

UN PROGRAMA DE SIMULACION COMO INTRODUCCION A LA
GEOLOGIA APLICADA, EN PRIMERO DE GEOLOGICAS

Juan Gabriel Morcillo.- Escuela de Magisterio "María Díaz Jiménez".
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. MADRID.

Francisco Anguita Virella.- Facultad de Ciencias Geológicas.
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. MADRID.

RESUMEN

Entre los meses de Abril y Junio de 1988, un grupo de clase de 70 alumnos de Geología General (1º curso de licenciatura en Ciencias Geológicas) trabajó con un programa interactivo de ordenador que simula una situación de prospección petrolífera y otra de carbón, así como la búsqueda de un emplazamiento para enterrar residuos radiactivos. Se presentan los resultados obtenidos y su control por contraste con otro grupo de clase de la misma asignatura que recibió iguales conceptos teóricos pero no participó en la experiencia. Estos resultados permiten apoyar la conclusión de que las mayores ventajas de este apoyo pedagógico concreto no puede constatarse en el ámbito académico, aunque sí podrían serlo en el ejercicio inicial de la profesión. De todas formas, existen avances de tipo psicológico y afectivo que hacen la experiencia muy recomendable.

ABSTRACT

A class of 70 freshmen in General Geology has been practicing with an interactive simulation computer program from April through June 1988. contrasted with other class that did not underwent the experience, the group's academic results are similar concerning to knowledge. Instructors have nevertheless felt the deep involvement of most students in the experience, what is enough to make it highly commendable in an academic system dominated by students passivity.

INTRODUCCION

A raíz de una comunicación de Eguluz y Llanos en el último Simposio de Enseñanza de la Geología, los autores se interesaron por una serie de programas de ordenador aplicados a la enseñanza que la Asociación Nacional de Profesores de Geología de Estados Unidos difundía a bajo coste. Examinado el catálogo (Burger, 1986), pensamos que un programa interactivo denominado "Drillbit", desarrollado por Peter L. Guth, entonces en la Academia Militar de West Point, ofrecía las mejores posibilidades para una situación docente interesante en la asignatura de Geología General del 1º Curso de Licenciatura en Ciencias Geológicas.

Las ventajas aparentes de Drillbit eran:

- Se trataba de un programa de simulación claramente diseñado para la enseñanza; y por lo tanto cumplía un requisito pedagógico fundamental: hacía algo que no se puede hacer sin ordenador (Brandle y Anguita, 1984).

- Planteaba tres problemas distintos (prospección de petróleo y carbón, y búsqueda de emplazamiento para residuos radiactivos), lo que obligaba a recurrir a soportes teóricos muy variados.

Los problemas de abordar Drillbit (en realidad, cualquier otra actividad docente apoyada en ordenador) eran:

- La inexistencia en la Facultad de un aula de ordenadores.

- El elevado número de alumnos en la asignatura (un grupo (A) de 100 y otro (B) de 70).

Este último problema se resolvió incluyendo en la experiencia sólo al grupo menos numeroso, que además estaba organizado en grupos de trabajo de 6-7 alumnos como estructura normal del curso propiciada por la estructura del aula (FIGURA 1). El no contar con ordenadores para los alum-

nos se resolvió con una receta casera: puesto que el diseño del programa supone que cada usuario es una compañía consultora con un activo económico, y que debe invertir éste en perforar sondeos que le permitan llegar a solucionar el triple problema, los autores decidimos fundar una compañía de servicios ficticia que se encargaría de realizar las perforaciones que los consultores nos encargasen. Así, funcionamos de hecho como intermediarios entre los alumnos y los ordenadores, sendos IBM PC XT existentes en nuestros centros de trabajo. La única inversión fundacional de la compañía fue comprar once diskettes para grabar las respuestas del programa a las peticiones de cada uno de los once grupos de trabajo.

1.- DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

El 28 de Abril se dedicó la parte final de la clase a la explicación de la experiencia y a la distribución del material (FIGURA 2), que incluía un calendario (que se pudo seguir estrictamente) con tres posibilidades de petición de sondeos a lo largo de 16 días; se entendía que las respuestas a las peticiones deberían orientar las siguientes, igual que sucede en la etapa de confirmación de los perfiles geofísicos en las campañas de prospección petrolífera. El material de partida constaba de un mapa topográfico, la geología de superficie, dos sondeos y una cantidad de "dinero" para costear más perforaciones.

Las primeras peticiones de sondeos fueron más bien tímidas: al no saber calcular el costo real de los sondeos, muchos grupos no solicitaron perforaciones de la máxima profundidad, 1000 metros. Por el contrario, en las últimas peticiones la cantidad y profundidad de los sondeos solicitados fue mucho mayor: era evidente que el grupo había perdido el miedo a alcanzar su techo económico. Sin embargo, ningún grupo llegó a agotar su dinero.

A pesar de que el interés por la experiencia era palpable y creciente, la selección de sondeos por parte de muchos grupos nos pareció desconcertante, ya que ninguno intentó lo que parecía ser la vía más simple al problema de conseguir averiguar una geología en profundidad: hacer una pantalla de sondeos. Hacia el final de la experiencia, estábamos convencidos de que los alumnos no habían entendido nada. En lo cual, afortunadamente, nos equivocamos totalmente, porque habíamos subestimado el ingenio colectivo del grupo.

2.- RESULTADOS

A causa de impedimentos burocráticos, la sesión final no pudo realizarse, tal como estaba previsto, ante el ordenador conectado a una pantalla de video. En su lugar, expusimos en el aula varios cortes geológicos representativos obtenidos de

la impresora, y coloreados a mano (FIGURA 3). La geología de subsuelo resulta ser relativamente compleja, con un cabalgamiento absolutamente horizontal en la base de la secuencia, con lo que se obtiene la paradoja aparente de que rocas claramente plegadas están superpuestas a otras horizontales; una paradoja explicada en los modelos con "tectónica de piel fina" de muchas zonas orogénicas.

A pesar de esta dificultad conceptual, muchas de las soluciones (por ejemplo, FIGURA 4) habían llegado a una definición extremadamente precisa de la geología del subsuelo, lo que lógicamente permitió soluciones razonables a los problemas planteados. Junto a ellos, dos grupos no llegaron a entregar el problema.

¿Cómo se llegó a una solución tan precisa con unos datos aparentemente tan mal seleccionados? La clave se llama cooperación. Cuatro de los once grupos habían establecido un convenio secreto de intercambio de información, imitando, probablemente sin saberlo, la política de las pequeñas compañías petrolíferas que buscan alianzas para poder así competir con las grandes.

3.- EVALUACION

En sus exámenes finales, los dos grupos de la asignatura, A y B, respondieron a una corta encuesta centrada únicamente en la política de las prospecciones petrolíferas (TABLA 1).

Como se ve, no sólo las opiniones de los alumnos difieren de la del geólogo del petróleo (que por otra parte matizó mucho que las circunstancias diferían siempre de un caso a otro), sino que además se parecen enormemente entre sí, con independencia de que hayan resuelto o no el problema. La mayor diferencia es que el grupo B parece apreciar más el valor del dinero, probable consecuencia de sus dificultades económicas ficticias. Lo más sorprendente es que, por el contrario, no valoró más que el de control la importancia de la cooperación con otras compañías, lo que muestra que tomaron como una picardía de estudiantes algo que es práctica común en la política real de las petroleras.

4.- CONCLUSIONES

No tomamos el resultado de la encuesta como un fracaso de la experiencia. Por el contrario, el acierto de los esquemas de muchos grupos y el ambiente de interés con el que se vivió el problema (muchos alumnos buscaron orientaciones de diversos profesores de la Facultad no implicados en la experiencia) nos indican que el experimento ha sido positivo. De forma que cuando la Facultad disponga de ordenadores destinados a la docencia ya sabremos en

TABLA 1
Encuesta de evaluación

Ordena por orden de importancia los siguientes elementos de una campaña de prospección petrolífera	Opinión de un experto	Grupo B	Grupo de control
- Tener dinero para realizar suficientes sondeos de confirmación	1	2.5	2.8
- Saber coordinarse con otras compañías complementarias	2	3.4	3.3
- Tener un buen mapa de reconocimiento	3	2.2	2.2
- Contar con una buena geofísica	4	1.9	1.7

qué podemos usarlos.

El programa, que tiene grandes posibilidades, admite diversas mejoras. Por ejemplo, pensamos que la explicación previa debe ser más minuciosa. Por otra parte, hemos conseguido del autor un programa de instrucciones para modificar la base geológica y las condiciones de "trabajo" de las consultoras (por ejemplo, el techo económico). De esta forma, cada grupo podría recibir un problema distinto, lo que evitaría la formación de "sociedades secretas". Aunque no estamos seguros de que esto sea lo mejor: al fin y al cabo, se supone que estamos preparando a los alumnos para resolver problemas de la mejor manera posible.

BIBLIOGRAFIA

* BRANDLE, J.L. y ANGUITA, F. (1984). "La Enseñanza de la Geología y los or-

denadores: ¿la tercera revolución o la última rutina?". Memorias del 3º Simposio sobre Enseñanza de la Geología, Barcelona, 180-186.

* BURGER, H.R. (1986). "Personal computer software for Geological Education". National Association of Geology Teachers, Special publication núm. 1, 208 págs.

* EGUILUZ, L. y LLANOS, H. (1986). "La enseñanza de la proyección estereográfica por ordenador". 4º Simposio Nacional sobre Enseñanza de la Geología, Vitoria, 463-470.

* GUTH, P.L. (1986). "Drillbit: interactive simulation for teaching structural and historical geology". En H. R. Burger (ed): Personal computer software for Geological Education. NAGT Spec. Publ. nº 1, 115-123.



FIGURA 1.- Aula polivalente de la Facultad de Ciencias Geológicas donde se desarrollo la experiencia.

GEOLOGIA GENERAL

Actividad experimental de C.A.I. (enseñanza apoyada en ordenadores)

DRILLBIT: Un programa interactivo de simulación para aprender Geología Estructural e Histórica. Desarrollado por Peter L. Guth, Departamento de Geografía y Ordenadores. Academia Militar, West Point, Nueva York.

OBJETIVOS

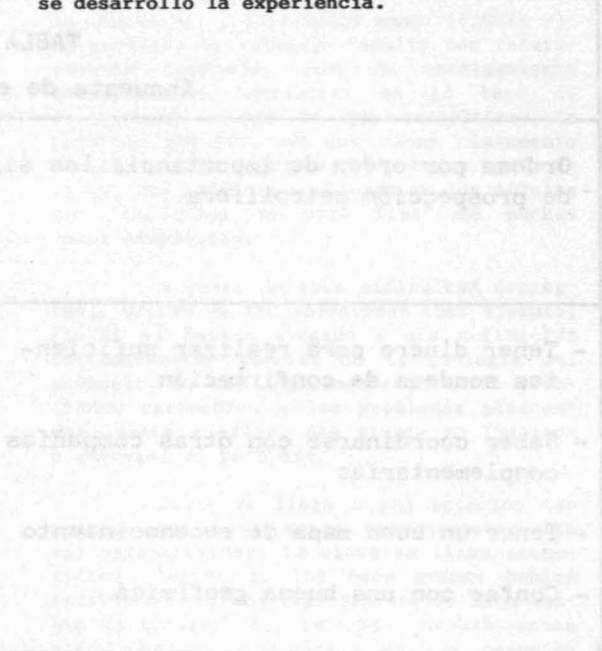
Plantear, utilizando datos ficticios, tres problemas geológicos realistas: localización en una zona cuya geología de superficie se conoce y con un presupuesto definido, yacimientos de carbón y petróleo, así como lugares adecuados para almacenar residuos nucleares.

DATOS

- Mapa Topográfico
- Mapa Geológico.

SIGNOS	TIPO DE ROCA O ESTRUCTURA	COLOR A UTILIZAR	COSTE DEL SONDEO(\$/m)
X	Arenisca con estratificación cruzada.	Marrón	10.00
C	Carbón	Negro	10.00
F	Zona fallada	Negro	2.50
M	Argilita	Verde y rojo	2.50
S	Arenisca	Rojo y marrón	10.00
C	Conglomerado	Negro y rojo	15.00
L	Caliza	Verde	7.50
D	Dolomita	Rujo y marrón	8.50
G	Gneis	Rojo	20.00
R	Granito	Negro y rojo	22.00
T	Limoñita	Negro y verde	7.00
All	Aluvión	Marrón	2.50
Buc	Basalto	Rojo	15.00
Brec	Brecia	Negro y rojo	15.00
Dior	Diorita	Negro y rojo	10.00
Evap	Evaporita	Blanco	6.50
Mar	Mármol	Verde	8.50
Qtz	Cuarcita	Verde y marrón	12.50
Sch	Esquistos	Verde y rojo	8.50

FIGURA 2.- Fotocopias del material distribuido: 2.a.- Explicación de la experiencia.



PROCEDIMIENTO

Tras recibir y estudiar los datos, cada grupo (que actúa como un 'consulting') encargará (como se hace a una empresa de servicios) tandas de sondeos de 1.000 metros de profundidad máxima, en tres ocasiones, redirigiendo los sondeos sucesivos en función de los resultados anteriores y teniendo en cuenta que el presupuesto máximo de la producción es de 150.000 dólares. Al final, entregará las soluciones a los problemas geológicos planteados:

- 1.- Tres cortes geológicos representativos. Escala horizontal y vertical iguales a la del mapa.
- 2.- Historia geológica de la zona.
- 3.- Localización de las trampas petrolíferas de la zona (en el mapa y en los cortes). Coordenadas del punto donde perforar cada trampa de forma que la producción sea máxima.
- 4.- Coordenadas del emplazamiento óptimo de una explotación de carbón.
- 5.- Coordenadas (x,y,z) del emplazamiento óptimo para almacenamiento de residuos radiactivos, teniendo en cuenta que sus dimensiones deben ser 60x60x60 metros, que debe estar a más de 30 metros de cualquier contacto, que debe accederse a él por un pozo de 20 m² de sección, y que ni el pozo ni el depósito pueden estar cruzados por fallas.

Aunque el programa está pensado para trabajar ante pantalla, los datos se pueden obtener y distribuir también de una impresora. La solución del problema se hará en una sesión conjunta en la que el ordenador se conectará a una pantalla de video.

CALENDARIO

- 28 de Abril: reparto de material
- 3 de Mayo: Primera petición de sondos por parte de los grupos
- 5 de Mayo: Primera entrega de datos
- 10 de Mayo: Segunda petición de sondos por parte de los grupos
- 17 de Mayo: Segunda entrega de datos
- 19 de Mayo: Tercera petición de sondos por parte de los grupos
- 24 de Mayo: Tercera entrega de datos
- 31 de Mayo: Entrega de resultados por parte de los grupos
- 2 de Junio: Resolución del problema en una sesión de ordenador.

OBSERVACIONES

- En los cortes se dibujará el buzamiento aparente, que sólo será igual al buzamiento real cuando el corte sea perpendicular a la dirección de los estratos.
- El espesor de las capas en un sondeo es un espesor aparente: el espesor real se halla dividiendo el anterior por el coseno del buzamiento.

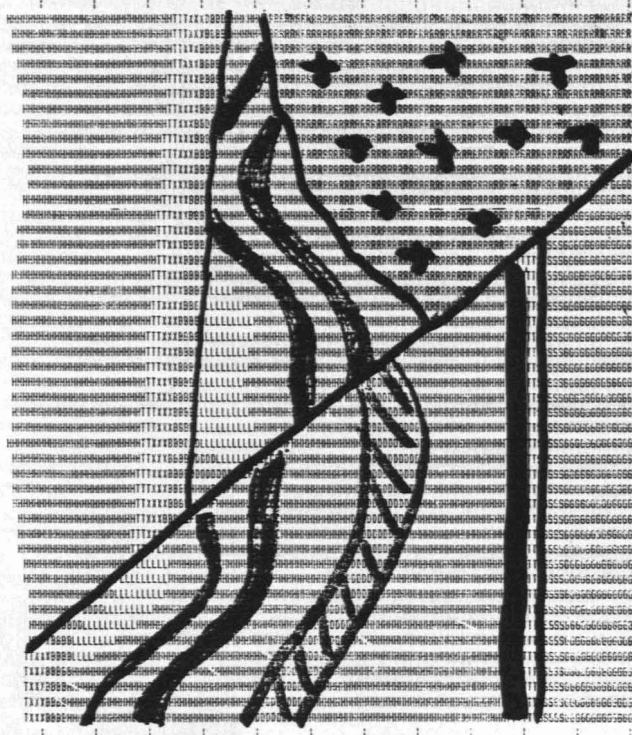


FIGURA 3.- Corte geológico proporcionado por el programa y utilizado en la explicación final.

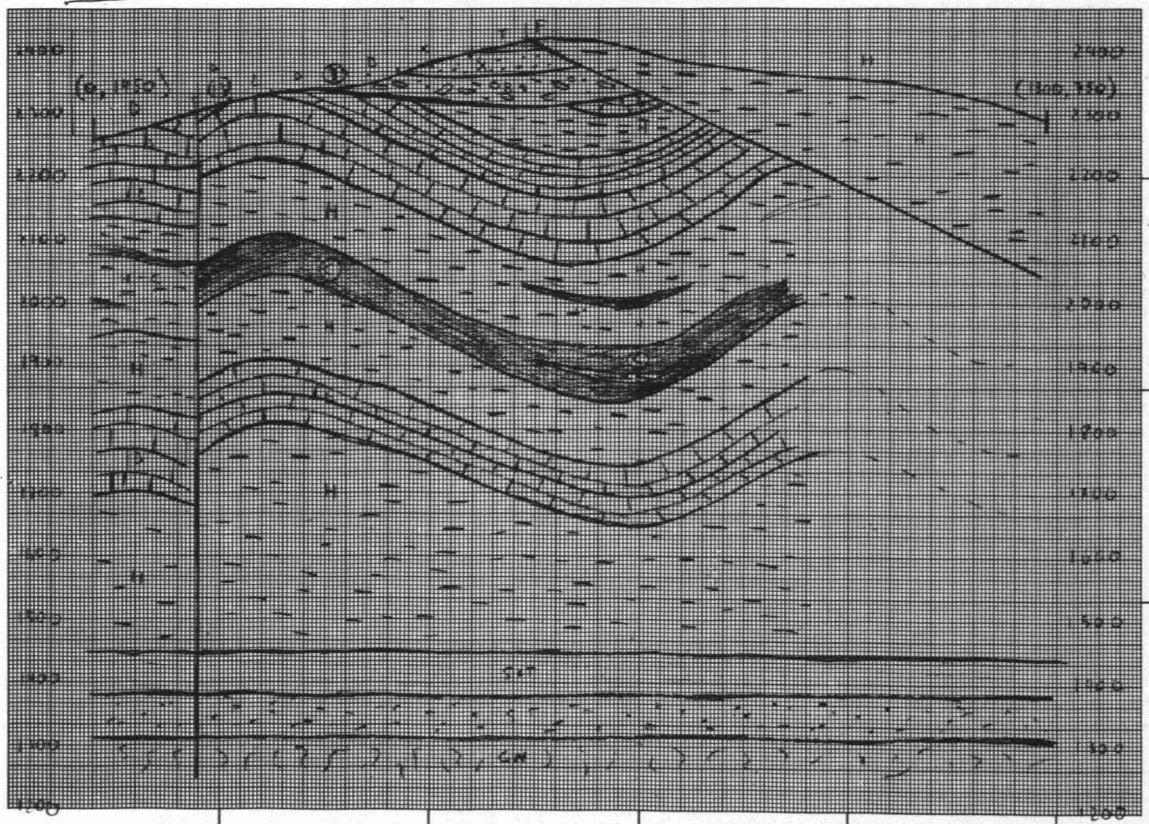


FIGURA 4.- Corte geológico obtenido por uno de los grupos de trabajo.