

**L'ECLIPSI DE SOL DEL DIA 15 DE DESEMBRE DE 1982:
EJE DE UNA PROGRAMACION PARA PRIMER CURSO
DE B.U.P.**

Rubi CORBERO y Carles LLADO

Separata de:

III Jornadas sobre aprendizaje y enseñanza de las Matemáticas,
celebradas en Zaragoza, del 10 al 12 de marzo de 1983

Zaragoza, 1984

L'ECLIPSI DE SOL DEL DIA 15 DE DESEMBRE DE 1982:

EIX D'UNA PROGRAMACIÓ PER A PRIMER CURS

DE B.U.P.

Rubi Corberó, Carles Lladó

Grup Zero. Barcelona.

1. INTRODUCCIÓ

El títol de la comunicació intenta reflectir una altra etapa en el camí de trobar programacions que s'acostin més als interessos dels estudiants dels nostres Instituts: no als seus interessos «espontanis», les més de les vegades determinats per condicionaments externs a ells, sinó als seus interessos més profunds, que cal que anem despertant i fent madurar segons les necessitats pròpies de l'edat.

La nostra idea bàsica, en preparar el treball a realitzar amb els estudiants de primer curs, era la d'elaborar una programació que tingués com a eix un fet, un fenomen, una part de la realitat, per a construir, a partir d'aquest eix, una unitat didàctica que suposés una proposta de sistematització, d'aprofundiment i de recerca d'explicacions per als estudiants. Des d'aquesta perspectiva, ni l'eix, ni el conjunt de la unitat didàctica, ha de ser necessàriament un tema de matemàtiques. En el nostre cas, l'eix de tota la feina del primer trimestre anava a ser l'eclipsi de sol del 15 de desembre de 1982 i la unitat didàctica que a partir d'aquesta elecció elaborem podria portar per títol, si fos necessari, «Astronomia: El sistema Solar ».

Organitzar el treball en unitats didàctiques d'aquest tipus fa possible -i aquesta és la nostra hipòtesi-, que aparegui com una proposta coherent per als estudiants, a diferència de la situació més comú, en la qual han d'enfrontar -se amb una sèrie de temes (el programa oficial) estructurats de

manera coherent per a nosaltres, professors i matemàtics, però no per a ells.

Ahora, a principis d'aquest curs havíem ja tractat amb professors d'altres Seminaris la possibilitat d'elaborar conjuntament les unitats didàctiques (amb el Seminari de Ciències Naturals, per exemple) o bé buscar programacions amb el major nombre possible de punts de contacte (Seminari d'Història, de Llengua, de Dibuix, ...) i ens sembla que una de les raons de l'elevat nombre de fracassos que es donen en els Instituts és la pretensió que tots els alumnes tinguin la capacitat de treballar en profunditat, i de manera simultània en el temps i l'espai, els temes que des de sis o set assignatures diferents se'ls proposen. Creiem que això més aviat contribueix a augmentar la dispersió, la inconstància, la superficialitat ... en el treball dels estudiants. El treball conjunt amb altres Seminaris pot contribuir a modificar aquesta situació.

D'altra banda, creiem que hi ha una raó fonamental per treballar amb professors d'altres matèries i és que «la realitat» (no només «la» dels estudiants, sinó aquella en què ells i nosaltres vivim conjuntament) no és disciplinar, sinó que ha estat l'home, al llarg de la història, que, per entendre-la i poder transformar-la, ha desenvolupat camps de coneixements diferents. Si bé és veritat que cada assignatura necessita moments d'aprofundiment propis, calen també moments, per als estudiants, absolutament necessaris, que donin sentit a la feina disciplinar. I ara mateix existiran si treballem al costat d'altres professors unitats didàctiques coherents per als alumnes.

Fins i tot dins de la nostra pròpia assignatura de Matemàtiques, cal treballar els diferents camps: l'àlgebra, la geometria, l'atzar, l'anàlisi ..., de manera que es doni una visió globalitzadora de la matemàtica, posant de manifest la profunda relació que existeix entre uns conceptes i d'altres, la riquesa dels seus mètodes i, fonamentalment, el seu paper en el coneixement de la «realitat».

Aquestes reflexions ens portaven a elaborar una programació estructurada en unitats didàctiques amb les característiques assenyalades, intentàvem que aquestes fossin treballades des del major nombre d'assignatures possibles i que fossin prou riques per afavorir la maduració dels interessos dels estudiants, per una millor comprensió dels fets naturals, històrics i socials.

És evident que en el moment d'elaborar una unitat didàctica cal fer una elecció entre diverses possibilitats, tant pel que fa a la pròpia unitat i el moment per desenvolupar-la, com al que ha de ser el seu eix i el conjunt de continguts disciplinaris que la conformaran. Aquesta elecció depèn de molts factors, entre els quals, conscient o inconscientment, té la seva importància la concepció que té el professor de les matemàtiques i de la ciència en general, i dels objectius de l'educació que consideri vàlids: en definitiva, de la seva ideologia. D'altra banda, les unitats didàctiques han d'interessar i ser interessants per als estudiants, de manera que cal que els temes a tractar i els continguts disciplinaris que les configuren no siguin excessivament difícils però tampoc temes trivials.

Aquestes últimes consideracions ens porten a pensar en la unitat didàctica com una hipòtesi de treball, que caldrà anar avaluant contínuament i d'un curs per l'altre, i que per tant també caldrà anar modificant: la unitat didàctica perfecta no existeix.

Finalment, assenyalar que creiem que cal ser molt exigents amb els estudiants per aconseguir que ells mateixos es facin responsables de la recuperació, sobre la marxa, i segons les necessitats del treball proposat, de les deficiències que arrosseguin de cursos anteriors i sobretot, perquè aconseguixin un fruit tangible del seu treball. Aquesta forta exigència només és possible si es treballen temes amb «sentit» des del seu punt de vista.

2. PLANTEJAMENT D'AQUEST CURS 1982-1983

Per què vam escollir l'Astronomia com a unitat didàctica per al primer trimestre? En primer lloc perquè el 15 de desembre hi havia un eclipsi de Sol i ens semblava que podia ser una meta cap a la qual dirigir l'atenció de tot un trimestre. D'altra banda (quants alumnes van observar l'eclipsi total de Lluna del dia 9 de gener de de 1982?) Teníem l'experiència de fins a quin punt un fenomen d'aquesta naturalesa passa desapercebut.

En segon lloc, per l'interès cultural i històric propi del tema: la història de l'Astronomia és d'una gran riquesa per posar de manifest la constant relació entre ciència i societat, d'una banda, i la relació entre les matemàtiques i les ciències de l'observació, de l'altra.

Finalment i en tercer lloc, el tema de l'Astronomia i la seva història ens sembla que pot ser una font de problemes per a treballar a classe (veure referent a això la comunicació «Primers càlculs de la mida del sistema solar». Daniel Bosch i Jordi Deulofeu , Grup Zero, Barcelona).

La preparació de la unitat didàctica va consistir en:

1. Reflexionar sobre els temes que treballaríem sota el títol «Astronomia: El Sistema Solar».
2. Tenir contactes amb el Seminari de Ciències Naturals per determinar els continguts disciplinaris que serien treballats en cadascuna de les assignatures.
3. Elaborar llistes de problemes.
4. Cerca material de lectura adequat per als alumnes.
5. Elaborar el pla de treball per a l'observació de l'eclipsi de Sol.

3. PROGRAMACIÓ PER AL PRIMER TRIMESTRE

La programació que elaborem queda recollida, en part, en el quadre que segueix. Aquest quadre consta de diverses columnes en un intent de captar i materialitzar tota la diversitat de qüestions que comporta el desenvolupament del tema.

Sota el nom de SITUACIONS es recullen aquells aspectes que donen significat a l'estudi disciplinar de certs temes: al mateix temps que el motiven són font de problemes, i donen significat concret a aspectes que d'una altra manera tindrien un caràcter molt formal (després de «La astronomia i la necessitat de nombres grans» segueixen «Treball amb mapes», «Càlcul de longituds inaccessibles», «Observació de l'eclipsi de Sol»).

Les QÜESTIONS A TREBALLAR són aquelles que d'una manera conscient ens vam proposar treballar al llarg del trimestre. És aquella llista que, a priori, cal elaborar, en funció del que es pretén i també de l'experiència de cursos anteriors, per tenir present constantment on som i on volem anar.

Els CONCEPTES són els que des del punt de vista matemàtic van a anar elaborant-se a partir de les qüestions treballades. Durant tot el primer trimestre, el treball gira al voltant dels conceptes de raó, proporció i proporcionalitat entre magnituds, ja siguin numèriques o geomètriques.

La columna de les HABILITATS intenta recollir aspectes que moltes vegades no valorem o oblidem. Engloba des del càlcul amb nombres decimals fins a la construcció amb regla i esquadra de triangles, passant per l'ús de paper mil·limetrat de manera acurada.

Les ALTRES QÜESTIONS és aquella llista d'aspectes que, a priori, no sabem si tractarem o no, però que convé tenir present per aprofitar al màxim les situacions de la classe, per a completar, etc. I en ella també es recullen aquells aspectes que, a posteriori, hem treballat, ja sigui perquè els mateixos estudiants ho han plantejat o perquè nosaltres ho hem introduït. Aquesta columna és fonamental de cara a replantejar-se la programació per a cursos futurs.

A les OBSERVACIONS es recullen alguns comentaris o notes que considerem d'interès.

PART DE LA PROGRAMACIÓ DEL PRIMER TRIMESTRE 1982-83

| Situacions | Qüestions a treballar | Conceptes | Habilitats | Altres Qüestions | Observacions |
|--|---|-------------------------------|--|--|---|
| <p>L'astronomia i la necessitat d'utilitzar números grans.</p> <p>Lectura: «Distància de les estrelles».</p> <p>Quina és la mida de la Terra? Càlcul d'Eratòstenes.</p> <p>El calendari.</p> | <p>Potències de 10.</p> <p>Notació científica (potències de 10 d'exponent positiu).</p> <p>Ordres de magnitud.</p> <p>Raó de dues magnituds.</p> <p>Relació entre raó i mesura: les fraccions.</p> <p>Proporcionalitat de magnituds.</p> <p>Proporcionalitat angle-arc a la circumferència.</p> | <p>Raó.</p> <p>Proporció.</p> | <p>Càlcul amb números decimals.</p> <p>Càlcul amb fraccions.</p> | <p>Unitats de mesura.</p> <p>Noves unitats de mesura: -la unitat astronòmica, -l'any llum.</p> <p>Velocitat.</p> <p>El número π.</p> <p>Primeres equacions de primer grau.</p> <p>Perímetre de la circumferència.</p> | <p>Treball conjunt amb el Seminari de Ciències Naturals</p> <p>La majoria dels alumnes tenen tantes dificultats en operar amb decimals com en saber quina operació s'ha de fer.</p> <p>Necessitat de problemes que ajudin a "captar" l'ordre de magnitud de números molt grans.</p> <p>Treball conjunt amb el seminari d'Història.</p> <p>Treball conjunt amb el seminari de Llengua.</p> |

4. L'ECLIPSI DEL DIA 15-XII-1982

Centrem el tema de «Astronomia» en el fet concret de l'eclipsi del dia 15 de desembre. Fet concret per centrar un tema interessant sempre n'hi ha. En Astronomia, si no hi ha eclipsi ni de Sol ni de Lluna, es pot centrar l'atenció en l'observació amb el telescopi dels moviments dels planetes, l'estudi de les constel·lacions ... El 4 de desembre de 1983 hi ha un altre eclipsi parcial de Sol.

A més de l'observació de l'eclipsi havíem programat una altra sèrie d'activitats no relacionades directament amb ell. L'eclipsi va durar prop de dues hores i en aquest temps es poden fer moltes coses. A més, corriem el risc que el mal temps no ens ho deixés observar i ens quedéssim sense res. El treball pràctic estava organitzat en grups de 4 o 5 alumnes. Cada grup va construir el seu material d'observació i va elaborar un dossier o un mural amb els seus resultats.

Per a l'observació directa disposaven d'un vidre de soldador al qual van col·locar una pantalla.

Per a la mesura de la magnitud de l'eclipsi van construir una càmera fosca. Consistia en un tub d'uns 2 m de llarg amb una pantalla de paper vegetal mil·límetrat i un suport que permetés deixar-la fixa. S'aconseguia una imatge del Sol d'uns dos centímetres i s'observava una ombra màxima de 4 mil·límetres. La utilitzem també per calcular el diàmetre aparent del Sol, comptant el temps que tarda el disc solar en travessar una línia perpendicular a la seva trajectòria.

Finalment, cada grup va construir un rellotge de meridiana, una taula de fusta d'uns 40 X 60 centímetres, pintada de blanc, amb una agulla perpendicular de 10 cm, col·locada en el centre d'un dels costats llargs. Un cop ben col·locada, cada mitja hora durant tot el dia i cada 15 min. des de les 12 h. a les 14 h., van dibuixar l'extrem de l'ombra de l'agulla. Amb el gràfic resultant calculem el migdia solar, la latitud i la longitud de l'Institut.

Com a material col·lectiu disposàvem d'aparells per aconseguir la projecció de la imatge del Sol en una pantalla. Eren o bé el telescopi, al qual adosseu una pantalla, o uns prismàtics lligats a una llarga guia, al final de la qual col·loquem la pantalla o bé un tub amb dues lents, que feia de prismàtic.

S'aconseguia així una projecció del Sol i de l'ombra de la Lluna d'una mida prou gran per poder dibuixar-lo en diferents moments.

Per fer el gràfic de l'evolució de l'eclipsi, havien de dibuixar el disc del Sol i la part d'ombra de la Lluna (tres punts sobre cada circumferència) cada 10 min. i en el mateix instant, marcar en el rellotge de meridiana l'extrem de l'ombra de l'agulla. Així obtenien l'altura del Sol sobre l'horitzó. El gràfic mostrava la relació temps/alçada del Sol, dibuixant en cada punt el Sol amb la part eclipsada corresponent. A més havien de considerar l'orientació de l'ombra.

Un grup es va responsabilitzar de treballar amb una meridiana gegant, l'agulla tenia prop de 2 m, col·locada al pati. Van determinar la direcció Nord-Sud i havien de pintar el meridià sobre la pista. Mesurant les ombres de l'edifici de l'Institut i de l'agulla en un moment donat van calcular, per proporcionalitat, l'alçada de l'edifici.

Els dies que quedaven del trimestre els dediquem a fer els càlculs, comparar resultats dels diferents grups, treure mitjanes ... Treballem també el problema de calcular la superfície màxima eclipsada, sabent que la magnitud màxima de l'eclipsi a Barcelona era del 20% (part del diàmetre eclipsada). Va ser un treball de geometria aplicada molt interessant.

Amb tots aquests resultats van completar els seus dossiers o van fer els murals que després van exposar a l'Institut.

5. VALORACIÓ

Sota el títol general de «Astronomia» presentem temes molt diversos. Com a professors de Matemàtiques, el material treballat ens pot semblar un material dispers. De fet ho és, però el treball sobre temes concrets té una riquesa que no es veu a primera vista i que obliga a triar contínuament què es segueix treballant i què es deixa de fer.

Des del punt de vista dels alumnes hem constatat que la impressió és diferent. Ells sí veuen les relacions concretes que hi ha entre els diferents conceptes treballats (estem buscant instruments per estudiar l'Univers), i no posen objeccions a la diversitat que es dona des del punt de vista de les Matemàtiques.

Abans de començar la feina vam passar un qüestionari als nostres alumnes amb la finalitat de fer-los reflexionar sobre qüestions concretes i fàcils, que ens donessin la pauta del seu nivell en el tema i despertessin el seu interès.

El resultat sobre el nivell va ser l'esperat. A la qüestió sobre quan és més llarga la teva ombra, a les 9 h. del matí o bé a les 12 h. del migdia, el 50% va respondre incorrectament i d'aquests el 25% ho justificava dient que a les 12 h. és més llarga perquè el Sol és més fort.

Les preguntes sobre orientació, les causes de les estacions o sobre el moviment de la Terra, encara van córrer pitjor sort.

Pel que fa a despertar el seu interès, com les nostres expectatives eren grans, els resultats han estat pitjors. Van escoltar l'explicació del programa d'Astronomia, amb la perspectiva d'observació de l'eclipsi, van respondre la «prova» inicial i la van corregir amb la mateixa actitud que si haguessin escoltat la construcció dels nombres racionals. Ens oblidàvem que era el seu primer dia a l'Institut i, sobretot, que l'interès i l'entusiasme no es despertien amb paraules.

Un cop començat el treball, amb el material concret, amb les lectures preparades, amb les intervencions des de les altres assignatures, l'interès es va anar despertant poc a poc.

El resultat va ser que, en certa mesura, van veure que les matemàtiques es relacionen «de veritat» amb les altres matèries, que serveixen per a alguna cosa (a més, una cosa que no és d'utilitat immediata, com el fer comptes). Es van adonar que no són gratuïtes, les seves idees i conceptes tenen sentit, han nascut a partir de les preguntes i necessitats dels homes al llarg de la història. I, creiem que es van posar a treballar amb més afany.

El problema d'avaluar els resultats és el problema d'objectivar el que acabem de dir. Amb les proves, sabem mesurar els coneixements, l'habilitat en el càlcul i fins i tot la capacitat de raonament en situacions diverses, però, com es mesura el canvi d'actitud dels alumnes respecte a les Matemàtiques? O bé, com es mesura l'increment de l'interès o del ritme de treball?

