

**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: EJE DE UNA PROGRAMACION PARA PRIMER CURSO DE B.U.P.

Rubi CORBERÓ *
Carles LLADÓ *

1. INTRODUCCION

El título de la comunicación intenta reflejar otra etapa en el camino de hallar programaciones que se acerquen más a los intereses de los estudiantes de nuestros Institutos: no a sus intereses «espontáneos», las más de las veces determinados por condicionamientos externos a ellos, sino a sus intereses más profundos, que hace falta que vayamos despertando y haciendo madurar según las necesidades propias de la edad.

Nuestra idea básica, al preparar el trabajo a realizar con los estudiantes de primer curso, era la de elaborar una programación que tuviera como eje un hecho, un fenómeno, una parte de la realidad, para construir, a partir de este eje, una unidad didáctica que supusiera una propuesta de sistematización, de profundización y de búsqueda de explicaciones para los estudiantes. Desde esta perspectiva, ni el eje, ni el conjunto de la unidad didáctica, ha de ser necesariamente un tema de matemáticas. En nuestro caso, el eje de todo el trabajo del primer trimestre iba a ser el eclipse de sol del 15 de diciembre de 1982 y la unidad didáctica que a partir de esta elección elaboramos podría llevar por título, si fuese necesario, «Astronomía: El Sistema Solar».

Organizar el trabajo en unidades didácticas de este tipo hace posible —y ésta es nuestra hipótesis—, que aquél aparezca como una propuesta coherente para los estudiantes, a diferencia de la situación más

* Grup Zero. Barcelona.

común, en la que han de enfrentarse con una serie de temas (del programa oficial) estructurados de manera coherente para nosotros, profesores y matemáticos, pero no para ellos.

Al mismo tiempo, a principios de este curso habíamos ya tratado con profesores de otros Seminarios la posibilidad de elaborar conjuntamente las unidades didácticas (con el Seminari de Ciències Naturals, por ejemplo) o bien buscar programaciones con el mayor número posible de puntos de contacto (Seminari de Història, de Llengua, de Dibuix, ...). Nos parece que una de las razones del elevado número de fracasos que se dan en los Institutos es la pretensión de que todos los alumnos tengan la capacidad de trabajar en profundidad, y de forma simultánea en el tiempo y el espacio, los temas que desde seis o siete asignaturas distintas se les proponen. Creemos que esto más bien contribuye a aumentar la dispersión, la inconstancia, la superficialidad..., en el trabajo de los estudiantes. El trabajo conjunto con otros Seminarios puede contribuir a modificar esta situación.

Por otro lado, creemos que hay una razón fundamental para trabajar con profesores de otras materias y es que «la realidad» (no sólo «la» de los estudiantes, sino aquella en la que ellos y nosotros vivimos conjuntamente) no es disciplinar, sino que ha sido el hombre, a lo largo de la historia, quien, para entenderla y poder transformarla, ha desarrollado campos de conocimientos distintos. Si bien es verdad que cada asignatura necesita momentos de profundización propios, hacen falta también momentos, para los estudiantes, absolutamente necesarios, que den sentido al trabajo disciplinar. Y estos momentos existirán si trabajamos junto a otros profesores unidades didácticas coherentes para los alumnos.

Incluso dentro de nuestra propia asignatura de Matemáticas, es necesario trabajar los distintos campos: el álgebra, la geometría, el azar, el análisis..., de manera que se dé una visión globalizadora de la matemática, poniendo de manifiesto la profunda relación que existe entre unos conceptos y otros, la riqueza de sus métodos y, fundamentalmente, su papel en el conocimiento de la «realidad».

Estas reflexiones nos llevaban a elaborar una programación estructurada en unidades didácticas con las características señaladas, a intentar que éstas fuesen trabajadas desde el mayor número de asignaturas posibles y que fuesen lo suficientemente ricas para favorecer la maduración de los intereses de los estudiantes por una mejor comprensión de los hechos naturales, históricos y sociales.

Es evidente que en el momento de elaborar una unidad didáctica hay que hacer una elección entre varias posibilidades, tanto en lo que se refiere a la propia unidad y el momento para desarrollarla, como a lo que ha de ser su eje y el conjunto de contenidos disciplinares que la conformarán. Esta elección depende de muchos factores, entre los cuales, consciente o inconscientemente, tiene su importancia la con-

cepción que tiene el profesor de las matemáticas y de la ciencia en general, y de los objetivos de la educación que considere válidos: en definitiva, de su ideología. Por otro lado, las unidades didácticas han de interesar y ser interesantes para los estudiantes, de manera que hace falta que los temas a tratar y los contenidos disciplinares que las configuran no sean excesivamente difíciles pero tampoco temas triviales.

Estas últimas consideraciones nos llevan a pensar en la unidad didáctica como una hipótesis de trabajo, que habrá que ir evaluando continuamente y de un curso para otro, y que por lo tanto también habrá que ir modificando: la unidad didáctica perfecta no existe.

Por último, señalar que creemos que hay que ser muy exigentes con los estudiantes para conseguir que ellos mismos se hagan responsables de la recuperación, sobre la marcha, y según las necesidades del trabajo propuesto, de las deficiencias que arrastren de cursos anteriores y, sobre todo, para que consigan un fruto tangible de su trabajo. Esta fuerte exigencia sólo es posible si se trabajan temas con «sentido» desde su punto de vista.

2. PLANTEAMIENTO DE ESTE CURSO 1982-83

¿Por qué escogimos la Astronomía como unidad didáctica para el primer trimestre? En primer lugar porque el 15 de diciembre había un eclipse de Sol y nos parecía que podía ser una meta hacia la cual dirigir la atención de todo un trimestre. Por otro lado (¿cuántos alumnos observaron el eclipse total de Luna del día 9 de enero de 1982?) teníamos la experiencia de hasta qué punto un fenómeno de esta naturaleza pasa desapercibido.

En segundo lugar, por el interés cultural e histórico propio del tema: la historia de la Astronomía es de una gran riqueza para poner de manifiesto la constante relación entre ciencia y sociedad, por un lado, y la relación entre las matemáticas y las ciencias de la observación, por otro.

Por último y en tercer lugar, el tema de la Astronomía y su historia nos parece que puede ser una fuente de problemas para trabajar en clase (ver a este respecto la comunicación «Primeros cálculos del tamaño del Sistema Solar». Daniel Bosch y Jordi Deulofeu, Grup Zero, Barcelona).

La preparación de la unidad didáctica consistió en:

1. Reflexionar sobre los temas que trabajaríamos bajo el título «Astronomía: El Sistema Solar».
2. Tener contactos con el Seminari de Ciències Naturals para determinar los contenidos disciplinares que serían trabajados en cada una de las asignaturas.

3. Elaborar listas de problemas.
4. Buscar material de lectura adecuado para los alumnos.
5. Elaborar el plan de trabajo para la observación del eclipse de Sol.

3. PROGRAMACION PARA EL PRIMER TRIMESTRE

La programación que elaboramos queda recogida, en parte, en el cuadro que sigue. Dicho cuadro consta de diversas columnas en un intento de captar y materializar toda la diversidad de cuestiones que comporta el desarrollo de aquélla.

Bajo el nombre de SITUACIONES se recogen aquellos aspectos que dan significado al estudio disciplinar de ciertos temas: al mismo tiempo que lo motivan son fuente de problemas, y dan significado concreto a aspectos que de otro modo tendrían un carácter muy formal (después de «La Astronomía y la necesidad de números grandes» siguen «Trabajo con mapas», «Cálculo de longitudes inaccesibles», «Observación del eclipse de Sol»).

Las CUESTIONES A TRABAJAR SON aquellas que de una manera consciente nos propusimos trabajar a lo largo del trimestre. Es aquella lista que, a priori, hace falta elaborar, en función de lo que se pretende y también de la experiencia de cursos anteriores, para tener presente constantemente dónde estamos y adónde queremos ir.

Los CONCEPTOS son los que desde el punto de vista matemático van a ir elaborándose a partir de las cuestiones trabajadas. Durante todo el primer trimestre, el trabajo gira en torno a los conceptos de razón, proporción y proporcionalidad entre magnitudes, ya sean numéricas o geométricas.

La columna de las HABILIDADES intenta recoger aspectos que muchas veces subvaloramos u olvidamos. Engloba desde el cálculo con números decimales hasta la construcción con regla y escuadra de triángulos, pasando por el uso de papel milimetrado de manera cuidadosa.

Las OTRAS CUESTIONES es aquella lista de aspectos que, a priori, no sabemos si trataremos o no, pero que conviene tener presente para aprovechar al máximo las situaciones de la clase, para completar, etc. Y en ella también se recogen aquellos aspectos que, a posteriori, hemos trabajado, ya sea porque los propios estudiantes lo han planteado o porque nosotros lo hemos introducido. Esta columna es fundamental de cara a replantearse la programación para cursos futuros.

En las OBSERVACIONES se recogen algunos comentarios o notas que consideramos de interés.

PARTE DE LA PROGRAMACION DEL PRIMER TRIMESTRE 1982-83

<i>Situaciones</i>	<i>Cuestiones a trabajar</i>	<i>Conceptos</i>	<i>Habilidades</i>	<i>Otras cuestiones</i>	<i>Observaciones</i>
La astronomía y la necesidad de utilizar números grandes. Lectura: «Distancia de las estrellas».	Potencias de 10.				Trabajo conjunto con Seminari de Ciencias Naturales.
	Notación científica (potencias de 10 de exponente positivo).		Cálculo con números decimales.	Unidades de medida.	
	Ordenes de magnitud.			Nuevas unidades de medida: —la unidad astronómica, —el año luz.	La mayoría de alumnos tienen tantas dificultades en operar con números decimales como en saber qué operación hay que realizar.
	Razón de dos magnitudes.	Razón.		Velocidad.	
	Relación entre razón y medida: las fracciones.		Cálculo con fracciones.	El número π .	Necesidad de problemas que ayuden a «captar» el orden de magnitud de números muy grandes.
	Proporcionalidad de magnitudes.	Proporción.		Primeras ecuaciones de primer grado.	Trabajo conjunto con el Seminari de Historia.
¿Cuál es el tamaño de la Tierra? Cálculo de Eratóstenes.	Proporcionalidad ángulo-arco en la circunferencia.			Perímetro de la circunferencia.	
El calendario.					Trabajo conjunto con Seminari de Llengua.

4. EL ECLIPSE DEL DIA 15-XII-1982

Centramos el tema de «Astronomía» en el hecho concreto del eclipse del día 15 de diciembre. Hecho concreto para centrar un tema interesante siempre lo hay. En Astronomía, si no hay eclipse ni de Sol ni de Luna, se puede centrar la atención en la observación con el telescopio de los movimientos de los planetas, el estudio de las constelaciones... El 4 de diciembre de 1983 hay otro eclipse parcial de Sol.

Además de la observación del eclipse habíamos programado otra serie de actividades no relacionadas directamente con él. El eclipse duró cerca de dos horas y en este tiempo se pueden hacer muchas cosas. Además, corríamos el riesgo de que el mal tiempo no nos lo dejase observar y nos quedásemos sin nada. El trabajo práctico estaba organizado en grupos de 4 ó 5 alumnos. Cada grupo construyó su material de observación y elaboró un dossier o un mural con sus resultados.

Para la observación directa disponían de un vidrio de soldador al que colocaron una pantalla.

Para la medida de la magnitud del eclipse construyeron una cámara oscura. Consistía en un tubo de unos 2 m de largo con una pantalla de papel vegetal milimetrado y un soporte que permitiese dejarla fija. Se conseguía una imagen del Sol de unos dos centímetros y se observaba una sombra máxima de 4 milímetros. La utilizamos también para calcular el diámetro aparente del Sol, contando el tiempo que tarda el disco solar en atravesar una línea perpendicular a su trayectoria.

Por último, cada grupo construyó un reloj de meridiana, una tabla de madera de unos 40 × 60 centímetros, pintada de blanco, con una aguja perpendicular de 10 cm, colocada en el centro de uno de los lados largos. Una vez bien colocada, cada media hora durante todo el día y cada 15 min. desde las 12 h. a las 14 h., dibujaron el extremo de la sombra de la aguja. Con el gráfico resultante calculamos el mediodía solar, la latitud y la longitud del Instituto.

Como material colectivo disponíamos de aparatos para conseguir la proyección de la imagen del Sol en una pantalla. Eran o bien el telescopio, al que adosamos una pantalla, o unos prismáticos atados a una larga guía, al final de la cual colocamos la pantalla o bien un tubo con dos lentes, que hacía las veces de prismático. Se conseguía así una proyección del Sol y de la sombra de la Luna de un tamaño suficientemente grande para poder dibujarlo en diferentes momentos.

Para hacer el gráfico de la evolución del eclipse, debían dibujar el disco del Sol y la parte de sombra de la Luna (tres puntos sobre cada circunferencia) cada 10 min. y en el mismo instante, marcar en el reloj de meridiana el extremo de la sombra de la aguja. Así obtenían la altura del Sol sobre el horizonte. El gráfico mostraba la relación tiempo/altura del Sol, dibujando en cada punto el Sol con la parte eclipsada

correspondiente. Debían considerar la orientación de la sombra por añadidura.

Un grupo se responsabilizó de trabajar con una meridiana gigante, la aguja tenía cerca de 2 m, colocada en el patio. Determinaron la dirección Norte-Sur y debían pintar el meridiano sobre la pista. Midiendo las sombras del edificio del Instituto y de la aguja en un momento dado calcularon, por proporcionalidad, la altura del edificio.

Los días que quedaban del trimestre los dedicamos a hacer los cálculos, comparar resultados de los distintos grupos, sacar medias... Trabajamos también el problema de calcular la superficie máxima eclipsada, sabiendo que la magnitud máxima del eclipse en Barcelona era del 20 % (parte del diámetro eclipsada). Fue un trabajo de geometría aplicada muy interesante.

Con todos estos resultados completaron sus dossiers o hicieron los murales que luego expusieron en el Instituto.

5. VALORACION

Bajo el título general de «Astronomía» presentamos temas muy diversos. Como profesores de Matemáticas, el material trabajado nos puede parecer un material disperso. De hecho lo es, pero el trabajo sobre temas concretos tiene una riqueza que no se ve a primera vista y que obliga a elegir continuamente qué se sigue trabajando y qué se deja.

Desde el punto de vista de los alumnos hemos constatado que la impresión es distinta. Ellos sí ven las relaciones concretas que hay entre los diferentes conceptos trabajados (estamos buscando instrumentos para estudiar el Universo), y no ponen objeciones a la diversidad que se da desde el punto de vista de las Matemáticas.

Antes de empezar el trabajo pasamos un cuestionario a nuestros alumnos con la finalidad de hacerles reflexionar sobre cuestiones concretas y fáciles, que nos diesen la pauta de su nivel en el tema y despertasen su interés.

El resultado sobre el nivel fue el esperado. A la cuestión sobre cuándo es más larga tu sombra, a las 9 h. de la mañana o bien a las 12 h. del mediodía, el 50 % respondió incorrectamente y de éstos el 25 % lo justificaba diciendo que a las 12 h. es más larga porque el Sol es más fuerte.

Las preguntas sobre orientación, las causas de las estaciones o sobre el movimiento de la Tierra, aún corrieron peor suerte.

En cuanto a despertar su interés, como nuestras expectativas eran mayores, los resultados han sido peores. Escucharon la explicación del programa de Astronomía, con la perspectiva de observación del eclipse, respondieron la «prueba» inicial y la corrigieron con la misma acti-

tud que si hubiesen escuchado la construcción de los números racionales. Nos olvidamos de que era su primer día en el Instituto y, sobre todo, de que el interés y el entusiasmo no se despiertan con palabras.

Una vez comenzado el trabajo, con el material concreto, con las lecturas preparadas, con las intervenciones desde las otras asignaturas, el interés se fue despertando poco a poco.

El resultado fue que, en cierta medida, vieron que las Matemáticas se relacionan «de verdad» con las otras materias, que sirven para algo (además, algo que no es de utilidad inmediata, como el hacer cuentas). Se dieron cuenta de que no son gratuitas, sus ideas y conceptos tienen sentido, han nacido a partir de las preguntas y necesidades de los hombres a lo largo de la historia. Y, creemos que se pusieron a trabajar con mayor empeño.

El problema de evaluar los resultados es el problema de objetivizar lo que acabamos de decir. Con las pruebas sabemos medir los conocimientos, la habilidad en el cálculo e incluso la capacidad de razonamiento en situaciones diversas, pero, ¿cómo se mide el cambio de actitud de los alumnos respecto a las Matemáticas? O bien, ¿cómo se mide el incremento del interés o del ritmo de trabajo?

