

Campos con ordenador

Tomás DÍEZ RAMAJOS*

Introducción

Mucho se habla de la enseñanza asistida por ordenador, pero las palabras no se materializan hasta que no se crea un programa que ayude y complemente al profesor en algún tema.

Este programa, que presento con la idea de que sirva a los compañeros iniciados en BASIC, trata de un cierto aspecto de un tema de Física de COU: las trayectorias de una partícula en el campo gravitatorio.

Muchos I. B. de España ya tienen sus ordenadores personales, y la inmensa mayoría de éstos son ZX 81. El programa está pensado para este ordenador, a pesar de sus limitaciones, pero, por supuesto, se puede adaptar a cualquier otro.

Trayectorias en un campo gravitatorio

Sea una masa M , creadora de un campo gravitatorio. En él se encuentra, a distancia r , una partícula de masa m , animada de velocidad v . Supuesta inmóvil la masa creadora de campo, el sistema tiene una energía mecánica suma de potencial y cinética:

$$E = -\frac{GMm}{r} + \frac{1}{2} mv^2, \text{ donde } G \text{ es la constante gravitatoria.}$$

Esta energía se puede representar cualitativamente según la figura 1. Es la gráfica resultante de sumar las curvas correspondientes a las energías cinética y potencial. La curva tiene un mínimo para una cierta energía, que llamaremos energía crítica E_c .

* Profesor agregado de F. Q. del I. B. «Isabel la Católica» (Madrid).

Según sean los valores de la energía del sistema, para un caso dado, así serán las órbitas descritas por la masa m , en su trayectoria en el campo gravitatorio. Es de notar que para una distancia asignada, la energía E depende sólo de la velocidad de la partícula, tomada como magnitud escalar.

Entonces, tenemos los siguientes casos:

CASO $E \geq 0 \rightarrow$ ÓRBITAS ABIERTAS $\left\{ \begin{array}{l} E > 0: \text{hipérbola} \\ E = 0: \text{parábola} \end{array} \right.$

CASO $E_c \leq E < 0 \rightarrow$ ÓRBITAS CERRADAS $\left\{ \begin{array}{l} E < E_c: \text{elipse} \\ E = E_c: \text{circunferencia.} \end{array} \right.$

CASO $E < E_c \rightarrow$ CAÍDA LIBRE

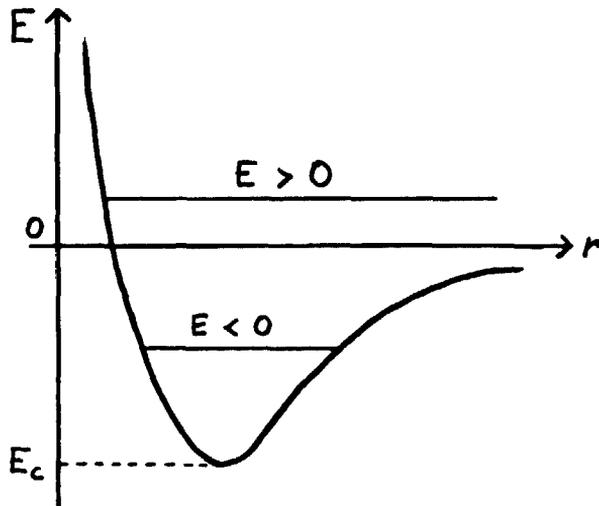


Figura 1

En el caso de trayectoria cónica, la masa M está en el foco de la cónica (ver figura 2). En el caso de caída libre, la partícula tiene una velocidad tan baja que hace que la energía E sea menor que la crítica, en cuyo caso la partícula de masa m «cae» sobre la creadora de campo. La partícula de masa m puede ser:

- una molécula,
- un meteorito,
- un satélite artificial.
- incluso un planeta.

La masa creadora puede ser:
— un planeta,
— una estrella.

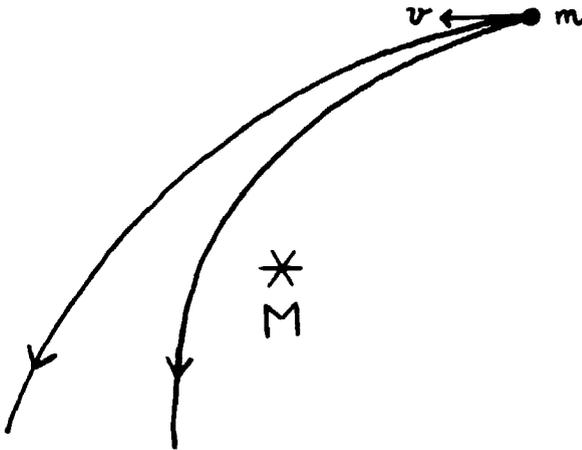


Figura 2

Qué visualiza el programa

Pues bien, el programa cuyo listado aparece en la próxima sección visualiza en pantalla estas trayectorias, excepto la circunferencia. El ordenador pide al alumno una energía E , en unidades arbitrarias, y la procesa para dar la trayectoria requerida, según la teoría anterior.

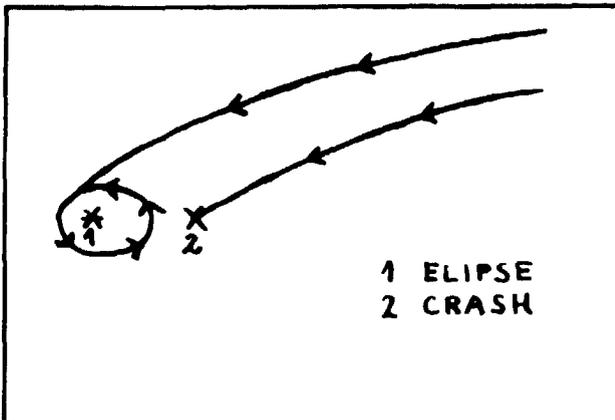


Figura 3

Se ve avanzar la partícula poco a poco en su trayectoria alrededor del foco, y al final de la misma aparece el nombre del tipo de cónica que ha descrito.

A efectos de comparación, se repite el proceso. O sea, el ordenador pide otra energía a otro alumno, y traza la trayectoria correspondiente, sin borrar la anterior. Un ejemplo de lo que puede verse en pantalla está en la figura 3. El primer alumno digitó una energía $E=25$, y salió una hipérbola. El siguiente alumno digitó $E=0$, y salió una parábola. Las posiciones de los asteriscos 1 y 2 son los focos respectivos, donde se supone la masa M .

Otra corrida del programa nos puede llevar a una situación como muestra la figura 4, donde en la trayectoria 1, la partícula queda capturada por el campo gravitatorio según una elipse, y en la trayectoria 2 la partícula es «tragada» por la masa M , que se supone situada en el asterisco 2. Se ha tomado en este programa (línea 24) como valor crítico $E_c = -10$, en unidades arbitrarias. Por tanto, en la figura 4 las energías podían haber sido -5 y -12 , respectivamente.

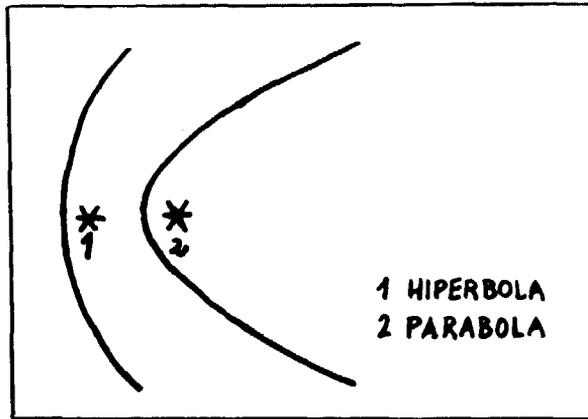


Figura 4

Se puede hacer cualquier combinación de trayectorias, según la energía, a gusto del profesor o del alumno. Se recomienda no sobrepasar la energía de 40, pues en tal caso la hipérbola sale muy deformada. La comparación de dos hipérbolas también es provechosa, porque se verá que de dos hipérbolas con diferentes energías (por ejemplo, 10 y 25), la desviación mayor con respecto a la trayectoria original corresponde a la de menos energía. Esto tiene un profundo significado físico, tanto en términos de energía del sistema como en términos de intensidad de campo.

El listado

```
1. REM CAMPOS CON EL ZX 81.
2. PRINT AT 10,2; «TRAYECTORIA DE UNA PARTÍCULA».
4. PRINT AT 12,4; «EN UN CAMPO GRAVITATORIO».
6. GOSUB 100.
8. GOSUB 100.
10. CLS.
12. LET C = 0.
14. REM BUCLE PRINCIPAL.
16. FOR K = 0 TO 1.
18. PRINT AT 7,17; «DIGITA E».
20. INPUT E
22. PRINT AT 7,17;«    ».
24. IF E < -10 THEN GOTO 110.
26. LET A = E + 6.
28. IF A < 6 THEN LET A = 6.
30. UNPLOT 0,22.
32. PRINT AT 10,A/4; «*».
34. PRINT AT 11,A/4; K + 1.
36. LET P = INT (441/A).
38. IF A = 6 THEN LET P = 60.
40. IF P/3 <> INT (P/3) THEN LET P = P-1.
42. IF P/3 <> INT (P/3) THEN LET P = P-1.
44. IF A = 6 THEN LET C = 3.
46. IF E < 0 THEN LET A = 5.
48. FOR X = P - 1 TO C STEP -3
50. PLOT X + K,22 + SQR (A*X).
52. NEXT X.
54. IF E < 0 THEN GOTO 68.
56. FOR X = 0 TO P-1 STEP 3.
58. PLOT X + K,22 - SQR (A*X).
60. NEXT X.
62. IF E > 0 THEN PRINT AT 15 + K,21; K + 1; «HIPÉRBOLA».
64. IF E = 0 THEN PRINT AT 15 + K,21; K + 1; «PARÁBOLA».
66. NEXT K.
67. STOP.
68. REM ELIPSE.
70. UNPLOT 1,22.
71. GOSUB 100.
72. PLOT 0,22.
73. GOSUB 100.
74. PLOT 1,20.
75. GOSUB 100.
76. PLOT 3,19.
77. GOSUB 100.
78. PLOT 6,18.
79. GOSUB 100.
80. PLOT 9,19.
81. GOSUB 100.
```

```
82. PLOT 11,20.
83. GOSUB 100.
84. PLOT 12,22.
85. GOSUB 100.
86. PLOT 11,24.
87. GOSUB 100.
88. PLOT 9,25.
89. GOSUB 100.
90. PLOT 6,26.
91. GOSUB 100.
92. PLOT 3,25.
93. GOSUB 100.
94. PLOT 1,24.
96. PRINT AT 15 + K,21; K+1; «ELIPSE».
98. GOTO 66.
100. REM SUBROUTINA DE ESPERA.
102. FOR J = 1 TO 20.
104. NEXT J.
106. RETURN.
110. REM CHOQUE DIRECTO.
112. PRINT AT 10,7; «*»; AT 11,7; K+1.
114. FOR X = 48 TO 0 STEP -3.
116. PLOT X + 15,22 + SQR (3*X).
118. NEXT X.
120. PRINT AT 15 + K,21; K + 1; «CRASH».
130. GOTO 66.
```

Variaciones. Comentarios. Mejoras.

En la línea 16 comienza el bucle principal, que tiene dos recorridos. Modificándola, se pueden ver en pantalla 3 o más trayectorias, pero la aglomeración lleva a la indistinguibilidad. Eliminandola, sólo se vería en pantalla una trayectoria. Queda a gusto del profesor.

La línea 22 es simplemente ocho espacios en blanco, con el fin de borrar la petición de energía de la línea 18, para pedir de nuevo otra energía en la segunda vuelta.

Las líneas 26 a 46 son de preparación de parámetros de la curva, que son P, C y A. La repetición de la línea 40 se hace al objeto de encontrar un parámetro P idóneo.

El dibujo de hipérbolas se hace mediante las líneas 48 a 64, y el dibujo de la elipse en las líneas 70 a 96. Nótese que la elipse dibujada es única, sea cual sea la energía, dada la pequeñez de la zona. Es decir, lo que se pierde al no poder variar la elipse se gana en visión de conjunto, ya que se ve venir la partícula desde lejos, hasta que queda capturada en órbita cerrada.

Los numerosos GOSUB intercalados entre estas líneas no son necesarios, pero si se suprimen se pierde la impresión de movimiento de la partícula al

recorrer la elipse. Como se ve en el listado, la subrutina 100 es simplemente un tiempo de espera. Es preferible usar este procedimiento a la instrucción PAUSE, pues con esta instrucción en el ZX 81 se produce un desagradable parpadeo en la pantalla, que hace incómodo seguir el movimiento.

Las últimas líneas —112 a 120— son para el dibujo de la caída libre sobre la masa creadora de campo.

Por último, vayamos con las mejoras. Cualquier profesor que introduzca el programa en el ordenador y juegue con él un rato, se dará cuenta que es susceptible de mejora, como todo en esta vida.

Sabiendo BASIC se puede, por ejemplo, crear elipses más o menos grandes, más o menos excéntricas. Todo ello de acuerdo a la energía introducida, semejante a lo que se hace con las hipérbolas.

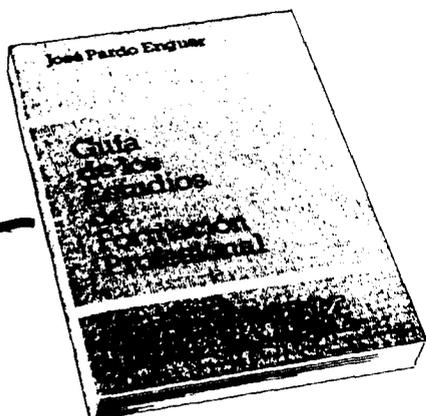
Se podría también modificar la caída libre, en el sentido de hacerla más recta o un poco espiralada. A fin de cuentas, tarde o temprano la masa M se «tragará» la partícula.

Otra sugerencia es ampliar el programa al caso del campo eléctrico, es decir, un campo que no sea solamente atractivo, como es el caso aquí tratado, sino también de repulsión.

De todas formas, el programa, tal y como está, hace que el asunto sea para el alumno (y para el profesor) mucho más ameno y participativo que explicándolo en la árida pizarra. Felices trayectorias, y ¡cuidado con el CRASH!

Bibliografía

- LON POOLE: *Programas prácticos en BASIC*. Ed. Osborne. Mc Graw-Hill.
M. E. CANDELA y A. REQUENA: *Diseño de E.A.O.* «El Ordenador Personal», número 15.
J. L. THOMAS: *Microcomputer in the Schools*. Ed. ORYX. Arizona, 1981.
-



GUIA de los estudios de FORMACION PROFESIONAL

TODO LO QUE INTERESA Y ES PRECISO CONOCER SOBRE
FORMACION PROFESIONAL

- Concepto y alcance de la Formación Profesional
- Evolución histórica de la Formación Profesional
- La nueva Formación Profesional española
- Los planes de estudio
- Acceso a los diferentes grados de Formación Profesional y conexiones con el resto del sistema educativo
- Títulos y certificados de Formación Profesional
- Los centros de Formación Profesional
- Elementos estructurales de los centros de Formación Profesional
- Elementos personales: el profesor
- Elementos personales: el alumno
- Organización docente de los centros de Formación Profesional
- Notas. Índice cronológico de Disposiciones legales citadas. Índice analítico

de interés para:

- Directores, Jefes de Estudio y Profesores de Centros de F.P., E.G.B., B.U.P.
- Opositores a Formación Profesional
- Funcionarios Ministerio Educación

Y todo el que se sienta interesado por este tema, especialmente de cara a la anunciada reestructuración de la Formación Profesional.

UN VOLUMEN
CUIDADOSAMENTE EDITADO,
TAMAÑO 12x18;
265 PAGINAS;
INDICES LEGISLATIVOS;
ANALITICO;
BIBLIOGRAFICO.
CUBIERTAS EN
COLOR
PLASTIFICADAS.

Pedidos a:

EDITEX

RAFAEL CALVO, 18

Tels. 410 20 19 - 410 22 00 - 410 26 79
Madrid-10