

Incorporación de Elementos Básicos del Aprendizaje Basado en Proyectos y de la Evaluación por Medio de Póster y Bitácora, en el Curso Sistemas de Información Geográfica Aplicados a la Geología

Elena Badilla Coto

Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica.
E-Mail: elena.badillacoto@ucr.ac.cr

Resumen. Como parte de una estrategia didáctica innovadora que incorpora algunos elementos básicos del *Aprendizaje basado en proyectos*, durante el primer semestre del año 2016, se decidió enfrentar a los estudiantes del curso G-0047 Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados a la geología de la carrera de Bachillerato en Geología de la Universidad de Costa Rica, a un proyecto práctico mediante el cual lograrán, a través de la resolución de un problema de índole geológico, la integración de todo el conocimiento sobre utilización de herramientas y técnicas de SIG adquirido en el curso.

Durante 4 semanas de trabajo y de forma individual o en parejas, los estudiantes cumplieron con las tres fases del trabajo con SIG, que incluyen desde la búsqueda e ingreso de los datos al sistema, hasta la visualización final de los resultados, pasando por la fase intermedia de análisis. Eligieron su propia área de estudio, su extensión, el problema espacial por resolver, la metodología a aplicar y el período de tiempo por analizar, buscando integrar todo lo aprendido durante el curso. Posteriormente, recopilaron los datos espaciales necesarios para cumplir su objetivo, los ingresaron al SIG, llevaron a cabo los análisis básicos requeridos para alcanzar su objetivo y prepararon el o los mapas resultantes, con todos los requerimientos cartográficos mínimos exigidos.

El registro del avance del proyecto se llevó a cabo a través de una bitácora digital y los resultados se evaluaron a través de la elaboración y exposición de un póster.

La estrategia fue valorada positivamente por los estudiantes, quienes consideraron que sí se favoreció su aprendizaje al permitirles enfrentarse a experiencias cercanas a su futuro desempeño profesional.

Palabras clave: docencia; Geología; sistemas de información geográfica; aprendizaje basado en proyectos; póster; estrategia didáctica; bitácora.

2.1 Introducción

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema que integra tecnología informática, personas e información geográfica, y cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados (Olaya, 2011). Su aprendizaje es eminentemente práctico, pero de la mano de un manejo claro y sólido de los conceptos teóricos básicos sobre los cuales se fundamentan.

Los SIG son frecuentemente utilizados como herramientas didácticas innovadoras para la enseñanza de la geografía, pero poco se ha documentado sobre cuál es la mejor manera de enseñar el manejo de sus herramientas, de forma que se logre un nivel de comprensión que permita su integración en un flujo de trabajo con un objetivo específico.

El curso G-0047 Sistemas de Información Geográfica aplicados a la geología es un curso optativo del plan de estudios de la carrera de Bachillerato en Geología, impartida en la Escuela Centroamericana de Geología, Facultad de Ciencias, Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica. También, se ofrece como curso optativo del grado de Licenciatura de esta misma carrera. Es un curso de 3 créditos y 5 horas de clase por semana (1 hora de teoría y 4 horas de laboratorio), ubicado en el IV ciclo del plan de estudios de bachillerato y que se imparte de forma individual. Tiene como requisito el curso G-3003 Dibujo Geológico, curso obligatorio del III ciclo de este mismo plan.

Tiene como propósito proveer al estudiante de geología de una herramienta informática para el almacenamiento, manejo, procesamiento, análisis y visualización de sus geodatos y lo más importante, de una herramienta que facilite la toma de decisiones relacionadas con su futuro desempeño profesional. No es un curso destinado a la enseñanza de un software en particular, sino a la enseñanza de una serie de conceptos. Estos conceptos permitirán que el estudiante, por su cuenta, sea capaz de aprender con gran facilidad y dominio del tema, el manejo del software que elija como el que se adecúa más a sus necesidades y gustos.

Durante el primer semestre del año 2016, se buscó lograr que los estudiantes de este curso alcanzaran la capacidad de integrar los conceptos teóricos y herramientas SIG vistas en clase, en la resolución de un problema de índole geológico, a través de la aplicación de una estrategia didáctica que incorporaba elementos básicos del “Aprendizaje basado en proyectos”.

Se contó con una población de 7 estudiantes (4 hombres y 3 mujeres). Por tratarse de un curso optativo de bachillerato y de licenciatura, la población estudiantil presentaba niveles variados, con estudiantes de segundo (1), tercer (3) y cuarto año (1) de bachillerato, así como de licenciatura (2). La estrategia se aplicó durante las últimas 4 semanas del semestre.

2.2 Antecedentes

El curso ha sido impartido anualmente desde el año 2004 utilizando una metodología que combina clases magistrales, en las que se abordan los conceptos básicos de los SIG

y que representan alrededor del 25-30% de las sesiones del curso, con clases prácticas (70-75% del tiempo) caracterizadas por ejercicios guiados, en los que se aplican las herramientas SIG relacionadas con los conceptos que se van abordando durante la clase teórica. Únicamente durante el año 2014 no se abrió el curso por falta de matrícula.

El porcentaje de la evaluación correspondiente a la parte teórica del curso ha ido decreciendo a lo largo de los años, de forma que se la ha ido dando más y más peso a la componente práctica (Figura 1). Entre los años 2004 y 2006, la teoría se evaluó a través de dos exámenes con un valor del 30% de la nota final cada uno. Para el año 2007 este porcentaje se disminuyó a 25% cada uno, pasando a 20% por examen en el período 2008-2009. Durante todo este período de 5 años, el curso se impartió de forma compartida con otro docente. A partir del año 2010 se asume el cargo como única docente y se empieza a evaluar la teoría a través de un solo examen que representa el 30% de la nota final. Este porcentaje se mantiene hasta el año 2015, cuando se decide sustituir el examen por una evaluación con quices y tareas teóricas, que representan el 20% de la nota. Esta forma de evaluar y el porcentaje de la nota que representa, se aplicó también durante el año 2016 (Tabla 2.1).

Cuadro 2.1: Evolución de la evaluación del curso en el período 2004–2016.

Rubro de evaluación	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2015	2016
Examen teórico	60%	60%	60%	50%	40%	40%	30%	30%	30%	30%	—	—
Quices y tareas teóricas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20%	20%
Investigación bibliográfica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5%	5%	10%
Ejercicio práctico guiado	40%	40%	40%	35%	35%	35%	20%	20%	20%	15%	25%	—
Quices prácticos	—	—	—	15%	25%	25%	—	—	—	—	—	—
Exámenes prácticos	—	—	—	—	—	—	50%	50%	50%	—	—	—
Quices e informes/tareas prácticas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50%	50%	40%
Proyecto final	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

A partir del año 2013 se decide incorporar a la evaluación un rubro de investigación bibliográfica, al cual se le asignó un valor del 5% (se modificó a 10% para el 2016) (Tabla 2.1). Por su parte, la evaluación del componente práctico del curso ha experimentado más cambios a través del tiempo. Durante el período en que el curso se impartió de forma compartida con otro profesor (2004-2009), se trabajó con un proyecto final dividido en dos etapas (una por profesor, 20% cada una entre 2004-2006; 15% y 20%, respectivamente, entre 2007-2009) y que consistía en un ejercicio práctico guiado basado en un caso de estudio. A partir del año 2007 se incluye un 15% de la nota dedicado a quices prácticos, porcentaje que aumenta a 25% para 2008-2009. Una vez que se asume el curso de forma individual en el 2010, se incorpora un 50% de evaluación mediante exámenes prácticos (se transforman en quices e informes/tareas en 2013-2016; 40% en 2016) y un 20% a través de un ejercicio práctico guiado de una sola etapa, lo cual se mantiene hasta el año 2012. En el 2013 se reduce el porcentaje a 15%, en el 2015 se le asigna un 25% y finalmente, en el 2016, se decide modificar el tipo de proyecto y asignarle un 30% de la nota. Más adelante nos referiremos en detalle a las características de este proyecto (Tabla 2.1).

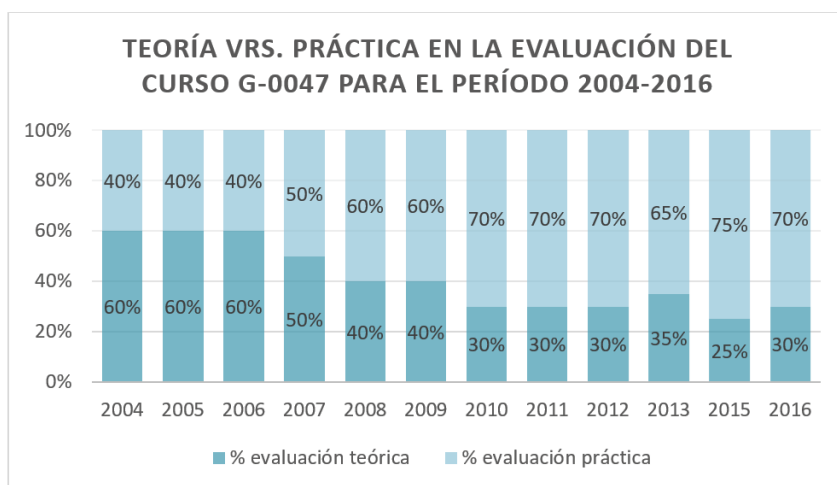


Figura 2.1: Variación de teoría vs. práctica en la evaluación del curso G-0047 para el período 2004-2016.

El porcentaje de aprobación promedio entre los años 2010 y 2016 fue de 93%, con una nota promedio final de 7,8 de un máximo de 10, así como una cantidad promedio de estudiantes matriculados de 9.

2.3 Problema

Tradicionalmente, durante el curso se han enseñado los conceptos teóricos y las herramientas prácticas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), de forma fragmentada. Los ejercicios prácticos responden a los conceptos teóricos, pero no hay una clara continuidad entre una práctica y la siguiente. Cada semana se trabajan conceptos diferentes con datos y herramientas diferentes.

Se considera que bajo esta metodología de enseñanza, los estudiantes llegan a dominar las diferentes etapas del trabajo con SIG y las diferentes herramientas que estos ofrecen, pero no de forma integrada. Por esa razón, a la hora de enfrentarse a un problema que requiera la aplicación de SIG para su resolución, se les hace muy difícil visualizar la ruta a seguir para enfrentarlo, es decir, el proceso de trabajo con herramientas SIG que deben aplicar. Esto los lleva a cometer errores de concepto en el camino o bien, a seguir rutas más complicadas que las que deberían.

El ejercicio guiado que se asignaba en semestres anteriores estaba basado en un caso de estudio y en él se aplicaban diversas herramientas SIG para la solución de un problema específico. Sin embargo, para su resolución se suministraban los datos necesarios e instrucciones detalladas con los pasos a seguir. Esto promovía en el estudiante un comportamiento mecánico poco analítico y no contribuía a esa indispensable integración de herramientas y conceptos aprendidos durante el curso.

Debido a esto, se decidió enfrentar a los estudiantes a un proyecto que les exigiera plantear un problema y buscarle solución, mediante la combinación de conocimientos teóricos y prácticos, lo que consideramos favorecería muy probablemente el aprendizaje integrador deseado.

2.4 ¿Por qué un proyecto?

Desde la perspectiva de la educación, un proyecto se puede definir como una estrategia de aprendizaje que permite alcanzar uno o varios objetivos a través de la puesta en práctica de una serie de acciones, interacciones y recursos. La elaboración de proyectos se transforma en una estrategia didáctica que forma parte de las denominadas metodologías activas; es así como el proyecto se concibe como la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema o una tarea relacionada con el mundo real (Martí et al., 2010).

En esta estrategia didáctica, el profesor desempeña un papel de orientador dando recomendaciones, formulando interrogantes, ayudando al grupo en el proceso de toma de decisiones y permitiendo que los estudiantes desarrollen su tarea de forma independiente (Rodríguez-Sandoval & Cortés-Rodríguez, 2010).

Desde la perspectiva del estudiante, el *Aprendizaje basado en proyectos* (ABP) (Martí et al., 2010):

- se centra en el estudiante y promueve la motivación intrínseca;
- estimula el aprendizaje colaborativo y cooperativo;
- está diseñado para que el estudiante esté comprometido activamente con la resolución de la tarea;
- es retador, y está enfocado en las habilidades de orden superior.

Para estos mismos autores, algunas ventajas que conlleva trabajar el ABP son:

- Desarrollo de competencias. Para los estudiantes, aumenta el nivel de conocimientos y habilidades en una disciplina o en un área específica, se alcanza un elevado nivel de habilidad en dicha área específica, incluso un estudiante puede llegar a convertirse en la persona que más sabe sobre ese tema.
- Desarrolla las habilidades de investigación. El Proyecto mejora ostensiblemente las aptitudes de los estudiantes para la investigación.
- Incrementa las capacidades de análisis y de síntesis, especialmente cuando el Proyecto está enfocado a que los estudiantes desarrollen estas habilidades.
- Ayuda a que los estudiantes incrementen sus conocimientos y habilidades. Se plantea y emprende una tarea desafiante que requiera de un esfuerzo sostenido durante algún tiempo.

- Compromiso en un Proyecto. Los educandos se comprometen de forma activa y adecuadamente con la realización del trabajo de proyecto, por lo que se encuentran internamente motivados.

El empleo del ABP como estrategia en la enseñanza trae considerables beneficios a los estudiantes. Por un lado, motiva a los estudiantes a aprender porque les permite seleccionar temas que les interesan y que son importantes para sus vidas, y por otro, aumenta el compromiso y la motivación, posibilitando el alcance de logros importantes (Maldonado Pérez, 2008).

Para fines de nuestro curso, se consideró que la forma de evaluación que más favorecía la integración de herramientas y conocimientos era el proyecto práctico.

2.5 Estrategia docente aplicada

Como parte de una estrategia didáctica innovadora que incorpora algunos elementos básicos del *Aprendizaje basado en proyectos* descrito anteriormente, se decidió enfrentar a los estudiantes a un proyecto práctico mediante el cual lograrán, a través de la resolución de un problema de índole geológico, la integración de todo el conocimiento sobre utilización de herramientas y técnicas de SIG adquirido en el curso.

Los estudiantes, trabajando de forma individual o en parejas, debieron cumplir con las tres fases del trabajo con SIG, que incluyen desde la búsqueda e ingreso de los datos al sistema, hasta la visualización final de los resultados, pasando por la fase intermedia de análisis. Debieron elegir un área de estudio, su extensión, el problema espacial por resolver, la metodología a aplicar y el período de tiempo por analizar, buscando integrar todo lo aprendido durante el curso. Posteriormente, procedieron a la búsqueda de los datos espaciales necesarios para cumplir su objetivo, ingresarlos al SIG, llevar a cabo los análisis básicos requeridos para alcanzar su objetivo y preparar el o los mapas resultantes, con todos los requerimientos cartográficos mínimos exigidos.

Para la resolución del problema planteado, utilizaron herramientas SIG de cualquiera de los dos software vistos en clase o una integración de ambos (Ilwis 3.4 y QGIS 2.8, ambos de acceso libre).

Entre las fuentes de datos espaciales sugeridas se encontraron: servicios web accesibles a través de complemento OpenLayers de QGIS, servicios OGC, cartografía 1:25 000 proyecto Terra 1998 (disponible en Biblioteca de Escuela de Geología), Atlas 2008 (DVD disponible en Biblioteca de Escuela de Geología), cartografía impresa.

El proyecto incluyó, como mínimo, las siguientes fases de trabajo:

1. Preparación de base topográfica del área de estudio, en coordenadas CRTM05 (curvas de nivel, carreteras y ríos)

2. Análisis topográfico básico del área de estudio, que incluya Modelo Digital de Elevación (DEM), modelo sombreado, modelo 3D, mapa de pendientes y perfil(es) topográfico(s).
3. *Layout* de mapa geológico y/o geomorfológico del área de estudio que incluya los elementos cartográficos básicos vistos en clase y que implique un proceso de georeferenciación, digitalización y preparación del mapa final
4. Análisis espacial básico orientado a la resolución del problema planteado y que implique la aplicación de funciones de sobreposicionamiento.

Durante las 4 semanas de trabajo, el estudiante o pareja de trabajo llevaron un registro del avance de su proyecto en una bitácora digital de trabajo (documento de Word©, nota de Evernote©, o el formato de su elección) que incluía la definición de su área de estudio, su ubicación y extensión, el problema que se quiere resolver, los datos con los que se contó, así como, de forma general, los procedimientos aplicados, herramientas utilizadas, dificultades encontradas y de qué forma se resolvieron.

Además, como resultado final, se solicitó a cada estudiante o pareja de trabajo la elaboración de un póster en el que se indicara el objetivo del proyecto, los datos y metodología utilizados, así como los resultados obtenidos (4 fases planteadas anteriormente).

Se cedió el horario de clase para el desarrollo del proyecto, espacio durante el cual la profesora estuvo presente para aclarar dudas.

A partir de la bitácora y la exposición del póster, se calificó lo siguiente:

- Planteamiento del problema a resolver, así como la pertinencia de los datos y metodología elegidos, en función de este (20%).
- Grado de dificultad del trabajo y los resultados obtenidos en cada una de las 4 fases de trabajo (15% cada fase – total 60%).
- Diseño del póster (10%).
- Bitácora de trabajo: entrega y contenido (10%).

2.6 ¿Por qué la evaluación a través de un póster y una bitácora?

El póster constituye un tipo de comunicación con un enorme potencial. Posibilita la transmisión concisa y clara, puede ser analizado con detenimiento por los compañeros y posibilita la transmisión de un mensaje por parte de los autores, la discusión y el intercambio de opiniones (Rosell Clari et al., 2011).

Además, estos mismos autores plantean que la defensa oral del poster, entendida como comunicación de resultados, impone un triple desafío argumentativo: una argumentación demostrativa que exige la articulación entre marco teórico y aplicación

práctica; una argumentación persuasiva que busca el modo de comunicar estos resultados más eficazmente, atendiendo al docente como a los compañeros; y una argumentación dialéctica que se abre a la consideración de otros puntos de vista, sustentada en una formación.

La experiencia de trabajo con pósteres contribuye a entender una situación, desagregándola en sus partes o identificando sus implicaciones paso a paso; organizando las partes de un problema o situación de forma sistemática, realizar comparaciones entre diferentes elementos o aspectos, y establecer prioridades de forma racional (Canales & Schmal, 2013).

Por otra parte, la bitácora es una forma de comunicación con el estudiante en la que se involucra como parte activa de su propio proceso de formación; su gestión es sencilla, complementa las actividades presenciales, favorece la interacción docente-estudiante y proporciona soporte a las actividades de evaluación y retroalimentación (Tricas et al., 2006).

Para fines de la presente intervención didáctica, se consideró que las habilidades cuyo desarrollo se favorece a través de la utilización del póster y de la bitácora, son de suma importancia para su futuro desempeño profesional y/o científico de los estudiantes de la carrera de geología.

2.7 Resultados obtenidos

Se llevaron a cabo 5 proyectos diferentes, dos de ellos en parejas y tres en forma individual, los cuales fueron presentados mediante la exposición del póster ante compañeros y profesora.

Los resultados obtenidos se discuten a continuación:

1. En cuanto al planteamiento del problema, sólo en uno de los casos no se logró explicar de forma clara, qué era lo que se deseaba obtener. Los estudiantes llevaron a cabo las 4 fases de trabajo planteadas, pero sin un objetivo final claro; no se percibió un hilo conductor claro.
2. En cuanto a la realización de todas las tareas especificadas para las 4 fases de trabajo solicitadas, se obtuvo que a pesar del detalle con el que se redactaron las instrucciones, en tres de los casos se omitió la entrega de alguno de los productos. Se considera que este faltante no se relacionó con incapacidad o desconocimiento por parte de los estudiantes, sino más bien con descuido o falta de atención; lo que dejaron de entregar no significaba un nivel de complejidad o dificultad alto.
3. El principal problema se detectó en el desarrollo de la cuarta fase de trabajo, lo que era de esperar, ya que ésta presentaba un mayor grado de complejidad e implicaba mayor integración de conocimientos y herramientas. En 3 de los trabajos se evidenciaron errores de concepto a los cuales es necesario prestar atención en el futuro; los estudiantes demostraron no tener completamente claro el significado de

análisis espacial, y más específicamente, demostraron no conocer qué son funciones de sobreposicionamiento y que estas implican el uso de operadores aritméticos, lógicos o condicionales entre capas de datos, con el fin de generar nuevos mapas. Confundieron el concepto de sobreposicionamiento con la simple comparación visual de capas, a partir de su sobreposición en pantalla, lo cual es incorrecto.

4. Siguiendo en la cuarta fase de trabajo, se detectó que en los dos casos que sí se realizó el análisis solicitado, se falló en el detalle de la explicación del procedimiento, a nivel de póster y de bitácora. Los estudiantes no lograron explicar con claridad el proceso seguido, las herramientas utilizadas y las fórmulas aplicadas, por lo que el valor de su trabajo se vio opacado, así como la visualización del grado de complejidad del análisis realizado. Los procedimientos o fórmulas utilizados en un análisis tienen un inmenso valor que vale la pena resaltar y detallar. En este caso, se considera que la habilidad que falló en los estudiantes fue su capacidad de síntesis, ya que del póster y la bitácora se desprende que el análisis realizado es correcto y que se alcanza el objetivo planteado al inicio.
5. La capacidad de síntesis también falló a la hora de seleccionar las imágenes que incluiría el póster. En algunos casos se dedicó demasiado espacio al mapa final obtenido, en detrimento del espacio dedicado a los productos intermedios del análisis, algunos de ellos de importancia crucial para entender el proceso seguido.
6. El manejo de espacio en el diseño del póster es un aspecto que, en algunos casos, generó dificultades. Se dejaron muchos espacios vacíos que podrían haberse aprovechado para mostrar las imágenes más grandes o para incluir algunas explicaciones.
7. En uno de los casos se omitió por completo el título de la investigación a la hora de hacer el póster. En otro caso, el título no se consideró adecuado, ya que no mostraba relación directa con el objetivo planteado.
8. En el caso de las bitácoras, se le dio a los estudiantes la opción de compartir el documento digital con la profesora desde el inicio del trabajo, de forma que se pudiera ir monitoreando el avance y realizando sugerencias. Únicamente una estudiante lo hizo, el resto la entregó hasta el final. Esto puede interpretarse como que la bitácora no fue redactada de forma paralela al avance del trabajo, por lo que no cumplió su objetivo.
9. De los 5 proyectos, 4 entregaron bitácora completa, aunque se falló en el detalle de la descripción del proceso seguido para la resolución del problema planteado.
10. En algunos casos sí se detectaron elementos en la bitácoras que llevaron a pensar que su escritura favoreció una actitud reflexiva y crítica en el estudiante, con respecto al desarrollo de su proyecto.
11. Por último, cabe destacar que la mayoría de los estudiantes aprovecharon el tiempo de clase cedido para la realización del proyecto, así como la disponibilidad de la profesora a aclarar dudas durante ese tiempo.

2.8 Evaluación por parte de los estudiantes

Con el fin de conocer la opinión y sugerencias de los estudiantes sobre la estrategia docente implementada, se aplicó un instrumento de consulta que fue contestado por 6 de los 7 estudiantes matriculados (86% del grupo).

La opinión sobre el proyecto final asignado en el curso fue positiva en todos los casos. Se indicó que este proyecto les permitió un acercamiento a problemas geológicos con los cuales se podrían enfrentar en la vida profesional; les sirvió como “fogueo” en la resolución de problemas geológicos en el SIG.

En general, la evaluación mediante exposición del póster tuvo buena aceptación, excepto en uno de los casos que se indicó que considera más práctica la exposición con Power Point©. En otro, se indicó que es un buen método para demostrar la metodología y resultados obtenidos al resto de los compañeros y a la profesora. A nivel grupal, permite a todos los estudiantes darse cuenta de sus propios errores, discutir y comentarlos, compartir experiencias tanto positivas como negativas, previamente a las exposiciones y durante ellas.

Sugieren orientar más las temáticas a casos que suceden actualmente en el país, o que se dedique más tiempo a la realización del proyecto. Un estudiante consideró incluso que el proyecto debería ser más extenso, y que se trabajen más elementos para reforzar lo aprendido.

Ante la pregunta de si consideraban que el proyecto final había contribuido con su aprendizaje, el 100% respondió positivamente. Entre las razones dadas están las siguientes:

- Permitió ver hasta qué punto se había comprendido lo visto para poder aplicarlo; también permitió afrontar problemas que no se habían presentado en las prácticas, y buscar soluciones a estos.
- Es una buena manera de recordar todo lo aprendido durante el curso.
- Se puso en práctica lo que se aprendió durante el semestre y obligó a aplicar lo visto en clases, sin apegarse necesariamente a una guía.
- Enfrenta a la realidad (“echando perder se aprende”) y a usar la creatividad al enfrentar una problemática, buscando alternativas para su solución.
- Es un fogueo en la resolución de problemas geológicos que serán enfrentados durante toda la carrera profesional.
- Lo acerca a uno a las dudas reales e inconvenientes que se pueden presentar ya en la práctica.

Valioso rescatar la opinión de una estudiante sobre el uso de la bitácora. Ella indica que esta herramienta le pareció muy buena idea ya que ayuda a recordar que no hay que cometer el mismo error, refiriéndose a que en ella pueden anotarse aquellos errores cometidos, por qué se cometieron y cómo se solucionaron. Este carácter reflexivo que

se otorga al uso de la bitácora es una de las principales enseñanzas obtenidas de esta experiencia docente.

2.9 Conclusiones

Se considera que, mediante la aplicación de los elementos básicos del *Aprendizaje basado en proyectos*, se favoreció el aprendizaje integral de los conceptos y herramientas tratados en el curso.

La evaluación a través de póster contribuyó a poner a prueba la capacidad de síntesis de los estudiantes; la bitácora representó un espacio más reflexivo sobre el proceso de planteamiento y resolución de un problema.

Los estudiantes demostraron haber alcanzado un dominio básico de las herramientas relacionadas con las fases de ingreso, preparación y visualización de los datos, pero fallan al llegar al análisis espacial, especialmente cuando se trata de las funciones de sobreposición. Esto evidencia la necesidad de implementar nuevas estrategias didácticas que refuercen su aprendizaje.

A pesar de los fallos detectados, que un estudiante tenga la capacidad de definir su área de estudio, su tema de análisis, gestionar los datos necesarios para llevarlo a cabo y obtener un resultado, es evidencia suficiente de que comprendió de forma integral el proceso de trabajo con SIG, es decir, logró integrar las partes en un todo.

Para definir su área de estudio y su tema de análisis, los estudiantes debieron realizar una investigación previa sobre las características del área, la disponibilidad de datos, así como sobre aplicaciones SIG. Fue necesaria una investigación bibliográfica básica para definir claramente qué querían analizar y qué datos necesitaban, con base en casos de estudio desarrollados por investigadores internacionales y nacionales. De esta forma se considera que se contribuyó a desarrollar competencias en investigación.

Se favoreció además el desarrollo de competencias en el manejo de TIC, directamente mediante la utilización de software especializado, como son los Sistemas de Información Geográfica, así como indirectamente al aplicar evaluación por medio de póster y bitácora digital, para lo cual también debieron utilizar programas computacionales

2.10 Recomendaciones

Consideramos que llevar a cabo el proyecto final en equipos permitiría resultados con un mayor grado de complejidad. Además, se favorecería el aprendizaje mediante la interacción con pares. La única limitante sería la cantidad de estudiantes matriculados en el curso, cifra que se ve muy influenciada por el hecho de que se trata de un curso optativo cuyo horario frecuentemente no es conveniente a la mayoría de estudiantes.

Con el fin de generar un banco de materiales que puedan utilizarse para ferias vocacionales y actividades semejantes, se pretende a futuro solicitar a los estudiantes, posterior a la exposición y evaluación, la entrega de una versión digital del póster con las correcciones incorporadas.

Referencias

1. Canales, T.; Schmal, R. (2013) “Trabajando con pósteres: una herramienta para el desarrollo de habilidades de comunicación en la educación de pregrado”, *Formación Universitaria* **6**(1): 41–52.
2. Maldonado Pérez, M. (2008) “Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior”, *Laurus* **14**(28): 158–180.
3. Martí, J.A.; Heydrich, M.; Rojas, M.; Hernández, A. (2010) “Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente”, *Revista Universidad EAFIT* **46**(158): 11–21.
4. Olaya, V. (2011) “Sistemas de Información Geográfica”. Recuperado el 20 de agosto de 2016, de http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG
5. Rodríguez-Sandoval, E.; Cortés-Rodríguez, M. (2010) “Evaluación de la estrategia pedagógica ‘Aprendizaje basado en proyectos’: percepción de los estudiantes”, *Avaliação* (Campinas; Sorocaba) **15**(1): 143–158.
6. Rosell Clari, V.; Trenado Santarén, R.; Simó Teufel, S. (2011) “El poster como instrumento de evaluación en la adquisición de competencias específicas y transversales en el segundo curso del Grado de Psicología”. Recuperado el 20 de agosto de 2016, de <https://www.researchgate.net/publication/290982463>
7. Tricas, F.; Merelo, J.; Hassan-Montero, C. (2006) “Bitácoras: ampliando los canales de comunicación con los estudiantes”. Recuperado el 20 de agosto de 2016, de http://www.unizar.es/ees/innovacion06/COMUNIC_PUBLI/BLOQUE_II/CAP_II_32.pdf