

IV SIMPOSIO NACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA

VITORIA-GASTEIZ, Septiembre 1.986

APROVECHAMIENTO DE ALGUNAS POSIBILIDADES GRAFICAS, DINAMICAS  
Y DOCUMENTALES DE LOS ORDENADORES PERSONALES EN LA DIDACTICA  
DE LA GEOLOGIA

por

J. Garcia Guinea (\*)

E. Gutierrez Blanco (\*\*)

RESUMEN

Las posibilidades que ofrecen los ordenadores personales - en el campo de la docencia de la geología son inmensas, aunque en la actualidad está muy poco desarrollado el campo del "soft" geológico.

Se discuten y analizan dos experiencias de los autores en elaboración de programas de juegos geológicos y de simulaciones geológicas.

La clasificación pedagógica de los programas es perfectamente aplicable a la geología.

(\*) DPTO. DE GEOLOGIA. FAC. CIENCIAS - UNIV. AUTONOMA. MADRID

(\*\*) MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES CSIC. MADRID

ABSTRACT

Personal computers offer huge possibilities in the geology teaching field. However, geological software is still undeveloped - at the moment.

Two experiences on geological games and simulations are -- discussed and analyzed in this work.

Pedagogical classification of the programmes is perfectly appropriate for geology.

INTRODUCCION

La enseñanza asistida por ordenador (EAO) se puede definir como la división de la información en trozos pequeños. La EAO puede llegar a ser, no sólo una poderosa ayuda docente, sino hasta un sistema completo de enseñanza. La EAO estimula a los estudiantes - de una forma estructurada, de tal forma que trabajan individual y - activamente y a su propio ritmo.

Los que hemos pasado por las aulas de las facultades de -- geológicas hemos padecido la atenta observación de infinitos dibujos y esquemas realizados a mano y con prisa en una pizarra, y la - necesidad de entender complicados dinamismos terrestres, con la dificultad adicional de haber ocurrido en unas unidades de tiempo no humanas y en unas dimensiones extremadamente heterogéneas.

De acuerdo con Hudson (1984) los escritores de EAO -en --- nuestro caso para obtener buenos resultados, geólogos, con conocimientos de pedagogía, o con facilidad de estructuración educativa, y capaces de realizar programas informáticos- deben desarrollar dos habilidades:

- La habilidad de descomponer grandes trozos de informa--- ción en otros más pequeños que requieran una menor cantidad de pasos conceptuales.

- La capacidad para reconstruir los trozos en una forma in- teresante, imaginativa y relevante, por medio de figuras bien escri- tas y bien presentadas sobre el monitor.

Las posibilidades gráficas, dinámicas y documentales de -- los computadores profesionales se están utilizando cada vez más pa-

ra infinidad de labores geológicas, como geofísica, bases de datos mineros, diseño de modelos de yacimientos, cartografía geológica, cálculos petrológicos y geoquímicos, etc. ...

Considerando que el "Hardware microinformático" cada día es más económico y que se están dotando bastantes aulas informáticas en los centros de enseñanza, los profesores de geología pierden progresivamente argumentos para seguir resistiéndose al aprovechamiento de estas enormes posibilidades gráficas, documentales y dinámicas de los ordenadores personales.

Es cierto que en la actualidad se dispone de muy poco -- "Software microinformático geológico" y que además aún no ha entrado ni en el M.E.C. ni en las grandes empresas de material didáctico o documental.

Existen algunas citas textuales de autores angloamericanos que convendría tener muy en cuenta, por ejemplo Stonier (1983) decía:

"Una combinación de computadores en el hogar, máquinas baratas de vídeo y un buen Software educativo, permitirán a los niños trabajar en su casa en un futuro cercano.... Las escuelas seguirán existiendo como instituciones, pero su papel se alterará profundamente. Se transformarán en lugares para desarrollar las habilidades sociales y físicas más que las intelectuales".

Y J. Martín (1981):

"Con un tema apropiado y una cuidadosa programación, la enseñanza basada en el computador puede tener significativas ventajas sobre la enseñanza convencional en la clase".

Evidentemente, estas afirmaciones podrán materializarse - en nuestro país, siempre y cuando el número de profesores de Geología, reconvertidos a escritores de EAO, vaya aumentando.

Por el tipismo de la configuración geológica de España, - acertadamente los temarios se van regionalizando, los vascos enseñan más calizas y series flysch, los gallegos más granitos y gneises, los zaragozanos más sales miocenas, etc...

La realidad de que una salida geológica al campo equivale a numerosas clases de EAO o convencionales, resulta evidente y apo-

ya este fenómeno de regionalización. Por todo ello, la solución de conseguir programas geológicos de EAO angloamericanos y adaptarlos, resulta válida para temas generales y para niños pequeños pero es poco seria y muy costosa al superar ese nivel.

ENSAYO DE CLASIFICACION DE PROGRAMAS DE E.A.O. EN GEOLOGIA

Asimilando las ideas pedagógico-informáticas de Hudson --- (1984), podemos proponer la siguiente clasificación:

- Test Multiselección - Útiles para revisión, exámenes, prácticas, etc. Se trataría simplemente de plantear tests cerrados con varias respuestas posibles. Por ejemplo, desde BASIC, con "INPUTS" se puede dar entrada a las respuestas del alumno, con "IF --- THEN GOTO" clasificarlas y por último, evaluarlas mediante contadores de variables.

- Juegos educativos - Se trata de programas que guardan similitudes con los clásicos juegos de acción. Por su naturaleza, normalmente resulta muy difícil que produzcan elevados efectos docentes, pero son interesantes como agradables intermedios entre clases de aprendizaje formal.

Incluimos un ejemplo para correlación de columnas estratigráficas.

Correlaciones estratigráficas. Estructura del programa

10-200 Realiza el diseño artístico de la máscara de presentación, mediante cadenas sucesivas de rótulos "correlaciones estratigráficas" con 40 a\$=" correlaciones estratigráficas; 50 FOR -- n=1 to 29; 60 ? LEFT\$(a\$,n):NEXT. Incluyendo también una pregunta con respuesta de si ó no para comenzar, con la función "INKEY\$" para detección de teclado.

210-330 Después de un temporizador "WHILE TIME: WEND" se accede al menú principal formado por:

- 1..... Concordancia 1 (Subprograma de correlaciones sencillas).
- 2..... Concordancia 2 (Subprograma de correlaciones complicadas)
- 3..... Discordancia 3 (Subprograma de correlaciones con discordancias)

4..... Leyenda (Pantallazo con la leyenda)

Cuando el alumno elige la opción correspondiente, mediante subrutinas aparece automáticamente cada programa.

340-440 Subrutina de la Concordancia 1, dibujo de las columnas en colores mediante MOVE, DRAW y FILL.

450-860 Desarrollo y uso del subprograma Concordancia 1, utilizando a su vez en subrutina el sencillo programa JAMES (1985) de dibujo de rectas (list. 1).

870-1030 Subrutina de la concordancia 2, dibujo de las columnas y coloreado mediante FILL. Asimismo llamada a la subrutina 450 de dibujo de rectas para establecer las correlaciones.

1030-2050 Análogamente se procede con el subprograma de discordancia, procediendo en todos los casos necesarios a retornar mediante GOTO 210 al menú principal.

- Simulaciones - En las simulaciones se pueden utilizar un enorme número de variables, sonoras, dinámicas, de color, etc., aprovechando la poderosa capacidad de cálculo de los microordenadores. En esencia se trata de reproducir gráfica y sonoramente, procesos geológicos, trabajos de cálculos en Geología, etc.

Hay que considerar que también se pueden programar estos procesos en tiempo acelerado, de forma que se vea actuar una falla, o formarse un pliegue a la velocidad que consideremos mejor para el aprendizaje del alumno. También incluimos un fragmento de un programa que puede rodar independientemente, y que representa las operaciones de cálculo para la certificación de un diamante en base a uno de sus cuatro factores: la perfección de la talla brillante. -- (List. 2).

Simulación gráfica y sonora de los procesos de cálculo de la talla brillante

Estructura del programa:

```

450 MODE 1
460 DIM x (1000), y (1000)
470 xant=320: yant=200
480 x = 320: y = 200
490 q = 1
    
```

```

500 PRINT CHR$( 23); CHR$ (1)
510 s = 0
520 GOSUB 550
530 GOSUB 590
540 END
550 PLOT x, y, q
560 IF s = 0 THEN RETURN
570 DRAW xant, yant
580 RETURN
590 WHILE r$ <> "e"
600 GOSUB 550
610 r$ = LOWERS (INKEYS)
620 IF r$ = "a" THEN y = y + 2
630 IF r$ = "z" THEN y = y - 2
640 IF r$ = "," THEN x = x - 4
650 IF r$ = "." THEN x = x + 4
660 IF r$ = " " THEN GOSUB 730 : s = q
670 IF r$ = "1" THEN IF x = 0 THEN s = q ELSE s = 0
680 IF r$ = "b" THEN GOSUB 810
690 IF r$ = "c" THEN q = 1 + (q + 1) MOD 3
700 GOSUB 550
710 WEND
720 RETURN
730 PRINT CHR$( 23); CHR$ (0)
740 GOSUB 550
750 PRINT CHR$( 23); CHR$ (1).
760 con = con + 1
770 x (con) = x; yant = y
780 IF s>0 THEN 1 (con)=q
790 xant = x: yant=y
800 RETURN
810 x = x (con): y = y (con)
820 con = con-1
830 xant = x (con):yant = y (con)
840 IF s>0 THEN q = s
850 GOSUB 550
860 RETURN

```

Figura 1.- Programa de dibujo de rectas James (1985)

```

10 GOTO 110
20 SOUND 1,137,3,12
30 SOUND 1,157,3,13
40 SOUND 1,213,3,8
50 RETURN
60 PEN 1
70 INK 1,24
80 PAPER 0
90 INK 0,1
100 RETURN
110 CLS
120 MODE 1
130 PEN 1
140 INK 1,24
150 PAPER 0
160 INK 0,1
170 LOCATE 13,1
180 PRINT "TALLA BRILLANTE"
190 PEN 2
200 INK 2,6
210 LOCATE 13,3
220 PRINT "Modelo Tillander"
230 GOSUB 60
240 REM: CONTORNO GEMA
250 MOVE 149,225,13
260 DRAW 149,238,13
270 DRAW 218,288,13
280 DRAW 428,288,13
290 DRAW 487,238,13
300 DRAW 487,225,13
310 DRAW 320,80,13
320 DRAW 149,225,13
330 MOVE 320,200
340 T = TIME
350 FILL 2
360 GOSUB 60
370 WHILE TIME < T + 1000:WEND
380 PEN 3
390 INK 3,26
400 FOR f=149 TO 487 STEP 6
410 GOSUB 20
420 PLOT F,233,3
430 P = 0
440 NEXT f
450 LOCATE 19,11
460 PAPER 6
470 INK 6,2
480 PRINT "100%"
490 LOCATE 19,11
500 P = P + 1
510 PRINT " "
520 LOCATE 19,11
530 IF P<10 GOTO 450
540 PRINT "100%"
550 T = TIME
560 WHILE TIME < T + 800
570 WEND
580 FOR r = 80 TO 288 STEP 6
590 GOSUB 20
600 PLOT 320, r, 3
610 NEXT r
620 DEG
630 T = TIME
640 WHILE TIME < t + 500
650 WEND
660 FOR n = 90 TO 130 STEP 4
670 FRAME
680 GOSUB 20
690 x = 149+120*SIN(n)
700 y = 232+120* COS(n)
710 PLOT x,y
720 NEXT n
730 t = TIME
740 WHILE TIME < T + 500
750 WEND
760 FOR y = 54 TO 90 STEP 6

```

```

770 FRAME
780 GOSUB 20
790 x = 149 + 60*SING (y)
800 K = 232 + 60*COS (y)
810 PLOT x,K
820 NEXT
830 t = TIME
840 WHILE TIME < T + 700
850 WEND
860 FOR d = 219 TO 431 STEP 6
870 GOSUB 20
880 PLOT d,285
890 NEXT d
900 t = TIME
910 WHILE TIME < t + 500
920 WEND
930 FOR a=310 TO 407 STEP 5
940 FRAME
950 FRAME
960 GOSUB 20
970 x = 320 + 70*SIN (a)
980 y = 80 + 70*COS (a)
990 PLOT x,y
1000 NEXT a
1010 GOTO 10

```

Figura 2.- Programa de simulación de cálculo de la talla brillante

10-40 Definición de pantalla, variables a cero, número y color de plumas, número y color de fondos y color de borde.

50-170 GOTO saltando las subrutinas de cambio de tintas, plumas, fondos y sonidos.

180-260 Punteado aleatorio decorativo de pantalla acompañado de sonido con aumento progresivo del periodo de tono.

270-350 Rotulado de caratula acompañado de sonido con cambio de colores mediante subrutinas y temporizador WHILE TIME: WEND DE 20 segundos.

360-480 Subrutinas.

490-590 Rotulado del título del dibujo con PRINTS y LOCATES cambiando los colores con subrutinas.

610-740 Dibujo del contorno del brillante con MOVES y --- DRAWS finalizando con FILL rojo y temporizador WHILE TIME.

750-1430 Dibujo de gruesas rectas de puntos mediante PLOT f, 233 con FOR-NEXT-STEP 6 junto con una subrutina de sonido de --- tres periodos de tono simultáneos, lo que consigue un gran efecto de análisis de medidas punto a punto.

Análogamente dibuja arcos de circunferencia mediante:

```

1030 FOR n = 90 to 130 STEP 4
1040 FRAME
1040 GOSUB 390 (hacia subrutina de sonido)
1050 x = 149 + 120* SIN(n)
1060 y = 232 + 120* COS(n)
1070 PLOT x,y
1080 NEXT n

```

También se realiza punto a punto con el mismo efecto de -- cálculo.

1440-2580 Dibujo externo de flechas de medidas mediante MOVES, DRAWS con sus valores numéricos correctos mediante LOCATES Y PRINTS, repetición de un determinado número de veces de la operación con contadores y subrutinas de cambios de color y fondo para conseguir otros efectos especiales, también simuladores de cálculo.

2590-3400 . Presentación del resultado de los cálculos y - rotulado de las conclusiones de forma que expliquen con claridad -- las medidas de la talla brillante.

Programas y computadores como accesorios en trabajos con otros aparatos.-

En geología, como en el resto de los sectores industria--- les, continuamente se perfeccionan y mecanizan los sistemas de medidas y análisis de parámetros geológicos; progresivamente, los aparatos se controlan y dirigen mediante microordenadores.

Por ejemplo, desde el punto de vista práctico, en Mineralogía han sido abolidos los antiguos ensayos a la llama, al carbón, - al tubo abierto y cerrado, a la perla de borax, etc..., siendo sustituidos por la difracción de los rayos X.

Por ello, en muchos centros docentes de geología, se enseña como práctica habitual, la interpretación de diagramas de difracción de rayos X, lo que no necesita nada más que unas cuantas fotografías y unas tablas para interpretar las líneas de difracción utilizando la ley de Bragg.

Parte de estas prácticas también han perdido el sentido -- práctico al mecanizarse muchos de nuestros difractómetros. Estos -

aparatos de rayos X llevan un microprocesador que dirige el funcionamiento del aparato, como, ángulo de incidencia, velocidad de papel, constante de recuperación de tiempo, etc...., también llevan un segundo microprocesador-impresora que ofrece un listado o interpretación de los ángulos, espaciados e intensidad de las líneas de difracción y por último, unos pocos están dotados de una potente base de datos con las fichas ASIM y realizan labores de prospección y búsqueda.

Evidentemente, esta mecanización no es perjudicial, ya que nos permite dedicar más tiempo a tareas más delicadas y no mecanizables, como el muestreo o interpretación de resultados. Y por otra parte, también permiten hacer las clásicas interpretaciones de resultados. Y por otra parte también permiten hacer las clásicas interpretaciones de difractogramas con tablas, si el profesor lo considera pedagógico. De la misma forma que también se pueden identificar los minerales con las técnicas fisicoquímicas sencillas, si se considera pedagógicamente provechoso.

#### Programas E.A.O. ramificados y lineales.-

Se define un programa como lineal cuando aparece secuencialmente haciendo que el alumno forzosamente lo recorra entero. Un programa está ramificado, cuando el flujo de información se divide, es decir existen nudos o disyuntivas, donde el alumno debe elegir de acuerdo con su propio criterio. En este caso, quedan partes del programa que no se estudian. Sin embargo, facilitan que los mejores estudiantes realicen saltos conceptuales más grandes a medida que avanzan.

Algunos programas ramificados para la identificación de rocas y minerales están comercializados, están contruidos a base de informatizar claves dicotómicas sencillas. Por ejemplo, un ejercicio interesante sería mecanizar la clave dicotómica de Mineralogía Loustau Gómez de Membrillera (1946) prácticamente, a base de IMPRINTS, IN THEN GOTOS, LOCATES y PRINTS.

#### CONCLUSIONES

Las posibilidades gráficas, dinámicas y documentales de los microordenadores personales en la didáctica de la Geología son

enormes.

Los ejemplos de programas geológicos que se muestran son los suficientemente ilustrativos de lo que debe ser parte de nuestro futuro docente en geología.

Hay que diferenciar bien los distintos tipos de programas geológicos, simuladores, juegos educativos, dicotómicos ó ramificados, lineales, etc. ...., y aplicarlos en sus contextos docentes adecuados.

#### BIBLIOGRAFIA

HUDSON, K. (1895). "Enseñanza asistida por ordenador". Ed. Diaz de Santos, 181 pp.

LOUSTAU GOMEZ DE MEMBRILLERA, J. (1946): "Tratado de geología y mineralogía con clave dicotómica para la determinación de las especies minerales". Ed. Univ. de Murcia. 1038 pp.

MARTIN, J. (1981). "Telematic society: A Challenge for Tomorrow". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

SPITAL; I., PERRY, R., POEL, W. and LAWSON, C. (1985): -- "Amstrad CPC 6128" Ed. Amstrad Consumer Electronics Plc. Madrid.

STONIER, T. (1983) "The Wealth of Information". Thames Methuen, London.

WYNFORD, J. (1985). "Técnicas de programación de gráficos en el Amstrad". Ed. Indescomp. S.A. Madrid. 162 pp.