



MESURA DEL RADI DE LA TERRA

Introducció

Un dels projectes acceptats per la Comissió de l'Any Internacional a Espanya, s'adreça als centres escolars i porta el títol: "Mesura del Radi de la Terra". Hauria de ser la celebració d'un dia de festa de ciència, amb múltiples activitats científiques al voltant d'un instrument de la màxima senzillesa: un pal, que un grup d'alumnes i professors han plantat en un racó del pati i que fa ombra.

El projecte està obert a la participació de tots els nivells de l'escolaritat. Els més petits hauran d'observar en un parell o tres d'ocasions espaiades al llarg del dia la posició de l'ombra, potser dibuixar-la. Seria suficient objectiu la verbalització correcta del canvi de lloc del Sol al llarg del dia. Els seus mestres sabran completar-lo amb algunes activitats més lúdiques, adaptades al seu nivell, perquè també ells puguin participar de la festa.

Alumnes una mica grans observaran i marcaran la trajectòria de l'extrem de l'ombra del gnòmon, amb la guia d'algun professor o alumne gran, en un tros de paper d'embalatge estès per a aquesta finalitat sobre el terra.

Una vegada fetes les marques en la llenca de paper hi ha feina per a tots:

Prendre mesures, tasca que poden realitzar, per duplicat, diferents grups d'alumnes.

Traçar i mesurar arcs i mediatrïus, que permetran traçar la direcció Nord-Sud.

Fer gràfiques, per a la determinació de l'instant del mínim de la longitud de l'ombra.

Calcular interpolacions per refinar els càlculs.

Els alumnes grans poden fins i tot ajustar la longitud de l'ombra a una funció de segon grau (no ho és, però en un interval petit al voltant del mínim és vàlida l'aproximació) i derivar i igualar a zero per calcular analíticament l'instant de pas de l'ombra pel mínim de longitud i el valor de l'ombra en aquest instant.

El resultat de les tasques anteriors, realitzades per tots els participants el pròxim 26 de març, servirà per al càlcul del radi de la Terra, en una adaptació del mètode d'Eratòstenes.

Es recolliran les mesures de tots els participants (uns centenars) i en un càlcul d'ajust estadístic s'obindrà un únic valor de la circumferència i del radi de la Terra. El càlcul conjunt ha de permetre, d'una banda, obtenir una millor precisió en el resultat final i, d'altra banda, despertar el sentiment de participació en una experiència col·lectiva i d'adhesió a una celebració científica important a nivell mundial.

Els centres escolars que ho desitgin podran aparellar-se amb altres centres participants a fi de calcular, a partir exclusivament de les seves pròpies dades, la circumferència i el radi de la Terra en un càlcul molt semblant que va realitzar el propi Eratòstenes.



Al mateix temps que es fa la part col·lectiva de l'experiència hi ha altres activitats que tenen relació amb diferents temes del currículum escolar i que poden ser portades a terme amb el mateix instrumental senzill, i, en part, amb les mateixes dades que se n'han obtingut.

Plantejar i resoldre alguns problemes de Trigonometria (càlculs de l'alçada del Sol)

Calcular, per semblança de triangles, l'altura d'alguns elements de l'entorn (un arbre, un fanal, un edifici) com a exercici de Geometria i com a pràctica de l'habilitat de mesura (Tecnologia)

Calcular la longitud i la latitud geogràfiques, amb possible implicació dels professors de Ciències Socials

Subministrar elements per al repàs, en els nivells escolars que correspongui, de temes com l'hora solar local, els fusos horaris, l'hora oficial.

El càlcul del radi de la Terra és només la culminació de l'activitat, la seva part més visible.

Tan important com una precisió raonable en el resultat final (limitada per usar un instrumental molt simple) seran les habilitats d'experimentar i de reflexionar, com a científics, que els professors sabran reforçar en els alumnes en el desenvolupament de les diferents activitats.

En www.astronomia2009.cat hi haurà fitxes detallades de les diferents activitats.

Procediments

El càlcul d'Eratòstenes es basa en la proporció de dues mesures de dos observadors, una angular (diferència d'altura del Sol en el moment del trànsit pel meridià) i una altra lineal (que pot ser la distància entre els observadors o la distància de cada un d'ells a una referència comuna, per exemple l'Equador). Aquesta mesura s'ha d'expressar en unitats de longitud (Eratòstenes va mesurar en estadis, en l'experiència es farà en quilòmetres).

L'instrument bàsic a utilitzar per a la mesura d'angles és el gnòmon, un pal vertical que projecta l'ombra sobre una superfície horitzontal.

En comptes de mesurar directament la longitud de l'ombra s'ha preferit proposar el registre de l'evolució de l'ombra marcant sobre un tros de paper gruixut (paper d'emalatge) estès sobre el terra l'extrem de l'ombra i anotant al costat de cada marca l'hora en què es va realitzar.

Aquest paper haurà de tenir les dimensions adequades perquè hi càpiguen el mateix gnòmon i la trajectòria de l'extrem de l'ombra. Abans de donar per finalitzada l'experiència s'haurà de marcar la posició del gnòmon. Aquesta forma de procedir té l'avantatge de conservar un registre que pot ser objecte de



mesura i càlcul posterior per part de diferents grups de persones totes les vegades que calgui.

Per poder marcar bé la posició del gnomon és preferible que no sigui fix. Un element del parament de llar que va prou bé (i és summament barat) és un recollidor d'escombraries.

Per l'enregistrament de les ombres pot usar-se un tros de paper Kraft, que es ven en papereries per rotlles. El d'un metre d'amplada serà suficient. Si es preveïessin unes ombres molt llargues (a l'hivern) podria ser convenient o bé escurçar el pal del recollidor o duplicar l'amplada del paper de registre, ajuntant dues tires de paper amb cinta adhesiva o proveir-se d'un rotlle més ample.

Amb aquest registre es determina l'angle altura del Sol sobre l'horitzó en el moment del seu pas pel meridià del lloc d'observació. Pot fer-se per Trigonometria. També pot fer-se simplement dibuixant un triangle rectangle els catets del qual siguin iguals o proporcionals a l'altura del gnomon i a la longitud de l'ombra i mesurant l'angle amb un semicercle graduat. O finalment, les escoles d'alumnes més petits poden simplement comunicar aquestes dues mesures, altura del gnomon i longitud de l'ombra.

La segona mesura a comunicar és una distància lineal. Es proposa obtenir-la amb regla mil·limetrada sobre un mapa, seguida dels càlculs adequats d'escala. S'ha preferit aquest mètode al també possible a partir de la latitud del lloc d'observació. Possiblement es fa més evident el caràcter de mesura lineal.

La tradició diu que Eratòstenes va estimar aquesta mesura enviant un esclau a recórrer el camí en línia recta d'Alexandria a Assuan comptant els passos. Per a l'experiència del 26 de març es demana als centres que comuniquin la seva distància en quilòmetres al paral·lel 40°N, prenent distàncies positives cap al Nord i negatives cap al Sud

El Mètode científic

Potser hi haurà algú que es pregunti pel valor científic d'una experiència en què només s'obté un valor aproximat (per la simplicitat del material usat) d'un valor que hauria de ser ben conegut de tots els escolars.

La resposta és clara. El coneixement científic que ha anat tresorejant la humanitat al llarg dels segles està format per conceptes, relacions, lleis, valors de determinades constants, etc. Tot junt constitueix l'estat actual de cada ciència, entre elles, l'Astronomia. El procés per arribar en aquest punt no ha estat rectilini i continu; hi ha hagut passes endavant i passes endarrere i els assajos successius han descartat explicacions o teories que no encaixaven correctament, s'han anat refinant els càlculs.

Cada generació rep aquest llegat i l'ha de transmetre a la generació següent, millorat i ampliat.



No és possible que cada generació repeteixi tots els experiments i càlculs que han conduït al corpus científic actual. El que sí ha de fer és aprendre la forma com s'ha constituït aquest corpus i com es va completant, el conjunt d'habilitats intel·lectuals i experimentals que anomenem el Mètode científic.

El dia 26 de març demanarem als nostres alumnes que, amb un instrument summament simple, mesurin, tabulin, calculin, obtinguin uns resultats, contrastin aquests resultats amb els de la bibliografia i amb els d'altres observadors. No és pecar de presumptuosos dir que els demanarem que facin ciència.

Pere Closas, Aster, Agrupació Astronòmica de Barcelona