

# Veritats desProporcionades

PAU SENRA PETIT

*INS Francisco de Goya (Barcelona)*

## RESUM

A la docència de la física i la química sovint hem de tractar amb desproporcions difícilment imaginables. Posem símils benintencionats que no només no ajuden a veure la gran desproporció existent, sinó que, a més a més, eliminen qualsevol possibilitat de trobar-la sorprenent, atractiva o interessant, a banda dels errors, com el de no fer el cub corresponent al pas de radi (lineal) a volum (cúbic).

L'acció proposada intenta trencar aquesta tendència amb una experiència vivencial, tot treballant a una escala 1 m : 1.000.000 km i partint de les proporcions Terra-Sol (diàmetre del Sol: 1,39 m; de la Terra, 1,2 cm; de la Lluna, 0,1 cm, i distància Sol-Terra: 149 m) i de les proporcions atòmiques ( $10^5$  nucli-embolcall de l'H), ampliable a gust.

## PARAULES CLAU

Proporcions, sistema solar, model atòmic.

## OBJECTIUS

Realització d'una experiència vivencial per treballar el concepte *proporció* i trencar amb un imaginari a vegades massa simplificador, tot promovent una visió crítica del saber i una atracció envers la complexitat de la natura.

## DESENVOLUPAMENT DE L'EXPERIÈNCIA

Es proposa crear un espai en línia en el qual es puguin penjar les variants de materials, guions, posades en escena i respostes de l'experiència per enriquir progressivament l'activitat. Les dades amb les quals treballarem inicialment són les següents:

## Escala

TAULA 1  
Escala de mides i distàncies (1 m : 1.000.000 km per al sistema solar)

Mides (diàmetre)	E 1 m : 1 M km		Distàncies	E 1 m : 1 M km
Sol	1,39253		Sol-Mercuri	57,9
Mercuri	0,004878		Sol-Venus	108,2
Venus	0,0121		Sol-Terra	149,6
Terra	0,012756		Terra-Lluna	0,384402
Lluna	0,003476		Sol-Mart	227,9
Mart	0,006796		Sol-Júpiter	778,3
Júpiter	0,1438		Sol-Saturn	1.427
Saturn	0,12		Sol-Urà	2.869,6
Urà	0,05229		Sol-Neptú	4.496,6
Neptú	0,0495			

## Altres dades

– La velocitat de la llum en el buit és de 299.792.458 m/s; a la nostra escala és de 0,3 m/s.

– La relació del radi del nucli i l'embolcall de l'àtom d'hidrogen és de 10.000, com la del radi de la Lluna i la distància al Sol.

– El diàmetre de l'estrella Enif (*Epsilon Pegasi*) és 150 vegades el del Sol. Seria una estrella centrada a la Lluna el radi de la qual arribaria fins al Sol; la relació dels radis d'Enif i de la Lluna és de 10.000. El seu nom prové de la paraula àrab *al-anf* ('nas'), per la seva posició en el musell del cavall alat. Es troba a una distància aproximada de 700 anys llum ( $9,46 \times 10^{12}$  km), que a la nostra escala és de 6.622.000 km (la Terra té uns 40.000 km de cercle màxim, de manera que li dóna unes 165 voltes i mitja).

– L'Estrella Pròxima del Centaure (*Proxima Centauri*), a 4,22 anys llum, és la més pròxima; a la nostra escala només estaria a 39.921 km, quasi una volta al planeta.

– L'òrbita del planeta Terra (semieix major: 149.597.887,5 km; semieix menor: 149.576.999,8 km; diferència: 20.887,7 km), a la nostra escala, seria de 0,02 m. Si ho dibuixem en un foli DinA4 (21 cm d'ample), la diferència és de 0,014 cm, o sigui, un cercle fet amb compàs i punta fina de 0,2 inclou els dos semieixos.

## **Material**

Hi ha solucions diverses tant per al Sol com per als planetes. Es faran les aproximacions que es considerin raonables a les mides constructives.

– Sol: dos paraigües grans (diàmetre: 1,3 m) que es posen oberts formant una esfera oberta per l'equador (que permetrà agafar-la), deixant una separació d'1,39 m al seu interior. També es pot inflar un globus d'1,5 m de diàmetre, tot i que és un procés lent i cal anar a botigues especialitzades per aconseguir aquest tipus de globus. També es pot provar amb una figura d'aquesta mida, però fa de mal portar.

– Planetes: per a la Lluna, els planetes mitjans i els petits, es tria fer-los amb plastilina, que es pot envernissar i fins i tot coure, tot i que també es poden fer amb boletes de paper i cinta adhesiva. Per a Júpiter i Saturn, recorrerem al paper, maixé o de diari, i la cinta adhesiva. Podem pintar-los segons el nostre criteri. També es poden buscar elements quotidians per construir cada planeta: des de pilotes fins a perdigons, passant per cabdells de fil.

– Distàncies: un cordill de 10 m graduat cada 0,5 m.

– Altres materials per fer l'activitat: el material gràfic que vulguem fer servir de suport, altres dades que ens interessi tenir a mà i un rellotge que mesuri els segons.

– Altres materials per a activitats complementàries: es pot tenir a mà un plànol de l'espai escollit sobre el qual, a escala, es representaran les òrbites dels planetes.

La construcció dels elements i del cordill pot ser una part de l'experiència o es pot partir directament d'un material predissenyat.

## **DESENVOLUPAMENT DE L'EXPERIÈNCIA**

És important triar l'espai en funció de les distàncies que es volen recórrer i de si posteriorment es voldrà simular el recorregut orbital. Si es fa cap al vespre i lluny de nuclis urbans, en casos com sortides de colònies o viatges, després es poden observar els estels amb una altra mirada. El guió es desenvolupa en diferents fases, segons el nivell dels alumnes, i es pot variar i enriquir amb molt material i en funció del temps del qual es disposi i de les preguntes que sorgeixin. De totes maneres, es pot predissenyar un esquelet bàsic o mínim de discurs/acció:

1. Introducció del concepte *proporció*: lineal, superfície o quadrat i volum o cub.

2. Visualització de la diferència entre els planetes i el Sol. Presentació de l'escala de treball 1 m : 1.000.000 km.

3. Recorregut fins a Mercuri (uns 58 m) amb l'ús del cordill. Possibilitat d'introduir la velocitat de la llum (a aquesta escala, seria una mica més de 3 s per fer 1 m). Visualització de la posició Mercuri-Sol i presa de punt de referència.

4. Recorregut fins a Venus (108 m). Visualització de la posició Venus-Sol i presa de punt de referència.

5. Recorregut fins a la Terra (149,5 m). Visualització de la posició Terra-Sol. Visualització de l'òrbita terrestre i diferència de semieixos orbitals (20 cm). Sorgiment de temes com les estacions, l'energia rebuda, la inclinació de l'eix de la Terra, la distància entre els planetes, l'origen dels planetes, la velocitat orbital, etc.

Ampliació: per representar la translació i la rotació simultànies, dibuixem l'òrbita o un arc (6 min són 360 s), fem una escala temporal 1 dia : 1 s (un gir cada segon) i avancem 2,5 m cada segon.

6. Presentació de la Terra i la Lluna a una distància de 38 cm. Sorgiment de temes com els eclipsis, etc.

7. Plantejament de la posició de Mart, Júpiter, Saturn, Urà i Neptú, sobre un plànol o amb elements de referència. Posteriorment, es pot fer el trajecte.

8. Plantejament de la posició de l'estrella més propera, *Proxima Centauri* (una volta màxima a la Terra).

9. Plantejament d'estrelles més grans que el Sol (fins a milers de vegades més grans). Plantejament del cas de l'estrella Enif, una estrella amb un radi com la distància de la Lluna al Sol. Es pot treballar la visualització d'aquesta esfera, que ens embolcalla per totes bandes.

10. Si estiguéssim dins d'aquesta estrella tal com la visualitzem, la proporció entre els radis d'aquesta estrella i el de la Lluna seria de cinc ordres de magnitud, el mateix que el de l'embolcall i el nucli de l'àtom d'hidrogen. Sorgiment de temes com la composició de la matèria, la posició de l'electró, el concepte *sòlid*, el concepte *buit*, l'escala de la natura, altres partícules subatòmiques, aspectes històrics de la ciència vinculats a l'univers i l'àtom, els conceptes *desigual* i *injust*, etc.

## RESULTATS

Reaccions del professorat i dels alumnes:

– Una certa incredulitat respecte a allò que s'observa i l'imaginari «enregistrat»: a classe els havíem posat tots en una paret.

– Sorgiment (ressorgiment o alliberament) de dubtes sobre les velocitats, les mides, el fenomen de les estacions, la creació dels planetes, la constitució de la matèria, la gravitació, la velocitat de la llum, etc.

– Dubtes sobre el que s'aprèn.

– Atracció per la descripció del món.

## CONCLUSIONS

- Necessitat d'alertar quan es fa una simplificació a l'aula.
- Necessitat d'alertar davant el que són els reptes conceptuals. Tot i que en aquell moment no se n'assoleixi la comprensió, cal deixar clarament senyalitzat el punt de trencament, per si mai es torna per aquells indrets del pensament.
- Necessitat de no prioritzar excessivament el saber respecte a les ganes d'entendre.

## NOTA DE L'AUTOR

Les dades que apareixen en aquesta comunicació són dades molt conegudes. Tot i això, les hem comprovat de diferents fonts i la font primària sempre ha resultat encertada i validada amb les altres consultes. *Viquipèdia* (<http://ca.wikipedia.org>) ha estat una bona eina, en aquest cas.

Totes les consultes s'han fet pel febrer de 2011 i els articles consultats han estat els següents: «Enif», «Pròxima del Centaure», «Sistema solar», «Terra», «Velocitat de la llum» i «Atòmic nucleus». En el darrer cas, s'ha consultat la versió anglesa de *Wikipedia* (<http://en.wikipedia.org>).