

Interpretación estratigráfica de un mapa geológico en un modelo de enseñanza activa

Ramón A. Quesada García¹, **Manel Zamorano Cáceres**²,
Luis P. Fernández González² e **Inmaculada Corrales Zarauza**²

¹*Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría", CUJAE, Marianao. La Habana, Cuba.
E-mail: arielq@tesla.ispjae.edu.cu.*

²*Facultad de Geología, Universidad de Oviedo, Jesús Arias de Velasco s.n. Oviedo, Asturias, España, E-mail: manel.zamorano@asturias.geol.uniovi.es, l.pedro@asturias.geol.uniovi.es, icorrale@asturias.geol.uniovi.es.*

Resumen

Se presenta la transformación de un ejercicio práctico a un caso no formal para ser utilizado en la asignatura Estratigrafía y Sedimentología. En el proceso de transformación, se respeta la secuencia de acciones vigentes para su solución y los aspectos a debatir se diseñan teniendo en cuenta los errores más comunes en que incurren los estudiantes de acuerdo con la experiencia actual. El caso no formal propuesto, puede ser utilizado de inmediato para su validación y ajuste en la Universidad de Oviedo (España) y en las universidades cubanas de perfil geológico.

Palabras clave: Enseñanza activa, casos no-formales, geología.

Stratigraphic interpretation of a geological map in an active teaching model

Abstract

The transformation from a practical problem to a non-formal case is presented for use in case based teaching for the course Stratigraphy and Sedimentology. During the process of transformation the actual sequences of actions were taken into account in the solution and the discussion topics were designed according to the most common mistakes that arose in during process. Non-formal case solving can be used immediately for validation and adjustment with students from Oviedo University (Spain) and Cuban universities with an orientation in Geology.

Key words: Active teaching, non-formal cases, geology.

Introducción

El empleo del método de los casos incrementa su esfera de influencias en las universidades a nivel mundial, desde que hace casi un siglo, la Harvard School of Business lo comenzara a aplicar como eficiente vía para el aprendizaje activo.

Las carreras relacionadas con: finanzas, negocios, relaciones internacionales, etc., han desarrollado con más fuerza esta herramienta didáctica, aunque en los últimos años las carreras de ciencias, las de perfil ingeniero y dentro de ellas las Ciencias Geológicas, van adaptando también sus programas a este tipo de enseñanza (7, 8).

La redacción de casos formales o la traducción y adaptación de los cientos de casos escritos en idioma inglés, son una vía para el desarrollo del método en las universidades de habla hispana. Sin embargo, una vía de transición que permite comenzar de inmediato con su empleo, representa la adaptación de ejercicios prácticos vigentes en las universidades hispano americanas a casos no formales que permitan por una parte, respetar el sentimiento de apego que muchos profesores sienten por problemas prácticos consolidados que han mostrado eficiencia durante años y por otra, aprovechar las evidentes ventajas del aprendizaje activo, con la

necesaria transformación cualitativa de la relación alumno profesor que exige esta tecnología para lograr sus probados resultados.

Este trabajo demuestra la posibilidad de hacer una de estas adaptaciones para su uso inmediato en la docencia y aporta un procedimiento que permite a otros profesores introducir el método de los casos en sus respectivas asignaturas.

Elementos de la Tecnología del Método de los Casos. Estudio de Casos un Método Activo de Enseñanza

El empleo del Estudio de Casos (Case Method en la literatura inglesa) como parte de la enseñanza activa, permite a los aprendices: participar en la discusión del análisis y solución de problemas prácticos relevantes, aplicar la teoría en la práctica en sustitución del aprendizaje memorístico, aprender haciendo y enseñando a otros, etc.

Actualmente existen Centros de Distribución de Casos en el mundo, dentro de los cuales pueden mencionarse: The European Case Clearing House, Harvard Business School, Richard Ivey School of Business, la Darden School of Business Administration, etc.

Al mismo tiempo han surgido en los últimos quince años importantes organizaciones de carácter mundial y regional dedicadas a la investigación, uso y divulgación del Estudio de Casos tales como: WACRA (World Association for Case Method Research and Applications) y las correspondientes organizaciones regionales de Estados Unidos (NACRA), República Checa (CZACRA), etc.

Dos definiciones de Caso de Estudio permiten apreciar su alcance:

- Un caso [6] es una descripción de una situación existente en hecho o realidad, que comúnmente se vincula a una decisión, reto, oportunidad o problemática confrontada por una persona o grupos de personas, en una organización. El caso le permite adentrarse de manera figurada en la posición de un específico tomador de decisiones.
- Un caso [5] es un aspecto de la vida trasladado a la sala de clases.

El diseño de un caso formal, requiere de una tecnología relativamente compleja abordada por varios autores [1-3].

Los casos no formales generalmente contienen la información recogida en informes, ejercicios prácticos, artículos o notas publicadas en la prensa escrita, etc. y son modificados y adaptados para su empleo con la tecnología del método de los casos.

Los autores conceden especial importancia a estas aplicaciones, pues permiten introducir la tecnología del método de los casos en instituciones docentes, tomando como base trabajos de carácter práctico utilizados de antemano por las asignaturas sin un enfoque interactivo.

Principios de la Tecnología de Aplicación del Estudio de Casos

Después de seleccionado o diseñado el caso (sea formal o no formal), es necesario estudiar su grado de dificultad, que tiene una incidencia directa en el tiempo necesario para su discusión en la sala de clases. El grado de dificultad de los casos se establece (6), por una medida que fluctúa entre 1 y 3 en cada una de tres dimensiones: analítica, conceptual y de presentación (FIG. 1). Estas tres dimensiones definen un cubo espacial que se de-

nomina "cubo de dificultad" y las tres dimensiones se expresan como coordenadas espaciales donde:

X: se corresponde con la dimensión analítica

Y: se corresponde con la dimensión conceptual

Z: se corresponde con la dimensión presentación.

- **Dimensión Analítica (X):** Responde a la pregunta: ¿Cuál es la tarea del que resuelve el caso en relación con la decisión principal o problemática del caso?
- **Dimensión Conceptual (Y):** Responde a la pregunta: ¿Qué teorías, conceptos o técnicas pueden ser útiles en la comprensión y/o la resolución de la situación planteada en el caso?
- **Dimensión Presentación (Z):** Responde a la pregunta: ¿En la información que tengo a mi disposición, qué es realmente importante y relevante y qué información no aparece. Los grados de dificultad se definen en función de que el caso pueda ser comprendido rápidamente y la información relevante se encuentre asequible fácilmente.

Después de asignado el caso a los aprendices, su solución debe conducirse como un proceso donde aparecen tres estadios:

1. Preparación individual
2. Discusión en pequeños grupos
3. Discusión con todo el grupo de clase

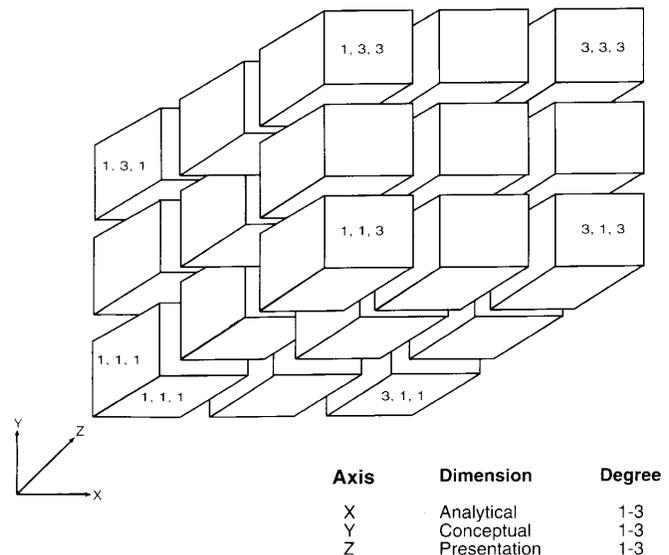


FIG. 1. El Cubo de Dificultad del Caso. Tomado de (6).

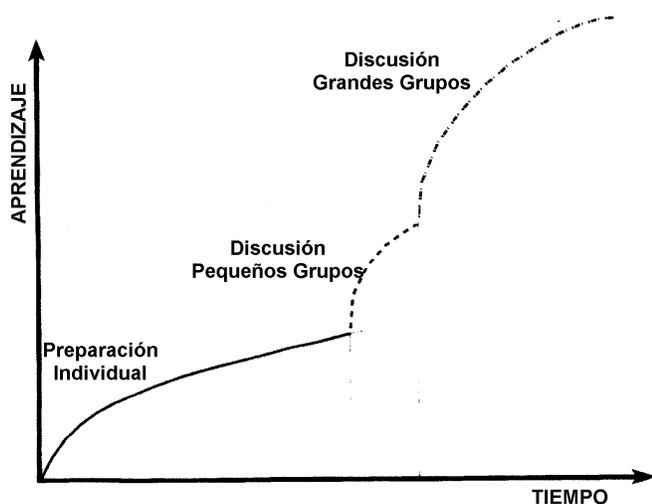


FIG. 2. Estadios del proceso de aprendizaje. Tomado de (6)

Cada uno de estos estadios es vital para el aprendizaje efectivo y contribuye de diferente forma a maximizar la cantidad y calidad del aprendizaje (FIG. 2).

Principales características de la preparación individual

Los aprendices: Asumen el rol y la responsabilidad de un tomador de decisiones en el caso y resolverán las problemáticas en una confrontación consigo mismo (los criterios asumidos son individuales).

Principales características de la discusión en pequeños grupos

- Este tipo de discusión conlleva a la participación activa de todos los miembros del grupo y es una oportunidad para chequear con otros las consideraciones establecidas de forma individual en el estadio anterior, clarificar interpretaciones y dar a conocer posiciones individuales relacionadas con la solución del caso.
- Se ganan habilidades en técnicas de comunicación grupal como: hablar, escuchar, definir criterios, etc., dado que todos participan en este tipo de discusión. Debe acotarse que este tipo de discusión no se hace para solucionar el caso en el pequeño grupo, no para adecuar las soluciones individuales a un criterio común, sino, se trata de un esfuerzo que nos permite comprender mejor la solución del caso, sin que ne-

cesariamente se modifiquen nuestras decisiones individuales.

Principales características de la discusión con todo el grupo de clases

- Se alcanza un nivel de comprensión del caso que no es posible alcanzar con el trabajo individual y en pequeños grupos. Obsérvese el salto en el aprendizaje que se aprecia en la Figura 2 asociado a este estadio.
- Es una actividad en la cual los aprendices comienzan a ser evaluados.

Características Actuales del Ejercicio Práctico

La “Interpretación Estratigráfica de un Mapa Geológico” es actualmente un ejercicio práctico de la asignatura Estratigrafía y Sedimentología que realizan los estudiantes de segundo año de la carrera de Geología en la Universidad de Oviedo.

Este tipo de prácticas (ver un ejemplo incluido como anexo al final del trabajo) se viene aplicando desde hace 20 años, aunque con modificaciones continuas. En un principio se hacía sobre mapas reales, para posteriormente hacerlo sobre mapas especialmente diseñados, que representan simulaciones y en general, dado el nivel de los estudiantes, son mapas sencillos, evitando en ello todo tipo de accidentes tectónicos (cabalgamientos, etc.) que pueden complicar la visión de las relaciones puramente estratigráficas.

Se considera éste un ejercicio incluido en los objetivos de la asignatura Estratigrafía y Sedimentología y de hecho, el examen final de la asignatura actualmente incluye un ejercicio de este tipo, de ahí la importancia que presenta su aprendizaje para los alumnos.

Sus objetivos terminales son que a partir de un mapa geológico los alumnos sean capaces de:

1. Determinar la sucesión estratigráfica (ordenación temporal de unidades presentes)
2. Reconocer la geometría de las unidades y sus relaciones verticales y laterales.
3. Reconocer los distintos tipos de discontinuidades presentes, su geometría y su relación con las unidades adyacentes (truncación erosiva, onlap, downlap, etc.).

4. Reconstruir la historia geológica.

Se consideran palabras clave para su solución:

Facies	Cambios de Facies
Secuencias	Discontinuidades
Contactos Geológicos	Unidades Aloestratigráficas
Unidades	Unidades
Litoestratigráficas	Litodémicas
Solapamiento	Solapamiento
Retroactivo (Offlap)	Expansivo (Onlap)
Truncación Erosional	
Biselamiento	Biselamiento
Somital (Toplap)	Basal (Downlap)

Actualmente, los resultados de las prácticas se revisan de modo colectivo y se les facilita a los alumnos un ejemplar con la solución. Las dudas particulares se resuelven en tutorías personalizadas.

Los errores más comunes que se producen actualmente en su solución son:

Más graves:

- No ver una discordancia (ángulo entre distintas capas).
- No ver una disconformidad (que hay erosión evidente).
- Considerar una roca no estratificada (ígnea o metamórfica de alto grado) como estratificada.
- Confusión entre un contacto intrusivo con uno sedimentario.
- Discordancia entre materiales que están sin deformar (horizontal).
- Mal puesto el orden de los materiales en la columna estratigráfica.

Menos graves:

- No ver una interrupción en la sedimentación.
- No reconocer los tipos de secuencias dentro de las columnas.
- No reconocer una paraconformidad.
- No reconocer los cambios laterales de facies.

La secuencia de acciones recomendada para su solución es como sigue:

1. Analizar el mapa junto con la descripción de las unidades y realizar los cortes que se solicitan.
2. Ordenar cronológicamente las diferentes unidades estratigráficas, tomando en cuenta: la cartografía, los cortes geológicos y la descripción litológica.
3. Siguiendo el orden cronológico de las unidades estratigráficas definido anteriormente y en base a la cartografía, cortes y descripción

litológica, determinar en el mapa los tipos de discontinuidades que existen.

4. Construir la columna estratigráfica en base a los puntos anteriores, señalando los diferentes tipos de unidades estratigráficas (litoestratigráficas, litodémicas, aloestratigráficas) y secuencias existentes.

Se considera que los conocimientos y habilidades necesarios para enfrentarse al ejercicio son tratados en asignaturas precedentes (Geología General, Geología Estructural, Petrología Sedimentaria, etc.). En el transcurso de las lecciones teóricas de dichas asignaturas y en las propias de Estratigrafía y Sedimentología, los conceptos (palabras clave) son ilustrados con ejemplos prácticos que van vinculando la teoría con la práctica, ya que la nociones tratadas en teoría son directamente aplicables.

La tarea del estudiante al abordar este ejercicio es traducir al mapa concreto con que tienen que trabajar, lo que les ha sido enseñado en teoría y práctica con ejemplos análogos.

De acuerdo con la experiencia acumulada, un alumno promedio, con una preparación adecuada y trabajando individualmente, puede realizar un ejercicio de este tipo en 2 horas.

Inserción del Ejercicio en un Modelo de Estudio de Casos

Dada la experiencia que se tiene en la aplicación de este ejercicio práctico en la Facultad de Geología de la Universidad de Oviedo, se propone considerar como caso no formal la misma forma de presentación que aparece en el ejemplo como anexo al final de este trabajo, añadiendo en una cuartilla adicional los "Aspectos para la Discusión" en forma de preguntas y explicaciones, que aparecen más adelante en este epígrafe.

Posición dentro del cubo de dificultad

- Dimensión analítica: Se conoce el tipo de decisiones que deben tomar los estudiantes en la solución del ejercicio. Las decisiones son tomadas y defendidas individualmente por los alumnos.

- Dimensión conceptual: Existe un número significativo de palabras clave, incorporadas al conocimiento de los estudiantes a través de asignaturas de precedencia. Estas palabras clave deben aplicarse en conjunto durante la solución del ejercicio.
- Dimensión presentación: Los datos se expresan en forma gráfica y escrita, en un lenguaje claro y conciso, sin información superflua. En base a lo anterior, se propone su clasificación como: (2; 2; 2).

Tomando en consideración la posición dentro del cubo de dificultad, se propone el siguiente:

Modelo de aplicación del caso

1. Sesión Práctica de Elaboración Interactiva Conjunta (con todo el grupo)..... 30 min.
2. Sesión de discusión del caso:

Primer Estadio: (incluye la solución de las dos primeras acciones)

- Entrega del caso y solución individual de las dos primeras acciones.....15"
- Discusión de las soluciones individuales en pequeños grupos (3 a 5 estudiantes).... 10"
- Discusión de las soluciones individuales en todo el grupo..... 30"

Segundo Estadio: (incluye la solución de las dos últimas acciones)

- Solución individual de las acciones correspondientes al segundo estadio..... 15"
- Discusión de las soluciones individuales en los mismos pequeños grupos..... 5"
- Discusión de las soluciones individuales en todo el grupo..... 15"
- Total.....120"

El punto 1 del modelo de aplicación se propone como opcional y su uso queda a decisión de los profesores, teniendo en cuenta la capacidad de los estudiantes para enfrentarse por primera vez al caso. Si no se utiliza este paso, se recomienda incrementar el tiempo en el resto de los estadios propuestos.

Los detalles de cada una de las partes de este modelo de aplicación se encuentran en las notas pedagógicas que acompañan a todos los casos y no han podido incluirse por razones de espacio.

Aspectos para la Discusión (dirigidos principalmente hacia los errores más comunes)

Primer Estadio

En el mapa geológico:

- Señale las discontinuidades estratigráficas existentes, discriminando los diferentes tipos (discordancias, disconformidades, etc.). Justifíquelas.
- Diga si existen solapamientos, biselamientos o truncaciones. Justifíquelas.
- Diga si existen contactos intrusivos.

Segundo Estadio

En el (los) corte(s) propuesto(s):

- Señale el orden cronológico de las diferentes unidades litoestratigráficas.
- Diga si existen solapamientos, biselamientos o truncaciones. Justifíquelas.
- Señale los cambios laterales de facies. Justifíquelos.

En la columna estratigráfica

- Diga si existe alguna unidad litodémica. Justifíquela.
- Señale las unidades aloestratigráficas. Justifíquelas.
- Señale las secuencias. Justifíquelas.
- Señale los cambios laterales de facies. Justifíquelos.

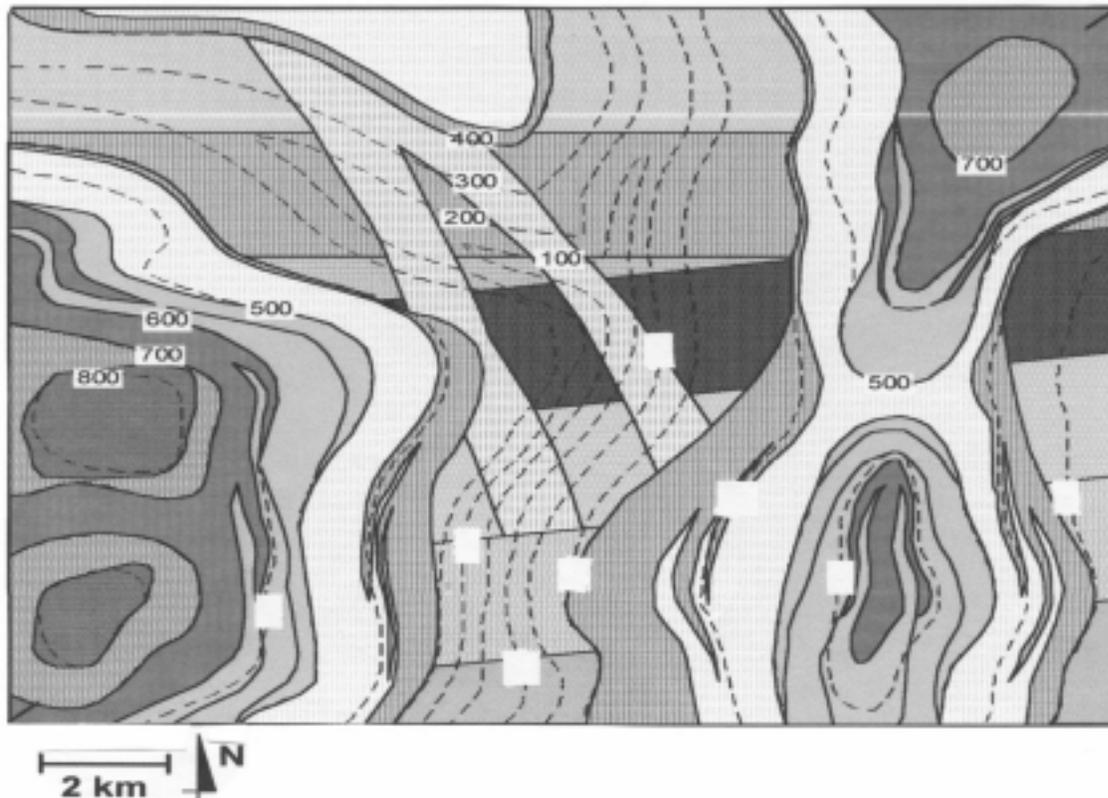
El profesor, de acuerdo al tipo de ejercicio, puede seleccionar o no todos los aspectos a debatir o agregar otros no incluidos, que ayuden a incentivar la discusión (de acuerdo a la disponibilidad de tiempo). Lo más importante, es que el aprendizaje se produzca mediante la discusión, más cooperativa que competitiva y que el profesor asuma el rol de facilitador, logrando que no se frene el libre flujo de ideas (4).

La discusión debe provocarse por el profesor al aparecer diferencias entre los criterios de los alumnos cuando presentan sus respuestas a los aspectos relacionados anteriormente, en los dos estadios de discusión.

Tratándose de ejercicios prácticos, donde las soluciones se expresan gráficamente, el proceso de discusión provoca que las soluciones gráficas se expre-

Anexo

MAPA GEOLÓGICO – FEBRERO 2001

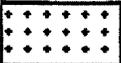
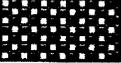
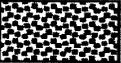
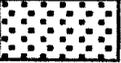
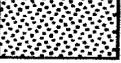
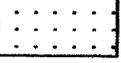
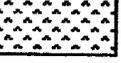
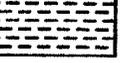


Parte inferior de la primera figura (mapa geológico).

Teniendo en cuenta la descripción de las unidades que se adjunta:

1. Realice el corte geológico (según la línea A-B indicada en el mapa) identificando las discontinuidades y cambios laterales de facies, utilizando símbolos convencionales. Escala vertical 1 cm = 100 m.
2. Señalar en el mapa los distintos tipos de discontinuidades usando la siguiente clave: discordancia = rojo; disconformidad = azul; paraconformidad = verde; inconformidad = amarillo.
3. Construir la columna estratigráfica regional señalando:
 - Discontinuidades, cambios laterales de facies y secuencias existentes.
 - Unidades limitadas por discontinuidades, unidades litoestratigráficas y eventualmente unidades litodémicas.
4. En la hoja adjunta numerar por orden cronológico las diferentes unidades existentes.

ESTADIGRAFIA – FEBRERO 2001

Orden numerico	Nombre
	Pórfido.
	Ortogneises
	Base neta. Conglomerados con clastos de ortogneises, intercalados con areniscas arcóscicas, formando secuencias superiores cada vez más finas. En la parte superior de la unidad se alternan con pizarras (esquistos).
	Base neta irregular. Conglomerados cuarcíticos los cuales en la parte inferior de la unidad contienen además pizarras y clastos de ortogneises. Hacia la parte superior ocurren areniscas y pizarras (esquistos) intercaladas. El tope de la unidad muestra un paleosuelo de considerable espesor.
	Base neta irregular. Conglomerados polimícticos con ortogneises y clastos de pórfido. Hacia la parte superior los conglomerados aparecen interdigitados con capas de areniscas, las cuales al final se hacen dominantes. Esta unidad no se encuentra deformada.
	Base neta. Conglomerados polimícticos con abundantes clastos de calizas marinas fosilíferas.
	Base neta irregular. Conglomerados polimícticos con clastos de pórfido. Hacia la parte superior de la unidad se interdigitan con capas de areniscas.
	Base gradual. Areniscas con lentes de conglomerados. Hacia la parte superior pasan a areniscas intercaladas con pizarras (esquistos).
	Base gradual. Areniscas con lentes de conglomerados en la parte superior de la unidad. Hacia arriba las areniscas interdigitan con pizarras (esquistos), que se hacen dominantes y ocurren además algunas capas de carbón.
	Base gradual, excepto en el área norte del mapa, donde es base neta y cubierta por un conglomerado basal con pizarra (esquisto) y clastos de carbón. Areniscas y pizarras (esquistos) intercaladas que hacia arriba pasan a capas de areniscas. La parte superior de la unidad es invadida por fauna marina.
	Base neta. Alternancia de pizarras (esquistos), rocas volcánicas y areniscas y capas de lava subordinadas.
	Base gradual. Alternancia de pizarras (esquistos), areniscas y conglomerados. Hacia arriba las pizarras (esquistos) se hacen dominantes.
	Base neta cubierta por un micro conglomerado basal con clastos de pizarra (esquistos) y carbón. Pizarras (esquistos) con capas de areniscas. Hacia la parte superior pasan a pizarras (esquistos) y areniscas intercaladas.

sen oralmente en forma de discurso geológico a la hora de defender las soluciones. Esto le ofrece un atributo adicional al aprendizaje.

El profesor debe mantener una posición imparcial en el momento de la discusión, hasta que lo considere oportuno, momento en que dará la solución correcta a cada aspecto debatido, lo que representa un proceso de revisión interactiva, donde se desarrollan capacidades orales para defender criterios.

Al final de la actividad, el profesor, como se hace actualmente, le facilita a los alumnos un ejemplo con la solución correcta.

Conclusiones y Recomendaciones

- El modelo de enseñanza activo propuesto, ha respetado la presentación actual de la Interpretación Estratigráfica de un Mapa Geológico y el carácter activo se propone, agregando "Aspectos para la Discusión", diseñados tomando en consideración la secuencia de acciones recomendada actualmente y los errores más comunes que se cometen en la actualidad.
- Los Aspectos para la Discusión diseñados, permiten su uso separado en dos estadios mediante la discusión en pequeños grupos y en todo el grupo, como establece la tecnología del método de los casos.
- La clasificación de (2; 2; 2) según el cubo de dificultad del caso, permitió presentar un modelo de aplicación calculado para una sesión de dos horas.
- Este caso no formal, debe validarse y perfeccionarse mediante su empleo en la asignatura de Estratigrafía y Sedimentología de la Facultad de Geología de la Universidad de Oviedo y las Facultades de Geología de las universidades cubanas.

Referencias Bibliográficas

- [1] BÉDARD, M.G.; *et al.* (1991). **La Méthode des Cas**. Gaetan Morin Éditeur, ISBN 2-89105-408-3, Canada.
- [2] CULLITON, J.W. (1973). Handbook on Case Writing. **Asian Institute of Management**. Philippines.
- [3] CHRISTENSEN, C.R.; *et al.* (1989). **Teaching and the Case Method**. Harvard Business School Press, ISBN 0-87584-178-3, U.S.A.
- [4] CHRISTENSEN, C.R.; *et al.* (1991). **Education for Judgment**. Harvard Business School Press, ISBN 0-87584-365-4, U.S.A.
- [5] HAFSI, J. (1999). **Escritura de Casos: un Arte y un Proceso**. WACRA Press, España.
- [6] MAUFFETTE-LEENDEERS, L.A.; *et al.* (1999). **Learning With Cases**. Richard Ivey School of Business, ISBN 0-7714-1969-4, Canada.
- [7] OZSVATH, D.L. (2000). **The Slippery Slope of Litigating Geologic Hazards: California's Portuguese Bend Landslide (Case Teaching Notes)**. **Case Studies in Science (Geological Cases)**. State University of New York at Buffalo. U.S.A.
- [8] SHUIRMAN, G.; *et al.* (1992). **Forensic Engineering: Environmental Case Histories for Civil Engineer and Geologists**. Academic Press Inc. San Diego. U.S.A.