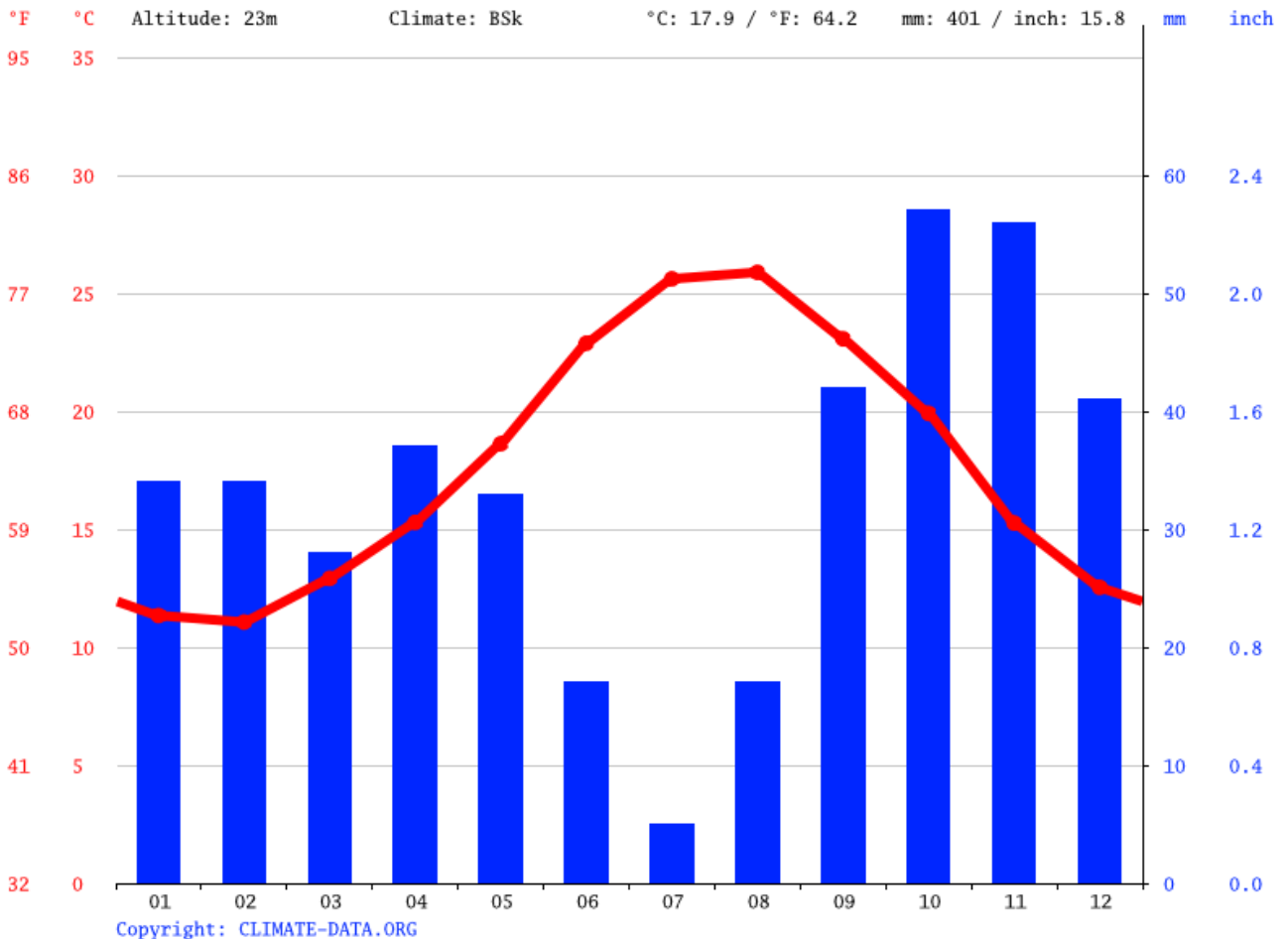
La figura geomètrica amb menor superfície és: amb una superfície de m².

El cost total del material PVC del tanc serà: €.

QÜESTIÓ 2

Donat el climograma de Campos següent, estima de manera aproximada l'expressió del volum captat d'aigua pel mes més plujós, és a dir l'expressió de V_c , assumint que $v=0.9$ i $S = 100 \text{ m}^2$.

D'acord al valor de V_c trobat, quin és el volum de tanc mínim que recomanaries?



Càlculs:

L'expressió de V_c és:

El volum mínim de tanc recomanat és:

 l.

4.7 Mecanismes d'avaluació de les activitats

En aquesta secció es plantejen algunes recomanacions per dur a terme l'avaluació del projecte, tot intentant que aquesta avaluació sigui formadora i formativa alhora [12].

Es proposa que l'avaluació del projecte consti de tres components, dos que avalua els alumnes i que es tindran en compte per a la qualificació del projecte, i una component que no es qualificarà però que servirà per avaluar al docent:

- Avaluació continua del docent basada en: (1) observació del comportament dels alumnes que conformen les parelles (participació equilibrada, rol de l'alumne a la parella, grau d'interès); (2) entrega de les activitats en temps i forma; (3) avaluació de les activitats fetes. (Pes: 65–75%)
- Coavaluació del l'hort de manera individual o per parelles. De manera aleatòria es distribuiran els horts resultants, de manera que cada alumne o parella avaluarà la feina d'un altre alumne o parella. Es proposa en la Taula 1 una rúbrica com a guia pels estudiants. La qualificació es calcula en base 20 sumant les qualificacions de cada apartat i després es divideix per dos per trobar la nota en base 10. (Pes: 25–35%)
- Breu qüestionari anònim a la fi del projecte per part dels alumnes per conèixer l'opinió dels estudiants sobre el projecte i l'acompanyament docent, amb espai perquè facin suggerències per millorar el projecte. A la Taula 2 s'adjunta una proposta de qüestionari breu.

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Pes |
|---|---|--|--|--|-----|
| Configuració espacial de l'hort | L'hort compleix les condicions de perímetre i àrea. L'hort té tots els cultius ben indicats, amb la mínima separació requerida. | Incompleix un dels requisits i/o algun cultiu no està ben indicat. | Incompleix més d'un dels requisits i/o alguns cultius no estan ben indicats. | No compleix cap requisit. | 20% |
| Disseny del sistema de reg | El sistema de reg passa a prop de tots els cultius i es troba clarament dibuixat a l'hort. El càlcul de la longitud està ben explicat i les dimensions són correctes. | El sistema de reg no passa a prop d'algun cultiu, o els càlculs tenen alguna errada que no altera el resultat greument o les dimensions no sempre són correctes. El dibuix es fàcil d'interpretar. | La cinta de reg no passa a prop de més de un cultiu o els càlculs tenen errors greus o les dimensions no són mai correctes o el dibuix és difícil d'interpretar. | La cinta de reg no passa a prop de cap cultiu i/o no està dibuixada. | 20% |
| Càlcul del consum d'aigua en un cycle dels cultius. | El càlcul s'ha realitzat per a cada espècie de manera detallada, amb i sense les correccions, i els resultats no tenen errades remarcables. Les dimensions són correctes. | Els càlculs s'han fet amb i sense les correccions encara que hi ha alguna errada més greu. Les dimensions són generalment correctes. | Els càlculs s'han fet però tenen errades molt greus o alguna part dels càlculs no s'ha realitzat si la part que s'ha realitzat no té grans errades. Les dimensions estan normalment escrites correctament. | Els càlculs estan incomplets i els pocs que s'han fet contenen errades tal que els resultats són incorrectes. | 20% |
| Disseny del tanc d'aigua | El màxim volum a capturar d'aigua s'ha calculat a partir del climograma. El volum del tanc obtingut està justificat. S'han realitzat els càlculs per a totes les figures. El pressupost de material per construir el tanc s'ha calculat correctament. Les dimensions són correctes. | S'han fet tots els càlculs anteriors i estan ben indicats però hi ha algunes errades, encara que no alteren el resultat remarcablement. | Els càlculs estan incomplets i/o contenen bastant errades. | Els càlculs estan incomplets, hi ha errades bastant greus de manera que els resultats no tenen sentit i no hi ha cap justificació. | 20% |
| Presentació i claredat | Els càlculs i els resultats són clarament llegibles, els marges es mantenen, les unitats estan escrites correctament. Els resultats estan justificats quan així es demana. | Algunes vegades no es compleixen els aspectes anteriors | Moltes vegades no es compleixen els aspectes anteriors | Mai es compleixen els aspectes anteriors | 20% |

Taula 4.1: Rúbrica proposada per a la ⁴⁵coavaluació. S'indicarà amb un cercle la qualificació proposada, tot justificant la decisió al marge dret de cada apartat.

| Pregunta | Justificació |
|---|--------------|
| Quina activitat és la que més t'ha agradat? Per què? | |
| Quina activitat és la que més difícil t'ha semblat? Per què? | |
| Quina activitat canviaries? Per què? | |
| Has tirat a faltar algun element de l'hort urbà que t'agradaria saber? Quin? | |
| Creus que has après matemàtiques durant el projecte? Indica cinc coses que hages après. | |
| Què t'ha paregut l'acompanyament docent? Què és el que més i el que menys t'ha agradat? Tens alguna suggerència per millorar? | |
| Què t'ha paregut el sistema d'avaluació? Tens alguna suggerència per millorar-lo? | |

Taula 4.2: Breu qüestionari a ser realitzat de manera individual pels estudiants amb la fi de millorar el projecte i l'activitat docent.

4.8 Mesures per atendre la diversitat

Aquest projecte es pot adaptar per atendre els alumnes amb necessitats específiques de suport educatiu (NESE). A continuació es presenten algunes suggerències segons la necessitat dels alumnes.

- Pel que fa als alumnes amb dèficit visual moderat i i/o dislèxia, es poden entregar les activitats també en PDF, la qual cosa permet fer zoom als alumnes amb dèficit visual moderat. També cal assenyalar que a les activitats s'utilitzen els requadres, la negreta/itàlica i colors diferents per ajudar a estructurar millor la informació que els alumnes han d'entendre. Aquests elements ajuden a minimitzar el dèficit d'atenció perquè les tasques estan més clares.
- Quant als alumnes amb altes capacitats, les activitats es poden considerar com a porta d'entrada per a que puguin continuar desenvolupant la seva curiositat. Les referències els hi poden servir per aprofundir més. També algunes activitats poden augmentar de dificultat de manera que siguin un repte per ells, per exemple assumint que l'hort ha de tenir una forma més complexa (Activitat 2) o que el consum d'aigua s'estén al llarg de diverses estacions, en lloc de només una (Activitat 5).
- Pel que fa als alumnes amb trastorn de l'espectre autista, el fet que les activitats es puguin fer de manera autònoma deixant el docent com a acompanyant i sense la necessitat d'interaccionar amb altres alumnes, ajuda a que els alumnes sense discapacitat intel·lectual tinguin menys estrès.
- En el cas dels alumnes amb NESE derivades de discapacitat intel·lectual, les activitats són susceptibles d'adaptació, per exemple simplificant les taules de conversió de l'Activitat 1, o imposant un hort amb un disseny amb forma de quadrilàter (Activitat 2).

Capítol 5

Conclusions

En aquest treball fi de màster es presenta un projecte per apropar l'ensenyament de les matemàtiques al camp, mitjançant una situació d'aprenentatge consistent en el disseny d'un hort urbà a l'aula. Aquest projecte està pensat pels alumnes de 3r i 4t d'ESO, treballant especialment els sabers relacionats amb el sentits de la mesura, espacial i algebraic en un context real

El projecte s'ha dividit en cinc activitats pensades per a ser treballades al llarg de cinc classes de matemàtiques, encara que cal una més per dur a terme la coavaluació i l'enquesta. Malgrat açò, les dues primeres activitats poden realitzar-se de manera aïllada. Durant les activitats es treballen continguts diversos de matemàtiques en un context real, especialment de geometria, funcions i interpretació de taules i gràfics. De manera paral·lela, el projecte serveix per treballar competències transversals com l'autonomia, la capacitat d'aprendre a aprendre o el treball en equip. Cal remarcar que les activitats poden fer-se tant de manera presencial com semi-presencial, ja que s'han afegit exemples i és possible crear grups amb diferents aplicacions (discord, zoom, etc)

A l'activitat 1 es repassa la conversió d'unitats de longitud i àrea tradicionalment emprades a les Illes Balears al sistema internacional. Després, en l'activitat 2, es passa a configurar espacialment l'hort, treballant els conceptes de perímetre i àrea amb d'hort. En aquest punt els alumnes configuren les espècies que volen plantar en el seu hort sota certes condicions, i pressuposten el cost dels plantells. En l'activitat 3 es dissenya el sistema de reg per goteig tenint en compte la configuració prèvia de l'hort i amb la condició que ha de regar tots els plantells. Amb aquesta fi s'introdueix el concepte de distància. En l'activitat 4 s'estima el consum d'aigua dels plantells a partir del concepte d'evapotranspiració. Amb aquesta finalitat s'introdueix el climograma i s'ensenyava a interpretar-lo. Finalment, a l'activitat 5 es treballa el concepte de superfície i volum de figures geomètriques senzilles amb la intenció de dissenyar el tanc d'aigua més barat tenint en compte la seva proporció entre superfície i volum.

Aquest treball també proposa mecanismes d'avaluació basats en un seguiment continu del treball i una coavaluació dels resultats obtinguts. Addicionalment s'inclou un breu qüestionari d'utilitat per la millora continua del docent. També s'acompanyen alguns comentaris sobre l'atenció a la diversitat. Finalment, cal

remarcant que aquestes activitats poden adaptar-se a diferents èpoques de l'any només reformulant el començament del cicle dels cultius d'acord al seu cicle natural. També es poden introduir nous cultius a les taules si es disposa de la informació necessària (coeficient de cultiu i duració promig de cada etapa del cultiu).

Referències

- [1] J. I. Cubero Salmerón, *Historia General de la Agricultura*, 1st ed. Córdoba, Andalucía, Espanya: Guadalquivir (Almuzara), 2018.
- [2] J. Pol and D. Ruiz, “Les mesures tradicionals a les Illes Balears Equivalències i definicions,” Tech. Rep., 2011. [Online]. Available: http://www.xeix.org/IMG/pdf_Les_mesures_a_la_bibliografia.pdf
- [3] J. M. Mulet, *Ecologismo real*. Barcelona: Ediciones Destino, 2021.
- [4] O. de les Nacions Unides per l’Agricultura i l’Alimentació, “Nueva política de huertos escolares,” FAO, Tech. Rep., 2010. [Online]. Available: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/red-icean/docs/Nueva_pol%C3%ADtica_de_huertos_escolares_-_FAO.pdf
- [5] R. Hoces Prieto, J. Montes Valverde, J. A. Baraza Median, L. Ropero García, C. García García, F. Morales Calvo, and F. Tarragona Gómez, “El huerto escolar en la educación secundaria obligatoria,” Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia. Materiales para la Formación, 9, Tech. Rep., 1996. [Online]. Available: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/servicios_generales/doc_tecnicos/2010/huerto_escolar_secundaria/el_huerto_escolar_en_la_eso.pdf
- [6] V. Castaño and M. Montante, “El método del aprendizaje basado en problemas como una herramienta para la enseñanza de las matemáticas,” *RI-DE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 6, no. 11, pp. 1–12, 2015.
- [7] J. Bergmann and A. Sams, *Flip Your Classroom: Reaching Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education, 2012.
- [8] C. C. Fúneme-Mateus, “El aula invertida y la construcción de conocimiento en matemáticas. El caso de las aplicaciones de la derivada,” *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, pp. 159 – 174, 06 2019. [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142019000100159&nrm=iso
- [9] L. S. Pereira, R. G. Allen, M. Smith, and D. Raes, “Crop evapotranspiration estimation with fao56: Past and future,” *Agricultural Water Management*, vol. 147, pp. 4–20, 2015, agricultural Water Management: Priorities and Challenges. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377414002315>

- [10] J.-M. Sayol, V. Azeñas, C. E. Quezada, I. Vigo, and J.-P. Benavides López, “Is greenhouse rainwater harvesting enough to satisfy the water demand of indoor crops? application to the bolivian altiplano,” *Hydrology*, vol. 9, no. 6, 2022. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2306-5338/9/6/107>
- [11] A. Guanche García and O. Renz González, “Actualización planificación cultivos hortícolas,” Cabildo de Tenerife, Junio, Tech. Rep., 2018. [Online]. Available: https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_662_hort%C3%ADcolas.pdf
- [12] N. Sanmartí Puig, *Evaluar y aprender: un único proceso*, 1st ed. Barcelona, Catalunya, Espanya: Editorial Octaedro, 2020.

Bibliografia

- R. G. Allen, L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith. (1998) *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Chapter 5 - Introduction to crop evapotranspiration (ETc)*. Accès el 10 de juny de 2022. <https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e0a.htm>
- Decret 34/2015, de 15 de maig, pel qual s'estableix el currículum de l'educació secundària obligatòria a les Illes Balears. BOIB núm. 73, de 16 de maig de 2015. <https://intranet.caib.es/sites/curriculums/f/330313>
- Enciclopèdia britànica. Accès el 23 d'abril de 2022. <https://www.britannica.com/topic/agriculture>.
- Llei Orgànica 3/2020, de 29 de desembre, per la qual es modifica la Llei Orgànica 2/2006, de 3 de maig, d'Educació. BOE núm. 340, de 30 de desembre de 2020 (86 pàg.). Accès el 4 de maig de 2022.
- Memòria de l'anàlisi d'impacte normatiu del projecte del decret pel qual s'estableix el currículum d'educació secundària obligatòria de les Illes Balears. Conselleria Educació i Formació Professional de les Illes Balears. Accès el 9 de juliol de 2022. <https://www.caib.es/sites/M170613081930629/f/394405>
- Reial Decret 217/2022, de 29 de març, pel qual s'estableix l'ordenació i els ensenyaments mínim de l'educació secundària. <https://intranet.caib.es/sites/lomloe/f/385205>
- Servei d'Atenció a la Diversitat. Departament d'Innovació, Comunitat Educativa i Formació. Direcció General de Primera Infància, Innovació i Comunitat Educativa Conselleria d'Educació i Formació Professional. Accès el 4 de juliol de 2022. <https://www.caib.es/sites/diversitat/ca/inici/?campa=yes>.