



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

PROYECTO DE INNOVACIÓN (INNOVA GESTIÓN)

Convocatoria 2018-2019

Número proyecto: 196

Título: Análisis de la evolución en la adquisición de competencias específicas y transversales en los Grados de Geología e Ingeniería Geológica

Responsable: Mari Luz García Lorenzo

Facultad de Ciencias Geológicas

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

En la solicitud del PROYECTO INNOVA GESTIÓN (2018-2019) - 196 se propuso como principal objetivo analizar mediante el sistema de *Eye Tacking Tobii Pro Glasses 2* (TobiiTechnologyJapan,Ltd.,Tokyo,Japan) los movimientos oculares de una población de estudiantes de los Grados en Geología e Ingeniería Geológica, para comprobar si el patrón de movimientos oculares en los estudiantes expertos difiere al de los estudiantes inexpertos, al realizar diversas tareas propias de Geología.

Las posibles diferencias de estos patrones se han estudiado estadísticamente, con el objeto de analizar los diversos enfoques visuales dependiendo del grado de formación geológica de los estudiantes.

Destacamos los beneficios conseguidos a partir de los resultados obtenidos:

- Desarrollar un estándar para el control de calidad interno y objetivo en los Grados de Geología e Ingeniería Geológica impartidos por la Facultad de Ciencias Geológicas.
- Incluir la información obtenida en las próximas memorias Verifica para la renovación de la acreditación de los títulos impartidos por nuestra Facultad, como buenas prácticas en la mejora de la Calidad docente de los Grados de Geología y de Ingeniería Geológica.
- Revisar y discutir en las Comisiones de Coordinación de los Grados en Geología e Ingeniería Geológica nuevas estrategias de mejora en la docencia impartida en diversas disciplinas geológicas.
- Evaluar competencias académicas, disciplinares y de ámbito profesional, dentro de las competencias específicas; y competencias instrumentales y sistémicas, dentro de las competencias transversales.
- Mejorar, en el Programa de Mentorías, el seguimiento y orientación de los estudiantes.
- Incrementar la transparencia y fiabilidad en este sistema de control de la calidad docente al involucrar directamente a los estudiantes en su realización.
- Transferir e implementar este nuevo sistema de evaluación de la calidad en otros títulos que tengan competencias similares a las de nuestros títulos.

2. Objetivos alcanzados

El desarrollo del PROYECTO INNOVA GESTIÓN (2018-2019) - 196 “Análisis de la evolución en la adquisición de competencias específicas y transversales en los Grados de Geología e Ingeniería Geológica” ha permitido alcanzar el objetivo fundamental a corto plazo previsto en su solicitud.

Se ha comprobado que existen diferencias en el patrón de movimiento ocular entre estudiantes novatos y expertos, por lo que el patrón ocular y los mapas de calor pueden ser utilizados como complemento en la evaluación de asignaturas de los Grados en Geología e Ingeniería Geológica.

Además, podría ser de elevado interés su uso en la preparación y/o evaluación de las salidas de campo, aspecto singular de las titulaciones de nuestra Facultad.

3. Metodología empleada en el proyecto

Metodología: Se utilizó un sistema de rastreo ocular *Eye Tracking Tobii Pro Glasses 2* (TobiiTechnologyJapan,Ltd.,Tokyo,Japan) cuyos componentes son: 1) gafas de registro ocular, 2) unidad de grabación, controlada por *software* a través de un ordenador, conectado al sistema a través de un cable HDMI y 3) *software Tobii Pro Lab* para analizar los datos oculares y extraer los mapas del calor. Las gafas llevan incorporadas una cámara para registrar la escena que está frente al estudiante, de tal modo que el *software* devuelve una imagen del campo de visión del sujeto y su mirada superpuesta mediante un cursor en tiempo real. La precisión del sistema es inferior a 0.1° de ángulo visual. El programa de presentación y registro de las respuestas conductuales fue diseñado en DmDX (Forster y Forster, 2002).

Procedimiento. Las sesiones experimentales fueron llevadas a cabo en una cabina Faraday (Facultad de Psicología). Cada estudiante se sentó frente a una pantalla donde se proyectaron once imágenes que debía observar con atención para poder realizar las once tareas asignadas a cada fotografía. Cada una de las imágenes iba precedida de una pregunta. A continuación, aparecía la fotografía y por último, una pantalla en la que los estudiantes debían emitir una respuesta a través de un teclado. El formato de respuesta fue de elección múltiple con tres alternativas. Se instruyó a los estudiantes a que observaran las fotografías empleando el menor tiempo posible y que contestaran a la tarea tan rápido como pudieran. La duración máxima del tiempo de observación por imagen fue 10 segundos, a excepción de la fotografía 10 (corte en un mapa) cuya duración máxima fue 20 segundos. La duración máxima de emisión de la respuesta a la tarea planteada fue de 20 segundos. El orden de presentación de las tareas fue aleatorio para cada estudiante. La relación de tareas (preguntas formuladas), imágenes empleadas y respuestas asignadas puede consultarse en el anexo 1.

Antes de comenzar el experimento se calibró la mirada de cada participante mediante un punto de calibración. Los datos oculares fueron grabados a 50 Hz.

Las variables oculares. Las variables oculares consideradas en cada área de interés preestablecidas fueron: a) Duración de la primera fijación ocular sobre un área de interés; b) Número de fijaciones oculares sobre las áreas de interés; c) Duración media de las fijaciones sobre las áreas de interés y d) Duración total de las fijaciones sobre las áreas de interés. Las áreas de interés consideradas para los análisis preliminares pueden consultarse en el anexo 2.

Como *variables de rendimiento* se consideró el tiempo de inspección de las fotografías y la tasa de aciertos a la tarea. Los resultados de las variables oculares y de rendimiento se analizaron por grupo de experiencia y tipo de tarea.

Para cada variable ocular y para el tiempo de inspección de las imágenes se realizó una prueba no paramétrica para dos muestras independientes (grupos de experiencia), la prueba *U de Mann-Whitney*. Esta prueba es una de las alternativas a la prueba *t* de *Student* cuando no se cumplen los supuestos que esta última requiere, por ejemplo, cuando los tamaños muestrales son pequeños. Para los aciertos a las tareas propuestas con las fotografías se llevó a cabo una prueba de asociación chi-cuadrado y se calculó el valor del estadístico *C* de contingencia.

4. Recursos humanos

El equipo de trabajo del PROYECTO INNOVA GESTIÓN (2018-2019) – 196UCM está formado por profesores de la Facultad de CC. Geológicas y de la Facultad de Psicología, y además han participado estudiantes de la Facultad de CC. Geológicas. El carácter transversal del proyecto ha sido clave para alcanzar los objetivos planteados en las acciones de mejora de la calidad de la docencia de la Facultad de CC. Geológicas.

La participación de la profesora Dra. Elisa Pérez Moreno (Facultad de Psicología), como especialista en Movimientos Oculares, así como sobre la aplicación informática utilizada en el proyecto, ha sido determinante en el desarrollo del proyecto. Además, la Dra. Elisa Pérez Moreno ha participado en dos proyectos de Innovación Docente teniendo una gran experiencia en este campo. Por parte de la Facultad de CC. Geológicas, han participado profesores especialistas en diversas temáticas: Jacobo Abati Gómez, Pedro Castiñeiras García y David Orejana García en Petrología y Geoquímica; María Isabel Benito Moreno en Estratigrafía; Elena Crespo Feo, Emilia García Romero, José Ángel López García, José Fernández Barrenechea y Rubén Piña García en Cristalografía y Mineralogía; José Luis Granja Bruña en Geodinámica Interna. Adicionalmente, este equipo de profesores aporta una gran experiencia desde el curso 2007-2014 en Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente-UCM y desde 2014-2018 en Proyectos Innova. Además, al ser un proyecto de Apoyo a Centros (INNOVA GESTIÓN), como parte del Equipo Decanal han participado: la Decana de la Facultad, Lorena Ortega Menor, la Vicedecana de Estudios y Calidad, Mari Luz García Lorenzo (responsable del proyecto), y la Vicedecana de Grado y Estudiantes, M^a Eugenia Arribas Mocochoa.

Por último destacar la participación de 19 estudiantes (Grados en Geología e Ingeniería Geológica), 10 estudiantes de primer curso y 9 que fueron considerados como expertos (8 estudiantes de 4^o curso y 1 profesional). Todos los participantes presentaron visión normal o visión normal corregida. La colaboración de los estudiantes ha sido fundamental para el desarrollo del proyecto.



Figura 1. Situación experimental durante la realización de uno de los ensayos en la Facultad de Psicología (Universidad Complutense de Madrid).

5. Desarrollo de las actividades

Las medias y desviaciones típicas totales y para cada tarea en cada grupo para las variables dependientes analizadas pueden consultarse en la siguiente Tabla:

		DPF	NF	DMF	DTF	Tiempo	PA
Tarea 1							
	Inexpertos	276 (139)	4,4 (2,12)	332 (120)	1548 (865)	7695 (2394)	0,45
	Expertos	400 (267)	5,89 (2,42)	450 (208)	2918 (2301)	7211 (2568)	0,89
Tarea 2							
	Inexpertos	394 (254)	7,4 (2,76)	411 (88)	3052 (1314)	5760 (2385)	0,73
	Expertos	329 (236)	7,33 (4,18)	434 (116)	3140 (1749)	6729 (2363)	0,89
Tarea 3							
	Inexpertos	379 (248)	2,27 (0,66)	421 (186)	940 (460)	7316 (2262)	0,36
	Expertos	398 (200)	2,76 (1,18)	378 (110)	1024 (443)	9110 (1659)	0,22
Tarea 4							
	Inexpertos	502 (326)	2,89 (2,47)	493 (239)	1307 (1247)	6823 (2503)	0,27
	Expertos	327 (84)	5,5 (1,87)	341 (67)	1893 (870)	6813 (2432)	0,67
Tarea 5							
	Inexpertos	419 (152)	2,65 (1,45)	439 (98)	1119 (601)	6885 (2637)	0,54
	Expertos	388 (250)	2,57 (1,81)	417 (233)	1003 (556)	7245 (2945)	0,44
Tarea 6							
	Inexpertos	402 (184)	6,5 (3,34)	332 (95)	2094 (1021)	7272 (2200)	0,36
	Expertos	509 (286)	5,89 (3,41)	495 (170)	2529 (1296)	6963 (2100)	0,78
Tarea 7							
	Inexpertos	-	0	-	-	7907 (2523)	0,54
	Expertos	565 (440)	3 (2,83)	535 (438)	1005 (502)	8138 (2254)	0,22
Tarea 8							
	Inexpertos	535 (449)	3,75 (2,31)	446 (273)	1485 (977)	8226 (2062)	0,09
	Expertos	480 (381)	3,75 (1,91)	512 (303)	2050 (1629)	8705 (2043)	0,22
Tarea 9							
	Inexpertos	368 (253)	7,3 (3,89)	417 (160)	2952 (1606)	6535 (2637)	0,91
	Expertos	458 (220)	8,44 (6,54)	380 (124)	3309 (1936)	7085 (2967)	0,89
Tarea 10							
	Inexpertos	421 (213)	4,85 (1,9)	556 (134)	2701 (687)	15721 (4395)	0,45

	Expertos	528 (211)	6,5 (1)	527 (140)	3473 (1163)	16946 (3192)	0,44
Tarea 11							
	Inexpertos	474 (170)	1,84 (1,15)	529 (239)	957 (681)	8309 (2225)	0,54
	Expertos	622 (326)	2,07 (0,55)	641 (345)	1201 (659)	9412 (1190)	0,67
Total							
	Inexpertos	421 (102)	3,71 (0,64)	442 (98)	1588 (281)	8041 (1692)	0,48
	Expertos	463 (159)	4,35 (0,8)	475 (145)	1964 (625)	8578 (1419)	0,58

Nota. *DPF* = Duración media de la primera fijación en un área de interés (ms). *NF* = Número medio de fijaciones en las áreas de interés. *DMF* = Duración media de las fijaciones en las áreas de interés (ms). *DTF* = Duración media total de las fijaciones en las áreas de interés (ms). *Tiempo* = Tiempo medio de inspección a la fotografía (ms). *PA* = Proporción de aciertos a la tarea.

Fijándose en las medias totales obtenidas en la muestra estudiada para las variables oculares, estos valores son los esperados; es decir, los expertos obtienen en promedio una duración mayor de la primera fijación en áreas de interés, un número mayor de fijaciones en estas áreas y una duración media y total de las fijaciones mayor en estas regiones preestablecidas.

Sin embargo, estas diferencias no son tan elevadas como se esperaban antes de realizar los ensayos. Según los resultados de las pruebas no paramétricas, solo se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos para la variable Número medio de fijaciones en las áreas de interés y en la Duración media de las fijaciones en las áreas de interés.

En concreto, al realizar la tarea propuesta con la fotografía 4 (U de Mann-Witney = 10, $p = ,04$), con la fotografía 10 (U de Mann-Witney = 17, $p = ,02$) y con la fotografía 11 (U de Mann-Witney = 23,5, $p = ,07$) los expertos dirigen más fijaciones a las áreas de interés por término medio que los inexpertos. Además, para la tarea a desarrollar con la fotografía 6 la duración media de las fijaciones en las áreas de interés fue mayor en comparación con la de los inexpertos (U de Mann-Witney = 16, $p = ,01$).

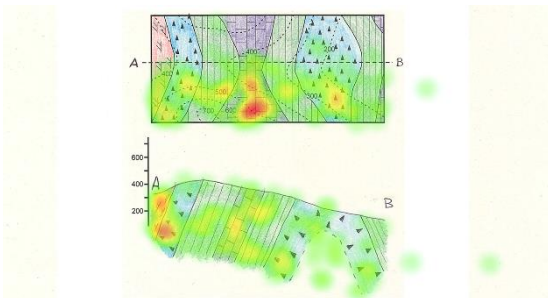
En cuanto a la variable de tiempo medio de inspección a cada fotografía, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las tareas propuestas entre los dos grupos de experiencia.

Más llamativo es aún el hecho de que tan sólo para las tareas propuestas en las fotografías 1, 4 y 6 se encuentran diferencias por grupo en el acierto a la tarea. Según los resultados obtenidos, para estas tareas se encuentra que los inexpertos tienen una tendencia a fallar y los expertos a acertar estas tareas. Para las tres tareas se encuentra una relación de intensidad media entre el grupo de pertenencia y el acierto a la tarea, con valores $\chi^2 = 4,1$, $p = ,04$, $C = ,41$ para la tarea 1, $\chi^2 = 3,1$, $p = ,07$, $C = ,37$ para la tarea 4 y $\chi^2 = 3,43$, $p = ,06$, $C = ,38$ para la tarea 6.

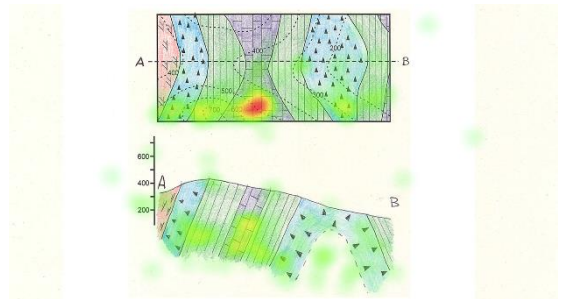
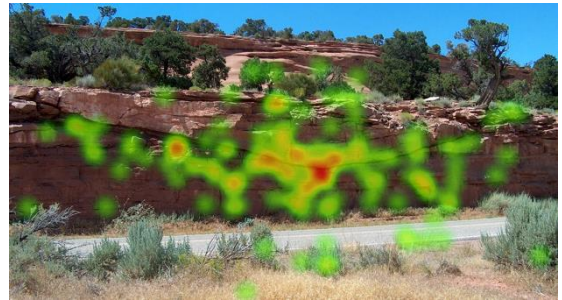
Estos resultados justifican la decisión tomada *a posteriori* de analizar las variables oculares de las fotografías en función de dos grupos formados por aquellos que para cada tarea supieron resolverla frente a aquellos que fallaron (en adelante, en función de la eficacia) y también, de entre los que acertaron la tarea, aquellos que lo hicieron más rápido frente a los que tardaron más (en adelante, en función de la eficiencia).

Con los resultados obtenidos se han generado mapas de calor, para identificar cuáles son los puntos que centran la atención de los estudiantes, tanto expertos como inexpertos.

INEXPERTOS



EXPERTOS



En estos mapas se observa como los expertos obtienen una duración mayor de la primera fijación en áreas de interés, un número mayor de fijaciones en estas áreas y una duración media y total de las fijaciones mayor en estas regiones preestablecidas, por lo que los movimientos oculares pueden ser de gran utilidad en la docencia de la Geología e Ingeniería Geológica y en la evaluación de tareas relacionadas con la misma.

6. Anexos

ANEXO 1. Preguntas

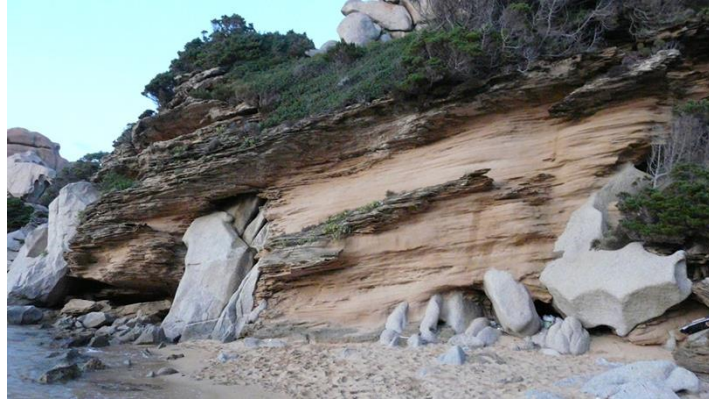
1. ¿Qué tipo de estructura principal observas en la siguiente imagen?
 - a. Una falla
 - b. Un pliegue
 - c. Una discordancia



2. ¿Qué tipo de pliegue se ve en la siguiente imagen?
 - a. Un anticlinal
 - b. Un sinclinal
 - c. Un pliegue tumbado



3. ¿Qué tipo de rocas son las más antiguas en la siguiente imagen?
 - a. Ígneas
 - b. Ígneas y sedimentarias
 - c. Sólo sedimentarias



4. Justo por encima de las rocas ígneas”, ¿qué tipo de rocas sedimentarias aparecen en la siguiente imagen?
- Conglomerados
 - Calizas
 - Areniscas



5. ¿Qué tipo de río se ha desbordado en la siguiente imagen?
- Tipo *braided*
 - Tipo Saskatchewan
 - Tipo meandriforme



6. Localiza la estructura sedimentaria más llamativa en la siguiente imagen

- a. Un sinclinal
- b. Un canal
- c. Un cabalgamiento



7. ¿Qué tipo de pliegue se observa en la siguiente imagen?
- a. Un sinclinal
 - b. Un anticlinal
 - c. Un pliegue-falla



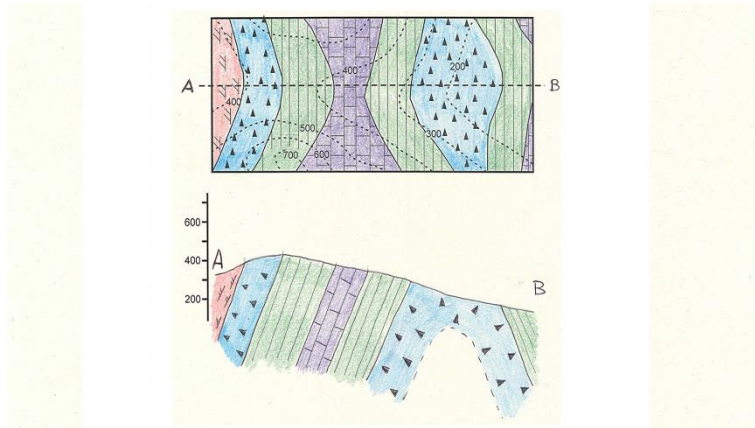
8. ¿Cómo es el contacto entre las dos litologías que aparece en la siguiente imagen?
- a. Erosivo
 - b. Vertical
 - c. Horizontal



9. ¿En qué tipo de material es más frecuente la estructura sedimentaria principal que aparece en la siguiente imagen?
- a. Granitos
 - b. Gravas
 - c. Arenas



10. ¿Dónde se encuentra el error en el corte del mapa que aparece en la siguiente imagen?
- a. Sobra el anticlinal
 - b. Falta un sinclinal
 - c. Falta otro anticlinal



11. ¿Hacia dónde buzcan las rocas que están mejor estratificadas en la siguiente imagen?
- a. Hacia la parte derecha
 - b. Hacia la parte izquierda
 - c. Hacia la parte de arriba



ANEXO 2. Áreas de interés



