

Viatge interplanetari: aprendre matemàtiques amb l'univers com a escenari

Roser Matas Nadal

Docent de matemàtiques
rmatas2@xtec.cat

Xavier Sánchez Carrasco

Docent de biologia i geologia
xsanche6@xtec.cat

Marc Faüchs Xifra

Docent de física i química
mfauchs@xtec.cat

Resum

Aquest article presenta el projecte «Viatge interplanetari», una experiència educativa que ha permès a l'alumnat de primer d'ESO de l'institut Antoni Pous i Argila viure l'emoció de l'aprenentatge des d'una perspectiva pràctica i creativa. A través de la construcció de maquetes a escala del sistema solar i d'una base a Mart, els estudiants han fet un viatge que els ha dut a treballar d'una manera tangible i significativa conceptes matemàtics com l'escala i la proporció. El projecte no només ha motivat els alumnes a endinsar-se en el món de les ciències i les matemàtiques, sinó que també ha fomentat la col·laboració, el pensament crític i la resolució de problemes. A més, ha demostrat que la coordinació entre docents de diferents disciplines pot transformar el procés d'ensenyament i convertir-lo en una aventura apassionant i enriquidora tant per a alumnes com per a professors.

Abstract

This article presents the Interplanetary Journey project, an educational experience that allowed 1st-year secondary students at Antoni Pous i Argila High School to experience the thrill of learning through a practical and creative approach. By building scale models of the solar system and a Martian base, students embarked on a journey that made mathematical concepts like scale and proportion tangible and meaningful. The project inspired students to delve into the worlds of science and mathematics and encouraged teamwork, critical thinking, and problem-solving. It highlighted how interdisciplinary teacher collaboration can transform teaching into an exciting and enriching adventure for students and educators.

1. Introducció

Aquest article explica el disseny i la implementació a l'aula del projecte de ciències «Viatge interplanetari», fent èmfasi en com es treballen les matemàtiques. És un projecte STEAM, acrònim anglès que engloba les disciplines educatives següents: Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (Ciència, Tecnologia, Enginyeria, Art i Matemàtiques), adreçat a alumnat de primer d'ESO, de l'institut Antoni Pous i Argila de Manlleu.



Es tracta d'un centre d'alta complexitat amb un alt percentatge d'alumnes amb necessitats educatives especials, procedències socioeconòmiques desfavorides i un context multicultural. Aquests factors fan que sigui essencial adoptar metodologies educatives que no tan sols atenguin la diversitat sinó que també motivin i involucrin tots els alumnes en el procés d'aprenentatge.

El treball per projectes permet als estudiants aplicar els seus coneixements en situacions reals i significatives, de manera que es fomenta una comprensió més profunda dels conceptes i una més gran implicació en el propi aprenentatge. Aquest enfocament promou el desenvolupament de competències transversals com la col·laboració, la comunicació, el pensament crític i la creativitat.

Per a l'equip de docents que participen en aquest projecte, fer matemàtiques significa molt més que ensenyar a resoldre operacions i equacions. Implica ajudar els estudiants a desenvolupar una comprensió profunda i funcional dels conceptes matemàtics, aplicant-los a situacions reals i interdisciplinàries. Fer matemàtiques en aquest context vol dir fomentar el pensament crític i la resolució de problemes, i per tant el fet de promoure les capacitats analítiques i de raonament lògic. També suposa col·laborar d'una manera interdisciplinària, integrant les matemàtiques amb ciència, tecnologia, enginyeria i arts.

2. Desenvolupament

En el projecte **Viatge interplanetari** es treballen els elements de l'univers, i l'estudi se centra en el sistema solar. Les activitats de matemàtiques estan dissenyades per treballar les unitats de longitud d'una manera propera i pràctica. En un primer moment, els alumnes mesuren objectes quotidians dins i fora de l'aula, fan canvis d'unitats, i finalment apliquen conceptes d'escala i factors de conversió.

L'alumnat té dos encàrrecs principals:

- A. Determinar les distàncies dels planetes del sistema solar i les seves dimensions, plasmanent aquesta informació en una maqueta a escala.
- B. Construir una base a Mart per a la tripulació d'Hypatia Mars,¹ amb l'objectiu que la humanitat s'hi pugui establir d'aquí a uns anys.

Aquestes activitats tenen en comú diversos elements i criteris que en guien el disseny:

1. <https://hypatiamars.com/>.

- A. **Contextualització pràctica:** Ambdues tasques es basen en aplicacions pràctiques dels conceptes matemàtics. Els alumnes treballen amb mesures reals i projectes concrets, que fan que per a ells l'aprenentatge sigui més significatiu i rellevant.
- B. **Interdisciplinarietat:** Les activitats integren diversos àmbits del coneixement. El projecte combina matemàtiques amb ciències, tecnologia i enginyeria, de manera que els estudiants poden veure com es relacionen i s'apliquen conjuntament les diferents disciplines.
- C. **Creativitat i innovació:** En la construcció de la maqueta i la base a Mart, es fomenta la creativitat i la innovació, ja que els alumnes han de pensar fora dels esquemes convencionals i explorar noves idees.
- D. **Autonomia i responsabilitat:** Les activitats impulsen l'autonomia dels estudiants, ja que han de prendre decisions sobre com abordar les tasques i gestionar els recursos. Això fomenta un sentiment de responsabilitat i confiança en les seves pròpies capacitats.

L'activitat de la maqueta de distàncies al Sol s'inspira en materials i recursos del programa Network for Astronomy School Education² (NASE), entitat que promou i dona eines per treballar l'astronomia a primària i a secundària, i concretament en el taller Planetes i exoplanetes, els autors del qual són Rosa M. Roser, Hans Deeg i Ricardo Moreno (Avilés i Deeg, 2004).

La idea de fer una maqueta surt del projecte «Seguiment de la missió Hypatia». En aquest programa, les dones científiques llancen el repte de construir una maqueta d'una missió a Mart, oferint un context inspirador i realista per a l'aprenentatge interdisciplinari.

2.1. Com ens organitzem?

El projecte es desenvolupa durant quatre hores setmanals, distribuïdes en dos dies amb sessions de dues hores cada dia. Un dels dies, les dues hores es fan de manera consecutiva, mentre que l'altre, les sessions estan separades per l'esbarjo. Hi ha un total de quatre grups classe, amb cinc professors implicats en el projecte, dos professors de ciències, un de tecnologia, un de matemàtiques, un de visual i plàstica i el professor d'orientació. Les classes es fan simultàniament a tots els grups (85 alumnes en total).

A cada grup classe l'alumnat es reparteix en diferents equips de tres o quatre alumnes, cadascun dels quals s'inventa un nom relacionat amb el projecte que els identifiqui. Cada alumne/a té el seu propi diari de viatge, on recull les reflexions sobre el que va aprenent, anota les respostes a les preguntes que el professorat fa periòdicament, i elabora petits resums i esquemes. Es combinen activitats individuals i de grup, i es fomenta tant el treball col·laboratiu com l'aprenentatge personalitzat.

2.2. Activitats

El projecte **Viatge interplanetari** inclou un seguit d'activitats seqüencials dissenyades per aprofundir en el coneixement del sistema solar i desenvolupar habilitats científiques i matemàtiques entre els alumnes. Les activitats són les següents:

2. <https://www.naseprogram.org/>.

- A. **Construcció de la maqueta del sistema solar a escala:** Els alumnes construeixen una maqueta del sistema solar a escala tot considerant la grandària dels planetes i la distància que hi ha entre ells. Aquest exercici proporciona una comprensió fonamental dels conceptes d'escala i proporció, aspectes crucials per a projectes posteriors.
- B. **Estudi de les característiques dels planetes:** Cada grup d'alumnes aprofundeix en les característiques d'un planeta específic. Després, han d'explicar aquestes característiques a la resta de la classe, i així es fomenta l'aprenentatge col·laboratiu i l'habilitat de comunicació científica.
- C. **Investigació sobre la vida en altres planetes:** Els alumnes investiguen quins planetes podrien sustentar vida basant-se en les seves característiques. Aquest procés implica aplicar criteris científics per avaluar l'habitabilitat planetària i desenvolupar així el pensament crític i les habilitats d'investigació.
- D. **Enfocament en Mart:** Un cop identificat Mart com el planeta amb més possibilitats d'acollir vida, els alumnes investiguen les condicions adverses que hi trobarien, com ara la manca d'aigua líquida, les temperatures extremes i l'atmosfera fina. Han d'explorar maneres de superar aquests reptes, i per tant fomentar la innovació i la resolució de problemes.
- E. **Construcció de la maqueta de la base a Mart:** Finalment, es presenta el repte que planteja la tripulació d'Hypatia Mars, crear una maqueta de com s'imaginarien una base tripulada a Mart, perquè la humanitat s'hi pugui establir d'aquí a uns anys. Aquest exercici combina tots els conceptes apresos: aplica els coneixements d'escala i proporció, de les condicions ambientals del planeta i les solucions tecnològiques per a la supervivència humana.

Aquestes activitats es dissenyen no només per ensenyar continguts científics i matemàtics, sinó també per desenvolupar competències clau com la col·laboració, la comunicació, el pensament crític i la creativitat.

2.3. Com treballem les matemàtiques?

Abans de començar a treballar amb les escales es fan un seguit d'activitats preparatòries (figures 1 i 2), paral·leles al projecte, amb les quals l'alumnat repassa les unitats de longitud, pren mesures amb regle o cinta mètrica i practica els canvis d'unitats, així es treballa el sentit numèric i de la mesura.

L'activitat de la figura 1 és més senzilla i la fan prenent mides amb la cinta o el regle.

Les parts retallables de les dues activitats no estan disponibles a l'inici, les hi proporcionem al final per tal que comprovin si el que han escrit és correcte.

L'activitat de la figura 2 conté elements que requereixen nombres grans, distància entre planetes, o petits, dimensions de la cèl·lula.

Unitats de mesura de longitud I

1. Escribe les mides de cada dibuix (magnitud i unitats)



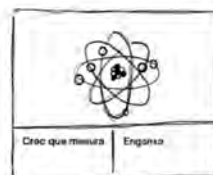
2. Associa cada dibuix amb la mida corresponent, enganxant cada mesura:

5 cm 30 cm 160 cm 70 cm 400 cm 12 cm

Figura 1. Activitat 1 per treballar les unitats de longitud.

Unitats de mesura de longitud II

1. Escribe les mides de cada dibuix (magnitud i unitats)



2. Associa cada dibuix amb la mida corresponent:

0,001 mm 124 km 300 km 1416 920 000 km 10 mm 0,000000001 m 10 dm 20 cm

Figura 2. Activitat 2 per treballar les unitats de longitud.

La motivació de la problemàtica sorgida en les fitxes anteriors dona peu a explicar els factors de conversió i es fa l'activitat de la figura 3 (en blau hi ha les respostes com a guia per al docent). En aquesta activitat es treballen els factors de conversió utilitzant mesures que l'alumnat coneix de la vida quotidiana. Els estudiants reflexionen sobre quina és la unitat de longitud més adequada per a cada situació, i així desenvolupen una comprensió pràctica i aplicada dels conceptes de conversió d'unitats. Dels sabers del currículum, es treballa el sentit de la mesura.

1) INVESTIGA

- a) Quants quilòmetres són 1 U.A. (Unitat astronòmica).

$$1 \text{ UA són } \approx 150 \cdot 10^6 \text{ km}$$

- b) Quants metres són 1 àngström o àngstrom

$$1 \text{ Å són } 10^{-10} \text{ m} = 0'0000000001$$

- c) Per què creus que són útils aquestes unitats de longitud?

Per expressar mides o distàncies molt grans (dist. entre planetes) o molt petites (mides de cèl·lules)

2) LA TEVA ALTURA

- a) Escriu la teva altura en metres 1'60 m (No confondre 160 cm)

- b) Passa la teva altura a quilòmetres utilitzant els factors de conversió.

Indica aquí els càlculs:

$$1'60 \text{ m} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 0'0016 \text{ km}$$

- c) Escriu la teva altura en quilòmetres 0'0016 km

- d) Per què no s'expressen les altures de les persones en quilòmetres?

Perquè és més entenedor en metre o centímetres

3) LA LONGITUD DEL TEU PEU

- a) Escriu la longitud del teu peu en centímetres 20 cm

- b) Passa la longitud del teu peu de centímetres a metres utilitzant els FACTORS DE CONVERSIÓ. Càlculs:

$$20 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0'2 \text{ m}$$

- c) Longitud del peu en metres 0'2 m

- d) Ara escriu la longitud del peu en mil·límetres, indicant els càlculs en factors de conversió i el resultat final.

$$20 \text{ cm} \cdot \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} = 200 \text{ mm}$$

- e) Quina és la unitat més adequada per expressar la longitud del peu?

Els centímetres

Figura 3. Activitat per treballar els factors de conversió.

CÀLCUL DISTÀNCIA AL SOL

Nom equip:

STEAMPOUS 448

Noms alumnes:

PROJECTE ASTRONOMIA - 1r ESO

	DISTÀNCIA		Quins càlculs has de fer per passar de km a UA?		Distància expressada en UA		Quins càlculs has de fer per passar d'UA a cm?		cm que es representen en el paper
MERCURI – SOL	57.900.000 km								
VENUS – SOL	108.300.000 km								
TERRA – SOL	149.700.000 km	·	$\frac{1 \text{ UA}}{149.700.000 \text{ km}}$	=	1 UA	·		=	
MART – SOL	228.100.000 km								
JÚPITER – SOL	778.700.000 km								
SATURN – SOL	1.430.100.000 km								
URÀ – SOL	2.876.500.000 km								
NEPTÚ – SOL	4.506.600.000 km								

Figura 4. Activitat per calcular les distàncies en centímetres.

En aquesta activitat es treballa el concepte de marge d'error en relació amb els decimals. Els alumnes aprenen que l'error procedeix de la precisió de l'instrument de mesura, com la cinta mètrica, que només permet prendre mides fins a un cert grau de detall (per exemple, fins al mil·límetre o centímetre més proper). Això genera una discussió a l'aula sobre quants decimals incloure en el resultat i com aquest nombre és determinat per l'aparell que es fa servir.

Els estudiants reflexionen sobre l'impacte d'aquest marge d'error quan converteixen unitats (per exemple, de centímetres a quilòmetres), on petites variacions en els decimals poden modificar el resultat significativament. S'estableix que, tot i que hi poden haver múltiples respostes vàlides, l'error s'ha de considerar i justificar, entenent que la precisió dels decimals és condicionada per l'instrument, no només pel càlcul. Finalment, el docent valida les respostes tenint en compte aquests factors.

Per a la construcció de la maqueta han de calcular a escala la distància al Sol de cada planeta, i per guiar l'alumnat en aquests càlculs se'ls demana que facin

l'activitat de la figura 4, on calculen la distància en centímetres al Sol de cada planeta aplicant l'escala indicada. Primer passen els km a UA i seguidament s'indica que 1 UA serà 15 cm al paper.

Seguidament comencen a construir la maqueta a escala sobre paper *kraft*, d'uns cinc metres de longitud, de tots els planetes del sistema solar, marcant els punts on es col·locarà cada planeta.

CÀLCUL DE LA MIDA DELS PLANETES

Nom equip:

STEAMPOUS INE

Noms alumnes:

PROJECTE ASTRONOMIA - 1r ESO

PLANETES	RADI (KM)	Càlculs per passar a cm REALS (factors de conversió)		RADI (cm)	Càlculs per passar a cm MAQUETA (factors de conversió, aplicant l'escala)		RADI cm maqueta	Diàmetre cm maqueta
Mercuri	2.439,7	*	=	*	=			
Venus	6.051,8	*	=	*	=			
Terra	6.371	*	=	*	=			
Mart	3.389,5	*	=	*	=			
Júpiter	69.911	*	=	*	=			
Saturn	58.232	*	=	*	=			
Urà	25.362	*	=	*	=			
Neptú	24.622	*	=	*	=			

Figura 5. Activitat per calcular el radi i el diàmetre en centímetres de cada planeta.

L'activitat de la figura 5 es fa per guiar els estudiants a l'hora de calcular de quants centímetres serà el radi, o diàmetre, de cada planeta, a partir dels radis expressats en quilòmetres, aplicant l'escala indicada pel professorat.

Finalment construeixen, utilitzant el compàs i les tisores, els planetes en 2D, per anar-los col·locant sobre el paper *kraft*.

Amb aquesta maqueta l'alumnat visualitza i pren consciència de les distàncies entre planetes i el seus radis.

El professorat va optar per utilitzar dues escales diferents per a la representació del sistema solar a la maqueta, una per a les distàncies entre els planetes i una altra per als radis planetaris. Aquesta decisió es va prendre perquè, si s'utilitzés la mateixa escala per als dos elements, les proporcions serien impracticables. Els planetes serien massa petits per ser visibles sense una lupa, o bé la maqueta hauria de ser d'unes dimensions desmesurades per incloure tant les distàncies com els radis de manera proporcional. Així, l'ús d'escales diferents permet que els alumnes visualitzin tant les enormes distàncies entre els planetes com les seves dimensions, sense perdre la comprensió de les proporcions reals.

Amb aquesta activitat final s'ha treballat la competència matemàtica CE1,³ ja que s'elabora una representació matemàtica eficaç, amb recursos manipulables que condueixen a la com-

3. Competència específica matemàtica 1: Interpretar, modelitzar i resoldre situacions de la vida quotidiana pròpies de les matemàtiques i d'altres àmbits del coneixement aplicant diferents estratègies i formes de raonament per explorar procediments i obtenir solucions.

prensió de situacions de la vida quotidiana, com és el cas d'establir la distància entre els planetes del sistema solar i les mides que els corresponen.

Cal destacar que el sistema planetari és una representació en 3D, però quan es fa l'estudi, les longituds dels radis es poden visualitzar en 2D. Les mesures amb regles permeten treballar en una dimensió. La riquesa d'aquest enfocament és que amb dues magnituds d'una sola dimensió es pot modelitzar una realitat tridimensional. A més, el diàmetre, que generalment és considerat una mesura secundària, es converteix en la mesura principal en lloc del radi.



Figura 6. Fotografies del procés.

Per tancar l'activitat es col·loquen totes les maquetes de costat, i es comenten els punts forts i detalls a millorar. L'alumnat mateix és qui fa les reflexions i pren consciència si algun planeta queda desplaçat dels planetes dels companys, com s'observa en la foto de la figura 7.



Figura 7. Fotografia de les diferents maquetes.

Per acabar l'activitat, l'alumnat revisa les maquetes i selecciona la que consideren més ben elaborada de cada classe. Aquesta decisió es pren de manera consensuada, tenint en compte la precisió dels càlculs, la col·locació correcta dels planetes i la cura en la presentació visual. La maqueta escollida es penja a la paret de cada classe com a reconeixement del treball ben fet, i també perquè serveixi com a referència per a futurs projectes i discussions a l'aula.

3. Conclusions

El projecte **Viatge interplanetari** ha demostrat ser una experiència educativa enriquidora i motivadora per a l'alumnat. A través de la construcció de maquetes a escala del sistema solar i d'una base a Mart, els estudiants han adquirit una comprensió profunda dels conceptes d'escala, proporció i factors de conversió, així com de les característiques i les condicions dels diferents planetes.

Aquest projecte ha fomentat el pensament crític i la resolució de problemes, i ha impulsat els alumnes a aplicar els seus coneixements teòrics a situacions pràctiques. La integració interdisciplinària de STEAM ha proporcionat un context realista i aplicat per a l'aprenentatge tot facilitant la comprensió de la interconnexió entre aquestes disciplines.

Pel que fa a les matemàtiques, que sovint suposen un repte per a molts alumnes, el projecte ha ofert oportunitats de treballar aquests conceptes d'una manera pràctica i aplicada. Tot i així, alguns alumnes han trobat dificultats amb els conceptes d'escala i proporció, i també amb els factors de conversió. Aquestes dificultats han posat de manifest la necessitat de proporcionar més suport individualitzat i recursos didàctics per ajudar-los a superar aquests entrebancs i consolidar els seus coneixements matemàtics.

Tot i que el treball col·laboratiu ha estat clau per al projecte, s'han trobat diversos entrebancs. Alguns alumnes han tingut dificultats per treballar en grup, generant tensions i conflictes, i d'altres no han participat prou activament. Això ha evidenciat la necessitat de reforçar les habilitats de treball en equip, de gestionar els conflictes i d'assegurar una participació equitativa de tots els membres del grup.

4. Valoració final

El projecte **Viatge interplanetari** ha estat una experiència molt positiva tant per a l'alumnat com per al professorat. La col·laboració entre docents de diferents disciplines ha enriquit el procés d'aprenentatge amb una visió global i pràctica del treball. Cada professor ha aportat la seva experiència en el seu àmbit, i això ha permès donar una resposta més completa i personalitzada a les necessitats dels alumnes.

Tot i que la coordinació entre professors i la gestió del temps han suposat un repte, els beneficis del treball en equip han superat les dificultats. Aquesta experiència ha demostrat que els projectes interdisciplinaris no només potencien l'aprenentatge dels alumnes, sinó que també promouen el creixement professional dels docents. Animem el professorat a endinsar-se en projectes interdisciplinaris com aquest, ja que ofereixen un context d'aprenentatge motivador i pràctic per a l'alumnat, alhora que permeten crear una xarxa de suport entre els professors que facilita la seva tasca educativa i la fa més gratificant.

Bibliografia

- [1] Avilés, J. A. B. i Deeg, H. J. (2004). «Escuela de Invierno sobre Planetas Extrasolares. IAC noticias». *Revista del Instituto de Astrofísica de Canarias*, (1), 4-7. https://www.iac.es/system/files/documents/2019-02/Winter_School_2004.pdf

.....