



El Sol surt per l'est... o no!

Laia Domènech Bert
Institut d'Argentona, Argentona.
ldomene4@xtec.cat

Citar com: Domènech, L. (2026). El Sol surt per l'est... o no! *Ciències: Revista del professorat de ciències de primària i secundària*, (51), 548. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.548>

Resum • Els alumnes solen imaginar que el moviment aparent del Sol en el cel és més aleatori del que realment és; no hi veuen gaires regularitats. Per altra banda, tampoc els queda clara quina és la causa de les estacions, que solen relacionar amb una distància variable de la Terra al Sol o ho barregen amb que hi hagi dia i nit. Per treballar aquests dos problemes, proposem una situació d'aprenentatge basada en el marc de l'Activitat Científica Escolar per a primer d'ESO basades en la observació, la modelització i el diàleg de manera que un problema resolt condueix a una altre fins a arribar a una explicació convincent per a l'alumnat i a poder aplicar aquests coneixements.

Paraules clau • Estacions, moviment aparent del Sol, azimuth, altura, equinocci, solstici, energia, temperatura.

The Sun rises in the east... or not!

Abstract • Students often imagine that the apparent motion of the Sun across the sky is more random than it actually is, and they perceive few regular patterns. Likewise, the cause of the seasons is often unclear to them; they tend to relate it to a varying distance between the Earth and the Sun or to confuse it with the alternation of day and night. To address these two issues, we propose a learning sequence for first-year lower secondary students based on the framework of School Scientific Activity. This sequence is grounded in observation, modelling, and dialogue, so that solving one problem leads to another, ultimately enabling students to reach a convincing explanation and to apply the knowledge they have acquired.

Keywords • Seasons, apparent movement of the sun, azimuth, height, equinox, solstice, energy, temperature.

Aquest article fa referència a la UD1 del projecte Ciències 12-15 que porta per títol “La Gosadia d’explorar l’Univers” concretament la SA2 que es titula “El firmament es mou? El Sol es mou? La Terra el mou?” [1]. El darrer apartat de l’article fa referència a la UD2 que porta per títol “El planeta blau: Per què? Fins quan?” concretament la SA1 que es titula “Estiu i hivern alhora?” [2]. Ambdues UDs estan adreçades a 1r d’ESO.

INTRODUCCIÓ

Els alumnes de secundària solen arribar a l’institut convençuts que el Sol sempre surt per l’est i es pon per l’oest, per això, en aquesta proposta els plantejem la possibilitat de demostrar-ho. La ciència no consisteix només a enunciar afirmacions: cal assegurar-se que corresponen a la realitat, cosa que requereix treball experimental, diverses formes de representar el que succeeix, una bona dosi de diàleg entre els participants i la disposició a trobar sorpreses.

Descriurem, doncs, una situació d’aprenentatge basada en el marc de l’Activitat Científica Escolar adreçada a aclarir si el moviment aparent del Sol en el cel és realment tal com els alumnes s’imaginen, un moviment que té conseqüències pràctiques importants. Alhora mostrarem com la seqüència porta de manera ordenada i assequible per a l’alumnat d’un problema al següent, fins a construir els sabers i les competències fixats pel currículum.

COM ÉS EL MOVIMENT APARENT DEL SOL?

Els alumnes saben que el Sol es mou pel cel, però quan han de concretar com ho fa exactament, apareixen els dubtes. Per això és útil començar interessant-nos pel que en saben. Per exemple: des del centre de Barcelona podem veure en algun moment el Sol damunt de les xemeneies de St. Adrià? O damunt del Tibidabo? O del monument a Colom? O de Montjuïc? Es manté sempre a la mateixa altura o varia? Aquesta altura té relació amb l’hora del dia?... L’alumnat està d’acord en què el Sol surt per l’est i es pon per l’oest, però no hi ha consens sobre les altres preguntes que es proposen.



Figura 1. A partir de la llargada de l’ombra podem deduir l’altura del Sol en aquell moment.

Per aclarir-ho, presentem algunes fotos amb ombres de diversa llargària (Figura 1) i preguntem a l’alumnat si amb l’ombra podem deduir on és el Sol. Com que hi veuen la relació, els proposem un experiment senzill. Anem al pati, busquem un lloc on hi toqui el Sol, fixem un punt d’observació i hi col·loquem un pal vertical (que anomenarem “estil” o “gnòmon”) Sobre un terra pla.

Cada alumne pot predir fins on creu que arribarà l’ombra del pal en diferents hores del dia, i ho assenyalarem sobre el terra o la cartolina.

Tot seguit és el moment d’anar al sistema real i assenyalarem sobre el terra la posició de l’ombra del Sol cada mitja hora (Figura 2). Organitzem la classe per parelles que aniran sortint al pati cada 30 min per marcar la línia de l’ombra. Cal comptar amb la comprensió d’altres professors, ja que l’alumnat haurà d’anar sortint de l’aula diverses vegades al llarg del dia. Els nois i noies solen assumir aquesta tasca amb ganes i responsabilitat.

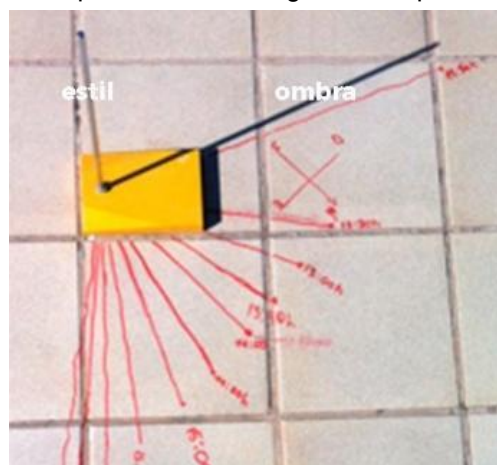


Figura 2. L’ombra d’un estil vertical, enregistrada al llarg de les hores, ens permet deduir quin ha estat el moviment del sol al cel.

En veure l'observació de les ombres ja s'hi observen algunes regularitats, si marquem els punts cardinals amb l'ajuda de la brúixola, podem veure que el Sol va d'est a oest passant pel sud, i que l'ombra més curta –corresponent a l'alçada màxima del Sol– es produeix al migdia... hora solar! Bon moment per discutir la diferència amb l'hora oficial.

En aquest punt podem fer un pas cap a la precisió de les dades i introduir una forma de mesurar la posició del Sol basada en dos angles (Figura 3): l'azimut (angle que forma l'ombra amb la direcció nord) i l'altura (l'angle entre el terra i la direcció del Sol des del final de l'ombra, una recta que passa per la punta del gnòmon). Haurem donat nom a dues realitats físiques un cop ja les coneixem, com sempre fem.

La introducció d'aquests dos angles permet convertir els senyals a terra en parelles d'azimut i altura per a cadascuna de les observacions, generant una taula de valors amb un significat prou clar per a l'alumnat que ha seguit tot el procés. A la pràctica, comprenen que en ciències la quantificació de les dades ajuda a fer més precisos els raonaments. Arribats aquí, hem entès sobretot el moviment del Sol a la part central del dia, però no gaire en els extrems. Per això, recorrem a un altre instrument d'observació, la semiesfera astronòmica, per tenir una idea més completa de la trajectòria diària del Sol tal com la veiem dibuixar-se al cel. Es tracta d'una semiesfera de plàstic transparent amb algunes indicacions gravades en relleu en la seva superfície: els quatre punts cardinals a la base, el zenit, i alguns arcs (el contorn del cercle a terra, i diversos del terra al zenit), tots dividits en graus. Per saber la posició actual del Sol, primer l'orientem segons els punts cardinals i marquem el seu centre a terra (allà on es creua la línia de nord a sud amb la línia d'est a oest); després preparam una cartolina amb un petit forat que posarem a la superfície de la semiesfera, movent-la fins que la llum que passa pel forat va a parar justament al centre de la semiesfera i ho marquem amb un retolador permanent (Figura 4). Això ens permetrà mesurar tant l'azimut com l'altura del Sol en aquell moment.

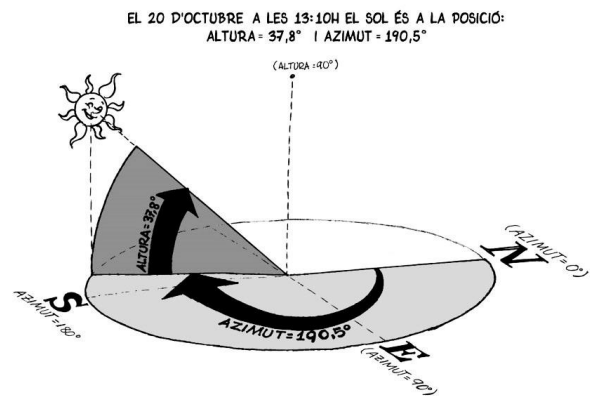


Figura 3. Dos angles útils: L'azimut i l'altura del Sol.

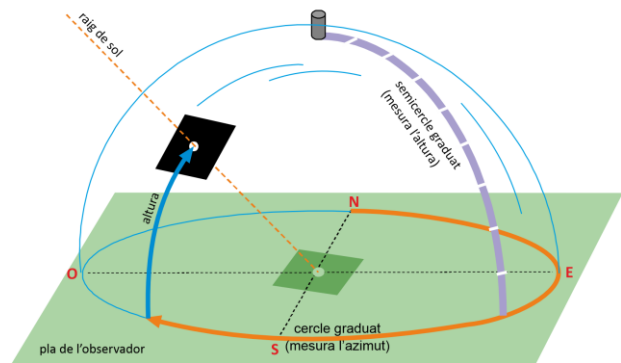


Figura 4. La semiesfera astronòmica, degudament orientada, permet mesurar l'azimut i l'altura actual del Sol.

Amb aquest nou instrument podem tenir una idea força acurada de com es mou el Sol. Per això, per començar farem, com sempre, una predicció del que creiem que ens sortirà, marcarem a la semiesfera diferents punts per on pensem que passarà el Sol aquell dia. Cada grup dibuixa una trajectòria aproximada del Sol a la semiesfera astronòmica, marcant-la amb retolador sobre la seva superfície (Figura 5). Tot seguit repetim l'organització de parelles d'alumnes per anar anotant cada mitja hora la posició del Sol (Figura 6). Si hi utilitzem dues semiesferes, garantim millor la qualitat dels resultats.

Amb les dades obtingudes, valorem en què s'assemblen i en què es diferencien, les dades reals amb les prediccions fetes. Sorpren que la trajectòria del Sol dibuixi un cercle pla, cosa que facilita poder completar la trajectòria en els punts que no hem pogut observar. Un resultat que sorprèn –si hem pres la precaució de fer-ho en una època de l'any allunyada de l'equinocci– és que el Sol no surt exactament per l'est ni es pon exactament per l'oest.



Figura 5. Dibuixen la possible trajectòria del Sol a la semiesfera celeste abans de determinar-la experimentalment.

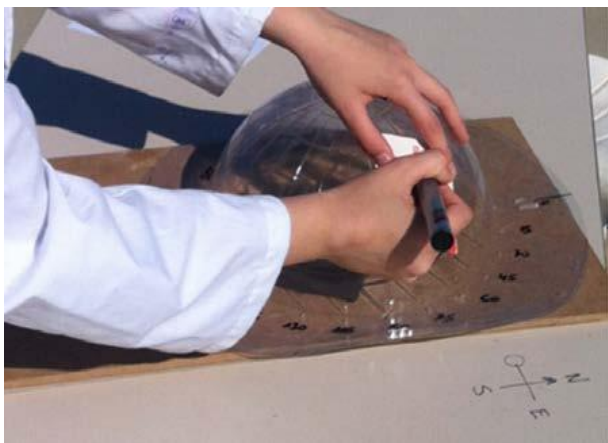


Figura 6. Anotem periòdicament sobre la semiesfera la posició del Sol al llarg del dia.

Justament allò que creien saber, no era del tot cert.

Com que ho fem el primer trimestre, en plena tardor, podem aventurar com seria la trajectòria aproximada a l'hivern o a l'estiu. Però això quedarà com a hipòtesi i guardem la línia dibuixada a la tardor per repetir-la a l'hivern, durant la segona unitat i també cap a finals de curs, a prop de l'estiu, i poder comparar-les. La reparició de temes, sempre que siguin d'interès per a l'alumnat, ajuda a consolidar els seus aprenentatges.

UN COP ENTÈS, HO APLIQUEM

Podem aprofitar alguna sortida al medi rural per determinar amb brúixoles l'orientació de les masies. Trobem que totes solen estar més o menys orientades cap al sud (Figura 7). Per què deu ser?

Amb el que ara saben sobre el moviment del Sol és fàcil arribar a un consens sobre el millor aprofitament de les hores de sol per escalfar la casa i per disposar-hi de llum natural.

Un cop construïda la nostra taula de posicions del Sol durant un dia, és fàcil interpretar taules fetes en un altre lloc i en un altre dia. Així, a partir d'una taula que recull diverses dades de la posició del Sol a Barcelona els dies 21 de cada mes [3], podem investigar-hi alguns aspectes d'interès:

- Les hores que el Sol es passa al cel (Figura 8): hi ha un màxim en el solstici d'estiu i un mínim en el d'hivern, dues dates associades a festes importants entre nosaltres: Sant Joan i Nadal. La diferència és d'un 6 hores, una diferència que els alumnes no solen esperar que sigui tan gran. Al començar l'estiu els dies són llargs i al començar l'hivern, són curts. Això deu tenir alguna relació amb que faci fred o calor?



Figura 7. L'ombra de l'estil del rellotge de sol és gairebé vertical, indicant que som a prop del migdia i que la façana de la masia mira cap al sud.

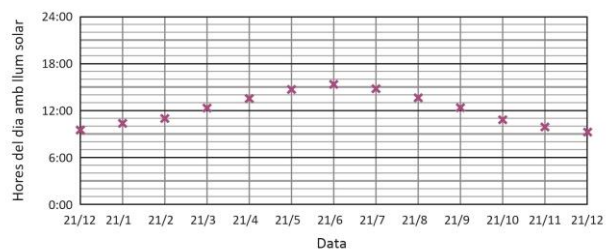


Figura 8. Evolució, al llarg d'un any, de les hores de sol a Barcelona.

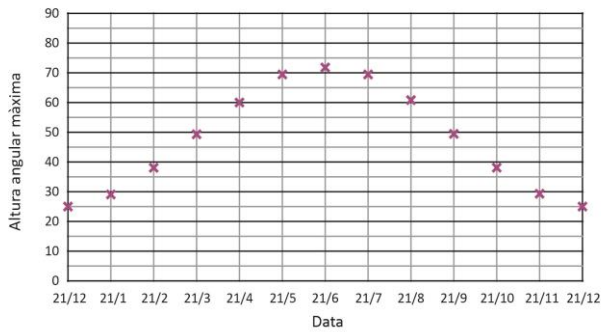


Figura 9. Evolució, al llarg d'un any, de l'altura màxima del Sol a Barcelona.



Figura 10. Un globus terraquí amb el seu eix inclinat.

- L'evolució de l'altura màxima del Sol (Figura 9): arriba al màxim i al mínim en les mateixes dates que ho feien les hores de Sol. A començaments d'estiu el Sol arriba al seu punt més alt, mentre que al començar l'hivern és quan puja menys. De nou, deu tenir alguna relació amb que faci fred o calor? A més a més, la diferència entre el màxim (72°) i el mínim (25°), que és de 47°, com la interpretem? Si ens fixem en un globus terraquí (Figura 10) veurem que el fan amb l'eix inclinat, però els alumnes en solen desconèixer cap conseqüència pràctica. Fent alguns dibuixos veurem que en els equinoccis el Sol és en el pla de l'equador, però que en els solsticis aquesta inclinació de l'eix es suma o es resta a l'altura màxima del Sol en els equinoccis. Per tant, aquesta diferència és el doble de la inclinació de la Terra, que deu ser, per tant, de $72^\circ / 2 = 23,5^\circ$. Si el Sol puja i baixa al llarg de l'any, deu ser a causa d'aquesta inclinació de l'eix.

- L'evolució de l'azimut de la sortida i la posta del Sol (Figura 11): un i altre evolucionen a l'entorn de l'est i de l'oest, respectivament. Realment, el Sol només surt per l'est i es pon per l'oest dos cops l'any, que són els equinoccis. Entre l'equinocci de primavera i el de tardor, surt i es pon de més al nord que l'est i l'oest, mentre que en la resta de l'any es mou més al sud. Això coincideix amb les èpoques de dies més llargs i més curts (Figura 12): a la temporada d'estiu els dies són més llargs perquè el Sol surt i es pon més al nord, i està més hores al cel, fent-hi un arc més ample, mentre que a la temporada d'hivern passa el contrari. Tot va lligant.

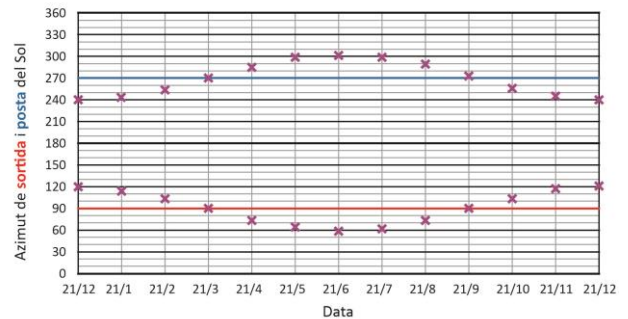


Figura 11. Evolució, al llarg d'un any, de l'altura màxima del Sol a Barcelona.

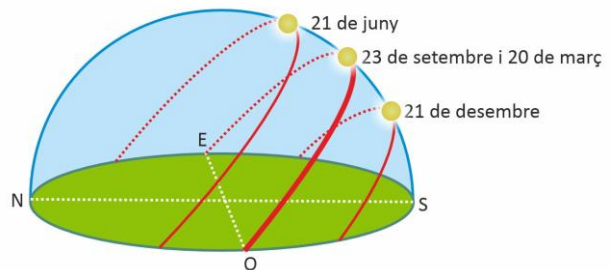


Figura 12. Recorregut aparent del Sol en els equinoccis i solsticis.

PER QUÈ A LA TERRA HI HA ESTACIONS?

Amb tot plegat ja hem anat ensumant per què al llarg dels anys es repeteixen cicles d'èpoques càlides i altres de més fredes, és a dir per què hi ha estacions. A la unitat 2 s'estudia com la diferent inclinació de la llum solar es relaciona amb les estacions i es proposa un experiment per demostrar que una inclinació diferent de la llum del Sol sobre la superfície pot causar un escalfament diferent. Així, utilitzant una bombeta d'incandescència (Figura 13) es pot comprovar que mantenint la mateixa distància mitjana, s'escalfa més la

superfície que rep els raigs de llum més perpendiculars (si és possible, és preferible fer servir un termòmetre d'infrarojos en comptes d'un de convencional).

Per altra banda, com que cada vegada és més difícil trobar bombetes d'incandescència, es pot optar per fer servir llum del Sol (en un espai interior tancat, per protegir la cartolina del refredament aleatori degut al vent) i anar inclinant la cartolina (Figura 14 esquerra) o bé utilitzar una bola gran que es mantingui immòbil (Figura 14 dreta) per detectar el diferent escalfament en unes condicions i altres.

També és útil, i força definitiu, partir del fet que les estrelles nocturnes semblen girar tot l'any entorn de la Polar, cosa que fa pensar que l'eix de la Terra sempre mira cap allà. Llavors es pot simular l'òrbita de la Terra entorn del Sol, mantenint estable la inclinació de l'eix terrestre. Si els alumnes se situen al centre –en la posició del Sol– i imaginen que envien llum i calor a la Terra, poden comprovar que l'energia que arriba als hemisferis nord i al sud, no només varia al llarg de l'any, sinó que a un hemisferi i a l'altre les estacions s'hi inverteixen (Figura 15).

A l'alumnat no li resulta fàcil entendre l'origen de les estacions i, sobretot, entendre per què són inverses als dos hemisferis (cosa que semblaria descartar que es tractés d'una proximitat al Sol més o menys gran). Totes aquestes activitats, basades en experiments i models, els ajuden a construir una interpretació científica convincent.

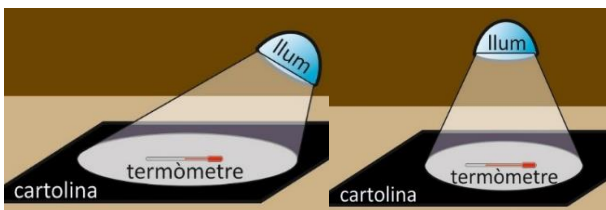


Figura 13. Si la llum arriba més perpendicular o més obliqua a la cartolina, no s'escalfa en el mateix grau.

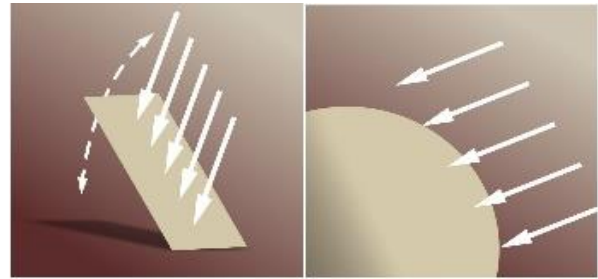


Figura 14. Dues opcions per comprovar si diversos angles entre la superfície i els raigs de llum condueixen a escalfaments diferents; a l'esquerra inclinant la superfície; a la dreta amb una bola gran.

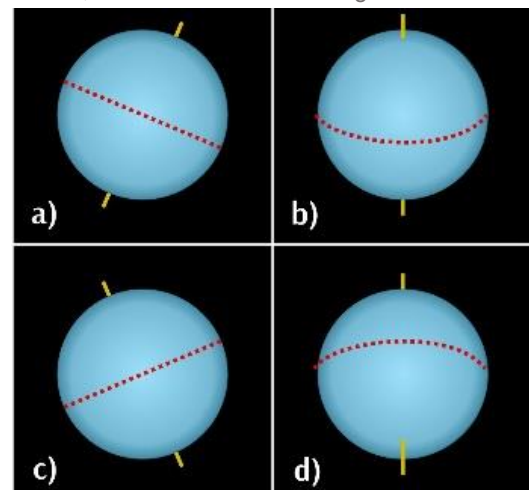


Figura 15. La Terra, vista des del Sol en diferents moments de l'any, amb l'eix apuntant sempre a l'estrella Polar. a) A l'equinocci de primavera b) Al solstici d'estiu c) A l'equinocci de tardor. d) Al solstici d'hivern. L'energia solar que rep cada hemisferi va variant.

NOTES

- [1] Couso, D., Faro, J.M. i Aliberas, J. (2023) La gosadia d'explorar l'univers: llunyà i alhora proper. [Unitat 1 - Material Didàctic]. Ciències 12-15.
https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2023/310534/UD_1_La_gosadia_d_explorar_l_univers_-_novembre_2023.pdf
- [2] Costa, M. (2023) El planeta blau: Per què? Fins quan? [Unitat 2 – Material Didàctic]. Ciències 12-15.
https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2023/310534/UD_2_El_planeta_blau_per_que_fins_quan_-_novembre_2023.pdf
- [3] Es pot trobar un exemple d'aquesta taula a la pàgina 54 de la Unitat 1 [1].