

## EL PLANETARI ZEISS

**L**a majoria dels qui visiten el Planetari ZEISS, no arriben, en la primera observació de l'instrument, a copsar ben clarament la seva estructura; això cal atribuir-ho a què, ben poques vegades, reflexionem sobre la manera com estan ordenades en l'espai les coses exteriors a la nostra Terra. Per tal motiu, intentarem avui reconstruir el Planetari ZEISS com un model de l'univers.

Cal que ens aversem, en tota contemplació de coses astronòmiques, a pensar, situant-les en l'espai. Aquests mots seran, potser, inintel·ligibles per a la majoria.

Fem, doncs, alguns aclariments. Quan durant la nit esguardem les estrelles, veiem, certament, les nombroses llums del firmament; però no pensem gaire a propòsit de la posició relativa en l'espai del Sol, de la Lluna, dels planetes i de les estrelles fixes. Molts de nosaltres coneixem algunes constel·lacions per llur nom. Coneixem, també, els planetes i hem retingut els noms d'algunes estrelles; però amb això hem aconseguit ben poca cosa. Mentre no hàgim assolit de formar-nos, almenys, una representació clara del nostre sistema solar, res no haurem fet.

És per això que anem a realitzar l'intent bo i explicant la construcció del Planetari Zeiss mitjançant algunes figures que ens procuraran la visió en l'espai de l'aspecte que presenta l'Univers al voltant del Sol.

Cal que, alhora, donem un gran salt amb el pensament. Allunyem-nos mentalment per l'Univers i mirem oblicuament el Sol (Fig. 2). En quina direcció mirem vers la nostra llar, des de l'Univers? Si en les darreres hores d'una tarda de tardor, amb la vista dirigida vers el Sol, aixequem els ulls esguardant ben enlaire, copsem al bell mig de la faixa lluminosa de la Via Làctea, cinc estrelles molt clares disposades en forma de W. Són les cinc estrelles més brillants de Casiopea. A l'Est hi ha un petit grup d'estrelles que mantes vegades hem observat durant les nits d'hivern: són les Plèiades i la gran W, en la Via Làctea, està en la direcció de la constel·lació de Perseu, des de la qual mirem mentalment la nostra terra.

Podríem, des d'aquest llunyà observatori fixar ço que segueix:

Els planetes giren al voltant del Sol segons l'ordre que segueix, ben conegut, per altra banda, de tothom: Mercuri, Venus, Terra, Mars, Júpiter i Saturn. En la figura 2 manquen, no obstant, dos grans planetes. Ura-

ni i Neptú. Sabem, perfectament, que giren a l'entorn del Sol, allunyadíssims de l'òrbita de Saturn; per aital motiu, essent tan distants del nostre punt d'observació—la Terra—no podem, per clara que la nit sigui, veure'ls a simple vista. En el Planetari Zeiss no hi apareixen tampoc, perquè en aquest Cel artificial solament es tracta de reproduir ço que es pot veure en el Firmament, sense l'auxili de cap instrument òptic. Els plans de les

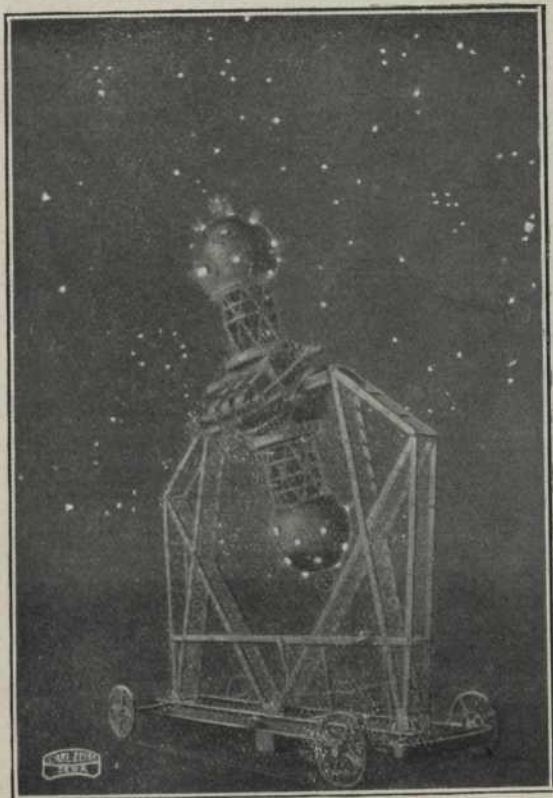


Fig. 1. - El Planetari Zeiss

òrbites que segueixen els planetes en llur rotació entorn del Sol, es desvien poc del de l'òrbita que nosaltres descrivim amb la terra; és per això que sembla, doncs, com si tots els planetes fessin llur cursa al voltant del Sol situats en un mateix pla.

Si suposem prolongat aquest pla fins als límits de l'espai explorat, hi trobem dotze constel·lacions, set de les quals han estat designades des de l'antiguitat amb noms d'animals, per la qual cosa les anomenem *Constel·lacions del Zodíac*. Des dels primers temps històrics, aquest pla ha trobat,

sempre, les mateixes constel·lacions i amb força fonament pot dir-se que no ha canviat la seva posició respecte a les estrelles fixes, en els milers d'anys transcorreguts. Ens servirà, doncs, de pla fonamental, en el qual podrem recolzar-nos per construir el nostre instrument.

La perpendicular ( $E$ ) a aquest pla ens serveix d'eix al voltant del qual

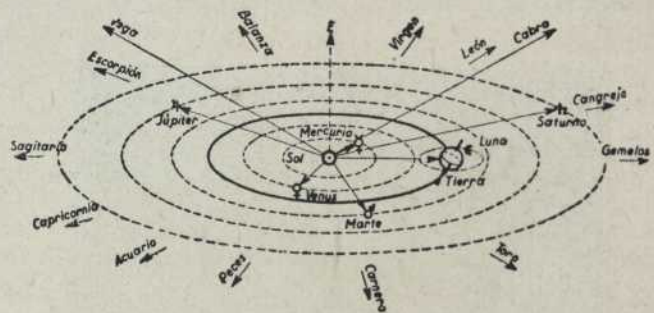


Fig. 2.—Aspecte del nostre món en l'Univers, vist des de la constel·lació de Perseu.

realitzem la construcció (Fig. 3). En el lloc del Sol muntem una estructura cilíndrica de dues parts, la qual està dividida en set pisos. En els seus dos extrems fixem esferes metàl·liques buides de gairebé un metre de diàmetre. El conjunt ofereix l'aspecte de les peces que s'estillen en els exercicis de

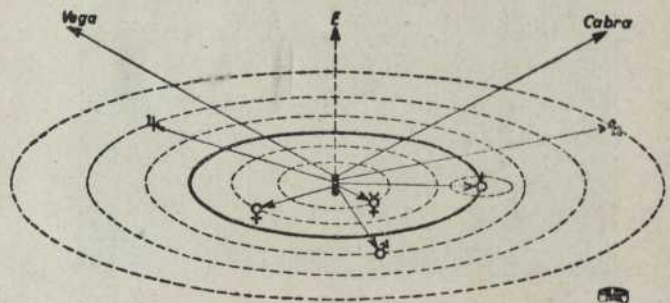


Fig. 3.—Construim el nostre model de l'Univers, en el lloc del Sol, prenent com a eix la perpendicular  $E$ .

gimnàsia i l'eix de la peça coincideix amb la perpendicular ( $E$ ) al pla al qual ens referim. En cada esfera fem setze forats distribuïts amb uniformitat sobre la seva superfície. Colloquem en cada forat una cambra fotogràfica i prenem una vista de la part del Cel de les estrelles fixes, que es veuria a través dels forats des del centre de la esfera. Obtindrem així, en 32 negatius, les estrelles de tot el firmament. Fem ara, amb aquests negatius, diapositives, les quals col·locarem en les cambres esmentades, en el

lloc de les negatives. En el centre de cada esfera installem una làmpada d'incandescència de mil bugies i, després, dirigim els raigs lluminosos que deixen passar els objectius fotogràfics, altra vegada exactament envers les estrelles fotografiades en les plaques positives. Entre les làmpades d'incandescència i cada positiva, cal interposar una lente especial, el condensador, que s'empra en tots els aparells de projecció.

En cinc dels set pisos de la part cilíndrica, construïm una petita òrbita terrestre i una òrbita d'un dels planetes Mercuri, Venus, Mars, Júpiter i Saturn (Fig. 5). Totes aquestes òrbites són petits discos de metall que estan molt poc inclinats l'un en relació a l'altre, tal com s'esdevé amb les òrbites del planetes. En cada un dels pisos 6 i 7 col·loquem un disc d'òrbita terrestre per a la representació del Sol i de la Lluna (Fig. 6 i 7). Els discos

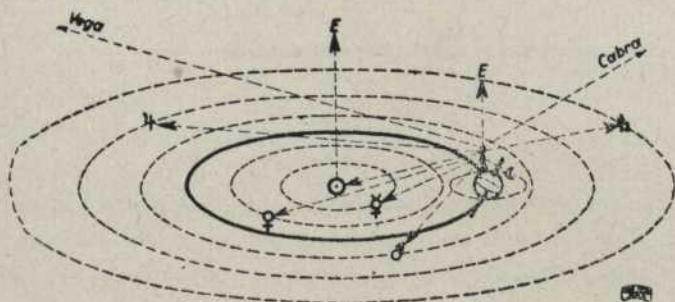


Fig. 4 - El model de l'Univers, és traslladat des del Sol a la nostra estació, la Terra.

metàl·lics que tenen, poc més o menys, 25 cm. de diàmetre, són models disminuïts—reduïts a una bilionèsima part de la dimensió que representen—de les òrbites dels planetes.

Els planetes i la Terra són representats en aquests discos per clavetes; en la col·locació dels discos cal tenir en compte que les clavetes, vistes des del centre d'ells, assenyalin la direcció en la qual els planetes es troben en un moment determinat, tal com ensenya la figura 3, mitjançant les línies traçades vers els planetes.

Amb això queda acabat el nostre model de l'Univers en les seves línies essencials; però en el lloc del sol, no ens serveix de res. Nosaltres vivim a la Terra i a aquesta hem de transportar el petit model. És, precisament, això el que hem fet en la figura 4. Posem l'exemple de la seva col·locació sobre la terra als 47° de latitud Nord. Cal operar amb precaució, de manera que l'eix de l'instrument quedi paral·lel a la vertical (*E*) i que els raigs lluminosos segueixin dirigint-se vers les mateixes estrelles, per exem-

ple, Capella, Vega, etc. A algú se li suggerirà el dubte de si, realment, tots els raigs de llum corresponents a cada estel marcaran amb exactitud la direcció vers llur estrella respectiva, ja que hem fotografiat les estrelles

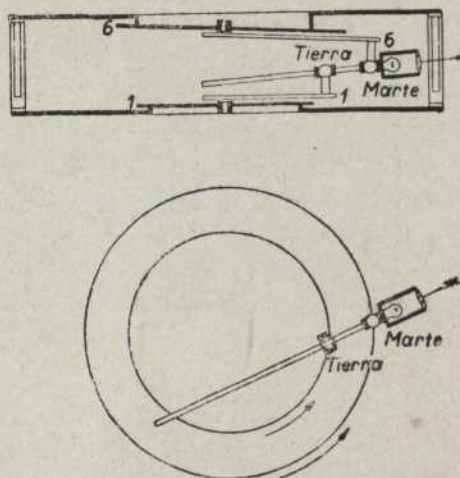


Fig. 5.—El pis per a la representació de Mars.

1,1: Disc de l'òrbita de la Terra.

6,6: Disc de l'òrbita de Mars; té una lleugera inclinació en respecte a 1,1

fixes des del Sol, del qual la Terra es separa 150 milions de km. No obstant, des del nou punt d'observació, la terra, tot segueix en el millor ordre, tota vegada que, des de l'estrella fixa més pròxima a nosaltres, apareix el

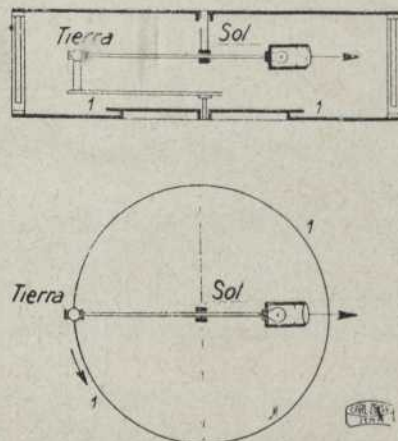


Fig. 6.—El pis per a la representació del Sol. 1,1: Disc de l'òrbita de la Terra.

diàmetre total de la nostra òrbita terrestre, més petit que un pèsol, vist a la distància d'un kilòmetre. La direcció de les estrelles, observada des del Sol o des de la Terra, és pràcticament la mateixa. Les veiem en la mateixa direcció, tant si les observem des de la Terra com des del Sol.

En ço que als planetes es refereix, els veiem des del nostre observatori, la Terra, en direccions completament diferents que si els observéssim des del Sol. En la figura 3 s'assenyalen amb línies fortes les direccions de visuals vers els planetes tal com apareixen vistos des del Sol i en un determinat moment. En la figura 4 s'han traçat amb línies de punts les visuals vers els planetes, vistos des del nostre punt d'observació, la Terra. Aquesta direcció de la Terra als planetes, la trobem en els pisos (Fig. 5). Si ací unim la claveta de la Terra amb la de Mars per mitjà d'una vareta i col·loquem a l'extrem d'aquesta vareta, en la claveta de Mars, un petit projector, tal com s'indica en la figura 5, que enviï la seva llum en la direcció Terra-Mars, ens donarà la direcció en què veiem Mars des de la Terra, segons la posició dels planetes en el moment escollit. De la mateixa manera, en cada un dels pisos de Mercuri, Venus, Júpiter i Saturn, instal·lem un projector semblant i tots ells enviaran llur llum en direcció Terra-Planeta.

És més senzilla, encara, la representació del Sol i de la Lluna. En el pis destinat a representar el Sol, ens cal construir solament un disc de l'òrbita terrestre amb la claveta de la Terra (fig. 6) i col·locar una vareta dirigida vers el punt mig del Sol; d'aquesta guisa, el projector subjecte a la vareta del costat del Sol, indicarà la direcció en què el veiem des de la Terra.

Per preparar el pis de la Lluna, cal recordar que aquesta gira al voltant de la Terra (Fig. 7). Construïrem, doncs, un disc per a l'òrbita del nostre satèl·lit, disc que apareix en la figura 7 amb una inclinació de  $5^\circ$  en relació a l'òrbita terrestre, tal com ocorre en la Naturalesa (2.2). En ell representarem la Lluna per una claveta; la claveta de la Terra és al centre. La vareta que va des de la Terra a la claveta de la Lluna i el projector instal·lat a l'altre costat d'aquesta, assenyalen la direcció de la Terra a la Lluna.

Però, en aquest moment, sorgeixen noves dificultats. Sabem que la terra dona, en un any, una volta a l'entorn del Sol, i que els altres planetes triuen diferents temps a recórrer llurs òrbites. El nostre satèl·lit—la Lluna—empra 27 dies i un terç en la seva volta al voltant de la Terra. A més, el nostre globus dona un gir complet sobre el seu eix cada 24 hores i, finalment, l'esmentat eix no sempre conserva la mateixa direcció en l'espai; la Terra oscil·la com un virol, encara que doni solament una revolució cada 26 anys. Cal dir, també, que la Lluna és una companya força inconstant; la seva òrbita oscil·la, així mateix, una vegada cada 18,6 anys. Tot està en moviment. Necessitem, per tant, introduir en el nostre model de l'Univers tota mena de moviments si volem que les direccions visuals de la terra als astres corresponguin, en qualsevol moment capriciosament elegit, a la realitat. Això, que pot semblar una complicació, és, no obstant, la cosa més senzilla. Cal solament obrar curosament posant-hi tota l'atenció.

Comencem per la rotació de la Terra sobre el seu eix, origen per a nosaltres de la successió dels dies i de les nits. L'eix terrestre està inclinat en relació al pla de l'òrbita de la Terra; té una inclinació de  $23,5^\circ$  en relació a la perpendicular (*E*) al dit pla (Fig. 8). La Terra giravolta, vista des del Nord, vers l'esquerra en sentit contrari al de les agulles del rellotge.

El nostre model de l'Univers, però, està col·locat sobre la Terra i giravolta, per tant, entorn d'aquest eix oblic. Conseqüentment, en giravoltar la terra, el model es desplaça de la seva posició i, per tant, deixa d'estar en la posició deguda. Això s'ha d'evitar, car del contrari els raigs llumi-

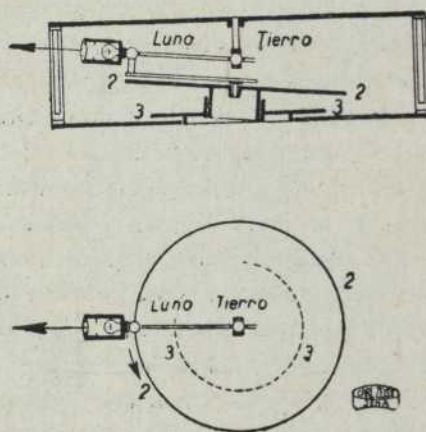


Fig. 7.—El pis per a la representació de la Lluna: 2,2: Disc de l'òrbita de la Lluna.  
3,3 Roda motriu per al gir (oscil·lació de tota l'òrbita lunar 2,2)

nosos no assenyalarien ja llurs respectives estrelles. Per conservar la disposició exacta del model de l'Univers, malgrat de la rotació de la Terra, caldrà que el fem girar en sentit contrari, sobre un eix de la mateixa orientació que el terrestre i que dona, també, una volta cada dia. Amb això, el model queda degudament orientat, segons la direcció *E*, tal com pot veure's en la figura 8.

Però si la terra giravolta, és a dir, si el temps passa, nosaltres viatgem amb ella al voltant del Sol, i el mateix esdevé als altres planetes, amb la diferència que mentre nosaltres donem la volta en 365,356 dies, o sigui un any, ells efectuen llur revolució en els diversos espais de temps següents:

|         |         |                             |
|---------|---------|-----------------------------|
| Lluna   | 27,33   | dies al voltant de la Terra |
| Mercuri | 88,969  | " " " del Sol               |
| Venus   | 224,701 | " " " " "                   |

|         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| Mars    | 686,930 dies al voltant del Sol |
| Júpiter | 4332,589 " " " " "              |
| Saturn  | 10769,23 " " " " "              |

Per assolir que tots els projectors situats en els pisos es dirigeixin amb exactitud envers els respectius planetes, en qualsevol moment, és a dir, en

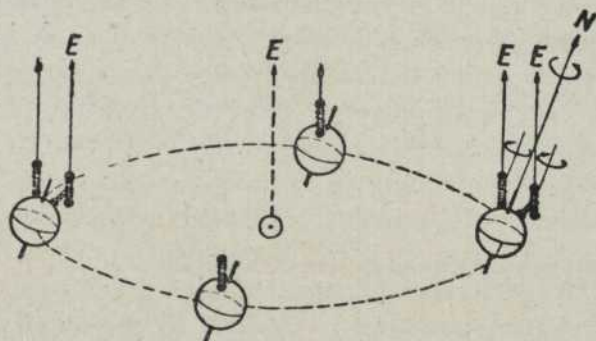


Fig. 8. - La Terra vista des del Nord, N, dóna una volta sobre el seu eix vers l'esquerra, cada 24 hores. El model de l'Univers gira vers la dreta sobre un eix paral·lel al terrestre.

qualsevulla posició de la Terra, cal imprimir el moviment adequat als discos que representen les òrbites. Les clavetes dels discos s'han de moure guardant proporció amb el temps emprat pels planetes en llurs trajectòries i amb tal fi els discos funcionen per mitjà d'un eix comú que travessa tots els pisos.

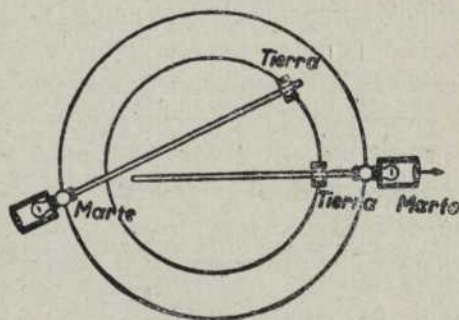


Fig. 9. - El pis per a la representació de Mars. La Terra i Mars en dues posicions diferents durant el seu curs al voltant del Sol.

Per obtenir la relació exacta en la velocitat de les revolucions, s'interposen entre l'eix comú i els discos dels planetes, complicades transmissions de rodes dentades, el nombre de dents de les quals s'ha calculat amb tanta exactitud, que, per a grans períodes de temps, vers el passat o envers el futur, solament es produeixen lleugeres desviacions de la realitat en l'orientació



dels raigs lluminosos. Però quan els planetes en els pisos, o siguin les clavetes dels discos, continuen movent-se, es produeix una alteració permanent en la direcció visual de la nostra estació, la Terra, als altres planetes. La direcció de la vareta que uneix la claveta de la Terra amb la del planeta, canvia, aleshores, també continuament, allargant-se i escurçant-se.

D'ací la necessitat de subjectar-la dèbilment sobre un joc de boles i en forma que pugui desplegar-se longitudinalment en la claveta de la Terra (Fig. 9). Podria ésser-nos objectat que els planetes no es mouen a l'entorn del Sol descrivint òrbites circulars tan senzilles. KEPLER demostrà fa ja 300 anys, que els planetes recorren òrbites al voltant del Sol, el qual està situat en un dels focus de l'el·lipse. En el petit model de l'Univers podem prescindir de tals el·lipsis, valent-nos solament d'òrbites circulars; però s'ha assolit de reproduir amb exactitud els moviments dels planetes en llurs òrbites el·líptiques, fent girar els discos corresponents sobre punts excèntrics adequats. Les lleis de KEPLER es realitzen, doncs, degudament en el model.

Finalment, el tercer moviment de la Terra és el giroscòpic. En 26.000 anys, el seu eix dóna una volta, que engendra una superfície cònica, l'eix de la qual és, alhora, la perpendicular (*E*). En la figura 10 A, es representa la Terra en la seva posició durant l'hivern de 1928; s'ha escollit l'hivern perquè el pol Nord, s'aparta del Sol, i en el costat de la Terra, en el qual és de nit, és visible la direcció de l'estrella d'hivern Capella (Cabra) en el Cotxer. La Terra comença ara la seva oscil·lació i al cap de 13.000 anys, vers l'any 15.000, apareixerà l'eix terrestre en la direcció que representa la figura 10 B. La posició d'hivern de la Terra en 1928, s'haurà convertit, l'any 15.000, en posició d'estiu. Amb aquesta oscil·lació ha girat 180° el model de l'Univers. El raig lluminós, corresponent a l'estrella Cabra, surt del model falsament dirigit envers el Sol; per posar altra vegada les coses en ordre, cal fer girar el model vist des de dalt 180° sobre el seu eix, tal com indica la fletxa, en direcció oposada a l'oscil·lació de la Terra; d'aquesta guisa, els raigs lluminosos assenyalen novament la direcció exacta de llurs respectives estrelles, tal com ve representat en la figura 10 C per a l'estrella Cabra.

De la mateixa manera que oscilla la Terra, oscilla també l'òrbita lunar. En la figura 7 hem vist que l'òrbita de la Lluna (2.2) està inclinada respecte a la terrestre i per representar l'oscil·lació es fa que el disc corresponent doni una volta completa en 18.6 anys per mitjà de la roda dentada (3.3).

Tos aquests moviments són efectuats en l'aparell per mitjà d'electromotors. Però cal fer avinent que realitzem greus intromissions en la marxa de la Naturalesa, els lents moviments de la qual són fortament apres-

sats. N'hi ha prou amb dir que un dia, passa en 4 o, àdhuc, en un minut; o que l'any transcorre en 4 minuts, o un minut i, àdhuc, en set segons. Finalment, el moviment giroscòpic de la Terra, la duració del qual és de 26.000 anys, podem realitzar-lo en 4 minuts. Condensem, doncs, el temps extraordinàriament.

Fins ara, de res no han servit, encara, els projectors de l'aparell. Solament havíem tingut cura de què aquest romangués sempre en correspondència exacta amb l'Univers en el transcurs del temps, de què els raigs lluminosos dels 119 projectors es dirigissin sempre envers els cossos celestes que havien de representar. Però cal, ara, que ens proporcionin imatges dels cossos esmentats. Per a aquesta finalitat construïm en el lloc on

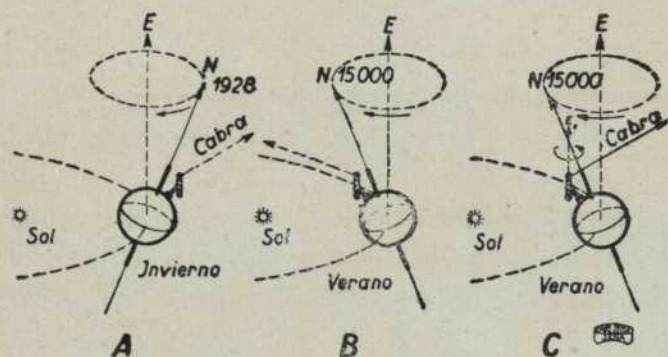


Fig. 10. - A. Posició de l'eix de la Terra durant l'hivern de 1928. B. Posició de l'eix de la Terra d'ací 13000 anys. El model de l'Univers té una desviació de 18°. El raig de Capella assenyalava una posició falsa. C. S'ha tornat a fer girar el model de l'Univers 18° sobre l'eix E, i el raig lluminós assenyalava novament a Capella.

s'ha d'installar l'aparell, i per sobre d'aquest una gran cúpula semiesfèrica (Fig. 11). La part interna d'aquesta cúpula cal que sigui blanca, per tal que serveixi amb tota perfecció de pantalla receptora, en la qual els projectors reflectin netament les imatges de mants mols llunyans. Si amb el local a les fosques posem l'aparell en moviment, veurem transcórrer dies o anys en pocs minuts i els assistents a l'experiència es faran la il·lusió de què viuen sobre una Terra que es mou amb aquesta rapidesa.

En aquest Cel artificial, hom veurà realitzar-se en poc espai de temps, els processos de moviments, que a fora, en la naturalesa, s'efectuen en dies, anys o decenis i l'observació dels quals presenta tantes dificultats. Tots els moviments estan combinats en l'aparell; el moviment diurn de la Terra, el seu moviment anyal al voltant del Sol i el seu moviment giroscòpic. D'ací resulta que, en cada instant, la posició relativa de tots els astres és la que ofereixen en la Naturalesa; però per poder comprovar en qualse-

vol moment el bon ordre del cel artificial, s'han pres les mesures necessàries per a la lectura del temps. Sis projectors llencen a la bòveda celeste una fina xarxa de línies. Aquesta xarxa dibuixada en les esferes i en cartes astronòmiques, ens permet de llegir les hores del dia. També l'òrbita

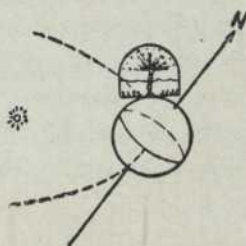


Fig. 11. - Construïm sobre el model de l'Univers un recinte obscur, cobert per una bòveda semi esfèrica, blanca per dins, d'uns vint metres de diàmetre.

aparent del Sol respecte a les estrelles, se'ns presenta en forma de línies lluminoses sobre les quals està indicat el calendari anyal. Per últim, sobre el pol celest, es pot encendre, a voluntat, un comptador d'anys que ens

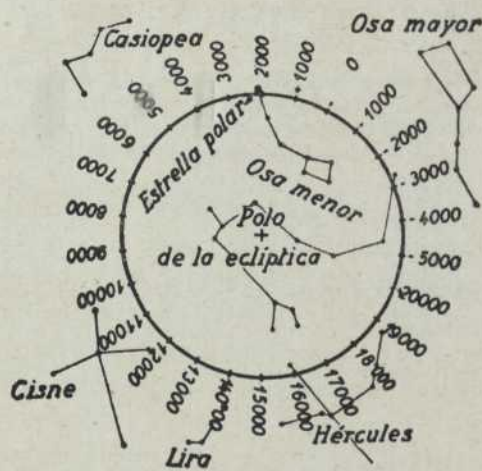


Fig. 12. - El pol Nord del firmament canvia, respecte a les estrelles, a causa del moviment giroscòpic de la Terra.

assabenti de l'any en el qual vivim mentre estem allí dins. I quan, finalment, la baldufa de la Terra giravolta vertiginosament, recorrent en quatre minuts 26.000 anys, s'illumina en el pol Nord una taula numèrica, que ens permet de llegir el transcurs de cada 1.000 anys (Fig. 12). Amb aquest

comptador de milers d'anys, apareixen, al mateix temps, els noms de les constel·lacions, ço que constitueix una còmoda guia per a reconèixer-les sense por d'error.

Fins ací, hem suposat l'aparell instal·lat solament en un punt de l'interior d'Alemanya, als  $51^\circ$  de latitud Nord. Si, des d'ací, volem saber com ens apareixeran les estrelles quan viatgem sobre el nostre petit planeta, l'aparell ens en donarà també una informació exacta. Per a això el farem girar al voltant d'un eix horitzontal (Figura 13); ens donarà la sensació d'estar instal·lats en qualsevol punt de latitud geogràfica elegit a voluntat, i això sense ni tan sols aixecar-nos de la nostra comfortable

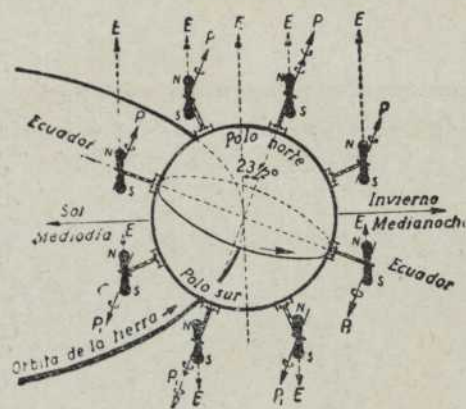


Fig. 13. - El model de l'Univers pot disposar-se per presentar l'aspecte del cel des de qualsevol lloc de la Terra.

butaca. Podem viatjar, en allò que a l'aspecte del Cel es refereix, des del pol Nord al pol Sud. D'aquesta manera veiem paisatges celestes, que romanen sempre amagats per a la majoria de nosaltres. Viatgem en ràpid vol envers el Nord, i ja molt enlaire, contemplem l'espectacle del Sol de mitja nit; conquerim el Pol i vivim allí la llarga nit polar. O bé ens dirigim vers el Sud i veiem sorgir noves constel·lacions, albirem com s'aixeca la creu del Sud. Vivim el dia i la nit en els tròpics, o en els nostres antípodes. Tot se'ns fa familiar en la volta celeste; coneixem tots els recons del cel i el nostre esguard admira sempre de nou la multiforme banda lluminosa de la via làctea, el cercle de la qual, en la volta del firmament, coneixem en tot el seu recorregut. I tot això, ens ho proporciona una excellent combinació de rodes dentades, projectors, engranatges, disposicions de fina mecànica

i electro-motors. Optica, mecànica i electricitat s'han entrelligat per a la creació d'un teatre estellar que sempre ens resultarà atractiu, quan altrament de voler-nos ilustrar en els encisos de la ciència del Cel, hi cerquem, també, que ens faci oblidar una mica els neguits que la lluita per a la vida ens imposa cada dia.

Jena.

DR. W. WILLIGER